1. ULUSLARARASI TÜRK DÜNYASI MÜHENDİSLİK ve FEN BİLİMLERİ KONGRESİ

I. International Turkish World Engineering and Science Congress

Bildiriler Kitabı
Proceedings Book

7-10 Aralık/December 2017

Antalya-TÜRKİYE

I. ULUSLARARASI TÜRK DÜNYASI MÜHENDİSLİK VE FEN BİLİMLERİ KONGRESİ

I. INTERNATIONAL TURKISH WORLD ENGINEERING AND SCIENCE CONGRESS

7-10 ARALIK 2017 (7-10 DECEMBER) ANTALYA, TÜRKİYE

Bildiriler Kitabı / Proceedings Book

http://teskongre.org/web2/wordpress/

Teşekkür

1. Uluslararası Türk Dünyası Mühendislik ve Fen Bilimleri Kongresi Türk Eğitim-Sen ve Uluslararası Avrasya Eğitim Sendikaları Birliği'nin (UAESEB) destek ve katkıları ile düzenlenmiştir.

Editörler/Editors:

Prof. Dr. Seyhan Fırat
Doç. Dr. İsmail Şahin
Yrd. Doç. Dr. Tayfun Fındık
Öğr. Gör. Serkan Yıldırım
Uzman Mehmet Gülsün

Dizgi/Typesetting

Uzman Dr. Silver Güneş

Kapak Tasarım/Cover Design

Fatih Taha Akalan

ISBN: 978-975-93505-7-4

http://teskongre.org/web2/wordpress/
Aralık 2017, Ankara

Önsöz

Sanayi Devriminin tartışıldığı günümüzde bilimsel bilginin paylaşımı ve dolaşımı önemli bir konudur. Türk Dünyası'nı oluşturan ülkeler, coğrafi konumları, tarihi bağları ve soydaşlık ilişkilerinden dolayı dünden bugüne çeşitli işbirliği uygulamaları geliştirmiştir. Bu işbirliği modellerindeki ortak problem, çalışmaların kapsam, sürdürülebilirlik ve 4. Sanayi devrimini karşılayacak bilimsel hazırlıklar açısından tatmin edici seviyede olmamasıdır.

Başta mühendislik ve fen bilimleri gibi sahalar olmak üzere birçok alanda gerçekleştirilecek ortak bilimsel kongre ve etkinlikler; Türk Dünyası içinde yer alan iletişim ve kaynaşma süreçlerine büyük katkılar sağlayacaktır. Ortak bilimsel faaliyetlerin kültüre dayalı gönül köprülerini sağlamlaştıracağı çok açıktır.

Bilimsel kongreler, bilimsel işbirliği ve bilgi paylaşımının bir zorunluluk haline geldiği günümüz şartlarında; Türk Dünyası'ndaki işbirliği girişimlerini bilimsel alanlara da taşıma gayretinin bir yansımasıdır. Türk Dünyası arasındaki işbirliğinin en önemli noktalarından birisi bilimsel bilginin ve onun teknolojik yansımalarının paylaşımıdır.

Bilindiği üzere; Türk Eğitim Sen olarak, 2016 Yılının UNESCO tarafından Hoca Ahmet Yesevi Yılı ilan edilmesi münasebetiyle, 1-4 Aralık 2016 tarihlerinde Uluslararası Avrasya Eğitim Sendikaları Birliği (UAESEB) ile işbirliği içinde Uluslararası Türk Dünyası Eğitim Bilimleri ve Sosyal Bilimler Kongresi'ni düzenlemiştik. Bu yıl, geçtiğimiz yıl Eğitim ve Sosyal Bilimler alanında yaptığımız çalışmanın bir benzerini Fen Bilimleri ve Mühendislik alanlarında gerçekleştireceğiz. Bu amaçla, 7-10 Aralık 2017 tarihleri arasında Mühendislik ve Fen Bilimleri alanında, Uluslararası Türk Dünyası Mühendislik ve Fen Bilimleri Kongresi düzenleyeceğiz. Kongreye Türk Eğitim Sen ve Uluslararası Avrasya Eğitim Sendikaları Birliği'ne üye olan kuruluşların mensupları katılabilecektir.

Uluslararası Türk Dünyası Mühendislik ve Fen Bilimleri Kongresi çoğu gelişmekte olan ülke statüsündeki Türk Dünyası ülkelerinin sosyal ve kültürel alandaki işbirliğini mühendislik ve fen bilimlerine yönelik alanlara da taşıma gayretinin bir yansımasıdır. Bu tür kongre ve organizasyonlar Türk Dünyası'nı oluşturan ülke ve toplulukların bilim ve teknolojiyi oluşturan bilgiyi paylaşabilmeleri açısından önemlidir.

Bu açıdan bakıldığı zaman Uluslararası Türk Dünyası Mühendislik ve Fen Bilimleri Kongresi'nin odağı bilimsel bilginin paylaşımı iken hedefi Türk Dünyası arasındaki birlik vizyonuna bilim ve teknoloji boyutuyla katkı sağlamaktır.

Sendikalar, uluslararası sivil toplum örgütleri ve üniversitelerin ortaklaşarak yaptığı bu faaliyet, bu anlamda ülkeler arasında kuracağı iletişim köprüleri sayesinde başta eğitim kurumları ve sivil toplum gibi alanlarda da yeni işbirliği sahaları oluşturmaya vesile olacaktır. Bu tür işbirliği platformlarındaki bilimsel çalışmalar; yeni bilgi ve yöntemleri paylaşma, ülkeler arası bilim ve teknolojik gelişmeleri takip etme, sınır aşan sorunlara yönelik çözümler üretme, siyasi ve kültürel yakınlaşmaya bilgi ve teknoloji boyutu ile katkı sağlama, yeni ortaklıkların tesisi noktasında önemli rol oynayacaktır.

Bütün bu bilgilerin tartışılacağı ve sunulacağı bu Kongrenin gerçekleştirilmesinde emeği olan Başta Sayın Genel Başkan İsmail KONCUK Beye huzurlarınızda teşekkür ediyorum. Kongrenin gerçekleştirilmesinde vermiş oldukları destekler için, yol açıcı ve gösterici olmalarından dolayı, geniş ufukları ve bitmez tükenmez enerjileri ile bizlere sürekli destek olmalarından dolayı kalbi şükranlarımı sunuyorum. Bu kongre; Sayın başkanın ve kıymetli çalışma arkadaşlarının gayret ve emekleriyle gerçekleşmiştir. Kongrenin bütün masrafları Türk Eğitim Sen tarafından karşılanmıştır. Bu toplantı Türk Eğitim Sen üyeleri olan çok değerli bilim insanları için bir kurultay yapma şansını da verecektir. Üyelerine göstermiş oldukları bu kadirşinaslık içinde ayrıca teşekkür ederim.

Destek ve yardımları için Sayın Cengiz KOCAKAPLAN, Dr. Sinan DEMİRTÜRK ve Doç. Dr. Yılmaz YEŞİL beylere, Teknik konularda bizi destekleyen Sn. Metin İSKENDEROĞLU'na, Organizasyon

Komitesinde görev alan Doç. Dr. Haluk KORALAY, Doç. Dr. Özcan YALÇINKAYA, Doç. Dr. Şükrü ÇAVDAR, Doç. Dr. İsmail ŞAHİN, Yrd. Doç. Dr. Tayfun FINDIK, Öğr. Gör. Mehmet Serkan YILDIRIM, Uzm. Mehmet GÜLSÜN'e huzurlarınızda çok teşekkür ederim. Türk Eğitim-Sen ve Uluslararası Avrasya Eğitim Sendikaları Birliğine en içten şükranlarımı sunarım. Ayrıca organizasyon şirketi TAU Travel ve çalışanlarına teşekkür ederim.

Davetli Konuşmacılarımız Prof. Geoffrey LEVERMORE, Prof. Abid I ABU-TAİR, Prof. Zikri ALTUN, Prof. Luis A ANGUREL, Prof. Serdar SALMAN, Prof. Germán F. DE LA FUENTE, Prof. John KINUTHIA, Prof. Agron BAJRAKTARI, Prof. Ali GENCER, Prof. Saleh SULTANSOY ve Prof. Dr. Atalay SÖKMEN'E çok değerli katkılarından dolayı şükranlarımı sunarım.

Uluslarası Bilim Kurulumuza, Bilim Danışma Kurulumuza, Oturum Başkanlarımıza ve siz çok değerli katılımcılara teşekkür ederim.

Prof. Dr. Seyhan FIRAT
Kongre Başkanı

Preface

In this era, when the Industrial Revolution is discussed, the sharing and circulation of scientific information is an important issue. The countries which constitute the Turkish World have developed various cooperation implementations from past to today because of their geographical locations, historical connections and cognate relationships. The common problem of this cooperation models is the situation that studies are not on a satisfactory level in terms of scope, sustainability and scientific preparations which will meet the fourth industrial revolution.

Scientific activities and congresses, which will be held on many fields especially on science and engineering, will contribute to processes of communication and integration perfectly within the Turkish World. It is clear that common scientific activities will consolidate cultural bridges.

Scientific congresses are the reflection of effort for carrying the cooperation attempts into scientific fields in the Turkish World in conditions of present day which scientific cooperation and information sharing is a necessity. The most important aspect of the cooperation among the Turkish World is sharing scientific information and the reflection of that information.

As it is known, the congress of "International Turkish World Education Sciences and Social Sciences" was organized between 1-4 December 2016 in cooperation with the International Eurasia Education Syndicates Union and Turkish Education Syndicate on the occasion that the year of 2016 was announced as the year of "Hoca Ahmet Yesevi" by "UNESCO". This year, an event will be realized on Science and Engineering studies similar to the event that was carried out last year on Social Sciences. The congress of International Turkish World Engineering and Science will be held between "7^{th}-10^{th}" December 2017 for this purpose. The members of such institutions as Turkish Education Syndicate and Eurasia Education Syndicates Union will be able to participate in the congress; participants from other parts of the world are also welcome. In this aspect, both academia and industry from all over the world will participate in the congress.

The International Turkish World Engineering and Science Congress is a reflection of the efforts to create a cooperation in the fields of science and engineering areas that is similar to the cooperation realized in social and cultural areas among the Turkish World countries, most of which are known as developing countries. This kind of organizations and congresses are important in terms of sharing the information which creates technology in the countries and societies which constitute the Turkish World.

From this point of the view, the focus of the congress of Turkish Engineering and Science is sharing the scientific information while the aim of it is to contribute cooperation vision among the Turkish World through science and technology.

The activity of Congress which is jointly made possible by Syndicates, non-governmental organizations and universities will be an occasion for generating new cooperation fields by the communication bridges which will be constituted especially on the fields like education organizations and non-governmental organizations. Scientific studies at this kind of platforms will have an important role of sharing new information and method, following the scientific and technological developments between countries, constituting solution about problems, contributing to the diplomatically and cultural rapprochement with information and technology and at the point of new partnerships.

I would like to sincerely thank to Ismail KONCUK, General Diroctarate of Turkish Education-Syndicate, without his support this Congress could not be addressed. He is very much supportive and made everything available for the Congress. His continuous support, open minded behavior, endless horizon and generousity are greatly appreciated. The Congress gave great opportunity for the participants to have national and transnational collaborations. This is very much appreciated by all ğparticipants.

We apprecitaed for great support from Turkish Education-Syndicate and International Eurasia Educational Syndicates Union

We received continues support from Cengiz KOCAKAPLAN, Dr. Sinan DEMİRTÜRK and Doç. Dr. Yılmaz YEŞİL and as well as technical support from Metin İSKENDEROĞLU.

I would like to thank the Organizing Committee members Assoc. Prof. Dr. Haluk KORALAY, Assoc. Prof. Dr. Özcan YALÇINKAYA, Assoc. Prof. Dr. Şükrü ÇAVDAR, Assoc. Prof. Dr. İsmail ŞAHİN, Assist. Prof. Dr. Tayfun FINDIK, Lecturer Mehmet Serkan YILDIRIM, Expert Mehmet GÜLSÜN.

We are honoured by participation of distungiushed invited speakers Prof. Geoffrey LEVERMORE, Prof. Abid I ABU-TAİR, Prof. Zikri ALTUN, Prof. Luis A ANGUREL, Prof. Serdar SALMAN, Prof. Germán F. DE LA FUENTE, Prof. John KINUTHIA, Prof. Agron BAJRAKTARI, Prof. Ali GENCER, Prof. Saleh SULTANSOY ve Prof. Dr. Atalay SÖKMEN.

We also thank to International Scientific Committee Members, Scientific Advisory Board Members, Session Chairs and all participants.

Prof. Dr. Seyhan FIRAT
Congress Chair

Sunuş

Değerli Akademisyenler ve Bilim İnsanları,

Hayatın vazgeçilmez bir parçası olan bilgi, tarihin her döneminde önem arz eden bir hazinedir. Bilginin kıymetini fark eden toplumlar, tarih boyunca önemli atılımlar yapmışlardır. Bir toplumun tarihî süreçte ayakta kalması, bilgi ile olan münasebetiyle yakından alakalıdır.

İnsanlık tarihi büyük teknolojik gelişmeleri ve sanayi devrimlerini geride bırakarak köklü bir birikimin meydana gelmesini sağlamıştır. Bu gelişim çizgisi içinde Üçüncü Sanayi Devrimi'ni bilgisayarlar, otomasyon teknolojileri ve robotlar temsil ediyordu. Üçüncü sanayi devriminde montaj hatlarındaki insan işçilerin yerini robotlar ve bilgisayarlar almaya başladı. Endüstri 4.0 olarak da isimlendirdiğimiz 4. Sanayi Devrimini ise akıllı makineler, zeki sistemler, yeni nesil üretim teknolojileri temsil ediyor.

Dünyanın Endüstri 4.0 sonrasını tartıştığı bir düzlemde teknolojik gelişmelerin, teknolojinin temelini oluşturan temel bilimlerin ve uygulama sahası olan mühendislik bilimlerinin önemi yadsınamaz. Bu süreçte bilimsel bilginin paylaşımı ve dolaşımı ayrı bir önem kazanmıştır. Başta mühendislik ve fen bilimleri gibi sahalar olmak üzere birçok alanda gerçekleştirilecek ortak bilimsel kongre ve etkinlikler bilimsel bilginin paylaşıldığı en önemli platformlardır.

Bilimsel çalışmaların Türk Dünyası içinde yer alan iletişim ve kaynaşma süreçlerine büyük katkılar sağlayacağı açıktır. Ortak bilimsel faaliyetler, kültüre dayalı gönül köprülerini sağlamlaştıran faaliyetlerdir.

Bilimsel kongreler, bilimsel işbirliği ve bilgi paylaşımının bir zorunluluk haline geldiği günümüz şartlarında; Türk Dünyasındaki işbirliği girişimlerini bilimsel alanlara da taşıma gayretinin bir yansımasıdır. Türk Dünyası arasındaki işbirliğinin en önemli noktalarından birisi bilimsel bilginin ve onun teknolojik yansımalarının paylaşımıdır.

Türk Dünyasını oluşturan ülkeler; coğrafi konumları, tarihi bağları ve soydaşlık ilişkilerinden dolayı dünden bugüne çeşitli işbirliği uygulamaları geliştirmiştir. Bu işbirliği modellerindeki ortak problem, çalışmaların kapsam, sürdürülebilirlik ve 4. Sanayi devrimini karşılayacak bilimsel hazırlıklar açısından tatmin edici seviyede olmamasıdır. Bu sorunun çözümü Türk soylu halkalrın kültürel ve dil açısından ortaklıklarını bilimsel alanda da tesis etmesi ile ancak nihayet bulabilir.

Gücünü Türk Milleti'nden alan Türk Eğitim-Sen ve Uluslararası Avrasya Eğitim Sendikaları Birliği, iştigal ettikleri saha olması ve içinde bulunduğumuz yüzyılda bilginin stratejik önemini idrak etmeleri münasebetiyle bazı sorumlulukları olduğunun farkındadırlar. Sivil toplum alanında ve eğitim iş kolunda etkin olan bu kurumlar; klasik sendikacılık anlayışının günümüzde yeterli olmadığını fark etmiş ve çağımıza uygun olarak bazı yeni adımlar atmak gerektiğine inanmış kuruluşlardır. Türk Eğitim-Sen eliyle düzenlenen akademik çalıştayların ve kurultayların yanında, daha geniş bir perspektiften Türk Dünyasının meselelerine kafa yorma gereğini idrak etmiş olan sendikalarımız, bu işi daha da ileri götürerek yeni bir adım atma kararı almışlardır.

Bilindiği üzere; Türk Eğitim-Sen olarak, 2016 Yılının UNESCO tarafından Hoca Ahmet Yesevi Yılı ilan edilmesi münasebetiyle, 1-4 Aralık 2016 tarihlerinde Uluslararası Avrasya Eğitim Sendikaları Birliği (UAESEB) ile işbirliği içinde Uluslararası Türk Dünyası Eğitim Bilimleri ve Sosyal Bilimler Kongresi'ni düzenlemiştik. Bu faaliyeri fen ve mühendislik bilimleri alanına taşımak gayesi 7-10 Aralık 2017 tarihleri arasında Antalya-Türkiye'de Uluslararası Türk Dünyası Mühendislik ve Fen Bilimleri Kongresi düzenlenmiştir.

Uluslararası Türk Dünyası Mühendislik ve Fen Bilimleri Kongresi, Türk Dünyası ülke ve topluluklarının sosyal ve kültürel alandaki işbirliğini mühendislik ve fen bilimlerine yönelik alanlara da taşıma gayretinin bir yansımasıdır. Bu tür kongre ve organizasyonlar Türk Dünyasını oluşturan ülke ve toplulukların bilim ve teknolojiyi oluşturan teknik bilgiyi paylaşabilmeleri açısından son derece

önemlidir. Bu açıdan bakıldığı zaman Uluslararası Türk Dünyası Mühendislik ve Fen Bilimleri Kongresi'nin odağı bilimsel bilginin paylaşımı iken hedefi Türk Dünyası arasındaki birlik vizyonuna katkı sağlamaktır.

Türk Eğitim-Sen ve Avrasya Eğitim Sendikaları Birliği'nin ortaklaşa yaptığı bu faaliyet, bu anlamda ülkeler arasında kuracağı iletişim köprüleri sayesinde başta eğitim kurumları ve sivil toplum gibi alanlarda da yeni işbirliği sahaları oluşturmaya vesile olacaktır. Bu tür işbirliği platformlarındaki bilimsel çalışmalar; yeni bilgi ve yöntemleri paylaşma, ülkeler arası bilim ve teknolojik gelişmeleri takip etme, sınır aşan sorunlara yönelik çözümler üretme, siyasi ve kültürel yakınlaşmaya bilgi ve teknoloji boyutu ile katkı sağlama, yeni ortaklıkların tesisi noktasında önemli rol oynayacaktır.

Uluslararası Türk Dünyası Mühendislik ve Fen Bilimleri Kongresi uzun ve meşakkatli bir hazırlık döneminin ürünüdür. Üç yüz oksan dört bildirinin sunulduğu, Türk Dünyasının her köşesinden bilim insanları ile on yedi ayrı ülkeden pek çok seçkin akademisyeni, nitelikli bir bilim şöleninde buluşturmamızı sağlayan Kongre Düzenleme kurulumuzun kıymetli üyeleri, Prof. Dr. Seyhan Fırat, Doç. Dr. İsmail Şahin, Doç. Dr. Haluk Koralay, Doç. Dr. Özcan Yalçınkaya, Doç. Dr. Şükrü Çavdar, Yrd. Doç. Dr. Tayfun Fındık, Doç. Dr. Yılmaz Yeşil, Dr. Sinan Demirtürk, Mehmet Gülsün, Serkan Yıldırım ve Metin İskenderoğlu hocalarımıza teşekkür ediyorum.

Türk Eğitim-Sen Genel Başkanı Sayın İsmail Koncuk'un şahsında genel merkezimiz ve şubelerimizin kıymetli gayret ve destekleri bu büyük organizasyonun başarısında en büyük etkiye sahiptir. Teşekkür ve minnetlerimi sunuyorum. Uluslararası Avrasya Eğitim Sendikaları Birliği'ni oluşturan sendikalarımızın genel başkanları ve yöneticilerine de teşekkürlerimi sunuyorum.

Cengiz KOCAKAPLAN
Türk Eğitim-Sen Genel Eğitim
ve Sosyal İşler Sekreteri

UAESEB, Türk Eğitim-Sen ve Türkiye Kamu-Sen Genel Başkanı Sayın İsmail KONCUK'un Kongre Açış Konuşması

Değerli Akademisyenler ve Bilim İnsanları,

Her yüzyıl bir önceki yüzyıldan daha hızlı bir şekilde dünyayı dönüştürüyor. Modern bilim ve teknoloji, her geçen gün yeni buluşlar ve bulguları önümüze getiriyor. Bu dönüşümün dışında kalmak demek, geçmişten günümüze kadar tarihe damgasını vuran milletler arasında var olmuş olan Türk milletini geri kalmış milletler ligine mahkum etmek, ülkesini de üçüncü dünya ülkesi haline dönüştürmek demektir.

Bilim ve teknoloji; ulaşım, geniş kapsamlı üretim ve iletişim araçlarını daha erişilebilir hale getirdi. Yapay zekâ artık evimizdeki televizyondan, kullandığımız araçlara ve ceplerimize kadar girdi. Bilimin ve teknolojinin böylesine hızlı ilerlediği bir dünyada bilimsel ilerleme ve değişime gözümüzü kapayamayız; bilim ve teknolojiye bigâne kalamayız.

Bütün bu bilimsel gelişmeler, mühendislik çalışmaları sonunda ortaya çıkan teknolojik uygulamalar, internet teknolojisinin geldiği nokta bilgi paylaşımını yaptığımız işlerin bir parçası haline getirmiştir. Bir zamanlar bilgi "mahrem" bir durumken bugün paylaşarak büyüyen bir bilimsel süreç halini almıştır. Stratejik bilgiler dışında kalan bilginin artık "açık kaynaklı" bilgi olduğunu söylemek mümkündür.

Sempozyum ve kongreler bilimsel bilginin paylaşıldığı, bilginin "dolaşım" yolu ile büyütüldüğü platformlar olarak gün geçtikçe daha büyük ilgiye mazhar oluyor. Endüstri 4.0'ın artık geride kaldığı, 5.0'ın tartışılmaya başlandığı bir dünyada bilimsel bilgi alışverişi için kongreler artık bir zorunluluk halini aldı.

Ortak bir gelecek hayalini kurduğumuz Türk Dünyası ile güçlü bir bilimsel zemin geliştirmemiz gerekiyor. Türk Dünyası ile kültürel alanda yürütülen işbirliği çalışmalarına bilimsel çalışmaların, teknolojik işbirliklerinin eklenmesi gerekiyor. Türk dünyasının bilimsel çalışmalarda ortaklaşması ancak bilimsel kongrelerle ve müşterek organizasyonlarla mümkün olabilecektir.

Türk tarihinden aldığımız ilhamla ve şanlı ecdadımızın bize miras bıraktığı kutlu bir misyonla yeni nesiller için her alanda daha güçlü, daha mutlu ve daha yaşanılır bir Türkiye'ye ve Türk Dünyasına katkı yapmak, en önemli görevimizdir. Türk Eğitim-Sen, Türk Milleti'nin yalnızca Edirne ile Kars arasında yaşayan bir millet olmadığını bilen üyelerden müteşekkil bir sivil toplum kuruluşudur. Bu sebeple yaptığı çalışmalarda, zamanda ve mekânda sınır tanımayan Türk Milleti'ni, yeryüzünün her köşesindeki fertleriyle ve bütün unsurlarıyla birlikte telakki eder. Çalışmalarında, bu eşsiz ve müthiş derinliği dikkate alır. Ufku, hiçbir zaman daralmaz. Zira "ufukların efendisi" sıfatını taşıyan Türklük, günlük bir stratejiye mahkûm edilemez.

Türk Eğitim-Sen, Türk Dünyası zemininde de faaldir ve bu bilincin müesseseleşmiş hâli olan Uluslararası Avrasya Eğitim Sendikaları Birliği'nin de etkin bir üyesidir. Temel düsturlarımızdan biri de "Vatanını en çok seven, görevini en iyi yapandır." şeklinde vücut bulmuş anlayıştır. Taşıdığımız misyona ve faaliyet içinde bulunduğumuz hizmet koluna uygun olarak biz de eğitim-öğretim alanındaki, bir sivil toplum kuruluşu olarak sorunları tespit etmekle ve çözüm üretmekle meşgulüz. Biz biliyoruz ve inanıyoruz ki her işin başı eğitimdir, bilimdir. Eğitimde kaliteyi yakalayamayan, gelişmiş toplumlarla hiçbir alanda rekabet edemez. Eğitime gereken önemi vermeyen bir millet, mazisi ne kadar derin ve ihtişamlı olsa da ayakta kalamaz.

Eğitime yönelik akılcı politikalar üretmeyen ve ufku olmayan bir devlet, uluslararası toplum içinde önemli bir yer bulamaz. Günümüzde eğitim, bilgi üretme ve üretilen bu bilgiyi hayatın her alanına yansıtma odaklı olarak gelişmektedir. Güçlü devletlerin ve gelişmiş toplumların sahip olduğu bu yaklaşım, düşünen ve düşünce üreten beyinler yetiştirmektir. Üretilen bilginin çokluğu yanında niteliği de ayrı bir öneme sahiptir. Günümüzde geçerli bilgi üretme modeli, stratejik bilgi üretimine dayanmaktadır. Zira stratejik bilgi, stratejik güç demektir. Stratejik bilginin, yani gücün merkezleri ise akademik kurumlardır.

Türk Eğitim-Sen ve UAESEB olarak geçtiğimiz yıl; Hoca Ahmet Yesevi Yılı Anısına Uluslararası Eğitim Bilimleri ve Sosyal Bilimler Kongresi'ni, 2016 yılının UNESCO tarafından Hoca Ahmet Yesevî yılı ilan edilmesi münasebetiyle düzenledik. Yesevi atamızın köklü mazimiz içindeki önemli yolbaşçılarımızdan biri olması, diğer yandan Türk kültürünün her coğrafyasındaki saygınlığı, manevî değerlerin gücüne önemli bir örnek teşkil etmesi ve "Biz"i birleştiren bir mücevher niteliği taşıması, kongremizin O'nun adına organize edilmesinde bizleri teşvik eden önemli bir husus olmuştur. Maddî bir değer olan akademik bilgi ile Hoca Ahmet Yesevî gibi bir manevî önderin terkibi Türk Milleti için bir diriliş ve atılım reçetesidir.

Bu yıl ise temel bilimler ve mühendislik bilimleri alanlarında düzenlediğimiz kongre ile temel amacımız; bilim insanlarımıza ortak çalışma zeminini sağlamak, Türk Dünyası arasında bilimsel bilgi paylaşımına imkân verecek bir platform inşa etmek olmuştur. Uluslararası Türk Dünyası Mühendislik ve Fen Bilimleri Kongresi; Türk Eğitim-Sen ve üyesi olduğumuz Avrasya Eğitim Sendikaları Birliği'nin uluslararası bilimsel faaliyetlerinin ikinci ve önemli aşamasını oluşturacaktır. Kongremiz, sıradan bir toplantı olmanın ötesine taşan ve akademik işbirliği yoluyla "Dilde, fikirde, işte birlik." ülküsüne, kendi faaliyet alanı itibarıyla hizmet eden bir mahiyete sahiptir.

Avrasya Eğitim Sendikaları Birliği'nin üyesi olan başta Kazakistan, Azerbaycan, Kırgızistan, Kosova, Makedonya, Irak olmak üzere, Türk kültür coğrafyasının farklı noktalarından; İran, Rusya, Bosna-Hersek, Özbekistan, Türkmenistan, İngiltere, Danimarka ve İspanya gibi pek çok ülkeden kıymetli bilim insanlarını kongremiz vesilesiyle misafir ediyoruz. Bununla birlikte toplamda on yedi ayrı ülkeden alanlarında dünya tarafından tanınan, Nobel Ödülü'ne layık görülmüş akademisyenlerin Türk dünyasının saygın bilim adamlarıyla buluşmaları imkânını, Uluslarrası Türk Dünyası Fen Bilimleri ve Mühendislik Bilimleri Kongresi sayesinde elde edeceğiz.

Uluslararası Türk Dünyası Mühendislik ve Fen Bilimleri Kongresi'nin vücut bulmasında büyük emekleri olan, Kongre Düzenleme kurulumuzun kıymetli üyeleri; Prof. Dr. Seyhan Fırat, Doç. Dr. İsmail Şahin, Doç. Dr. Haluk Koralay, Doç. Dr. Özcan Yalçınkaya, Doç. Dr. Şükrü Çavdar, Yrd. Doç. Dr. Tayfun Fındık, Doç. Dr. Yılmaz Yeşil, Dr. Sinan Demirtürk Mehmet Gülsün, Serkan Yıldırım ve Metin İskenderoğlu hocalarımıza, Avrasya Eğitim Sendikaları Birliği'ni oluşturan sendikalarımızın genel başkanları ile yöneticilerine, Türk Eğitim-Sen'in kıymetli şube başkanlarına, teşkilat mensuplarına ve çok kıymetli üyelerimize teşekkürlerimi sunuyorum.

İsmail KONCUK
UAESEB, Türk Eğitim-Sen ve
Türkiye Kamu-Sen Genel Başkanı

Azerbaycan Eğitim Çalışanları Bağımsız Sendikalar İttifakı Genel Başkan Yardımcısı Sayın Mirza Jafarzade'nin Kongre Açılış Konuşması

Çox Hörmətli İsmayıl Bəy!

Çox Hörmətli və Dəyərli Elm Adamları, Xanımlar və Cənablar!

İlk növbədə bizi-qardaş Azərbaycanın nümayəndə heyətini bu möhtəşəm konqresə dəvət etdiyinizə görə başda dəyərli və əziz qardaşımız, sendikamızın yaxın dostu və silahdaşı türk Kamu-Sen, Türk Eğitim-Sen və Avrasiya Təhsil İşçiləri Beynəlxalq Həmkarlar İttifaqları Birliyinin başqanı İsmayıl bəy Konçuka və bu təşkilatların dəyərli əməkdaşlarının hər birinə sendikamızın başqanı, millət vəkili doktor-professor Səttar Möhbalıyevin və nümayəndə heyətimizin adından təşəkkürümüzü bildirir, konqresə uğurlar arzulayıram.

Çox dəyərli konqres iştirakçıları, əziz qonaqlar!

Artıq ikinci ildir ki, Türk Eğitim-Senin Genel Merkezi qardaş Türkiyənin dilbər guşələrindən biri olan Antalyada Avrasiya Təhsil İşçiləri Beynəlxalq Həmkarlar İttifaqları Birliyi ilə Beynəlxalq Konfrans keçirir. Birinci konfrans Xoca Əhməd Yasəvinin xatirəsinə həsr edilmiş pedaqogika və ictimai fənlər üzrə, indi isə Uluslararası Türk Dünyası Mühəndislik və Fen Bilimlərinə həsr edilmiş konfransdır.

Hələ Birinci Dünya Müharibəsi illərində Antanta dövlətlərinin birləşmiş qüvvələrinə qarşı mübarizə aparan türk əsgəri və türk xalqı tarixin ağır sınağından şərəflə çıxaraq düşmənə qalib gəlməyə nail olmuşdur. Məhz bu qələbə sayəsində böyük Mustafa Kamal Atatürkün rəhbərliyi ilə Türkiyənin bugünkü dövlətçiliyinin əsası qoyulmuş, türk dövləti yeni inkişaf yoluna çıxmışdır.

Bu gün dünya birliyi sırasında özünün layiqli yerini tutan Türkiyə dövləti vaxtı ilə qanlı müharibədə üz-üzə gəldiyi dövlətlərlə bir sırada durur, eyni dəyərləri bölüşür, demokratik cəmiyyət quraraq, birgəyaşayış, əməkdaşlıq prinsiplərinə söykənərək dünyanın azad sülhsevər olması uğrunda öz siyasətini həyata keçirir.

Bu gün Azərbaycan və Türkiyə region üçün çox əhəmiyyətli strateji layihələr həyata keçirir, inkişafın yeni istiqamətlərini müəyyənləşdirirlər. Bu konfransın əhəmiyyəti ondan ibarətdir ki, böyük Türk dünyasını və türkdilli dövlətlərin elm adamlarının mühəndislik və Fen Bilimləri ilə əlaqədar fikirləri dinləniləcək, səslənən fikir və ideyalar dəyərləndiriləcək və yeni tədqiqatların əsası qoyulacaqdır.

Möhtərəm konfrans iştirakçıları!

Türkiyə və Azərbaycan xalqlarını bir-birinə bağlayan qədim tarixi köklər həmişə, dünən də, bu gün də, gələcəkdə də münasibətlərimizi, onun xarakterini, inkişaf yollarını şərtləndirən əsas amil kimi çıxış edir. Bizim eyni soykökümüz, dil, din, mədəniyyət birliyimiz qarşılıqlı əlaqələrimizin, qardaşlığımızın, dostluğumuzun inkişafı üçün əlverişli zəmin yaradıb və bu əlaqələrin genişləndirilməsi bu gün də uğurla davam edir.

Türkiyənin güclü olması Azərbaycanın, Azərbaycanın güclü inkişafı isə Türkiyənin marağındadır. Bu mənada həm Azərbaycan, həm də Türkiyə əlaqələrimizin və münasibətlərimizin inkişafına daim yüksək diqqət və qayğı göstərir. Elə buna görə də Azərbaycanın Ümummilli lideri, Heydər Əliyev deyirdi: "Azərbaycan-Türkiyə dostluğu və qardaşlığı əbədidir, sarsılmazdır. Biz çalışacağıq ki, bu dostluğu, qardaşlığı günü-gündən möhkəmlədək və yüksəklərə qaldıraq".

Qardaş Türkiyə qədim dövlətçilik ənənələrinə malikdir. Türk xalqı öz azadlığı, ərazi bütövlüyü, suverenliyi uğrunda mübarizədə ağır sınaqlardan keçərək bugünkü dövlətçiliyini qoruyub saxlayıb, inkişaf etdirmişdir.

Müasir geosiyasi şəraitdə isə Azərbaycanın etibarlı strateji tərəfdaşı olan Türkiyə ilə münasibətlərin möhkəmləndirilib daha da genişləndirilməsi ölkəmizin xarici siyasətinin mühüm tərkib hissəsidir. Hər iki ölkənin dövlət və hökumət başçılarının, eləcə də siyasi, iqtisadi, ticarət, elm, təhsil, mədəniyyət və digər sahələr üzrə aidiyyəti qurumlarının rəhbərlərinin qarşılıqlı səfərləri ikitərəfli əməkdaşlığın inkişafında əhəmiyyətli rol oynamış və bütün sahələrdə əlaqələr uğurla inkişaf edərək ölkələrimiz arasında strateji tərəfdaşlıq münasibətlərinin yüksək səviyyəyə qalxmasına səbəb olmuşdur.

Elə bunun bariz nəticəsidir ki, bu gün qardaş Türkiyəmizin yüzlərlə elm adamı, doktor, professoru Azərbaycan Universitetlərində, Azərbaycanın yüzlərlə elmi işçisi, doktor, professoru Türkiyənin universitetləri və liseylərində, xəstəxanalarında, elmi-tədqiqat müəssisələrində çalışır. Eyni zamanda yüzlərlə türk öyrəncilər Azərbaycan Universitetlərində, yüzlərlə azərbaycanlı öyrəncilər Trükiyə universitetlərində öz təhsillərini davam etdirirlər. Müstəqilliyin ilk illərində Türkiyə iki qardaş ölkə arasında qarşılıqlı faydalı əməkdaşlıq prinsiplərini əsas tutaraq dövlət quruculuğu yolunda respublikamızın səylərini daim dəstəkləməklə hərtərəfli əlaqələrin inkişafına geniş yardım göstərmişdir.

Azərbaycanın dünya birliyinə inteqrasiyasında, regional təhlükəsizliyin qorunmasında, ümumiyyətlə, ölkəmizin siyasi-iqtisadi və elmi-mədəni maraqlarının reallaşmasında Türkiyə dövləti ilə hərtərəfli əməkdaşlığın genişlənməsinə xüsusi əhəmiyyət verilmişdir. Buna parlaq misal olaraq 2006-cı ilin iyulunda Türkiyənin Ceyhan limanında Bakı-Tbilisi-Ceyhan əsas ixrac boru kəmərinin, bu ilin oktyabr ayında isə Bakı-Tbilisi-Qars dəmir yolunun təntənəli açılışı, eyni zamanda Bakı-Tbilisi-Ərzurum qaz kəmərlərinin çəkilişi, Trans-Anadolu (TANAP) təbii qaz boru xəttinin çəkilişi bir daha bu iki qardaş dövləti bölgədə söz sahibinə çevirmişdir.

Bütün dövrlərdə Türkiyə-Azərbaycan münasibətləri həm iki ölkə üçün, həm də region üçün çox önəmli rol oynamışdır. Bu gün ölkələrimiz arasında strateji tərəfdaşlıq münasibətləri mövcuddur və bütün sahələrdə əlaqələrimiz uğurla inkişaf edir. Bu səbəbdən Azərbaycanın dövlət başçısı cənab İlham Əliyev bəyan edib ki, bölgədə Türkiyə-Azərbaycan əməkdaşlığı, işbirliyi olmadan heç bir təşəbbüs, heç bir layihə həyata keçirilə bilməz. Bununla yanaşı, Türkiyə və Azərbaycan regional əməkdaşlıq prosesinin fəal və əsas söz sahibi olan iştirakçılarıdır. Hər iki dövlət özünün iqtisadi və enerji imkanlarından, eləcə də geosiyasi mövqeyindən ikitərəfli və regional əməkdaşlığın genişlənməsi istiqamətində səmərəli surətdə istifadə edir. Bu gün bölgənin uzunmüddətli inkişaf strategiyasının müəyyənləşdirilməsində aparıcı rol oynayan və iki ölkə arasındakı münasibətlərin çox vacib elementlərindən olan neft və qaz kəmərləri təkcə regionda deyil, eləcə də bütün dünyada dövlətlərimizin nüfuzunu əhəmiyyətli dərəcədə artırıb. Bu layihələr Azərbaycanın, Türkiyənin, eləcə də digər ölkələrin enerji təhlükəsizliyi üçün böyük təminat verir.

Eyni zamanda, iki dövlət arasında genişlənən əməkdaşlıq və strateji tərəfdaşlıq regionda sabitliyin göstəricisinə çevrilib. Bütün bu uğurların başında isə elm, elmi tərəqqi, yüksək texnoloji biliklər, müasir texnologiyanı yaratmaq və ondan düzgün istifadə etmək durur. Elə ona görə də bu gün keçiriləcək konfransın əhəmiyyəti daha vacibdir. Əlbəttə istər keçən ilki, istərsə də bu gün açılışına toplaşdığımız Beynəlxalq konfransın təşkilində və təşəbbüsündə xüsusi rolu və zəhməti olan dəyərli dostumuz və qardaşımız İsmayıl bəy Konçuka, onun rəhbərlik etdiyi sendikaların genel mərkəzlərinin əməkdaşlarına və bu konqreslərin işində zəhməti olan dəyərli qardaş və bacılarımızın hər birinə kəndim və nümayəndə heyətimiz adından bir daha təşəkkürümüzü bildirirəm.

Dəyərli konfrans nümayəndələri, qeyd etmək istəyirəm ki, toplaşdığımız bu konfrans bir daha türkdilli dövlətlərin nümayəndələrinin elm sahəsində, xüsusən də mühəndislik və dəqiq elmlər sahəsində əldə etdikləri uğurları bölüşməklə yanaşı bizləri daha da yaxınlaşdıracaq, münasibətlərimizin inkişafına, dostluq və qardaşlığımızın möhkəmləndirilməsinə, elmimizin inkişafına öz töhfəsini verəcəkdir.
Bir daha konfransa uğurlar arzulayıram. Qoy uça tanrım böyük türk millətini qorusun!

Diqqətinizə görə təşəkkür edirəm, sağ olun!

Mirza Jafarzade
Azerbaycan Eğitim Çalışanları
Bağımsız Sendikalar İttifakı Başkan Yardımcısı

Kazakistan İlim ve Eğitim Çalışanları Sendikası Genel Başkanı
Sayın Maira Amantayeva'nın Kongre Açılış Konuşması

Değerli Kongre Katılımcıları, Münevver İnsanlar,
Faklı Memleketlerden Gelmiş Olan Kıymetli Misafirler,
Türkiyedeki Meslektaşlarım,

Kazakistan için doğu ile batının ortasında bulunan Türkiye'nin bizim tarihimizde çok özel bir yeri bulunmaktadır. Ülkemiz bağımsızlığını kazandığında ilk önce Türkiye Cumhuriyetinin Kazakistan'ın bağımsızlığını tanıması topluluklar arasındaki kardeşlik ve akrabalığın bir göstergesidir. Bu düşünce ve manayla yaşayarak kardeşliği geliştirmeye devam ettirmekteyiz. Genel olarak iki ülke arasındaki ilişkinin tamamı bu bakış açısıyla gelişmeye devam etmektedir.

Eski Turan yurdunu mekan etmiş olan Türk dilli halklar günümüzde kendi ülkelerini kurmaya başladıklarından itibaren Kazakistan'ı kendilerinin "Ata yurdu" olarak görmektedirler. Bundan dolayı kardeş iki ülke arasındaki ilişki bağımsızlık yıllarında kendi zeminini bulmuş ve tarihi, siyasi, ekonomik ve kültürel ilişkiler artarak devam etmiştir. Halihazırda Kazakistan ile Türkiye arasındaki ilişkiler çoğunlukla kendi mesleğini profesyonel olarak icra eden eğitimli gençlerin etkisiyle devam etmektedir. Birçok Kazak genci Türkiye'nin önemli üniversitelerinde öğrenim görmektedirler. Bu durum artık iyice rayına oturmuş olup Türkiye'de öğrenim gören Kazak gençlerinin sayısı her yıl daha da artmaktadır. Bu gençler bizleri birbirimize daha da yaklaştırmaktadır.

Bugün Kazakistan Avrasya'da kendisinin tarihi uzlaştırıcılık rolünü davam ettirip uluslararası arenada saygın ve tutarlı barışçıl siyasetini devam ettirmektedir Ayrıca sömürge ve Sovyetler Birliği dönemlerinde tahrif edilen halkın tarih bilincinin yeniden oluşturulması, kendi ülkesinin kurumsallaşmasının oluşturulması sırasında manevi ve kültürel ilerleme sürecinde Kazakistan Cumhuriyeti komşu ülkelerle, tarihi ve kökeni bir akraba topluluklarla eski ilişkilerinin yeniden oluşturulmasına da özel bir önem vermektedir. Uzak ve yakın komşu ülkeleri ile yapılan resmi uluslararası ilişkilerin yanında ülkeleri birbirine yakınlaştıran kültürel ilişkilerin de önemi çok büyüktür.

Kazakistan ile Türkiye arasındaki eğitim işbirliğine gelecek olursak Kazakistan'ın Türkiye ile işbirliği onun Asya ile ilişkilerinin derinleşmesine ve Orta Asya ülkelerinin ortak Türk medeniyetinin tekrardan oluşmasına yardımcı olmaktadır. Bu faktörlerin hepsi Kazakistan-Türkiye ilişkilerinin tarihi temellerini, temel aşamalarını incelemede ve gelecekteki yönünü belirlemede çok önemli bir rol üstlenmektedir. Kazakistan'ın bağımsızlığını kazandıktan sonraki yıllardaki en önemli başarılarından biri kökü bir akraba Türkiye ile arada asırlar boyunca kopmuş olan ilişkilerin yeniden kurulması olmuştur. 1990'lı yıllarda Kazakistan ve Orta Asya ülkelerinin bağımsızlığını ilk tanıyan Türkiye Cumhuriyeti olmuştur. Türk soylu halkların bağımsızlığını ve birliğini uzun yıllar boyuncu arzulamanın temelinde kardeşlik hissiyatı olmakla beraber Türkiye için bu bölge çok önemli bir ekonomik pazar ülkesi olmuştur. Türkiye Kazakistan ile ortak tarihi, etnik ve dilsel olarak derin köken birliği olan bir ülkedir. Bizlerin kökü bir, dalı benzer; dinimiz bir, dilimiz benzer ve ortak kültürel değerlerimiz birdir.

Bu gün biz bu ilişkilerin ne kadar çok neticeler vereceğini sözle anlatamayız. Türkiye'deki üniversitelerde Kazakların binlerce oğlu-kızı okumaktadır. Türk edebiyatının önemli eserlerinin Kazakçaya aktarılarak yayımlanması, Kazak edebiyatının birçok eserinin Türkçe olarak yayımlanması yine Kazakça-Türkçe, Türkçe-Kazakça sözlüklerle ders kitapları ve edebi seçkilerin yayımlanması bilimsel ve kültürel ilişkilerin önemli bir göstergesidir.

Türkiye ile aradaki manevi ilişkilerimiz gerçek manada bir tarihi olaydır. Ankara radyosunda Kazakça haberler yayımlanması, Türkiye'nin başkentinde Abay'ın adının okullara ve caddelere verilmesi yine bazı şehirlerde önemli caddelere Nazarbayev'in adının verilmiş olması bunun göstergesidir. Son yıllarda iki cumhuriyet ve genel olarak Türk halklarıyla ilgili tarih, dil, edebiyat, folklor, arkeoloji ve sanat ile ilgili bilimsel konferanslar bu gayretlerin göstergesidir.
Bu zikredilen zaman içindeki akrabalık ilişkilerinin en büyük göstergesi Türk dünyasının kadim merkezi olan Türkistan şehrinde Uluslararası Hoca Ahmet Yesevi Üniversitesinin açılmasıdır. Bu üniversite

geçmiş on yıl içinde Kazak-Türk bilimsel ilişkilerinin tarihinde derin sayfalar açmıştır. Çok sayıda branşta kalifiye insan yetiştirmekte olan Yesevi Üniversitesi günümüzde yirmi beş binden fazla öğrencinin öğrenim gördüğü büyük bilim ocaklarından birine dönüşmüştür. Devlet Başkanımız Sayın Nazarbayev'in düşüncesiyle açılan Uluslararası Kazak-Türk Üniversitesi günümüzde hem öğrenci sayısı hem de eğitim kalitesi bakımından Kazakistan'da bulunan yüz seksen sekiz üniversite arasında ilk onda yer almaktadır. Demek ki Uluslararası Kazak-Türk Üniversitesi bağımsız Kazakistan ile beraber gelişmektedir diye söyleyebiliriz.

Türkistan'daki Ahmet Yesevi türbesinin restorasyonu için Türk kardeşlerimizin katkılarının özel bir önemi bulunmaktadır. Böylesi önemli bir restorasyonu milyonlar harcayarak yapan kardeşlerimize ne kadar çok teşekkür etsek onlar buna layıktır.

İşte bunun gibi geniş kapsamlı ilişkileri hızlandırıp Türk halklarının kendi arasındaki birliğini sağlama muradıyla ülkeler arasında uzlaştırıcı ve bir araya getirici rol oynayan kişilere her zaman minnet duyuyoruz.

Kazakistan'ın bağımsızlığı için N. Nazarbayev'in rolü ne kadar önemliyse Türkiye Cumhuriyeti'nin Avrupa ile her bakımdan bir seviyeye gelmesinde Ulu Atatürk'ün rolü de o kadar önemlidir.

Bugün sadece alanın uzmanları için değil her çalışan için de önemli olduğunu biliyoruz. Bugün bizim eğitim ve bilim çalışanları sendikası olarak 871.323 üyemiz bulunmaktadır.

Sendikaların temel amaçlarından biri sendika üyelerinin emek ve toplumsal-ekonomik hukuk ve haklarına korumaktır. Nazarbayev'in 5. kurumsal reformunu gerçekleştirmek amacıyla "100 gerçekçi adım" milli programı hayata geçirildi. Buna uygun olarak 2016 yılından başlayarak Kazakistan Cumhuriyeti yeni iş kanunu yürürlüğü girdi. Bu konunlar içerisinde "Sendikalarla ilgili" kanun da var. Bu doğrultuda dünyadaki ekonomik durgunlukla ilişkili sendika faaliyetlerine bakışta yenilenmektedir. Sebebi çalışanların başarısı bu alan ile yakından ilişkilidir.

Saygıdeğer dinleyiciler, Kongre için başarılar diliyorum!

Maira Amantayeva
Kazakistan İlim ve Eğitim
Çalışanları Sendikası Genel Başkanı

Kazakistan İlim ve Eğitim Çalışanları Sendikası Genel Başkanı
Sayın Maira Amantayeva'nın Kongre Açılış Konuşması

Құрметтіконгресске Қатысушы Зиялы Қауым,
Әр Елден Келген Қадірлі Қонақтар, Түрік Еліндегі Әріптестерім!

Қазақ елі үшін Батыс пен Шығыстың ортасында орналасқан Түркия мемлекетінің тарихта алар орны ерекше. Еліміз тәуелсіздік алғанда алғашқы болып Түркия Республикасы Қазақстан тәуелсіздігін алғашқы болып таныған ел. Халықтар арасындағы бауырластық пен туысқандықтың көрінісі болды. Осы түсінікпен, осы ұғыммен өмір сүріп, бауырластықты дамытып, жалғастырып келеміз. Жалпы, екі ел арасындағы қарым-қатынастың барлық түрі осы ұстаныммен дамып келеді.

Ежелгі Тұран жерін мекен еткен түркі тілдес халықтар қазіргі жеке мемлекеттерін құрған кездерінен бастапҚазақстанды өздерінің «Қара шаңырағы»- деп санайды. Сондықтанда бауырлас екі ел арасындағы қарым-қатынас тәуелсіздік жылдарында өз жалғасын таба отырып тарихи, саяси, экономикалық және мәдени байланыстарға ұласты. Қазіргі таңда *Қазақстан мен Түркия арасындағы байланыстарға көбінесе кәсіби тұрғыда өз істерін жетік меңгерген, білімді жастар ықпалын тигізіп отыр*. Көптеген қазақ жастары Түркияның алдыңғы қатарлы оқу орындарында білім алды. Игі дәстүр өз жалғасын тауып, Түркиядан білім іздеген қазақ жастары көбейіп келеді. Мұндай жастар бізді одан әрі жақындата түседі.

Бүгінде Қазақстан Еуразия кеңістігіндегі өзінің тарихи дәнекерлік қызметін жалғастырып, халықаралық аренада беделді де дәйекті бейбітшілік саясатын жүргізуде. Сонымен қатар отарлық және кеңестік кезеңдерде бұрмалауға ұшыраған халықтың тарихи санасын қалпына келтіру, өз мемлекеттігін сәйкестендіру аясында өтіп жатқан рухани және мәдени өрлеу барысында Қазақстан Республикасы көршілес елдермен, тарихи тамыры бір туысқан халықтармен ежелгі қарым-қатынастары мен байланыстарын жаңғыртуға да ерекше назар аударып келеді. Алыс және жақын көрші мемлекеттермен жасалатын ресми халықаралық қарым-қатынастармен қатар елдерді жақындастыратын мәдени байланыстардың да маңызы зор. Осы орайда Қазақстан мен Түркия арасындағы мәдени және рухани байланыстардың кеңінен дамуы кездейсоқ құбылыс емес.

Қазақстан мен Түркия арасындағы білім ынтымақтастығына келер болсақ,Қазақстанның Түркиямен ынтымақтасуы республиканың аймақтық Азиялық процестерге тереңдеп енуіне, Орта Азия мемлекеттеріне ортақ түрік өркениетін қайта жаңғыртуына жәрдемдеседі. Осы факторлардың барлығы Қазақстан-Түркия қатынастарының тарихи бастауларын, негізгі кезеңдерін зерттеуде, болашақ бағыттарын анықтауда ерекше роль атқарады. Қазақстанның егемендік алғаннан бері кейінгі жылдар ішінде елеулі жетістігінің бірі - түбі бір туыс Түркиямен арада ғасырлар бойында үзіліп қалған байланыстың қайта жалғануы. XX ғасырдың 90-жылдарындағы Қазақстан мен Орта Азия мемлекеттерінің тәуелсіздігін тұңғыш таныған -Түркия Республикасы болды. Біріншіден, бұл түрік тектес халықтардың азаттығы мен бірлігін көп жылдар бойы көксеген туыстық сезімнен туса, екінші жағынан Түркия үшін бұл аймақ-аса маңызыды экономикалық рынок өлкесі болды. Түркия – Қазақстанмен ортақ тарихи және этнолингвистикалық терең тамыры бір, тұтастығы бар мемлекет. Бізбен тамыры бір, бұтағы ұқсас, дініміз бір, тіліміз ұқсас, ортақ мәдени құндылықтарымыз бір.

Бұл күнде біз бұл байланыстың қандай мол нәтижелер бергенін ауыз толтырып айта аламыз. Түркияның университеттерінде қазақтың мыңдаған ұл-қыздарының оқып, мамандық алып жатқаны, түрік әдебиетінің таңдаулы туындылары қазақ тіліне аударылып басылғаны, қазақ әдебиетінің ондаған тартымды шығармалары түрікше жарық көргені, қазақша-түрікше, түрікше-қазақша сөздіктер, оқулықтар, хрестоматиялар шығарылуы мәдени, ғылыми байланыстардың ұнамды көрсеткіштері.

Түркия мен арадағы рухани байланыстарымыз шын мәніндегі тарихи құбылыс болып табылады. Анкара радиосындағы Қазақ тілінде хабарлар беріліп тұруы Түркияның бас кентінде Абайға, М.Жұмабаевқа ескерткіш орнатылуы, туысқан республиканың бірнеше қаласында мектептер мен көшелердің Абай атына қойылуы, Түркияның бірнеше қаласындағы орталық даңғылдардың біріне Назарбаев есімі берілуі соның айғағы. Соңғы оншақты жыл ішінде екі республикаға және жалпы түрік халықтарына қатысты тарих, тіл, әдебиет, фольклор, археология, өнер мәселелеріне арналған ғылыми-конференциялар өзінше ұмтылыстың бірі.

Осы аталған уақыт ішіндегі туыстық байланыстардың аса жарқын көрінісі - түрік дүниесінің ежелгі кіндік жұрты Түркістан қаласында Қожа Ахмет Ясауи атындағы Халықаралық қазақ-түрік университетінің ашылуы. Бұл университет өткен он жыл ішінде қазақ-түрік ғылыми байланыстарының тарихына терең мазмұнды беттер, тараулар қосты. Ондаған мамандықтар бойынша жоғары білімді кадрлар дайындайтын Ясауи университеті қазіргі кезде жиырма бес мыңнан артық студент оқитын үлкен білім ошақтарының біріне айналып отыр. Елбасы идеясымен дүниеге келген Халықаралық қазақ-түрік университеті қазір студенттердің саны жағынан болсын, білім берудің сапасы жағынан болсын, республикадағы 188 жоғары оқу орны арасында алғашқы ондыққа кіреді. Ендеше, ХҚТУ-ды тәуелсіз Қазақ елімен бірге дамып келе жатыр деп айтуға толық негіз бар.

Түркістандағы Ахмет Ясауи кесенесінің реставрациялануына түркиялық ағайындардың қосқан үлесі айрықша бағалы. Мұндағы күрделі жөндеулерді жүргізген, миллиондаған қаражат жұмсап, жүзеге асырған бауырларымызға қанша ризашылық білдірсек те жарасады.

Міне, осындай жан-жақты қарым қатынастарға ұйтқы болып, түрік халықтарының өзара бірлік мұратымен жалындап, елдердің арасын дәнекерлеп жүрген азамат жандарды әрдайым құрмет тұтамыз.

Қазақстан Тәуелсіздігі үшін Елбасы Н.Назарбаевтың рөлі қандай маңызды болса, Түркия Республикасының Европа елдерімен терезесі тең ел болуына Ұлы Ататүріктің рөлі сондай маңызды екендігін айрықша.

Бұл күн тек сала мамандары үшін ғана емес, әрбір еңбеккер үшін де маңызды деп білемін. Бүгінгі таңда біздің білім және ғылым қызметкерлерінің кәсіподақ құрамында 871 323 мүше бар.

Кәсіподақ қызметінің басымды бағыттарының бірі кәсіптік одақ мүшелерінің еңбек және әлеуметтік-экономикалық құқықтары мен заңды мүдделерін қорғау болып табылады.- Елбасының 5 институционалдық реформасын жүзеге асыруға бағытталған «100 нақты қадам» Ұлт жоспарын орындау. Бұл ретте 2016 жылдың басынан бастап жаңа ҚР Еңбек кодексі қолданысқа енгізілген. Сонымен қатар, «Кәсіподақтар туралы» Заң да бар. Бұл орайда жаһандық экономикалық дағдарысқа байланысты кәсіподақ қызметіне деген көзқарас та жаңара түсуде. Себебі қызметкерлердің жетістігі осы саламен тығыз байланысты.

Қадірменді Зиялы Қауым,
Конгресс Жұмысына Сәттілік Тілеймін.

Maira Amantayeva
Kazakistan İlim ve Eğitim
Çalışanları Sendikası Genel Başkanı

Kırgızistan İlim ve Eğitim Çalışanları Sendikası Genel Başkanı
Sayın Asilbek TOKTOGULOV'un Kongre Açılış Konuşması

2006 yılının Haziran ayında Ankara'da Türkiye, Kazakistan, Kırgızistan ve Azerbaycan'ın eğitim sendikalarının danışma toplantısı gerçekleşmiştir. Bu toplantıda Uluslararası Avrasya Eğitim Sendikaları Birliği'nin (UAESEB) kurulmasına karar verilmiştir. 2007 yılında Kırgızistan'ın Çolpon-Ata şehrinde, Isık-Köl'ün kıyısında UAESEB'in kurulması için anlaşmaya imza atılmıştır. Böyle bir uluslararası organizasyonun ülkemde doğması beni iki kat sevindirdi. Anlaşmada katılımcı ülkeler tarafından UAESEB'in sosyal adaletin ilkelerinin, demokrasinin tam anlamıyla sağlanabilmesi ve insan haklarının korunması için her zaman gereken önlemleri alacağı; siyasi partilerle hiçbir ilgisi olmayacağı, uluslararası arenaya entegre olacağı, sendikaların deneyim alışverişini teşvik edeceği hakkında konuşulmuştur. Anlaşmada belirtilen en önemli ilke de UAESEB'in diğer devletlerin katılımı için açık olmasıdır. 2008 yılında Bakü'de gerçekleşmiş olan Uluslararası Avrasya Eğitim Sendikaları Birliği'nin 3. forumunda Türkiye'nin eğitim sendikasının başkanı İsmail Koncuk UAESEB'in başkanı olarak seçilmiştir. UAESEB'in üye kuruluşların arasında ekonomik, sosyal ve teknik alanlar açısından ortak işbirliği geliştirmek, karşılıklı bilgi ve deneyim alışverişi yoluyla kuruluşlar ve eğitim personeli arasında dayanışmayı sağlamak, üye kuruluşların olduğu ülkelerde insan hakları ve demokrasinin korunması ve gelişmesine katkıda bulunmak, üye ülkelerde eğitim hizmetlerinin gelişmesi ve kalitesi için çaba göstermek, çalışma koşullarının ve personel istihdam politikalarının geliştirilmesine katkıda bulunmak, üye ülkelerin hepsinde uluslararası standartları karşılayan sendikaların kurulması için çabalamak, devletlerce üstlenilen ortak kültürel, bilimsel ve sosyal girişmeleri ve faaliyetleri desteklemek ve bu amaçla ulusal ve uluslararası projeler hazırlamak ve hükümete sunmak gibi görevleri benim ve bütün Kırgızistan İlim ve Eğitim Çalışanları Sendikası için ortak görevler haline gelmiştir. UAESEB'in her yıl üye ülkelerin birinde forum düzenlemesi birliğin gelişmesine ve tanınmasına, üye ülkelerin bir araya getirilmesine imkân verdiğini düşünüyorum. UAESEB'nin sadece nitel olarak değil, nicel olarak da güçlenmesi sevindiriyor. 2010 yılında Kosova Türk Öğretmenler Derneği, 2011 yılında ise Kıbrıs Türk memur Sendikası ve Makedonya Ufuk Derneği, aynı yılda Irak Türkmen Eğitimcileri Öğretmen Örgütü de UAESEB'e dâhil olmuştur. Yukarıda adı geçen ülkelerin ruhsal birliğini, üye ülkelerin kardeşlik bağının güçleneceğini, ekonomik ve sosyal açıdan işbirliğin gelişmesi için karşılıklı bilgi ve tecrübe paylaşma imkânları sunulacağını umud ediyorum. Kardeş sendika olan Türkiye'nin Eğitim Sendikası tarafından oluşturulan ve birkaç dilde kullanılabilen web sitesi bilgi paylaşımı açısından büyük bir önem taşır.

Türkiye'nin saygıdeğer eğitim sendikasına 2016-2017 yıllarında gerçekleştirdikleri kongrelere davet ettikleri ve çok sıcak uğurladıkları için minnetdarım. Gerçekleşmiş olan kongreler Türk dilli ülkelerin bilimadamlarını bir araya topladı. 2016 yılında kongre sosyal bilimler sektöründeki araştırmaları, 2017'de ise teknik bilimleri ele almıştı. Geçen yıl ve bu sene de bizim ülkedeki bilimadamlarına ve sendikamız üyelerine söz konusu kongrelere katılmak nasip oldu. Bunun gibi kongreler Türk dilli ülkeler arasında gerçekleşecek olan bilgi alışverişi açısından büyük bir öneme sahiptir. Bu kongreler diplomatik ve kültürel açıdan bizim sendikalar arasındaki işbirliği ilerleten bir iletişim köprüsüdür. Organize işlerinde her şeyin ipine kadar düşünulmüş ve dikkat edilmiş olması büyük emeği ve ustalığı talep eder. Sizin bu büyük emeğiniz için çok teşekkür ederim. Böyle kongrelerin gerçekleşmesinde başkan İsmail Koncuk'un önderliğinde olan sendikanızın önemi pahabiçilmezdir. Sizlerin organize işlerinde olan yeteneğiniz büyük saygıları hak eder.

İki tarafın ortak ilgi alanları için aramızdaki işbirliğin başarılı bir şekilde devam edeceğini ve gelecekte yapacağımız işlerden güzel sonuçlar alacağımızı umut ediyorum.

Saygılarımla,

Asılbek Toktogulov
Kırgızistan İlim ve Eğitim Çalışanları
Sendikası'nın Başkanı

Kırgızistan İlim ve Eğitim Çalışanları Sendikası Genel Başkanı
Sayın Asilbek TOKTOGULOV'un Kongre Açılış Konuşması

В далеком 2006году в июне месяце в Анкаре состоялось Консультативное совещание профсоюзов работников образования Турции, Казахстана, Кыргызстана и Азербайджана. В результате этого Консультативного совещания было решено объявить общественности о заключении договоренности по образованию Евразийского Международного объединения профсоюзов работников образования тюркоязычных государств(ЕврАзМОПО). А в 2007 году в городе Чолпон –Ата на берегу прекрасного озера Иссык-Куль, в Кыргызстане было подписано окончательное Соглашение о создании ЕврАзМОПО со штаб –квартирой в г. Анкара, Турция. Мне вдвойне приятно , что эта международная организация родилась на моей Родине. В Соглашении страны –участницы договорились о следующем: ЕврАзМОПО будет на постоянной основе предпринимать необходимые меры для защиты принципов социальной справедливости, идеалов демократии, прав человека; не будет иметь ничего общего с политическими партиями.; будет интегрироваться в международную арену образования, будет содействовать обмену опытом работы профсоюзов. И самое главное, что было указано в Соглашении, это то, что данное Соглашение открыто для участия других государств в ЕврАзМОПО. В 2008году в Баку на 3-м Форуме Союза международных евразийских образовательных профсоюзов Исмаил Конжук, президент турецкого профсоюза образования, был избран президентом Международного союза евразийского образования (ЕврАзМОПО). Мне и моей многочисленной организации - профсоюзу работников образования и науки Кыргызской Республики стали близки задачи ЕврАзМОПО, которые заключались в следующем: развивать взаимное сотрудничество между организациями-членами в экономической, социальной и технической областях, обеспечить солидарность между организациями и персоналом образования через взаимные знания и обмен опытом между ассоциациями, вносить свой вклад в развитие использования прав человека и демократических прав в странах, где расположены организации-члены, предпринимать усилия для повышения качества и широкого распространения образовательных услуг в странах-членах, вносить свой вклад в улучшение условий труда и политики занятости персонала, работать для создания профсоюзных организаций во всех государствах-членах по международным стандартам, поддерживать общие культурные, научные и социальные инициативы и мероприятия, осуществляемые государствами; подготавливать национальные и международные проекты в соответствии с этой целью и представлять их правительствам. Большим движением вперед, на мой взгляд, является то, что ЕврАзМОПО проводит ежегодные Форумы в разных странах-членах ассоциации, что способствует развитию и признанию ассоциации и сближает членов профсоюза в странах, входящих в ЕврАзМОПО. Отрадно, что ассоциация тюркоязычных профсоюзов образования укрепляется не только в качественном отношении , но и в количественном: в 2010 году ассоциация косовских учителей в Косово была включена в ЕврАзМОПО, в 2011 году -профсоюзы образования Турецкой Республики Северного Кипра и Македонии также вошли в состав ассоциации. К ним в этом же году присоединился профсоюз научных работников Ирака. Я надеюсь, что Союз вышеупомянутых стран стал единым по духу и думаю , что страны-члены будут способствовать укреплению уз дружбы и братства, будут предоставлять возможность организациям-членам делиться взаимными знаниями и опытом в области развития сотрудничества в экономической и социальной областях. Большое значение в обмене информацией сыграл веб-сайт на нескольких языках, разработанный нашими братьями из профсоюза образования Турции.

Выражаю благодарность братскому профсоюзу образования Турции за приглашение и высокий прием во время проведения Конгрессов ученых в 2016 и в 2017 годах, которые собрали широкий круг ученых из тюркоязычных стран . В 2016 году Конгресс был посвящен исследованиям в области социальных наук, а в 2017году Конгресс посвящен техническим наукам. И в прошлом году, и в этом году ученым нашей страны – членам нашего профсоюза выпала возможность участвовать в этих Конгрессах Такие Конгрессы важны с точки зрения обмена информацией, которая формируется учеными в тюркоязычных странах. Эти научные Конгрессы способствуют дипломатическому и культурному сближению информации и технологий в условиях партнерских отношений между нашими профсоюзами, создают новые коммуникационные

мосты. Спасибо вам за кропотливый труд, за детальную продуманность самых разных аспектов, за четкий ритм и логическую последовательность в организации и проведении этих мероприятий. Ваш профсоюз во главе с его лидером –Исмаилом Конжуком является сердцем этих Конгрессов, ваш организаторский талант вызывает глубокое уважение.

Выражаю надежду на продолжение успешного сотрудничества, на продолжение практики проведения таких Конгрессов в будущем на благо наших общих интересов, а также на дальнейшее увеличение достигнутых показателей совместной работы. Предлагаю, чтобы еще больше укрепить дружбу между людьми турецкого языка, организовывать культурные фестивали.

Наш профсоюз намерен развивать отношения для обмена знаниями и опытом между профсоюзами работников образования стран, которые являются членами ЕврАзМОПО, готов продолжать прилагать усилия, чтобы играть активную роль в демократии, свободе, защите и развитии прав профсоюзов в интересах образования для всех лиц, которые понимают «будущее с образованием» в своих странах.

С уважением,

председатель Центрального Комитета
профсоюза работников образования и науки
Кыргызской Республики ,
кандидат педагогических наук,
профессор Асылбек Токтогулов

Kosova Türk Öğretmenler Derneği Yönetim Kurulu Başkanı
Sayın Akif GAŞ'ın Kongre Açılış Konuşması

Sayın Başkanım, değerli hocalarım ve çok kıymetli katılımcılar. Sizlere Kosova'dan Evlad-ı Fatihan Sultan Murad Hüdaverdigar diyarından selamlar getirdim.

Sizlere Kosova ve başkanı olduğum Kosova Türk Öğretmenler Derneği hakkında bilgileri arz ederim. Kosova Güney Doğu Avrupa'da Balkanlar coğrafyasında yer alan 10 905.25 km²'lik yüzölçümüne sahip, yaklaşık 1 milyon 780 bin nüfusuyla ve 17 Şubat 2008'de bağımsız olmuş Avrupanın en genç ülkesidir. Kosova birçok farklı etnik topluluğun yaşadığı çok kültürlü, çok dilli ve çok dinli bir yapıya sahiptir.

Kosova'da Türkçe Eğitim Osmanlı'nın Kosovayı fethetmesiyle başlamış ve ikinci dünya savaşı sonrası kısa bir dönem kesintiye uğramakla birlikte, sonrasında verilen önemli mücadeleler ile günümüze kadar varlığını devam ettirmektedir. Bu sayede karşınızda Türkçe konuşabiliyorsam bu uğurda hayatlarını feda etmiş öğretmenlerimizi huzurunuzda yad etmek isterim. Allah onlardan razı olsun.

Kosova'da Türkçe eğitim oradaki varlığımızın yegane var olma nedenidir. Türkçe eğitimde çalışan öğretmenlerimizin çıkarlarını korumak öğrencilerimize destek olmak adına, öğretmenlerimiz 12 Haziran 1944 yılında Kosova Türk Öğretmenler Derneğini kurmuştur. Derneğimizin merkezi Kosova'da buram buram Osmanlı kokan ve Türkçe'nin en yoğun yaşadığı şehir olan Prizren'dir.

Derneğimizin amacı Eğitimde yaşanan ve hızlı bir şekilde değişim gösteren yeniliklere öğretmenlerimizi adapte etmek ve bunun sonucunda öğrencilerimiz sunacağımız eğitimimizin kalitesini arttırarak onları daha iyi bir geleceğe hazırlamaktır.

Derneğimizin türk dünyası coğrafyasında tanıtılması için en büyük katkı Türkiye Kamu-Sen ve Türk Eğitim-Sen ve onun başkanı sn.İsmail Koncuk beyefendi sunmuşlardır. Bu bağlamda kendilerine sunmuş oldukları desteklerden dolayı teşekkür ederiz.

Kosva'da Türkçe Eğitim Anaokulunda Ünivesiteye kadar devam etmektedir. Kosova'da 5 belediye (Prizren, Mamuşa, Priştine, Gilan ve Mitroviça) ve bir köyde (Doburçan) Türkçe eğitim yapılmaktadır. Ayrıca Priştine Üniversitesi ve Prizren Üniversitesinde çeşitli bölümlerde Türkçe eğitim yapılmaktadır. Ancak vurgulamamız gereken en önemli nokta Türkiye Cumhuriyeti Devletinin Kosova'ya ve özellikle Türk toplumuna olan desteklerinin devam ettirilmesi gerektiği yönündedir.

Kosova'da faaliyet gösteren Türkiye Cumhuriyeti kurum ve kuruluşları başta T.C Priştine büyükelçiliği, T.C Prizren Başkonsolosluğu, T.C Başbakanlık Türk İşbirliği ve Kalkına Ajansı, Yunus Emre Enstitüsü, Kosova Türk Taburu Görev Kuvvet Komutanlığı ve sayamadığımız diğer kurum ve kuruluşlara huzurunuzda vermiş oldukları desteklerden dolayı teşekkürü bir borç biliriz.

Türkiye Cumhuriyetine olan bağlılığımızı ve minnet duygularımızı ifade ederken bizleri davet ettiğiniz için sizlere canı gönülden teşekkür ederiz.

Konuşmamı şu anlamlı cümle ile bitirmek isterim:

"Yeter ki Türkiyemin güneşi sönmesin, gölgesi bize yeter..."

Saygılarımla,

Akif GAŞ
Kosova Türk Öğretmenler Derneği
Yönetim Kurulu Başkanı

Makedonya Cumhuriyeti Ufuk Derneği Genel Başkanı
Sayın Dr. Elvin Hasan'ın Açılış Konuşması

Sayın UAESEB üyeleri ve temsilcileri,
UAESEB, Türkiye Kamu Sen ve Türk Eğitim Sen Genel Başkanı İsmail Koncuk, çok değerli bilim insanları, misafirler, Türk dünyası sevdalıları,
Hepinizi kurumum Ufuk Derneği ve soydaşlarınız Makedonya Türkleri adına saygı ve sevgi ile selamlıyorum.

Türk Dünyasının bir parçası olan Makedonya Türklerini temsilen bugün burada sizinle bir arada bulunmaktan büyük mutluluk duyduğumu belirtmek isterim. Türk Dünyasının sorunlarını konuşmak, sorunlara çözüm üretmek, birlik ve beraberlik için mücadele etmek her Türk aydının üstlenebileceği en kutsal görevlerden biridir. Bir araya gelmemize vesile olan bu kongre organizasyonunda sizlere Makedonya Türklerinin durumu ve karşı karşıya kaldıkları sorunları aktarmak için güzel bir imkân bulduğumu düşünmekteyim.

Asırlık Türk yurdu Balkanlar ve Makedonya Cumhuriyeti topraklarında resmi rakamlara göre günümüzde 80.000 civarında Türk yaşamaktadır. Makedonya'nın üçüncü büyük etnik topluluğu olan Türkler 20. yüzyılın başında Osmanlı Devletinin çekilmesiyle büyük sorunlar ile karşı karşıya kalmıştır. Maalesef bugüne Türkler kadar devlet sisteminde ve kurumlarında yeterince temsil edilmemektedirler. Bu da Türklere yönelik yıllardır yapılan ayrımcılığın açık bir göstergesidir. Makedonya'da, özellikle İkinci Dünya Savaşından sonra yeniden başlayan Türkçe eğitimde kalite sorunu yaşanmaktadır. Bunun başlıca sebebi eğitim alanında çalışmalar yapan kurumların ve yetkililerin Türkçe eğitime yeterince ilgi göstermelerinden kaynaklanmaktadır. Türkler sadece eğitimde değil, kültürde de ciddi sıkıntılar ile karşı karşıya kalmaktadır. Kısıtlı imkânlar ile Türk kültürünü yaşatmaya ve devam ettirmeye çalıştığımız Makedonya'da Türk kültürünün yaşamasına vatanımız Türkiye Cumhuriyetinin katkıları büyüktür.

Ben ve arkadaşlarım, Ufuk Derneği ile başlattığımız mücadeleye 2008 yılında girdik, mücadelemize siyasette yer alarak devam etmekteyiz. Verdiğimiz mücadelede iktidarın değişmesinde katkımız olmuştur. Küçük koalisyon ortak olsak da, safımızı ve duruşumuzu Makedonya Türk gençleri olarak bozmadık. Bugün ülkemizde politikaların geliştirilmesine ve uygulanmasına yön vermeye çalışmaktayız. Tabi ki bu politikalar Türklerin sorunlarını çözmek yönünde de olmalıdır. Biz milletimizin refahı ve aydınlık geleceği için her zaman göreve hazır olduğumuzu 10 yıldan uzun süredir verdiğimiz mücadele ile gösterdik, göstermeye de devam edeceğiz.

Türk Dünyasının farklı coğrafyalarından gelen sizleri bir daha saygı ile selamlar, 1. Uluslararası Türk Dünyası Mühendislik ve Fen Bilimleri Kongresi'nin düzenlenmesinde emeği geçen herkese teşekkür ederim.

Dr. Elvin Hasan
Makedonya Cumhuriyeti
Ufuk Derneği Genel Başkanı

YÖK Yürütme Kurulu Üyesi
Sayın Prof. Dr. Mehmet ŞİŞMAN'ın Kongre Açılış Konuşması

Türk Eğitim Sen'in öncülüğünde ve ev sahipliğinde, Uluslararası Avrasya Eğitim Sendikaları Birliğine üye kuruluşların desteğiyle düzenlenen bu kongreye, başta Türk dünyasından katılan değerli bilim insanları olmak üzere tüm katılımcılara hoş geldiniz diyorum. Hepinizi Kurulumuz adına saygı ve muhabbetle selamlıyorum. Kongrenin hayırlı sonuçlara vesile olmasını diliyorum.

Değerli Katılımcılar;

Ülkeler arasında her alanda olduğu gibi ekonomik alanda da giderek artan küresel düzeyde ekonomik rekabette var olabilmenin yolu, ülkelerin kendi milli teknolojisini üretebilme kabiliyetidir. Bilim ve teknoloji, sürdürülebilir ekonomik kalkınmanın ana unsurlarıdır. Türkiye olarak son yıllarda bu konuda önemli mesafeler kaydettik. Türkiye 2023 hedefleri yolunda hızla ilerlemektedir. Kişi başına düşen milli gelirin ve gayri safi milli hasılanın artması, ihracatımızın artması, araştırmacı sayısının ve Ar-Ge'ye ayrılan payın artması gibi hedefler, doğrudan teknoloji üretme becerisi ve yetkinliğimizin artması ile ilgilidir. Teknoloji bağımlılığından giderek kurtulan ve başta savunma alanı olmak üzere her alanda kendi milli teknolojisini üretebilen Türkiye ve Türk dünyası idealinde birleşmeliyiz. Bu noktada ilgili bütün kurumların koordinasyon ve işbirliği içerisinde çalışmaları önemlidir. Eğitimden sanayiye çok geniş bir yelpazeyi kapsayan bu alanda, değişim ve dönüşüm zaruridir. Dünyada endüstri 4.0 devriminin konuşulduğu bu günlerde bizler de bu sürece bütün dinamiklerimizle uyum sağlayabilmek için gerekli değişimi ve dönüşümü yapmalıyız.

Değerli Katılımcılar;

Son yıllarda Türkiye'de yükseköğrenim alanında çok önemli değişimler meydana gelmiştir. Yükseköğrenimde artan talebi karşılayabilmek ve fırsat eşitliğini sağlamak adına her ilde bir üniversite kurulmuş ve öğrenci kontenjanlarında da önemli artışlar olmuştur. Yükseköğrenime erişimdeki engeller ortadan kaldırılmış, böylelikle arz ve talep arasında geçmiş yıllara oranla önemli bir denge sağlanmıştır. Günümüzde yükseköğretim sisteminde yaşanan en önemli kapasite artışı, sadece kontenjanların artırılmasıyla değil, aynı zamanda yeni üniversitelerin kurulmasıyla sağlanmıştır. Yeni üniversiteler kurularak kontenjanların artırılması sürecindeki en kapsamlı büyüme ise 2006'dan itibaren, özellikle de 2006-2008 arasında çok sayıda yeni devlet ve vakıf üniversitesinin kurulmasıyla gerçekleşmiştir. 1982'de 27 olan üniversite sayısı, bugün 184'e (112 devlet, 67 vakıf ve 5 Vakıf MYO) ulaşmıştır.

Toplantımızın konusu olan temel bilimler ve mühendislik eğitimi, az önce bahsettiğimiz teknoloji odaklı olma süreciyle doğrudan ilişkilidir. Hepinizin bildiği gibi bilginin üretilmesi sürecinde temel bilimlerin önemi büyüktür. Temel bilimler teorileri ortaya koyar; mühendisler ise bu teorileri kullanır ve üretilen bilgiyi uygulamaya aktarmada önemli rol üstlenirler. Sistematik düşünme, problem çözme ve tasarım yapma becerileri gelişmiş mühendislerimiz, bugün üniversitelerde aldıkları nitelikli eğitimle ulaştırma, inşaat, elektrik, elektronik, iletişim, makina, imalat, malzeme, otomotiv, gıda, havacılık, tekstil ve daha birçok sektörün gelişiminde ve ülke kalkınmasında anahtar rol üstlenmişlerdir.

YÖK olarak, her alanda olduğu gibi temel bilimler ve mühendislik bilimlerindeki eğitimin niteliğini artırabilmek için önemli bazı çalışmalar ve iyileştirmeler yaptık. Bunlardan bazılarını sizlerle paylaşmak istiyorum:

- Temel bilimlere, hangi üniversitede olursa olsun, ilk üç sıradan yerleşen öğrenciye, YÖK olarak burs veriyoruz. Bu bağlamda Üniversitelerimizin de özendirici bursları vardır. Temel bilimlerde Üstün Başarı Sınıfları oluşturuyoruz.
- Mühendislik eğitiminde kaliteye önem vererek seçiciliğe gittik ve mühendislik programlarını tercih edebilmek için Yükseköğretim Kurumları Sınavında ilk 240.000 içerisine girmeyi ön koşul olarak koyduk.
- 2017 yılında Mühendislik Dekanları ile YÖK'te "Türkiye'de Mühendislik Eğitiminin Niteliğinin Artırılmasına Yönelik Yeni Açılımlar" konulu bir toplantı gerçekleştirdik. Bu toplantıda kontenjan,

kalite ve akreditasyon, üniversite-sanayi işbirliği, taban puan uygulaması, öğretim elemanı sayısının yetersizliği, fiziki altyapı sorunları ve bu sorunların çözümlerine dair önerileri tartıştık.

- Mühendislik fakültesi ve mühendislik programlarının açılma aşamasında asgari standartlar, değerlendirme ve izleme süreci, çekirdek müfredat oluşturulması ve Mühendislikte Yetkinlik Sınavı gibi konularda çalışmalar devam etmektedir. Kısa ve orta vadede bu düzenlemelerle ilgili uygulamalar başlatılacaktır.
- Üniversitelerdeki bilimsel araştırmalarla gerçekleştirilen çalışmaları, projeleri, tezleri ve topluma hizmet faaliyetlerini teşvik etmek amacıyla, YÖK olarak, "YÖK Üstün Başarı Ödülleri" uygulaması başlatıldı. Bu kapsamda Sosyal ve Beşeri Bilimler, Sağlık Bilimleri, Fen ve Mühendislik Bilimleri alanlarında 2017 yılından itibaren ödüller verilmeye başlandı.
- Son yıllarda özellikle temel bilimler ve mühendislik bölümlerinde üretilen bilginin doğrudan toplum yararına kullanılmasına dönük üniversite, sanayi ve kamunun bir arada nitelikli işbirlikleri geliştirebilmesine imkân sağlayan teknokentler kurulmuş ve yaygınlaştırılmıştır.
- Bu işbirliklerini destekleyecek ve özendirecek şekilde Ar-Ge fon kaynakları çeşitlenerek artmıştır.
- Son yıllarda YÖK olarak önceledi̇ğimiz konulardan biri de kalite olmuştur. Bu amaçla Yükseköğretim Kalite Kurulu (YKK) kurulmuştur.
- Ülkemizde program bazlı faaliyet gösteren, mühendislik ve fen bilimleri programlarını akredite eden MÜDEK ve FEDEK gibi birçok kalite ajansı vardır. Bu ajanslar, YKK tarafından tescil edilmektedir. Kalite Kurulu, nitelikli ve tecrübeli isimlerden oluşturduğu takımlarla, üniversiteleri dönemsel olarak ziyaret ederek değerlendirme yapmaktadır.
- Fen ve mühendislik eğitiminde uygulamanın önemini artırabilmek adına son çıkan Üretim Reformu Kanunu'na 7+1 sistemini koyarak halihazırda bazı üniversitelerimizde uygulanmakta olan bu sistemin yasal altyapısını da oluşturmuş ve uygulamayı teşvik etmiş olduk.
- Üniversitelerimizin araştırma odaklı olması yönünde bu yıl yeni bir proje başlattık. Belirli kriterlerle üniversitelerimizi değerlendirerek Araştırma Üniversitesi olarak 10 asil ve 5 aday üniversite belirledik.

Bu vesileyle, son dönemlerde kurulan ve sayıları giderek artan nitelikli Ar-Ge ve tasarım personeli istihdam eden ve devletimizin özel koşullarda desteklediği Ar-Ge Merkezleri ve Tasarım Merkezlerinin önemine de değinmek isterim. Yine, temel bilimler ve mühendislik alanlarımızla ilgili yenilikçilik, girişimcilik, proje, patent, faydalı model ve benzeri çıktılarla ilgili istatistiklerimize bakıldığında özellikle son yıllarda teşvik edici mekanizmalarla geldiğimiz seviye geleceğimiz adına ümit vericidir.

Değerli Katılımcılar;

Türk dünyasının, kaderin kendilerine tanımladığı bu coğrafyada, geçmişten aldıkları kudretle; sosyal, ekonomik ve kültürel yönlerden gelişimi için hedef odaklı işbirlikleri geliştirmesi, ana hedefimiz olmalıdır. Birlikte düşünerek, birlikte planlayarak ve birlikte üreterek; içinde yer aldığımız coğrafyanın kalkınması için bütün bileşenlerimizle her alanda örnek birliktelikler ortaya koymalıyız, politikalar ve stratejiler geliştirmeliyiz. Tabii ki, akademik ve bilimsel işbirlikleri de bunlara örnek ve öncü olmalıdır.

Akademik işbirliği programlarının geliştirilmesi, bu hedefler doğrultusunda yapılacak araştırmalara özel fonlar ayrılması ve karşılıklı değişim programlarının daha da geliştirilmesi, bu alanda birlikte yapabileceklerimize örnek olarak verilebilir. İnşallah bu gönül coğrafyasında, merkezine insanı alan güzel işleri birlikte başaracağız. Bunu gerçekleştirebilecek potansiyelimiz de gücümüz de vardır. Bu konuda "insanı yaşat ki devlet yaşasın" diyen ecdadımızı örnek almalıyız.

Ülkelerimizin heyecanlarını, ufuklarını ve enerjilerini birleştirerek birlikte çok güzel işler başaracaklarına yürekten inanıyorum. Bu duygu ve düşüncelerle sözlerime son verirken tekrar hepinizi en kalbi duygularla selamlıyorum, bu toplantının faydalı geçmesini ve hayırlara vesile olmasını temenni ediyorum.

Prof. Dr. Mehmet ŞİŞMAN
YÖK Yürütme Kurulu Üyesi

Uluslararası Türk Dünyası Mühendislik ve Fen Bilimleri Kongresi
Sonuç Bildirgesi

1. Uluslararası Türk Dünyası Mühendislik ve Fen Bilimleri Kongresi, Türk Eğitim–Sen ve Uluslararası Avrasya Eğitim Sendikaları Birliği işbirliği ile 7-10 Aralık 2017 tarihleri arasında Antalya'da hedeflenen amaçlar doğrultusunda gerçekleşmiştir.

Türk Dünyası'nı oluşturan ülkeler ve akraba topluluklar arasındaki kültüre dayalı gönül köprülerini sağlamlaştırmaya yönelik olarak mühendislik ve fen bilimleri sahalarında gerçekleştirilen 1. Uluslararası Türk Dünyası Mühendislik ve Fen Bilimleri Kongresi'nin kongre hedefleri doğrultusunda iletişim ve kaynaşma süreçlerine katkı sağladığı görülmüştür.

Uluslararası Türk Dünyası Mühendislik ve Fen Bilimleri Kongresi çoğu gelişmekte olan ülke statüsündeki Türk Dünyası ülkelerinin sosyal ve kültürel alandaki işbirliğini mühendislik ve fen bilimlerine yönelik alanlara da taşıma gayretinin bir yansımasıdır. Bu tür kongre ve organizasyonlar Türk Dünyası'nı oluşturan ülke ve toplulukların bilim ve teknolojiyi oluşturan bilgiyi paylaşabilmeleri açısından önemlidir.

Üç gün süren kongre süresince bu tür bilimsel organizasyonların Türk Dünyası'ndaki işbirliği girişimlerini bilimsel alanlara taşıma potansiyeline sahip olduğu bir kez daha görülmüştür. Türk Dünyası arasındaki kültürel ortaklık ve işbirliğine, bilimsel bilgi ve onun teknolojik yansımalarının dahil edilmesi ortak gelecek hedefine bilimsel bir bakış açısı katacaktır.

Türk Dünyası'nı oluşturan ülkeler, soydaş ve akraba topluluklar arasında köprü oluşturmaya yönelik bir temel hedefe yönelik olarak düzenlenen kongre, bu açıdan temel hedefine ulaşmıştır.

Kongreye dünyanın değişik ülkelerinden önemli bilim insanları davetli konuşmacı olarak katılmıştır. İklim Değişimi hususunda yaptığı çalışmalar nedeniyle Nobel Odülü kazanan Prof. Dr. Geoffrey LEVERMORE, Prof. Dr. Abid I ABU-TAİR, Prof. Dr. Zikri ALTUN, Prof. Dr. Luis A ANGUREL, Prof. Dr. Serdar SALMAN, Prof. Dr. Germán F. DE LA FUENTE, Prof. Dr. Saleh SULTANSOY, Prof. Dr. John KINUTHIA, Prof. Dr. Agron BAJRAKTARI Prof. Dr. Ali GENCER ve Prof. Dr. Atalay SÖKMEN yapmış oldukları konuşmalarla katılımcılara bilimin bugünü ve geleceği hakkında önemli bakış açıları sunmuşlardır.

- Kongrede 360 Sözlü bildiri ve 34 Poster olmak üzer toplam 394 bildiri sunulmuştur. Kongre çerçevesinde toplam 9 ayrı salonda 28 oturum gerçekleşmiştir.
- Kongrede yapılan oturumlarda mühendislik ve temel bilimlerindeki son gelişmeler ele alınmıştır.
- Türk Dünyası'nda Endüstri 4.0 kapsamında yürütülen çalışmalar ilgili oturumlarda kapsamlı bir şekilde tartışılmıştır.

Türkiye'nin 21. YY'da M. Kemal Atatürk'ün dile getirdiği muasır medeniyetler seviyesine çıkmak adına düzenlenen bu tür kongre faaliyetlerinin devam etmesi büyük önem arz etmektedir. Bölgesinde ve dünyada güçlü bir Türkiye ve Türk dünyası idealinin yolu bilime gereken önemin verilmesinden geçmektedir.

Aşağıda belirttiğimiz hususların Türk Dünyasını oluşturan tüm ülkeler tarafından dikkate alınması Türk dünyasının bilimsel ilerlemesine hizmet ederken daha güçlü bir Türk dünyası idealinin ete kemiğe bürünmesine vesile olacaktır:

1. Türk Devletleri Bilim Konseyi kurulmalıdır.
2. Bilim ve Teknolojinin tüm alanlarında ortak terminoloji oluşturulmalıdır.
3. Ortaokul düzeyinden üniversite düzeyine tüm öncelikli alanlarda çeşitli kapsamda (popüler, derslik, bilimsel monografi) kitaplar yazılmalı ve/veya yabancı dillerden Türkçeye çevrilmelidir.
4. Gelişmiş ülkelerin AR-GE altyapıları irdelenerek Türk Dünyası için bir strateji belirlenmelidir. Bu kapsamda en kısa zamanda Ulusal Laboratuvarlar Sistemi kurulmalıdır.
5. Türkiye ve Türk Cumhuriyetleri Gayrı Safi Milli Hasılalarının (GSMH) 2020 yılında en az %2'ni, 2023 yılından itibaren en az %3'nü AR-GE'ye ayırmalıdır.
6. Bilim ve Teknoloji ile ilgili metinlerin Türk lehçeleri arasında bilgisayar ortamında otomatik çevrilmesi için programlar geliştirilmelidir.
7. AR-GE'nin hukuksal altyapısı gelişmiş ülkeler düzeyine ulaştırılmalıdır.
8. Toplam AR-GE harcamalarının en az %5'i ortak projelere ayrılmalıdır. Bu amaçla AB Çerçeve programları benzeri bir yapılanma oluşturulmalıdır.
9. Japonya ve Güney Kore deneyimi göz önünde tutularak Türkiye'de ve Türkistan'da birer Bilim Kenti kurulmaya başlamalıdır.
10. Bilişim çalışmaları "stratejik araştırma alanı" olarak belirlenerek bu konuda Türk Dünyası arasında ortak çalışma havzaları oluşturulmalıdır.
11. Türk Dünyasında teknoloji geliştirme alanları oluşturularak araştırmacıların bu alanlarda ortak çalışmalar yapmasına olanak sağlayacak çalışmalar yapılmalıdır.
12. Araştırmacıları Endüstri 4.0 ve 5.0 çalışmalarına teşvik eden düzenlemeler yapılmalıdır. Bu konuda Türk Dünyasında ortak çalışma alanları oluşturulmalıdır.
13. Türk Hızlandırıcı Kompleksinin (TAC projesi) kurulması için azami destek verilmelidir. Benzer projeler diğer öncelikli AR-GE alanlarında da geliştirilmelidir.
14. CERN (Avrupa Nükleer Araştırmalar Merkezi) başta olmakla AB, ABD, Japonya ve Rusya'nın ileri araştırma merkezlerine doğrudan katılım sağlanmalıdır.
15. Öğretim Üyelerinin ve Elamanlarının Türk Dünyası Üniversiteler arası ders verme hareketlilikleri aktif hale getirilmelidir.

Uluslararası Türk Dünyası Mühendislik ve Fen Bilimleri Kongresi'nin iki yılda bir yapılmasına karar verilmiştir. 2. Uluslararası Türk Dünyası Mühendislik ve Fen Bilimleri Kongresi Kasım-Aralık 2019 tarihinde yapılacaktır. Kongrenin ev sahipliğini üstlenmek isteyen ülkelere öncelik verilmesi kararlaştırılmıştır.

8-9 Aralık 2017 tarihinde Türk Eğitim-Sen ve Uluslararası Avrasya Eğitim Sendikaları Birliği (UAESEB) iş birliği ile Antalya-Türkiye'de gerçekleştirilen 1. Uluslararası Türk Dünyası Mühendislik ve Fen Bilimleri Kongresi'ne Azerbaycan, Birleşik Arap Emirlikleri, Birleşik Krallık (İngiltere), Cezayir, Danimarka, Güney Afrika, İran, İspanya, Kazakistan, Kenya, Kırgızistan, Kosova, Lübnan, Makedonya, Lübnan, Rusya ve Türkiye'den 600'e yakın başvuru olmasına rağmen bilim hakem kurulunun değerlendirmesi sonucunda uygun görülen 450 civarında bilim insanı katılmıştır. 8 Aralık 2017 tarihinde başlayan ve başkanlıklarını Prof. Dr. Mehmet AKALIN ile Dr. Margaret CARTER'in başkanlığını yaptığı Mustafa Kemal Atatürk Açılış Oturumu'nda çalışmaları ile Nobel Ödülü almış Prof. Dr. Geoffrey LEVERMORE dahil dünyaca ünlü 11 davetli konuşmacı sunum yapmıştır. Açılış oturumunun ardından iki gün devam eden; Prof. Dr. Oktay SİNANOĞLU, Prof. Dr. Cengiz AYTMATOV, Prof. Dr. Bahtiyar VAHAPZADE, Prof. Dr. Turan YAZGAN, Rauf DENKTAŞ ve Prof. Dr. Aziz SANCAR'a ithaf edilen oturumlarda 9 farklı salonda eş zamanlı olarak sözlü ve poster olmak üzere 394

bildiri sunulmuştur. Bildiri sunumlarının ardından yakın zamanda kaybettiğimiz milli sporcumuz Naim SÜLEYMANOĞLU'na ithaf edilen kapanış oturumunda dünya çapında bilim insanları tarafından değerlendirmeler yapılmıştır.

Türk Dünyası ve Dünyadaki diğer ülkelerinde katılımlarıyla gerçekleştirilen 1. Uluslararası Türk Dünyası Mühendislik ve Fen Bilimleri Kongresinde bilime, bilimsel etiğe, teknolojik gelişmelere, geleceğin üniversite eğitimlerine, Üniversite-Sanayi İşbirliklerine, bilimsel düşünce ve gelişime dair her şeyin konuşulduğu, ulusal düzeyden uluslararası düzeye taşınan, kamu ve özel kurum ve kuruluşlar ile STK'ları buluşturan, çok önemli çıktılarla tamamlandığı Kongre; konunun tüm taraflarını yapıcı ve çözüm üretici bir ortamda buluşturması açısından amacına ulaşmış, bu yönüyle gurur ve onur verici olmuştur. Kongre Düzenleme Kurulu olarak Türk Eğitim–Sen ve Uluslararası Avrasya Eğitim Sendikaları Birliği başta olmak üzere 1. Uluslararası Türk Dünyası Mühendislik ve Fen Bilimleri Kongresi'ne emeği geçen herkese, Davetli konuşmacılarımıza, Oturum başkanlarımıza, Bilim Kurulu üyelerine, Bilim Danışma Kurulu üyelerine, tüm kamu ve özel kurum ve kuruluşlar ile tüm kongre katılımcılarına teşekkür ederiz.

Kongre Katılımcıları ve Türk Dünyası Akademisyenleri
Adına Prof. Dr. Seyhan FIRAT tarafından sunulmuştur.

Onur Kurulu / Honorary Committee

İsmail KONCUK (UAESEB, Türk Eğitim-Sen ve Türkiye Kamu-Sen Genel Başkanı)
Sattar MEHBALİYEV (Azerbaycan Bağımsız Sendikalar İttifakı Genel Başkanı)
Maira AMANTEYAVA (Kazakistan İlim ve Eğitim Çalışanları Sendikası Genel Başkanı)
Asylbek TOKTOKULOV (Kırgızistan İlim ve Eğitim Çalışanları Sendikası Genel Başkanı)
Orhan VOLKAN (Kosova Türk Öğretmenler Derneği Genel Başkanı)
Elvin Hasan (Makedonya Ufuk Derneği Genel Başkanı)
Abdulselam Bayraktar (Irak Türkmen Eğitimcileri Öğretmen Örgütü Genel Başkanı)
Kağan MINDIKOĞLU (Kıbrıs Türk Memur-Sen Genel Başkanı)

Yürütme Kurulu / Executive Committee

Musa AKKAŞ, Türk Eğitim Sen Genel Sekreteri
Seyit Ali KAPLAN, Türk Eğitim Sen Genel Mali Sekreteri
Talip GEYLAN, Türk Eğitim Sen Genel Teşkilatlandırma Sekreteri
Cengiz KOCAKAPLAN, Türk Eğitim Sen Genel Eğitim ve Sosyal İşler Sekreteri
M.Yaşar ŞAHİNDOĞAN, Türk Eğitim Sen Genel Mevzuat ve Toplu Sözleşme Sekreteri
Sami ÖZDEMİR, Türk Eğitim Sen Genel Dış İlşkiler ve Basın Sekreteri
Ahmet ÖZTÜRK, Türk Eğitim Sen Konya 3 No'lu Şube Başkanı
Ferhat AĞIRMAN, Türk Eğitim Sen Denizli Aydın Üniversite Şube Başkanı
Mehmet Hanefi BOSTAN, Türk Eğitim Sen İstanbul 1 No'lu Şube Başkanı
Ali AHMETBEYOĞLU, Türk Eğitim Sen İstanbul 10 No'lu Şb. Başkanı
Tayfun FINDIK, Türk Eğitim Sen Ankara 7 No'lu Şube Başkanı
Rıfat ÇELİK, Türk Eğitim Sen Adana 3 No'lu Şube Başkanı
İbrahim ÇÖMEZ, Türk Eğitim Sen Ankara 1 No'lu Şube Başkanı
Murat Ercüment KESKİNLER, Türk Eğitim Sen Erzurum 2 No'lu Şube Başkanı
Gürol YER, Türk Eğitim Sen Eskişehir 2 No'lu Şube Başkanı
Hasan ŞEN, Türk Eğitim Sen İzmir 4 No'lu Şube Başkanı
Arife ERKAN, Türk Eğitim Sen Trabzon 2 No'lu Şube Başkanı

Düzenleme Kurulu / Organizing Committee

Prof. Dr. Seyhan FIRAT, Gazi Üniversitesi Türkiye (Kongre Başkanı)
Doç. Dr. Haluk KORALAY, Gazi Üniversitesi Türkiye (Kongre Başkan Yrd.)
Doç. Dr. Özcan YALÇİNKAYA, Gazi Üniversitesi Türkiye (Kongre Başkan Yrd.)
Doç. Dr. Şükrü ÇAVDAR, Gazi Üniversitesi Türkiye (Kongre Sekreteri)
Doç. Dr. İsmail ŞAHİN, Gazi Üniversitesi Türkiye
Yrd. Doç. Dr. Tayfun FINDIK, Gazi Üniversitesi Türkiye
Öğr. Gör. Mehmet Serkan YILDIRIM, Gazi Üniversitesi Türkiye
Uzm. Mehmet GÜLSÜN, Gazi Üniversitesi Türkiye

Bilim Kurulu / Scientific Committee

Prof. Dr. Abdül Rezak Abu Taır (The British University in Dubai Engineering Faculty)
Prof. Dr. Adilkhan Zhangaziyev (Taraz State Pedagogical University – Kazakistan)
Prof. Dr. Abdıkalıkov Akılbek Abdıkalıkovich (Kırgız Devlet İnşaat, Ulaşım ve Mimarlık Üniversitesi-Kırgızistan)
Prof. Dr. Adel ElKordi (Beirut Arab University)
Prof. Dr. Agron Bajraktarı (Kosava Ferizaj University)
Prof. Dr. Ali Dişli (Gazi Üniversitesi)
Prof. Dr. Ali Fuat Boz (Sakarya Üniversitesi)
Prof. Dr. Andres Seco (University Of Navarre, Urban And Agriculture)
Prof. Dr. Əlizadə Rasim İsmayıl oğlu (Azerbaycan Teknik Üniversitesi – Azerbaycan)
Prof. Dr. Əliyev Əli Binnət oğlu (Azerbaycan Mimarlık ve İnşaat Üniversitesi – Azerbaycan)
Prof. Dr. Əhmədov Hikmət İnşalla oğlu (Bakü Devlet Üniversitesi- Azerbaycan)
Prof. Dr. Germán F. De La Fuente (Zaragoza University Engineering Faculty)
Prof. Dr. Gürkan Özden (Dokuz Eylül Üniversitesi)
Prof. Dr. Hakan Hocaoğlu (Gebze Teknik Üniversitesi)
Prof. Dr. İbrahim Tükenmez (Gazi Üniversitesi)
Prof. Dr. Jamal Khatib (Beirut Arab University)
Prof. Dr. Jerzy Smardzewski (Pozman University)
Prof. Dr. John Kinuthia (University of South Wales, Engineering Faculty)
Prof. Dr. Luis Alberto Angurel (Zaragoza University Engineering Faculty)
Prof. Dr. Marat Zhurinov (National Academy of Science of the Kazakhstan)
Prof. Dr. Md Shahriar Hossain (University of Wollongong Australia)
Prof. Dr. Musayev Nağı Alməmməd oğlu (Bakü Devlet Üniversitesi Azerbaycan)
Prof. Dr. Münevver Sökmen (Karadeniz Teknik Üniversitesi)
Prof. Dr. Neamullah Khan (NCEAC University of Sindlt)
Prof. Dr. Najib Cheggour (Florida State University)
Prof. Dr. Naoyuki Amemıya (Kyoto University Engineering Faculty)
Prof. Dr. Nihat S. Işık (Gazi Üniversitesi)
Prof. Dr. Tayirov Mitalip Tayirovich (Batken Devlet Üniversitesi Kırgızistan)
Prof Dr. Ömer Faruk Bay (Gazi Üniversitesi)
Prof. Dr. Pascal Nzokou (Michagan State University)
Prof. Dr. Recep Birgül (Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi)
Prof. Dr. Saleh Sultansoy (Tobb Teknoloji Üniversitesi)
Prof. Dr. Selami Candan (Gazi Üniversitesi)
Prof. Dr. Zulkhayir Mansurov (Institute of Combustion Problems Kazakistan)
Prof. Dr. Halim Boussabaine, Project Management
Prof. Dr. Kareem Tahboub Mechanical Engineering
Prof. Dr. Şıxəliyev Namiq Qürbət oğlu (Bakü Devlet Üniversitesi Azerbaycan)
Doç. Dr. Zafer Üsündağ (Dumlupınar Üniversitesi)
Prof. Dr. Zulpuyev Abdivap Zupuyevich (Batken Devlet Üniversitesi Kırgızistan)
Prof. Dr. Qocayev Niftalı Mehralı oğlu (Bakü Mühendislik Üniversitesi Azerbaycan)
Doç. Dr. Giuseppe Loprencıpe (Department of Civil Engineering, Construction and Environmental, Sapienza University of Rome)
Dr. Margaret Carter (Manchester University)
Dr. Mahsa Seyyedian Choobi (Techinical University of Denmark)
Dr. Michael Lisyuk (Director for Development Georeconstruction Group of Companies)

Bilim Danışma Kurulu / Scientific Advisory Committee

Prof. Dr. Abdullah Cem Koç (Pamukkale Üniversitesi)
Prof. Dr. Abdullah Kopuz (Atatürk Üniversitesi)
Prof. Dr. Abdulkadir Ekşi (Çukurova Üniversitesi)
Prof. Dr. Ahmet Ali Işıldar (Süleyman Demirel Üniversitesi)
Prof. Dr. Ahmet Cansız (İstanbul Teknik Üniversitesi)
Prof. Dr. Ahmet Cemal Dinçer (Karadeniz Teknik Üniversitesi)
Prof. Dr. Ahmet Çolak (Karadeniz Teknik Üniversitesi)
Prof. Dr. Ahmet Demirbaş (Karadeniz Teknik Üniversitesi)
Prof. Dr. Ahmet Fevzi Baba (Marmara Üniversitesi)
Prof. Dr. Ahmet Mahmut Kılıç (Çukurova Üniversitesi)
Prof. Dr. Ahmet Yüceer (Çukurova Üniversitesi)
Prof. Dr. Ahmet Zehir (Marmara Üniversitesi)
Prof. Dr. Ali Gencer (Ankara Üniversitesi)
Prof. Dr. Ali Koç (Eskişehir Osman Gazi Üniversitesi)
Prof. Dr. Ali Yapar (İstanbul Teknik Üniversitesi)
Prof. Dr. Alper Ünal (İstanbul Teknik Üniversitesi)
Prof. Dr. Atakan Tuğkan Yakut (Ömer Halisdemir Üniversitesi)
Prof. Dr. Atıf Koca (Marmara Üniversitesi)
Prof. Dr. Atilla Bilgin (Karadeniz Teknik Üniversitesi)
Prof. Dr. Atilla Dursun (Atatürk Üniversitesi)
Prof. Dr. Ayhan Mergen (Marmara Üniversitesi)
Prof. Dr. Ayhan Özçifçi (Aksaray Üniversitesi)
Prof. Dr. Aykut Gül (Çukurova Üniversitesi)
Prof. Dr. Ayşe Daloğlu (Karadeniz Teknik Üniversitesi)
Prof. Dr. Ayşe Nil Güler (İstanbul Teknik Üniversitesi)
Prof. Dr. Bahattin Yalçın (Marmara Üniversitesi)
Prof. Dr. Bilal Toklu (Gazi Üniversitesi)
Prof. Dr. Bilali Çomaklı (Atatürk Üniversitesi)
Prof. Dr. Bünyamin Dönmez (Atatürk Üniversitesi)
Prof. Dr. Celal Yarcı (Marmara Üniversitesi)
Prof. Dr. Cemal Köse (Karadeniz Teknik Üniversitesi)
Prof. Dr. Cemil Çetinkaya (Gazi Üniversitesi)
Prof. Dr. Cemil Yıldız (Gazi Üniversitesi)
Prof. Dr. Cüneyt Şen (Karadeniz Teknik Üniversitesi)
Prof. Dr. Çetin Cömert (Karadeniz Teknik Üniversitesi)
Prof. Dr. Çetin Elmas (Gazi Üniversitesi)
Prof. Dr. Devlet Toksoy (Karadeniz Teknik Üniversitesi)
Prof. Dr. E.Dilara Koçak (Marmara Üniversitesi)
Prof. Dr. Emin Karapınar (Pamukkale Üniversitesi)
Prof. Dr. Ercan Köse (Karadeniz Teknik Üniversitesi)
Prof. Dr. Erdal Kendüzler (Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi)
Prof. Dr. Erdem Kocadağıstan (Atatürk Üniversitesi)
Prof. Dr. Ergün Yıldız (Atatürk Üniversitesi)
Prof. Dr. Erkan Yüce (Pamukkale Üniversitesi)
Prof. Dr. Ersin ARSLAN (Atatürk Üniversitesi)
Prof. Dr. Esin İnan Eskitaşçıoğlu (Yüzüncü Yıl Üniversitesi)
Prof. Dr. Faik Nüzhet Oktar (Marmara Üniversitesi)
Prof. Dr. Fatih Kızıloğlu (Atatürk Üniversitesi)
Prof. Dr. Fikret Yaşar (Yüzüncü Yıl Üniversitesi)
Prof. Dr. Filiz Nuray ACAR (Atatürk Üniversitesi)
Prof. Dr. Galip Seçkin (Çukurova Üniversitesi)
Prof. Dr. Gökhan Apaydın (Karadeniz Teknik Üniversitesi)
Prof. Dr. Gökhan Civelekoğlu (Süleyman Demirel Üniversitesi)
Prof. Dr. Gülçin Çivi Bilir (İstanbul Teknik Üniversitesi)
Prof. Dr. Gültekin Topuz (İstanbul Teknik Üniversitesi)
Prof. Dr. Gürkan Özden (Dokuz Eylül Üniversitesi)
Prof. Dr. Gürsel Çolakoğlu (Karadeniz Teknik Üniversitesi)
Prof. Dr. H.Özkan Gülsoy (Marmara Üniversitesi)
Prof. Dr. Hacı Deveci (Karadeniz Teknik Üniversitesi)
Prof. Dr. Hakan Karslı (Karadeniz Teknik Üniversitesi)
Prof. Dr. Hale Bayram (Marmara Üniversitesi)
Prof. Dr. Hamza Korkmaz Alpoğuz (Pamukkale Üniversitesi)
Prof. Dr. Hasan Alkan (Süleyman Demirel Üniversitesi)
Prof. Dr. Hasan Basri Şentürk (Karadeniz Teknik Üniversitesi)
Prof. Dr. Hasan Erdal (Marmara Üniversitesi)
Prof. Dr. Hasan Koç (Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi)
Prof. Dr. Hasan Özdemir (Atatürk Üniversitesi)
Prof. Dr. Hasan Sofuoğlu (Karadeniz Teknik Üniversitesi)
Prof. Dr. Hayri Duman (Gazi Üniversitesi)
Prof. Dr. Hidayet Bostan (Atatürk Üniversitesi)
Prof. Dr. Hüsamettin Balkıs (İstanbul Üniversitesi)
Prof. Dr. Hüseyin Ali Yalım (Afyon Kocatepe Üniversitesi)
Prof. Dr. İbrahim Uzun (Kırıkkale Üniversitesi)
Prof. Dr. İlker Özyiğit (Marmara Üniversitesi)
Prof. Dr. İrfan Kızılcıklı (İstanbul Üniversitesi)
Prof. Dr. İskender Askeroğlu (Giresun Üniversitesi)
Prof. Dr. İsmail Değirmencioğlu (Karadeniz Teknik Üniversitesi)
Prof. Dr. İsmail Toröz (İstanbul Teknik Üniversitesi)
Prof. Dr. İsmail Usta (Marmara Üniversitesi)
Prof. Dr. İzzet Öztürk (İstanbul Teknik Üniversitesi)
Prof. Dr. Kadir Alp (İstanbul Teknik Üniversitesi)
Prof. Dr. Kadir Güler (İstanbul Teknik Üniversitesi)
Prof. Dr. Kadri Cemil Akyüz (Karadeniz Teknik Üniversitesi)
Prof. Dr. Kemal Aydın Selçuk (Selçuk Üniversitesi)
Prof. Dr. Kemal Erşan (Gazi Üniversitesi)
Prof. Dr. Kemalettin Kara (Atatürk Üniversitesi)
Prof. Dr. Kenan Yakut (Atatürk Üniversitesi)
Prof. Dr. Kenan Yazıcı (Karadeniz Teknik Üniversitesi)
Prof. Dr. Kurtuluş Boran (Gazi Üniversitesi)
Prof. Dr. Kürşat Özkan (Süleyman Demirel Üniversitesi)
Prof. Dr. Levent Trabzon (İstanbul Teknik Üniversitesi)
Prof. Dr. Lütfü Demir (Atatürk Üniversitesi)
Prof. Dr. M. Akif Bakır (Gazi Üniversitesi)
Prof. Dr. Mahmut Çetin (Çukurova Üniversitesi)
Prof. Dr. Makbule Koçak (İstanbul Teknik Üniversitesi)
Prof. Dr. Mehmet Akalın (Marmara Üniversitesi)
Prof. Dr. Mehmet Akbaş (Karadeniz Teknik Üniversitesi)
Prof. Dr. Mehmet Ali Aksan (İnönü Üniversitesi)
Prof. Dr. Mehmet Kılıç (Süleyman Demirel Üniversitesi)
Prof. Dr. Mesut Başıbüyük (Çukurova Üniversitesi)
Prof. Dr. Metin Dağdeviren (Gazi Üniversitesi)
Prof. Dr. Metin Davraz (Süleyman Demirel Üniversitesi)
Prof. Dr. Mikdat Kadıoğlu (İstanbul Teknik Üniversitesi)
Prof. Dr. Miraç Ocak (Karadeniz Teknik Üniversitesi)
Prof. Dr. Muammer Ünal (İstanbul Üniversitesi)
Prof. Dr. Muhammed Yıldırım (Atatürk Üniversitesi)
Prof. Dr. Murat Çelik (Atatürk Üniversitesi)
Prof. Dr. Murat Ekici (Gazi Üniversitesi)
Prof. Dr. Murat Koca (Adıyaman Üniversitesi)
Prof. Dr. Musa Atar (Gazi Üniversitesi)
Prof. Dr. Mustafa Altınok (Gazi Üniversitesi)

Prof. Dr. Mustafa Boz (Karabük Üniversitesi)
Prof. Dr. Mustafa İlbaş (Gazi Üniversitesi)
Prof. Dr. Mustafa Kandemir (Amasya Üniversitesi)
Prof. Dr. Mustafa Taşkın (Mersin Üniversitesi)
Prof. Dr. Mustafa Turan (İstanbul Teknik Üniversitesi)
Prof. Dr. Mustafa Yanalak (İstanbul Teknik Üniversitesi)
Prof. Dr. N.Füsun Serteller (Marmara Üniversitesi)
Prof. Dr. Nagihan Gülsoy Kocakaplan (Marmara Üniversitesi)
Prof. Dr. Neslihan Demirbaş (Karadeniz Teknik Üniversitesi)
Prof. Dr. Nihat Akbulut(Atatürk Üniversitesi)
Prof. Dr. Nihat S. Işık (Gazi Üniversitesi)
Prof. Dr. Nihat Tuğluoğlu (Giresun Üniversitesi)
Prof. Dr. Nilgün Lütfiye Sayıl (Karadeniz Teknik Üniversitesi)
Prof. Dr. Nilhan Kayaman Apohan (Marmara Üniversitesi)
Prof. Dr. Nizamettin Kahraman(Karabük Üniversitesi)
Prof. Dr. Olcay Bekircan (Karadeniz Teknik Üniversitesi)
Prof. Dr. Olcayto Keskinkan (Çukurova Üniversitesi)
Prof. Dr. Orhan Güney (İstanbul Teknik Üniversitesi)
Prof. Dr. Orhan Karabulut (Pamukkale Üniversitesi)
Prof. Dr. Orhan Sevgi (İstanbul Üniversitesi)
Prof. Dr. Orhan Şen (İstanbul Teknik Üniversitesi)
Prof. Dr. Osman Atilla Arıkan (İstanbul Teknik Üniversitesi)
Prof. Dr. Ö. Faruk Bay (Gazi Üniversitesi)
Prof. Dr. Ömer Dalman (Karadeniz Teknik Üniversitesi)
Prof. Dr. Özen Kılıç (Çukurova Üniversitesi)
Prof. Dr. Özgür Delice (Marmara Üniversitesi)
Prof. Dr. Rafet Altıntaş (Atatürk Üniversitesi)
Prof. Dr. Rafet Kılınçarslan (Pamukkale Üniversitesi)
Prof. Dr. Ramazan Altıntaş (Atatürk Üniversitesi)
Prof. Dr. Ramazan Kaçar (Karabük Üniversitesi)
Prof. Dr. Recep Birgül (Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi)
Prof. Dr. Recep Çalın (Kırıkkale Üniversitesi)
Prof. Dr. Reşat Acar (Atatürk Üniversitesi)
Prof. Dr. Reyhan Kara Gülbay (Karadeniz Teknik Üniversitesi)
Prof. Dr. Sadık Dinçer (Çukurova Üniversitesi)
Prof. Dr. Sadullah Sakallıoğlu (Çukurova Üniversitesi)
Prof. Dr. Saleh Sultansoy (Tobb Teknoloji Üniversitesi)
Prof. Dr. Salim Aslanlar (Sakarya Üniversitesi)
Prof. Dr. Sebahattin Nas (Pamukkale Üniversitesi)
Prof. Dr. Selim Acar (Gazi Üniversitesi)
Prof. Dr. Semra Kayaardı (Celal Bayar Üniversitesi)
Prof. Dr. Semra Kılıç (Süleyman Demirel Üniversitesi)
Prof. Dr. Serdar Salman (Marmara Üniversitesi)
Prof. Dr. Sevhan Müge Yükseloğlu (Marmara Üniversitesi)
Prof. Dr. Sevim Karataş (Marmara Üniversitesi)
Prof. Dr. Sezgin Çelik (Yıldız Teknik Üniversitesi)
Prof. Dr. Sultan Yamak (Karadeniz Teknik Üniversitesi)
Prof. Dr. Süleyman Gündüz (Karabük Üniversitesi)
Prof. Dr. Süleyman Övez (İstanbul Teknik Üniversitesi)
Prof. Dr. Şemsettin Kılıçarslan (Süleyman Demirel Üniversitesi)
Prof. Dr. Şenol Ataoğlu (İstanbul Teknik Üniversitesi)
Prof. Dr. Tahsin Yomralıoğlu (İstanbul Teknik Üniversitesi)
Prof. Dr. Tamet Uğur (Atatürk Üniversitesi)
Prof. Dr. Taner Tekin (Atatürk Üniversitesi)
Prof. Dr. Telhat Özdoğan (Amasya Üniversitesi)
Prof. Dr. Temel Kayıkçıoğlu (Karadeniz Teknik Üniversitesi)
Prof. Dr. Temel Sarıyıldız (Kastamonu Üniversitesi)
Prof. Dr. Tuncay Türkeş (Ömer Halisdemir Üniversitesi)
Prof. Dr. Tuncay Yiğit (Süleyman Demirel Üniversitesi)
Prof. Dr. Turan Özdemir (Karadeniz Teknik Üniversitesi)
Prof. Dr. Uğur Yücel (Pamukkale Üniversitesi)
Prof. Dr. Ümit Demir (Atatürk Üniversitesi)
Prof. Dr. Ümit Salan (Marmara Üniversitesi)
Prof. Dr. Ünsal Tekir (Marmara Üniversitesi)
Prof. Dr. Vezir Kahraman (Marmara Üniversitesi)
Prof. Dr. Yakup Kaska (Pamukkale Üniversitesi)
Prof. Dr. Yakup Kurucu (Atatürk Üniversitesi)
Prof. Dr. Yalçın Bozkurt (Süleyman Demirel Üniversitesi)
Prof. Dr. Yaşar Birbir (Marmara Üniversitesi)
Prof. Dr. Yusuf Ayvaz (Süleyman Demirel Üniversitesi)
Prof. Dr. Yusuf Bayrak (Karadeniz Teknik Üniversitesi)
Prof. Dr. Yusuf Şahin (Atatürk Üniversitesi)
Prof. Dr. Yusuf Yılmaz (Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi)
Prof. Dr. Zeki Aytaç (Gazi Üniversitesi)
Prof. Dr. Zeliha Selamoğlu (Ömer Halisdemir Üniversitesi)
Prof. Dr. Zikri Altun (Marmara Üniversitesi)
Prof. Dr. Ziya Engin Erkmen (Marmara Üniversitesi)
Prof. Dr. Ziya Merdan (Gazi Üniversitesi)
Doç. Dr. A.Emin Kuzucuoğlu (Marmara Üniversitesi)
Doç. Dr. Abdullah Akdoğan(Pamukkale Üniversitesi)
Doç. Dr. Abdullah Aydoğan (İstanbul Teknik Üniversitesi)
Doç. Dr. Abdüsselam Altunkaynak (İstanbul Teknik Üniversitesi)
Doç. Dr. Adil Aydın (Atatürk Üniversitesi)
Doç. Dr. Ahmet Durgutlu (Gazi Üniversitesi)
Doç. Dr. Ahmet Ferhat BİNGÖL (Atatürk Üniversitesi)
Doç. Dr. Ahmet Güral (Gazi Üniversitesi)
Doç. Dr. Alev Aydıner (Karadeniz Teknik Üniversitesi)
Doç. Dr. Ali Bozbey (Tobb Üniversitesi)
Doç. Dr. Ali Deniz (Uşak Üniversitesi)
Doç. Dr. Ali Hakan Işık (Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi)
Doç. Dr. Ali Karabacak (Selçuk Üniversitesi)
Doç. Dr. Alp Arslan Kıraç (Pamukkale Üniversitesi)
Doç. Dr. Arslan Ünal (Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi)
Doç. Dr. Aslıhan Günel (Marmara Üniversitesi)
Doç. Dr. Aykut Kentli (Marmara Üniversitesi)
Doç. Dr. Aykut Sağlam (Karadeniz Teknik Üniversitesi)
Doç. Dr. Aysel Şeren (Karadeniz Teknik Üniversitesi)
Doç. Dr. Ayten Atasoy (Karadeniz Teknik Üniversitesi)
Doç. Dr. Barış Kışkan (İstanbul Teknik Üniversitesi)
Doç. Dr. Behçet Gülenç (Gazi Üniversitesi)
Doç. Dr. Behice Şebnem Sesalan (İstanbul Teknik Üniversitesi)
Doç. Dr. Beyhan Kocadağıstan (Atatürk Üniversitesi)
Doç. Dr. Burcu Özsoy (İstanbul Teknik Üniversitesi)
Doç. Dr. Bülent Oktay Akkoyunlu (Marmara Üniversitesi)
Doç. Dr. Bülent Oral (Marmara Üniversitesi)
Doç. Dr. Bünyamin Karagöz (İstanbul Teknik Üniversitesi)
Doç. Dr. Cem Aydemir (Marmara Üniversitesi)
Doç. Dr. Cem Gök (Pamukkale Üniversitesi)
Doç. Dr. Cemal Yılmaz (Gazi Üniversitesi)
Doç. Dr. Cenk Demirkır (Karadeniz Teknik Üniversitesi)
Doç. Dr. Cevdet Söğütlü (Gazi Üniversitesi)
Doç. Dr. Cumhur Kırılmış (Adıyaman Üniversitesi)
Doç. Dr. Çağtayhan Bekir ERSÜ (Çukurova Üniversitesi)
Doç. Dr. Derya TEKİN (Atatürk Üniversitesi)

Doç. Dr. Dursun Ali Köse (Hitit Üniversitesi)
Doç. Dr. Dursun Üstündağ (Marmara Üniversitesi)
Doç. Dr. Emin Çiftçi (İstanbul Teknik Üniversitesi)
Doç. Dr. Ercan Nurcan Yılmaz (Gazi Üniversitesi)
Doç. Dr. Erdem Üçer (İstanbul Teknik Üniversitesi)
Doç. Dr. Erdoğan Öztürk (Atatürk Üniversitesi)
Doç. Dr. Erhan Sancak (Marmara Üniversitesi)
Doç. Dr. Erkan Kaplanoğlu (Marmara Üniversitesi)
Doç. Dr. Ersan Başar (Karadeniz Teknik Üniversitesi)
Doç. Dr. Ersen Turaç (Ömer Halisdemir Üniversitesi)
Doç. Dr. Ersoy Arslan (İstanbul Teknik Üniversitesi)
Doç. Dr. Eyüp Başkale (Pamukkale Üniversitesi)
Doç. Dr. Faruk Uçar (Marmara Üniversitesi)
Doç. Dr. Fatih Mehmet Emen (Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi)
Doç. Dr. Fatma Çitoğlu (Marmara Üniversitesi)
Doç. Dr. Figen Esin Kayhan (Marmara Üniversitesi)
Doç. Dr. Gökhan Gökmen (Marmara Üniversitesi)
Doç. Dr. Hakan Alp (Karadeniz Teknik Üniversitesi)
Doç. Dr. Hakan Demir (Ömer Halisdemir Üniversitesi)
Doç. Dr. Hakan Güneyli (Çukurova Üniversitesi)
Doç. Dr. Hakan Güngüneş (Hitit Üniversitesi)
Doç. Dr. Hakkı Duru (Yüzüncü Yıl Üniversitesi)
Doç. Dr. Hamdi Tolga Kahraman (Karadeniz Teknik Üniversitesi)
Doç. Dr. Hasan Genç (Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi)
Doç. Dr. Hatice Dinçer (İstanbul Teknik Üniversitesi)
Doç. Dr. Hayrettin Tümtürk (Gazi Üniversitesi)
Doç. Dr. Hayriye Korkmaz (Marmara Üniversitesi)
Doç. Dr. Hikmet Karaman (İstanbul Teknik Üniversitesi)
Doç. Dr. Hüseyin Toros (İstanbul Teknik Üniversitesi)
Doç. Dr. İhsan Kürekli (Gazi Üniversitesi)
Doç. Dr. İsak Kotçuoğlu (Atatürk Üniversitesi)
Doç. Dr. İsmet Altıntaş (Sakarya üniversitesi)
Doç. Dr. Kadir Türk (Karadeniz Teknik Üniversitesi)
Doç. Dr. Kenan Barik (Atatürk Üniversitesi)
Doç. Dr. Kerim Aydıner (Karadeniz Teknik Üniversitesi)
Doç. Dr. Koray Yılmaz (Pamukkale Üniversitesi)
Doç. Dr. Mahmut Ekrem Karpuzcu (İstanbul Teknik Üniversitesi)
Doç. Dr. Mehmet Karakılçık (Çukurova Üniversitesi)
Doç. Dr. Mehmet Özger (İstanbul Teknik Üniversitesi)
Doç. Dr. Melek Şirin Çelik (Marmara Üniversitesi)
Doç. Dr. Metin Çelik (İstanbul Teknik Üniversitesi)
Doç. Dr. Metin İpek (Sakarya Üniversitesi)
Doç. Dr. Metin Yüksek (Marmara Üniversitesi)
Doç. Dr. Muhammet Uzun (Marmara Üniversitesi)
Doç. Dr. Murat Kemal Karacan (Uşak Üniversitesi)
Doç. Dr. Murat Tolga Yılmaz (Atatürk Üniversitesi)
Doç. Dr. Murat Zengin (Pamukkale Üniversitesi)
Doç. Dr. Musa Mutlu Can (İstanbul Üniversitesi)
Doç. Dr. Mustafa Gençoğlu (İstanbul Teknik Üniversitesi)
Doç. Dr. Mustafa Günay (Karabük Üniversitesi)
Doç. Dr. Mustafa Özer (Gazi Üniversitesi)
Doç. Dr. Mustafa Şürmen (Adnan Menderes Üniversitesi)
Doç. Dr. Müdahil Özgül (Atatürk Üniversitesi)
Doç. Dr. Mürsel Erdal (Gazi Üniversitesi)
Doç. Dr. Nagihan Sağlam Ertunga (Karadeniz Teknik Üniversitesi)
Doç. Dr. Nevzat Batan (Karadeniz Teknik Üniversitesi)
Doç. Dr. Nil YAPICI (Çukurova Üniversitesi)
Doç. Dr. Nuriye İşgören (Marmara Üniversitesi)
Doç. Dr. Oğuzhan Gündüz (Marmara Üniversitesi)
Doç. Dr. Osman Seyyar (Ömer Halisdemir Üniversitesi)
Doç. Dr. Özcan Arslan (İstanbul Teknik Üniversitesi)
Doç. Dr. Özgür Öztürk (Kastamonu Üniversitesi)
Doç. Dr. Özkan Danış (Marmara Üniversitesi)
Doç. Dr. Özkan Gügercin (Çukurova Üniversitesi)
Doç. Dr. Perihan Durmuş (Gazi Üniversitesi)
Doç. Dr. Rahmin Canal (Gazi Üniversitesi)
Doç. Dr. Ramazan Gökçe (Pamukkale Üniversitesi)
Doç. Dr. Sadık Bayhan (Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi)
Doç. Dr. Sami Gökhan Özkal (Pamukkale Üniversitesi)
Doç. Dr. Selçuk Kürşat İşleyen (Gazi Üniversitesi)
Doç. Dr. Semiha Yenidoğan (Marmara Üniversitesi)
Doç. Dr. Semra Ahmetolan (İstanbul Teknik Üniversitesi)
Doç. Dr. Serap Gürbüz Demir (Marmara Üniversitesi)
Doç. Dr. Serdar Bilen (Atatürk Üniversitesi)
Doç. Dr. Serdar Kum (İstanbul Teknik Üniversitesi)
Doç. Dr. Serkan Kader (Ömer Halisdemir Üniversitesi)
Doç. Dr. Serol Bulkan (Marmara Üniversitesi)
Doç. Dr. Sezgin Hacısalihoğlu (Karadeniz Teknik Üniversitesi)
Doç. Dr. Suzan Abdurrahmanoğlu (Marmara Üniversitesi)
Doç. Dr. Süleyman İlker Mıstık (Marmara Üniversitesi)
Doç. Dr. Şaziye Abdurrahmanoğlu (Marmara Üniversitesi)
Doç. Dr. Şener Akıncı (Marmara Üniversitesi)
Doç. Dr. Şeref Oruç (Karadeniz Teknik Üniversitesi)
Doç. Dr. Taşkın Polat (Atatürk Üniversitesi)
Doç. Dr. Tülay Kesemen (Karadeniz Teknik Üniversitesi)
Doç. Dr. Ufuk Bülbül (Karadeniz Teknik Üniversitesi)
Doç. Dr. Uğur Özsaraç (Sakarya Üniversitesi)
Doç. Dr. Uğur Şengül (Marmara Üniversitesi)
Doç. Dr. Ümit Kemal Terzi (Marmara Üniversitesi)
Doç. Dr. Veçihi Yiğit (Atatürk Üniversitesi)
Doç. Dr. Yahya Bozkurt (Marmara Üniversitesi)
Doç. Dr. Yasin Alemdağ (Karadeniz Teknik Üniversitesi)
Doç. Dr. Yasin Arslanoğlu (İstanbul Teknik Üniversitesi)
Doç. Dr. Yıldız Aydın (Marmara Üniversitesi)
Doç. Dr. Yunus Kalkan (İstanbul Teknik Üniversitesi)
Doç. Dr. Yücel Özmen (Karadeniz Teknik Üniversitesi)
Doç. Dr. Zafer Yücesan (Karadeniz Teknik Üniversitesi)
Doç. Dr. Zeynep Gürel (Marmara Üniversitesi)
Yrd. Doc. Dr. Orkun Alptekin (Eskişehir Osman Gazi Üniversitesi)
Yrd. Doç. Dr. A.Talat (Marmara Üniversitesi)
Yrd. Doç. Dr. Adem Bayram (Karadeniz Teknik Üniversitesi)
Yrd. Doç. Dr. Ahmet Akgül (Marmara Üniversitesi)
Yrd. Doç. Dr. Ahmet Çiftci (Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi)
Yrd. Doç. Dr. Ahmet Öztopal (İstanbul Teknik Üniversitesi)
Yrd. Doç. Dr. Akif Kutlu (İstanbul Teknik Üniversitesi)
Yrd. Doç. Dr. Ali Gürsel (Düzce Üniversitesi)
Yrd. Doç. Dr. Ali İhsan Kaya (Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi)
Yrd. Doç. Dr. Ali Kaya (Pamukkale Üniversitesi)
Yrd. Doç. Dr. Ali Saygın (Gazi Üniversitesi)
Yrd. Doç. Dr. Alp Küçükosmanoğlu (Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi)
Yrd. Doç. Dr. Arzum Uluköy (Pamukkale Üniversitesi)
Yrd. Doç. Dr. Ayhan Baştürk (Yüzüncü Yıl Üniversitesi)
Yrd. Doç. Dr. Ayhan Onat (Marmara Üniversitesi)
Yrd. Doç. Dr. Aytaç Güder (Giresun Ünviversitesi)
Yrd. Doç. Dr. Barış Yücel (İstanbul Teknik Üniversitesi)
Yrd. Doç. Dr. Batuhan Kurt (Marmara Üniversitesi)
Yrd. Doç. Dr. Berrin Kurşun (Marmara Üniversitesi)
Yrd. Doç. Dr. Buket Doğan (Marmara Üniversitesi)

Yrd. Doç. Dr. Cemil Yurtören (İstanbul Teknik Üniversitesi)
Yrd. Doç. Dr. Cengiz Eldem (Gazi Üniversitesi)
Yrd. Doç. Dr. Cengiz Yıldırım (Amasya Üniversitesi)
Yrd. Doç. Dr. Coşkun Bayram (Karadeniz Teknik Üniversitesi)
Yrd. Doç. Dr. Coşkun Erüz (Karadeniz Teknik Üniversitesi)
Yrd. Doç. Dr. Elif Aşıkuzun (Kastamonu Üniversitesi)
Yrd. Doç. Dr. Elif Özen Ural (Marmara Üniversitesi)
Yrd. Doç. Dr. Elif Uzun (Marmara Üniversitesi)
Yrd. Doç. Dr. Emin Tuğcu (Karadeniz Teknik Üniversitesi)
Yrd. Doç. Dr. Emre Avcı (Hitit Üniverstesi)
Yrd. Doç. Dr. Ercan Oktan (Karadeniz Teknik Üniversitesi)
Yrd. Doç. Dr. Erdal Öğün (Yüzüncü Yıl Üniversitesi)
Yrd. Doç. Dr. Erdal Uzen (İstanbul Üniversitesi)
Yrd. Doç. Dr. Erkan İşgören (Marmara Üniversitesi)
Yrd. Doç. Dr. Erkan Yanarateş (Kastamonu Üniversitesi)
Yrd. Doç. Dr. Esra H.Kakı (Marmara Üniversitesi)
Yrd. Doç. Dr. Evin Nas (Karadeniz Teknik Üniversitesi)
Yrd. Doç. Dr. Fatih Sütcü (İstanbul Teknik Üniversitesi)
Yrd. Doç. Dr. Fatma Hoş Çebi (Karadeniz Teknik Üniversitesi)
Yrd. Doç. Dr. Fecir Duran (Gazi Üniversitesi)
Yrd. Doç. Dr. Ferhat Güngör (Marmara Üniversitesi)
Yrd. Doç. Dr. Fuat Küçük (İstanbul Teknik Üniversitesi)
Yrd. Doç. Dr. Garip Genç (Marmara Üniversitesi)
Yrd. Doç. Dr. Gazi Koçak (İstanbul Teknik Üniversitesi)
Yrd. Doç. Dr. H. Özgür İmirzi (Gazi Üniversitesi)
Yrd. Doç. Dr. Hakan Ada (Kastamonu Üniversitesi)
Yrd. Doç. Dr. Hakan Çağlar (Kastamonu Üniversitesi)
Yrd. Doç. Dr. Hakan Çınar (Karadeniz Teknik Üniversitesi)
Yrd. Doç. Dr. Hakan Şevik (Kastamonu Üniversitesi)
Yrd. Doç. Dr. Halil İbrahim Çelik (Marmara Üniversitesi)
Yrd. Doç. Dr. Halil Murat Ünver (Kırıkkale Üniversitesi)
Yrd. Doç. Dr. Hanefi Çinici (Gazi Üniversitesi)
Yrd. Doç. Dr. Hanifi Tokgöz (Gazi Üniversitesi)
Yrd. Doç. Dr. Hasan H. Çelik (Marmara Üniversitesi)
Yrd. Doç. Dr. Hasan Hasırcı (Gazi Üniversitesi)
Yrd. Doç. Dr. Hatice Çıtakoğlu (Erciyes Üniversitesi)
Yrd. Doç. Dr. Hatice Karakılçık (Çukurova Üniversitesi)
Yrd. Doç. Dr. Hayri Ünal (Marmara Üniversitesi)
Yrd. Doç. Dr. Hüseyin Yüce (Marmara Üniversitesi)
Yrd. Doç. Dr. İbrahim Küçükbasmacı (Kastamonu Üniversitesi)
Yrd. Doç. Dr. İlyas Çelik (Pamukkale Üniversitesi)
Yrd. Doç. Dr. İrfan Çalış (Marmara Üniversitesi)
Yrd. Doç. Dr. İskender Soyaslan (Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi)
Yrd. Doç. Dr. İsmail Çiçek (İstanbul Teknik Üniversitesi)
Yrd. Doç. Dr. Kadir Çiçek (İstanbul Teknik Üniversitesi)
Yrd. Doç. Dr. Kadir Gündoğan (Uşak Üniversitesi)
Yrd. Doç. Dr. Kadir Özakgül (İstanbul Teknik Üniversitesi)
Yrd. Doç. Dr. Kazım Yıldız (Marmara Üniversitesi)
Yrd. Doç. Dr. Koray Özşeker (Karadeniz Teknik Üniversitesi)
Yrd. Doç. Dr. Kürşat Duru (Marmara Üniversitesi)
Yrd. Doç. Dr. Lale Meyancı Özer (Marmara Üniversitesi)
Yrd. Doç. Dr. Leyla Ulusman (Marmara Üniversitesi)
Yrd. Doç. Dr. Lütfi Özdemir (Marmara Üniversitesi)
Yrd. Doç. Dr. M.Sabri Özen (Marmara Üniversitesi)
Yrd. Doç. Dr. Mahmure Övül Arıoğlu (Marmara Üniversitesi)
Yrd. Doç. Dr. Mahmut Ekrem Karpuzcu (İstanbul Teknik Üniversitesi)
Yrd. Doç. Dr. Mahmut Kayar (Marmara Üniversitesi)
Yrd. Doç. Dr. Mahmut Muhammet Bayramoğlu (Karadeniz Teknik Üniversitesi)
Yrd. Doç. Dr. Mehmet Ali Karaca (İstanbul Teknik Üniversitesi)
Yrd. Doç. Dr. Mehmet Altay Atlıhan (Pamukkale Üniversitesi)
Yrd. Doç. Dr. Mehmet Fatih Demiral (Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi)
Yrd. Doç. Dr. Mehmet Fatih Işık (Hitit Üniverstesi)
Yrd. Doç. Dr. Mehmet Karaca (Pamukkale Üniversitesi)
Yrd. Doç. Dr. Memduh Kurtuluş (Marmara Üniversitesi)
Yrd. Doç. Dr. Muaffak Sarıoğlu (Giresun Ünviversitesi)
Yrd. Doç. Dr. Muhsin Kadıoğlu (İstanbul Teknik Üniversitesi)
Yrd. Doç. Dr. Murat Özkaptan (Karadeniz Teknik Üniversitesi)
Yrd. Doç. Dr. Murat Yılmaz (İstanbul Teknik Üniversitesi)
Yrd. Doç. Dr. Mustafa Akgül (İstanbul Üniversitesi)
Yrd. Doç. Dr. Mustafa Evren Erşahin (İstanbul Teknik Üniversitesi)
Yrd. Doç. Dr. Mustafa Kemal Bilici (Marmara Üniversitesi)
Yrd. Doç. Dr. Mustafa Toker (Yüzüncü Yıl Üniversitesi)
Yrd. Doç. Dr. Necati Yalçın (Gazi Üniversitesi)
Yrd. Doç. Dr. Neşe Doğan (Karadeniz Teknik Üniversitesi)
Yrd. Doç. Dr. Nihat Döngel (Gazi Üniversitesi)
Yrd. Doç. Dr. Nimet Işık (Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi)
Yrd. Doç. Dr. Nurettin Cenk Turgay (İstanbul Teknik Üniversitesi)
Yrd. Doç. Dr. Oğuz Kurdoğlu (Karadeniz Teknik Üniversitesi)
Yrd. Doç. Dr. Oğuzhan Yavuz Bayraktar (Kastamonu Üniversitesi)
Yrd. Doç. Dr. Okan Yıldız (Karadeniz Teknik Üniversitesi)
Yrd. Doç. Dr. Onur Alptürk (İstanbul Teknik Üniversitesi)
Yrd. Doç. Dr. Osman Bulut (İstanbul Teknik Üniversitesi)
Yrd. Doç. Dr. Osman Sirkeci (Giresun Ünviversitesi)
Yrd. Doç. Dr. Osman Şimşek (Gazi Üniversitesi)
Yrd. Doç. Dr. Ömer Asal (Gazi Üniversitesi)
Yrd. Doç. Dr. Önder Demir (Marmara Üniversitesi)
Yrd. Doç. Dr. Özcan Özyurt (Karadeniz Teknik Üniversitesi)
Yrd. Doç. Dr. Özgül Sağlam (İstanbul Teknik Üniversitesi)
Yrd. Doç. Dr. Pelin Bolat (İstanbul Teknik Üniversitesi)
Yrd. Doç. Dr. Rıfat Battaloğlu (Ömer Halisdemir Üniversitesi)
Yrd. Doç. Dr. Sait Kofoğlu (İstanbul Teknik Üniversitesi)
Yrd. Doç. Dr. Sebahattin Deniz (Marmara Üniversitesi)
Yrd. Doç. Dr. Sefa Akbulut (Karadeniz Teknik Üniversitesi)
Yrd. Doç. Dr. Selami Kesler (Pamukkale Üniversitesi)
Yrd. Doç. Dr. Selçuk Atış (Marmara Üniversitesi)
Yrd. Doç. Dr. Selim Köroğlu (Pamukkale Üniversitesi)
Yrd. Doç. Dr. Senai Yalçınkaya (Marmara Üniversitesi)
Yrd. Doç. Dr. Serhat Oğuzhan Kıvrak (Hitit Üniverstesi)
Yrd. Doç. Dr. Serkan Şahan (Erciyes Üniversitesi)

Yrd. Doç. Dr. Sevda Ocak (Giresun Ünviversitesi)
Yrd. Doç. Dr. Sevilay Can (İstanbul Teknik Üniversitesi)
Yrd. Doç. Dr. Soner Şeker (Uşak Üniversitesi)
Yrd. Doç. Dr. Suat Taşdelen (Pamukkale Üniversitesi)
Yrd. Doç. Dr. Şölen Balcı (Marmara Üniversitesi)
Yrd. Doç. Dr. Tanzer Satır (İstanbul Teknik Üniversitesi)
Yrd. Doç. Dr. Tarkan Erdik (İstanbul Teknik Üniversitesi)
Yrd. Doç. Dr. Tuba Artan Onat (Ömer Halisdemir Üniversitesi)
Yrd. Doç. Dr. Uğur Arabacı (Gazi Üniversitesi)
Yrd. Doç. Dr. Ulvi Başpınar (Marmara Üniversitesi)
Yrd. Doç. Dr. Ülkü Bayhan (Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi)
Yrd. Doç. Dr. Ümit Karademir (Adnan Menderes Üniversitesi)
Yrd. Doç. Dr. Vahdettin Koç (Adıyaman Üniversitesi)
Yrd. Doç. Dr. Veysel Gökhan Böcekci (Marmara Üniversitesi)
Yrd. Doç. Dr. Yağmur Kopraman (Gazi Üniversitesi)
Yrd. Doç. Dr. Yakup Çelik (İstanbul Üniversitesi)
Yrd. Doç. Dr. Yakup Turgut (Gazi Üniversitesi)
Yrd. Doç. Dr. Yalçın Durmuşoğlu (İstanbul Teknik Üniversitesi)
Yrd. Doç. Dr. Yavuz Sürme (Ömer Halisdemir Üniversitesi)
Yrd. Doç. Dr. Yelda Karatepe Mumcu (Marmara Üniversitesi)
Yrd. Doç. Dr. Yusuf Özcan (Pamukkale Üniversitesi)
Yrd. Doç. Dr. Zeki Severoğlu (Marmara Üniversitesi)
Yrd. Doç. Dr. Zeynal Boynukara (Yüzüncü Yıl Üniversitesi)
Yrd. Doç. Dr. Engin Kocadağistan (Atatürk Üniversitesi)
Yrd. Doç. Dr. Hamit Çakıcı (Atatürk Üniversitesi)
Dr. Ahmet Kaya (Pamukkale Üniversitesi)
Dr. Aytekin Ulutaş (Balıkesir Üniversitesi)
Dr. Barkın Bakır (Marmara Üniversitesi)
Dr. Doğan Tutak (Marmara Üniversitesi)
Dr. Ersin Toptaş (Marmara Üniversitesi)
Dr. Gülden Turhan (Marmara Üniversitesi)
Dr. Harun Gökçe(Tubitak-Sage)
Dr. Meral Özomay (Marmara Üniversitesi)
Dr. Nuri Yıldırım (Karadeniz Teknik Üniversitesi)
Dr. Ramazan Erdem (Marmara Üniversitesi)
Dr. Sinan Aksöz (Gazi Üniversitesi)
Dr. Sinan Nohut (Karadeniz Teknik Üniversitesi)
Dr. Volkan Onar (Pamukkale Üniversitesi)
Dr. Volkan Yılmaz (Gazi Üniversitesi)
Dr. Yasemin Sesli (Marmara Üniversitesi)
Dr. Zafer Özomay (Marmara Üniversitesi)

İÇİNDEKİLER / TABLE OF CONTENTS

Alan ve Konu Başlıkları / Fields and Topics **Sayfa / Page**

MÜHENDİSLİK / ENGINEERING

Bilgisayar Bilimleri ve Mühendisliği / Computer Science Engineering 1-134
Biyomedikal Mühendisliği / Biomedical Engineering 135-141
Çevre Bilimleri ve Mühendisliği / Environmental Engineering 142-170
Elektrik-Elektronik Mühendisliği / Electrical and Electronical Engineering 171-221
Endüstri Mühendisliği / Industrial Engineering 222-269
Enerji Sistemleri Mühendisliği / Energy Systems Engineering 270-311
Gıda Bilimleri ve Mühendisliği / Food Security 312-341
İnşaat Mühendisliği / Civil Engineering 342-531
Kimya Mühendisliği / Chemical Engineering 532-544
Maden Mühendisliği / Mining Engineering 545-562
Makine Mühendisliği / Mechanical Engineering 563-671
Malzeme ve Metalürji Mühendisliği / Materials and Metallurgical Engineering 672-817
Mekatronik Mühendisliği / Mechatronic Engineering 818-826
Otomotiv Mühendisliği / Automotive Engineering 827-847
Tekstil Bilimleri ve Mühendisliği / Textile Science Engineering 848-891
Yer Bilimleri ve Mühendisliği / Earth Science Engineering 892-955

FEN BİLİMLERİ ve MATEMATİK / SCIENCE and MATHEMATICS

Biyoloji / Biology 956-1021
Fizik / Physics 1022-1073
Kimya / Chemistry 1074-1100
Matematik / Mathematics 1101-1111

MİMARLIK, PLANLAMA ve TASARIM / ARCHITECTURE, PLANNING and DESIGN

Endüstri Ürünleri Tasarımı / Industry Product Designing 1112-1142
Mimarlık / Architecture 1143-1151

Konu Başlığı / Topic **Sayfa / Page**

Peyzaj Mimarlığı / Landscape Engineering 1152-1187

ZİRAAT, ORMAN ve SU ÜRÜNLERİ / AGRICULTURE, FOREST and AQUACULTURE

Bahçe Bitkileri Yetiştirme ve Islahı / Cultivation and Improvement 1188-1214
Biyosistem Mühendisliği / Biosystem Engineering 1215-1225
Orman Endüstri Mühendisliği / Forest Industry Engineering 1226-1234
Orman Mühendisliği / Forest Engineering 1235-1268
Su Ürünleri / Aquaculture 1269-1274
Tarım Ekonomisi / Agricultural Economy 1275-1305
Tarımsal Mekanizasyon / Agricultural Mechanization 1306-1312
Tarımsal Yapılar ve Sulama / Agricultural Building and Irrigation 1313-1332
Zootekni / Zootechnics 1333-1362

MÜHENDİSLİK

(ENGINEERING)

Bilgisayar Bilimleri ve Mühendisliği

(Computer Science Engineering)

BİLGİSAYAR TEKNOLOJİLERİ VE BAĞIMLILIK

COMPUTER TECHNOLOGIES AND ADDICTION

Cengiz Şahin[a], Süheyla Şahin[b]
Ahi Evran Üniversitesi, Kırşehir/Türkiye, csahin40@gmail.com
Milli Eğitim Bakanlığı, Ankara/Türkiye, 40suheyla@gmail.com

Özet

İlk program depolamalı bilgisayarın geliştirildiği 1939 yılından bu güne bilgisayar teknolojisinde baş döndürücü gelişmeler olmuştur. Teknoloji çağı olarak adlandırabileceğimiz bu dönemde, bilgisayar ve internet kullanımı artık hayatın vazgeçilmez bir gereci haline gelmiştir. Ortaya çıkış amacı bilgiye güvenli, hızlı, ucuz ulaşmak ve iletişimi kolaylaştırmak olmasına rağmen, günümüzde birey ve toplum üzerinde önemli değişimlere neden olmakta ve yeni bir bağımlılık türü olarak nitelenebilecek internet bağımlılığına yol açmaya başlamıştır. Bu gerekçeyle çalışmanın amacı, bilgisayar ve bilgisayar teknolojilerinin gelişimi ve buna bağlı olarak kullanıcılarda oluşan bağımlılık ve sonuçlarını incelenmektir.

Çalışmada, nitel araştırma yöntemlerinden doküman incelenmesi tekniği kullanılmıştır. Doküman incelemesi, bir araştırma problemi hakkında belirli zaman dilimi içerisinde üretilen dokümanlar ya da ilgili konuda birden fazla kaynak tarafından ve değişik aralıklarla üretilmiş dokümanların geniş bir zaman dilimine dayalı analizini mümkün kılan araştırmalardır.

Bilgisayarların günümüzde hayatımıza yaptığı katkıların önemi yadsınamaz. Bilgisayar ve internet; bilgi, haberleşme, ticaret ve iletişim aracı olarak yaşamın her alanına girmiş bir bilişim teknolojisidir. Araştırmanın sonuçlarına göre; Internet Word Stats ve internet araştırmalarında önde gelen kuruluşların (CIA, ITU, IWS, eTForcasts, Nielsen/NR vb.) verilerine göre, tüm dünyada internet kullanıcı sayısı yaklaşık 3 milyar 732 milyon (%49,6) kişiye, Türkiye İstatistik Kurumu verilerine göre ise, Türkiye'de internet kullanan bireylerin oranı %61.2'ye ulaşmıştır. Farklı ülkelerde yapılan araştırmalar, internet kullanmaya bağlı bağımlılığının sadece gençler ile sınırlı olmayıp; tüm yaş gruplarını kapsadığını ortaya koymuştur.

Türkiye'nin gelişen bir ülke olması, özellikle genç nüfusun yüksekliği, internet kafelerin kontrolsüzce çoğalması, cep telefonlarının her an kullanıcıların yanında olan küçük bilgisayarlar haline gelmesi gibi nedenlerle bilgisayar teknolojileri ve internet kullanımı giderek yaygınlaşmıştır. Bu gelişmeler, insanlar üzerinde çeşitli psikososyal problemlere neden olmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Bilgisayar, İnternet, Bağımlılık.

Abstract

In 1939, when the first program storage computer was developed, there have been a lot of dizzying developments about computer technology. In this period called the technology age, the use of computers and internet has become an indispensable regenerator of life. Despite the fact that the purpose of emergence is information is safe, fast, inexpensive to reach and facilitate communication, it now leads to significant changes in the individual and society and has led to internet addiction which can be described as a new type of addiction. The purpose of this study is to examine the development of computer and computer Technologies in parallel with investigating the addictions of users and consequences.

In the study, The study was conducted in accordance with document analysis, which is a method of qualitative research. Document analysis, a research problem about related documents produced during a specific time period or by more than one source in the subject based on an extensive analysis of documents produced at different intervals of the research that makes possible time frame.

The importance of the contributions of computers made by our lives today cannot be denied. Computer and internet; is an information technology that has entered into every field of life as a means of information, communication, trade and communication. According to the results of the research; The number of internet users in the world is approximately 3 billion 732 million (49,6%) persons according to the data of Internet Word Stats and leading organizations in internet researches (CIA, ITU, IWS, eTForcasts, Nielsen / NR etc.) According to data of Turkish Statistical Instut, the proportion of individuals using the Internet in Turkey has reached 61.2%. Researchers conducted in different countries are not limited to young people only because of their internet usage addiction; it covers all age groups.

Computer technology and the use of the internet have become increasingly popular because Turkey is a developing country, especially because of the high population of young people, the uncontrollable growth of internet cafes, and the fact that mobile phones are becoming small computers that are always next to users. These developments cause various psychosocial problems on people.

Key Words: Internet, Computer, Addiction.

1. Giriş

21. yüzyıl pek çok uzman tarafından üçüncü endüstri devrimi (bilgisayar ve bilgisayar ağlarının kullanımı) kavramı ile ifade edilmiştir. Bunlardan önceki dönemler ise birinci endüstri devrimi (kömür ve demir kullanımı); ikinci endüstri devrimi (petrol ve elektriğin kullanımı) olarak adlandırılmıştır [1]. Bilgisayar, uzun ve çok karmaşık hesapları kullanıcının isteği doğrultusunda büyük bir hızla yapabilen, mantıksal bağlantılara dayalı karar verip, bunları sabit disk, disket, CD, DVD gibi dış belleklerde istenen sürede saklayabilen, istenen şekilde yazı, ses, görüntü olarak çıktı verebilen elektronik makinelerdir [2,3,4]. Kısacası bilgisayar, bilgi işleyen elektronik bir aygıttır [5].

Bilgisayarın ve buna bağlı teknolojilerin ortaya çıkması tarihin her bir döneminde ortaya çıkan gelişmeler, araştırmalar ve buluşlarla adım adım gerçekleşmiştir [6]. Bugün kullandığımız bilgisayarın bu teknolojiye ulaşmasında M.Ö. 3 bin yıllarında paralı alışverişin başlaması ile sayma işlemine ihtiyaç duyulmasından, IBM şirketi adına çalışma yapan Harvard Üniversitesi hocalarından Howard Aiken ve Browne'un ilk defa insan müdahalesi olmaksızın çalışan sayısal otomatik bilgisayar olma unvanını alan Mark 1'i geliştirdiği 1937'lere kadar ki gelişmeler etkili olduğu söylenebilir [6]. Bu tarihten sonra bilgisayar teknolojisinin gelişiminde baş döndürücü gelişmeler olmuştur.

John Atanasoff ve Clifford Berry 1939'larda ilk elektronik bilgisayarı icat etti [4]. Yaklaşık aynı yıllarda Almanya'da Konrad Zuse, ikili sayı sistemi ve Boolean mantığını kullanan ilk programlanabilir hesap makinesini geliştirdi. Şifreli mesajları ortalama iki saatte çözen İngiliz mantık hesap makinesi Colossus geliştirildi. 1945'lerde Amerika'da tamamen elektron lambalarından oluşan, saniyede 5 bin işlem yapan ENIAC (Elektronik Sayısal Doğrulayıcı ve Bilgisayar) adlı bilgisayar yapıldı. ENIAC, ilk elektronik sayısal bilgisayar olarak kullanılmaya başlandı. 1945-59 yılları arasında geliştirilen bilgisayarlar, transistorlu, elektronik lambalı birinci kuşak olarak adlandırılan bilgisayarlardır [4,5].

1959-63 yılları arasında ikinci kuşak olarak adlandırılan geliştirilen transistorlu bilgisayarlar üretilmeye başlandı. Veriler ve programlar manyetik teyp ve tambur gibi bilgi saklama araçlarıyla saklanmakta, bilgisayara yüklenen veri ve programlar delgi kartları ile bilgisayara yüklenmekteydi. ENIAC da bu sistemle çalışan bilgisayardı. İlk ticari bilgisayar UNIVAC geliştirildi. Ardından ilk hızlı yazıcı Remington-Rand tarafından UNIVAC için geliştirildi. Amdahl ilk bilgisayar işletim sistemini IBM 704 için geliştirdi. Raynold Johnson ilk disk sürücüsünü geliştirdi. Seymour Cray ilk transistorlu bilgisayarı geliştirdi. Bilimsel hesaplarda kullanılmak üzere ALGOL bilgisayar dili geliştirildi. İlk paket program Computer Science Corporation tarafından satışa çıkarıldı. COBOL bilgisayar dili yazıldı. Silikon cipler ilk olarak ortaya çıktı. Douglas Englebart bilgisayar faresi için patent aldı [5].

1964-70 yılları arasında entegre devreli üçüncü kuşak bilgisayarlar yapılmaya başlandı. On binlerce devre küçük bir silikon chip'e yerleştirildi [4,6]. Bilgisayar dili geliştirildi. Intel, 4004 4-bit mikro işlemciyi tanıttı.

Intel 8 bit microprocessorlü 8008 işlemcisini çıkardı. Xerox, ilk LAN (Yerel Bilgisayar Ağı) teknolojisini geliştirdi. Bill Gates ve Paul Ailen Microsoft firmasını kurdu. Steve Jobs ve Steve Wozniak Apple bilgisayar firmasını kurdu. Alan Shugart 5.25 inç disketi icat etti. Philip Estridge, PC'Ier için 10 Megabyte kapasitesindeki ilk sabit belleği geliştirdi [3,7].

1981'de IBM tüketici bilgisayar endüstrisinin gelişmesi için anahtar olan PC'yi tanıttı. IBM firmasının tanıttığı bu bilgisayar, Intel mikro işlemciye sahipti. İşletim sistemi olarak da Microsoft'un lisansına sahip olduğu DOS işletim sistemini kullanıyordu. Apple Bilgisayar 1983 yılında Macintosh'u tanıttı ve bilgisayarın kolay kullanımında bir devrim yarattı. Microsoft firması, bir işletim sistemi olarak Windows'un ilk sürümü olan 1.0 sürümünü piyasanın kullanımına sundu. 1984'lerde IBM, PC AT adlı yüksek performanslı, Intel'in 80286 mikro işlemcisini kullanan ikinci kuşak bilgisayarını satışa çıkardı. 1990 başlarında Microsoft firması Windows 3.0 piyasaya çıkardı. 1991'de Notebook PC'ler piyasaya çıktı. 1994'de Intel 486 DX4 işlemcisini çıkardı. 2000'li yıllarda ise bilgisayarlar hacim olarak küçülmüş, hız, bellek ve teknik özellikleri bakımından oldukça yüksek kapasitelere ulaşmıştır [4,6]. Yazılım ve donanım olmak üzere iki öğeden oluşan bilgisayar teknolojisi çağımızın en önemli icadı olduğu söylenebilir.

2. İnternetin Tarihi

Yeni iletişim teknolojilerinin temelini oluşturan bilgisayar teknolojisinin temeli sayısal tekniğe dayanmaktadır. Türkçeye sayısal olarak çevrilen, İngilizce "digital" kelimesi Latincede "parmak" anlamına gelen "digitus"dan türetilmiştir. Çünkü bir bilgisayar da her soruya parmaklarını sayan bir çocuk gibi yanaşmaktadır. Bilgisayarların basit ikili sistemde çalışmalarından dolayı günümüzdeki bilgisayar egemenliğine, sayısal sistemin egemenliği denilmektedir. Bilgisayarlar karşı etkileşimli ortamın günümüzde ulaştığı son noktadır ve hemen hemen her alanda kullanılmaktadır [8]. Bilgisayarların hayatımızda bu kadar etkinleşmesini sağlayan en önemli faktörlerden biri internettir.

İnsanların her türlü bilgiye çok kısa bir zamanda ulaşmasını ve diğer insanlarla çok hızlı bir şekilde iletişim kurabilmesini sağlayarak insan yaşamına önemli katkılar getiren bir iletişim aracı olan internet; İngilizce "Interconnected Networks" (kendi aralarında bağlantılı ağlar) kelimelerinin kısaltmasıdır [9]. İnternet; dünya genelindeki bilgisayarları birbirine internet protokolü ağı ile bağlayarak, aralarında iletişim kuran, belge paylaşımı, bilgi paylaşımı vb. sağlayan bir ağ sistemidir.

Son yıllarda kullanımı inanılmaz bir hızla artan ve günümüzde tüm dünyayı saran internetin temeli Amerika Birleşik Devletleri ve Rusya arasındaki rekabete dayanmaktadır. 1957'de Sovyetler Birliği'nin Sputnik I uydusunu fırlatması, silahlanma yarışında öne geçme gayretleri ABD'de ARPA ajansının kurulmasına yol açmıştır. Amerikan Savunma Bakanlığı'na bağlı ARPA Ajansı, başlangıçta, uzaya uydu fırlatmış Sovyetler Birliği'nden gelebilecek nükleer bir saldırı karşısında Amerika'yı korumak ve ileri düzey teknolojik araştırmalar yapmak amacıyla kurulmuştur [10]. Teknoloji yarışı ve nükleer kaygılarla başlayan internetin tarihi, bilgisayar araştırmacılarının 1960'ların ortasından itibaren düşündükleri paket-anahtarlama (paketswitched) şebekelerine dayanmaktadır. İnternetin baş döndürücü gelişimindeki önemli tarihleri şu şekilde sıralanabilir:

ABD'de 1969 yılında tüm ülkeye yayılabilecek bir askeri bilgisayar ağı tasarlanmış ve ARPA projesi bu ağı destekleyerek ARPANET adını almıştır. Soğuk savaş döneminin ürünü ve başlangıçta sınırlı bir şebeke olan ARPANET (Amerikan Savunma Bakanlığı Araştırma Projesi), savunma kaynaklarını geliştirecek askeri bilgilerin depolanması ve bir saldırı karşısında sistemin bütününün çökmesini önleyecek bir tedbir sistemi olarak kurulmuştur [11].

Farklı arayüz ve farklı dillerde çalışan bilgisayarların, ortak arayüz mesaj işlemcileri sayesinde bilgi paylaşımının mümkün olabileceğinin fikriyle ilk paket bilgi,1969'da California Üniversitesi'nin Los Angeles kampusuna ulaşmıştır. Benzer dillerin ortak kullanımı ile de sınırlı bir çevreden, geniş bir çevreye geçilerek, coğrafi olarak uzakta ve izole edilmiş araştırmacılar ve kaynaklar arasında işbirliği ve paylaşım sağlanmıştır [10,12].

Arpanet projesi kapsamında ilk bağlantı, 1969 yılında dört merkezle (University of California at Los Angeles (UCLA), Stanford Research Institute (SRI), University of Utah ve University of California at Santa Barbara (UCSB)) gerçekleştirilmiştir. Bundan sonra, elektronik posta, ağ haberleri gibi servisler belirli bir istikrara kavuşmuş, 80'li yıllarda ise ABD, İngiltere ve Japonya gibi akademik alanda İnternet yaygınlaşmaya başlayarak, Janet, NFS Net gibi ulusal akademik ağlar kurulmuştur [11].

Başlangıç dönemlerinde sadece uzmanların elektronik posta amacıyla kullanabildiği internet, 1991'de "world wide web'in (www)" icadıyla daha görsel bir temele dayanmış ve araştırmaların, bilgilerin paylaşılmasını kolaylaştırmak amacını taşımaya başlamıştır. İlk zamanlarda askeri amaçlı kullanılan bu ağın serbest kullanıma açılmasıyla internet kullanıcı sayısı katlanarak artmıştır [13,14].

1995 tarihinde yayınlanan bir bildiriyle tanımlanan "internet", asker ve hükümet kontrollü görünümünden uzaklaşmış, ticari rekabete ve özel girişimcilerin eline bırakılmıştır. Bu noktadan sonra İnternet'in yaygınlaşması da giderek hız kazanmıştır [15].

3. Türkiye'de İnternet

İnternet teknolojisi Türkiye'ye 1987 yılında Ege Üniversitesi'nin öncülüğünde kurulan, Türkiye Üniversite ve Araştırma Kurumları Ağı ile gelmiştir. Ancak ilk kez 12 Nisan 1993 tarihinde TUBİTAK (Türkiye Bilimsel ve Teknik Araştırma Kurumu), ODTÜ (Orta Doğu Teknik Üniversitesi-TR-NET) işbirliği ile DPT (Devlet Planlama Teşkilatı) projesi çerçevesinde ODTÜ'den Ankara-Washington arasında kurulan kiralık hat aracılığı ile yurtdışıyla sağlanan bağlantı sayesinde tanışılmıştır.

64 kbit/san hızındaki bu hat ODTÜ'den uzun bir süre ülkenin tek çıkışı olmuştur. Ardından sırasıyla Ege Üniversitesi (1994), Bilkent Üniversitesi (1995), Boğaziçi Üniversitesi (1996), İstanbul Teknik Üniversitesi (1996) bağlantıları gerçekleştirilmiştir [16]. 1996 yılı Ağustos ayında ise TURNET (Türkiye Ulusal İnternet Altyapı Ağı) çalışmaya başlamıştır. Ülkemizde üniversiteler öncülüğünde başlayan İnternet erişimi daha sonraları özel şirketler aracılığıyla devam etmiştir.

4. Dünya' da ve Türkiye' de İnternet Kullanımı

İnternet; bilgi, haberleşme, ticaret ve iletişim aracı olarak yaşamın her alanına girmiş bir bilişim teknolojisidir. Ortaya çıkış amacı bilgiye güvenli, hızlı, ucuz ulaşmak ve iletişimi kolaylaştırmak olmasına rağmen günümüzde birey ve toplum üzerinde önemli değişimlere neden olan bir araç haline gelmiştir. Türkiye'de ve dünyada internet kullanımı giderek artmakta, özellikle gençler/öğrenciler yoğun bir şekilde ilgi göstermektedir.

Yapılan araştırmalardan elde edilen istatistiksel verilere göre 2000 yılında dünyada 360.985.492 internet kullanıcısı bulunmaktaydı. Internet Word Stats, internet araştırmalarında önde gelen kuruluşların (CIA, ITU, IWS, eTForcasts, Nielsen/NR vb.) 2017 verilerine dayanarak verdiği bilgilere göre, tüm dünyada internet kullanıcı sayısı yaklaşık 3 milyar 732 milyon (%49.6) kişiye ulaşmıştır[17]. 2000-2017 yılları arasındaki internet kullanımı artış oranı ise %933.8 olmuştur. Aynı araştırmada Türkiye'de internet kullanıcı sayısı yaklaşık 46 milyon 283 (%59,6) kişi olduğu bildirilmektedir. Türkiye İstatistik Kurumu (TUİK) verilerine göre ise, Türkiye'de internet kullanan bireylerin oranı %61.2'dir. Bu oranın ergen/öğrencilerde diğer yaş gruplarına göre daha yüksek olduğu bildirilmektedir [18,19].

5. Bağımlılık ve İnternet Bağımlılığı

Bağımlılık, "bir maddeyi kullanmayı bırakamama ya da bir davranışı kontrol edememe durumu" şeklinde tanımlanmaktadır [20]. Bağımlılık (addiction) genel anlamda ilaç almayı içerir ve resmi anlamda bağımlılık tanımı ilaç içme konusuna yönelmiştir. Bu genel tanımlamalara rağmen diğer bazı davranışların da (örneğin kumar, alkol, bilgisayar oyunları oynama) bağımlılık yaratabileceği görüşü giderek yaygınlık kazanmaktadır [21]. Bağımlılık sadece madde bağımlılığı olarak algılanmamalıdır davranışsal bağımlılıklarda

bulunmaktadır [22]. Yeme, alışveriş, seks, bilgisayar, internet, televizyon ve oyun bağımlılığı davranış tabanlı bağımlılıklardandır [21,23].

İnsanlar bağımlılığın genellikle uyuşturucu ya da alkol gibi maddeleri içerdiğini düşünürler. Kontrol edilemeyen alışkanlık veya uygulamalar da bağımlılık olarak tanımlanır. Bu anlamda, gelişen teknolojilere bağlı olarak ortaya çıkan aşırı internet kullanım davranışlarını betimlemek için teknolojik bağımlılık kavramı da kullanılmaya başlanmıştır [24,25]. İnternetin aşırı [26] ya da problemli kullanılması [27,28] ve haftanın en az 8,5 ile 21,5 saatinin çevrimiçi geçirilmesi [29] bağımlılık olarak değerlendirilmektedir. Teknolojik bağımlılık türlerinden olan internet bağımlılığı [30,31], oyun bağımlılığı [32,33], siberseks bağımlılığı [34], çevrimiçi bağımlılığı [35], sosyal ağ bağımlılığı [36], mobil telefon bağımlılığı [37,38], facebook bağımlılığı [39], twitter bağımlılığı [40], sosyal medya bozukluğu [41] ve sosyal medya bağımlılığı [39] davranışsal bağımlılıklar çerçevesinde araştırılan konular olup gelişen teknoloji ile birlikte önem kazanmaktadır.

Türkçe'de genellikle "internet bağımlılığı" olarak kullanılan kavram, uluslararası alan yazına Goldberg'in şaka amaçlı yolladığı bir e-posta ile 1996 yılında girmiştir [42]. İnternet bağımlılığı (internet addiction) kavramı zaman içerisinde farklı klinisyen ve araştırmacılar tarafından değişik şekillerde adlandırılmıştır. Bu kavramlar "patolojik internet kullanımı (pathological internet use)" [28], "problemli internet kullanımı (problematic internet use)" [43,44], "internet bağımlılığı bozukluğu (internet addiction disorder)" [45], "internet istismarı (internet abuse)" [46], "aşırı internet kullanımı (excessive internet use)" [47] şeklinde alan yazında yer almaktadır.

İnternet bağımlılığı ile yapılan gözlemlerin sonucunda, belirlenen tanı ölçütlerinin madde bağımlılığıyla benzer özelliklerinin olduğu gözlenmiştir. Bu bilgiler doğrultusunda patolojik düzeyde internet kullanımı genel olarak teknolojik bağımlılıklar başlığı altında ele alınmaktadır[48]. İnternet bağımlılığı, patolojik internet kullanımı (PİK), aşırı internet kullanımı ya da uygun olmayan internet kullanımı; genel olarak internetin aşırı kullanılması isteğinin önüne geçilememesi, internete bağlı olmadan geçirilen zamanın önemini yitirmesi, yoksun kalındığında aşırı sinirlilik hali ve saldırganlık olması ve kişinin iş, sosyal ve ailevi hayatının giderek bozulması olarak tanımlanabilir. Çalışmalarda yukarıdaki tanımlamaların hangisinin kullanılacağına dair bir uzlaşı olmadığı için, ilgili bölümde bu terimler bazen birbirinin yerine geçecek şekilde kullanılmıştır [22,48,49].

Akademisyenler arasında tartışmaya yol açan internet bağımlılığı terimi, ilk kez Kimberly S.Young tarafından Amerikan Psikoloji Derneği'nin 1996'da gerçekleştirilen yıllık toplantısında tanımlanmıştır[50]. Son yıllarda yapılan araştırmalarda da benzer eleştirilerin literatüre girmesiyle, internet bağımlılığı terimi akla yatkın bir rahatsızlık (hastalık, bozukluk) olarak kabul edilmeye [21,51] başlanmıştır.

Young, internet bağımlılığını tanımlarken "patolojik kumar oynama" kriterlerini temel almıştır [27,48,52]. Young'ın tanımladığı 8 kriterden 5 tanesinin yaşanması durumunda kişi bağımlı olarak nitelendirilebilmektedir [52]. İnternet bağımlılığını teşhisle ilgili 8 kriter ise, Amerikan Psikiyatri Birliği'nin 1994 yılında yayınlanan, DSM IV (Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders) kısaltmasıyla isimlendirilen Mental Bozuklukların Tanımsal ve Sayısal El Kitabı listesinden uyarlanmıştır. Uyarlanan kriterler aşağıdaki gibidir:

- İnternet ile ilgili aşırı zihinsel uğraş,
- İnternete bağlı kalma süresinde artışa ihtiyaç duyma,
- İnternet kullanımını azaltmaya yönelik başarısız girişimlerde bulunma,
- İnternet kullanımının azaltılması durumda yoksunluk belirtileri (huzursuzluk, disfori vb.),
- Zamanı (günlük aktiviteleri) programlama ile ilgili sorunlar,
- Aşırı internet kullanımı nedeniyle çevre ile problemler (aile, okul, iş, arkadaşlar)
- İnternette bağlı kalabilmek veya bağlanabilmek için dürüst olmayan girişimlerde bulunmak (yalan söylemek, hırsızlık yapmak),
- İnternete bağlanıldığı süre içerisinde duygulanımda değişikliğin olması [10,53].

Buna ek olarak Griffiths [21] internet bağımlılığını teknolojik bağımlılığın bir çeşidi olarak değerlendirmiş ve aşağıda belirtilen ölçütleri karşılayan davranışı bağımlı davranış olarak tanımlamıştır [54].

- *Dikkat çekme:* Belirli bir eylem, kişinin yaşamında ya da düşüncelerinde en önemli şey haline geldiğinde ortaya çıkar. Düşüncelere (zihinsel meşguliyet ya da bilişsel çarpıtma), duygulara şiddetli istek ve davranışa (sosyalleşmiş davranış bozuklukları) hakim olur. (Örneğin, internet kullanıcıları, internette olmasalar bile bağlanacakları zamanı düşünürler).
- *Duygudurum değişikliği:* Bu durum, belirli bir etkinlik ile uğraşma sonucu kişinin belirttiği öznel deneyimlerdir ve bir baş etme stratejisi olarak görülebilir. (Örneğin, internete bağımlı kişilerde, internete bağlandıklarında bir "canlanma" görülmektedir).
- *Tolerans:* İstenen etkiyi yaşamak için, özel eylemin miktarının arttırılması ya da bu aktivite için harcanan zamanın giderek arttırılması süreci. (Örneğin, bir internet kullanıcısının başlangıçta daha az sürede elde ettiği duygu-durumunu elde edebilmesi için internette kaldığı süreyi arttırması).
- *Yoksunluk:* Bunlar belirli bir eylem devam etmediğinde ya da aniden kesildiğinde ortaya çıkan, hoş olmayan duygular ya da fiziksel etkilerdir. (Örneğin, bir internet kullanıcısının internete girmesi engellendiğinde titreme, huzursuzluk, sinirlilik yaşaması).
- *Çatışma:* Bağımlı kişiler ile çevresindekiler arasındaki kişilerarası çatışmalar, iş, sosyal yaşam ve hobilerde yaşanan değişiklik, çatışmalar ya da kişinin kendi içsel çatışmaları
- *Nüks:* Belli bir aktivitenin daha önceki örüntüleriyle tekrar oluşması eğilimidir ve yıllar süren kaçınma ya da kontrolden sonra tekrar bağımlılığın en uç düzeyine dönülmesidir.

Davranış bağımlılıkları altında yer alan teknolojik bağımlılıklar kimyasal olmayan davranışsal bağımlılıklar şeklinde tanımlanmış olup insan-makine etkileşimine dayanmaktadır. Bu kapsamda incelenen teknolojik bağımlılıklar içerisinde internet bağımlılığı, bilgisayar, cep telefonu, medya ve televizyon bağımlılığı bulunmaktadır. Televizyon izleme şeklinde pasif bağımlılıklar gibi, bilgisayarda oyun oynama şeklinde aktif bağımlılıklar görülebilmektedir [21].

6. Sonuç

Teknoloji çağı olarak adlandırabileceğimiz 21. yüzyılda bilgisayar ve internet kullanımı artık hayatın vazgeçilmez gereçleri haline gelmiştir. Gerek bilgi çağı, internet çağı vb. kavramlar ile güdülenen toplumlar gerekse internetin yaşamın birçok alanına hakim olmaya çalışması, internete olan ilgiyi daha da arttırmaktadır. İnternete yönelik olumlu tutumların oluşmasının nedenleri arasında; internetin çağdaş yaşamın bir gereği olarak görülmesi, internetin akademik başarıyı arttırdığının düşünülmesi ve internetin aile ilişkilerini olumsuz etkilediğine inanmadıkları olarak sayılabilir [55].

İnternetin temel ortaya çıkış amacı iletişimi arttırmak ve bilgi paylaşımını kolaylaştırmaktı. Ancak, internetin sunduğu olanakların fazla olması ve buna bağlı olarak hızlı yaygınlaşması, aşırı kullanıma ve yeni bir bağımlılık türü olarak nitelenebilecek internet bağımlılığına yol açmaya başlamıştır. İnternet bağımlılığı problemi daha ziyade bu teknolojiye daha hakim olan gençlerde ve çocuklarda daha fazla görülmektedir ve artık aileler çocuklarının internet kullanımının yol açtığı sorunlar nedeniyle bu bozukluğun tedavisini yapabilecek merkezlerin arayışına girmeye başlamıştır. ABD'de artık bu bozuklukla ilgili tedavi merkezleri oluşturulmuş ve hızla bu konuda deneyimli klinisyenlerin yetiştirilmesine başlanmıştır. Bu bağlamda Türkiye'de de "internet bağımlılığı" sorununun giderek artmaya başlayabileceği ve klinisyenlerin bu durumla daha sık karşılaşmaya başlayabilecekleri düşünülebilir. Bu nedenle, klinisyenlerimizin bu bozukluk konusunda yeterli bilgiye sahip olmaları ve bu bozukluğu tanımaları ve uygun tedavi yaklaşımları sergilemeleri büyük önem arz etmektedir [12].

İnternetin olumlu etkilerinin yanında sağlık, okul, aile, zaman yönetimi, finansal ve hoşgörü ile ilgili problemler gibi olumsuzluklarının da geniş alanlara yayıldığı görülmektedir. İnternet bağımlılığının önlenmesi konusunda bağımlı bireye, bireyin ailesine ve topluma birtakım görev ve sorumluluklar düşmektedir. Özellikle bireyin bağımlı olduktan sonraki tedavi sürecindense, bağımlı olmadan bu durumun önlenmesi daha fazla önem taşımaktadır. Bu açıdan, başta toplum genelinde birtakım kullanım politikaları geliştirilmelidir. İnternet erişiminde eşitliğin sağlanması, internetin sosyal etkisi açısından alınması fayda

getirecek bir önlem olarak düşünülmektedir. Ancak toplumun bireylere sağladığı internet erişimindeki kolaylık ve ucuzluklar bireylerin internete yönelimini daha fazla arttırabilecektir. Bu yüzden aile, okul, intenet kafe gibi bireyin internete eriştiği yerlerde kullanım miktarı ve kullanım amacı konusunda kontroller sağlanmalıdır.

Bireylerin internet ile olan ilişkilerinin tamamıyla engellenmesi ve bu teknolojiden uzaklaştırılması, internetin yaratacağı risklere karşın yine de düşünülemez. Ancak her geçen gün fonksiyonları artan bu teknolojinin ölçülü ve doğru bir şekilde kullanımı bireyin kendisi, ailesi ve toplum tarafından sağlanabilir.

Kaynaklar

[1] Çağıltay, K., "İnternet". Ankara: ODTÜ Yayıncılık, (1997).
[2] Güngör M., "Donanım ve Ağ Yapıları", Eğitim Teknolojileri Bilgisayar, Demirbaş M. ve Bulut Y., 1-27, MEB Eğitim Teknolojileri Genel Müdürlüğü, Ankara, (2003).
[3] Gürkan O., "Yeni Başlayanlar İçin Bilgisayar", Ankara: Nirvana Yayınları, (2005).
[4] Bal, H. Ç., Bilgisayar ve İnternet Kullanımı, Trabzon: ABP Yayınevi, (2006).
[5] Cantürk, G., "Bilgisayar Teknolojisinin Okul Yönetiminde Kullanımında, Okul Yöneticilerinin Bilgisayar Teknolojisine Karşı Tutumları İle Kullanma Düzeyleri Ve Öğretmenlerin Bilgisayar Teknolojisini Kullanma Düzeyi: Antalya İli Örneği". Akdeniz Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Antalya, (2007).
[6] Özgüller, M., "Bilgisayar Donanımı -Yapısı, Elemanlar, Yardımcı Yazılımlar". Trabzon: Abp Yayınevi, (2005).
[7] Üçüncü H., "Herkes İçin Bilgisayar". İstanbul: Alfa Basım Yayım, (2004).
[8] Doğan, H., "Karşı Etkileşimli Pazarlama". Isparta: Fakülte Kitabevi, (2001).
[9] Odabaşı, F., Birinci, G., Kılıçer, Şahin, M.C., Akbulut, Y. ve Şendağ, S., "Bilgi İletişim Teknolojileri ve İnternet'le Kolaylaşan Akademik Usulsüzlük". Sosyal Bilimler Dergisi 1: 503-518, /2007).
[10] Işık, U., "Medya Bağımlılığı Teorisi Doğrultusunda İnternet Kullanımının Etkileri ve İnternet Bağımlılığı". Yayımlanmamış Doktora Tezi. Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Konya, (2007).
[11] İçel, K., "Kitle Haberleşme Hukuku". İstanbul: Beta Basım Yayım Dağıtım A.Ş., (1998).
[12] Arısoy, Ö., "İnternet Bağımlılığı ve Tedavisi". Psikiyatride Güncel Yaklaşımlar, 1:55-67, (2009).
[13] Briggs, A. ve Burke, P., "A Social History of the Media from Gutenberg to the Internet". Cambridge: Polity, (2002).
[14] Bölükbaş, K., "İnternet Kafeler ve İnternet Bağımlılığı Üzerine Sosyolojik Bir Araştırma: Diyarbakır Örneği", Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Dicle Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Diyarbakır, (2003).
[15] Saatçi, A., "Bilgi Teknolojisindeki Gelişme ve Yarattığı Bilgi Devriminin Ulaştığı Boyutlar". Gelişen Bilgi Teknolojisi ile Güvenlik Politikası ve Stratejileri Arasında Etkileşim ve Yönlendirme Sempozyumu, 9-11.03.2005, İstanbul, (2005).
[16] Karaduman, M., "İnternet ve Gazetecilik, Yeni İletişim Teknolojileri ve Medya". İstanbul: IPS İletişim Vakfı Yayınları, (2003).
[17] Internet World Stats, "Internet World Stats. Usage and population statistics", (2017). Online http://www.internetworldstats.com.
[18] Şahin, C. ve Yağcı, M., "Sosyal Medya Bağımlılığı Ölçeği- Yetişkin Formu: Geçerlilik ve Güvenirlik Çalışması. Ahi Evran Üniversitesi Kırşehir Eğitim Fakültesi Dergisi (KEFAD), 14(1): 523-538, (2017).
[19] Türkiye İstatistik Kurumu (TUİK), "Hane Halkı Bilişim Teknolojileri Kullanımı Araştırması". Online http://www.tuik.gov.tr, (2016).
[20] Egger, O. ve Rauterberg, M., "Internet Behaviour and Addiction". Unpublished master's thesis, Work & Organisational Psychology Unit (IfAP), Swiss Federal Institute of Technology (ETH), Zurih, (1996).
[21] Griffiths, M., "İnternet Bağımlılığı: Gerçek mi? Kurgu mu?" (Çev. Kazım Alat), Türk Psikoloji Bülteni, 5(13), 46-53, (1999).
[22] Griffiths, M., "Internet Addiction-Time to be Taken Seriously" Addiction Research, 8(5): 413-418, (2000).

[23] Kim, S., ve Kim, R., "A Study of İnternet Addiction: Status, Causes, and Remedies". Journal of Korean Home Economics Association English Edition. 3(1): 1-19, (2002).
[24] Kuss, D. ve Griffiths, M., "Internet Gaming Addiction: A Systematic Review of Empirical Research". International Journal of Mental Health Addiction, 10, 278-296, (2012).
[25] Turel, O. ve Serenko, A., "The benefits and dangers of enjoyment with social networking websites". European Journal of Information Systems, 21: 512–528, (2012).
[26] Ceyhan, E., Ceyhan, A.A. ve Gürcan, A., "Problemli İnternet Kullanımı Ölçeği'nin Geçerlik Çalışmaları". Kuram ve Uygulamada Eğitim Bilimleri, 7(1): 387- 416, (2007).
[27] Young, K.S. ve Rodgers, R.C., "The relationship between depression and Internet addiction". Cyberpsychol Behavior, 1: 25-28, (1998).
[28] Davis, R. A., "A cognitive-behavioral model of pathological Internet use. Computers in Human Behavior". 17(2): 187-195, (2001).
[29] Yang, S. C. ve Tung, C., "Comparison of İnternet Addicts and Non-Addicts in Taiwanese High School". Computers in Human Behavior, 23: 79-96, (2004).
[30] Young, K. S. "Internet Addiction: A New Clinical Phenomenon and İts Consequences". American Behaviour Scientist, 48: 402- 415, (2004).
[31] Şahin, C., "An Analysis of İnternet Addiction Levels of İndividuals According to Various Variables". The Turkish Online Journal of Educational Technology, 10(4): 60-66, (2011).
[32] Griffiths, M.D. ve Hunt, N., "Computer Game "Addiction" in Adolescence? A brief Report". Psychological Reports, 82: 475–480, (1998).
[33] Horzum, M. B., "Examining Computer Game Addiction Level of Primary School Students in Terms of Different Variables". Education and Science, 36(159): 56-68, (2011).
[34] Schwartz, M.F. ve Southern, S., "Compulsive Cybersex: The New Tea Room". Sexual Addiction & Compulsivity 7(1-2): 127–144, (2000).
[35] Tüzer, V., "İnternet, Siberseks ve Sadakatsizlik". Psikiyatride Güncel Yaklaşımlar, 3(1): 100-116, (2011).
[36] Griffiths M.D., "Social Networking Addiction: Emerging Themes and Issues". Journal of Addiction Research & Therapy, 4(5): 1-2, (2012).
[37] Bianchi, A. & Philips, J. G., "Psychological Predictors of Problem Mobile Phone Use", Cyber Psychology and Behavior, 8: 39-51, (2005).
[38] Fidan, H., "Mobil Bağımlılık Ölçeği'nin Geliştirilmesi ve Geçerliliği: Bileşenler Modeli Yaklaşımı". Addicta: The Turkish Journal on Addictions, 3: 433–469, (2016).
[39] Andreassen, C.S., Torsheim, T., Brunborg, G.S. & Pallesen, S., "Development of a Facebook Addiction Scale 1, 2". Psychological Reports, 110(2): 501-517, (2012).
[40] Saaid, S. A., Al-Rashid, N. A. A. ve Abdullah, Z., The impact of addiction to twitter among university students. Future Information Technology. New York: Springer; ss. 231-236, (2014).
[41] Van den Eijnden, R.J., Lemmens, J.S. ve Valkenburg, P.M., "The Social Media Disorder Scale: Validity and Psychometric Properties". Computers in Human Behavior, 61:478-487, (2016).
[42] Goldberg, I., Goldberg's Message, (1996). Erişim tarihi 15.08.2017, http://wwwusr.rider.edu/~suler/psycyber/supportgp.html
[43] Caplan, S. E., "Problematic Internet Use and Psychological Well-being: Development of a Theory-based Cognitive-behavioral Measurement İnstrument". Computers in Human Behavior. 18: 553-575, (2002).
[44] Kaltiala-Heino, R., Lintonen, T. ve Rimpela, A., "Internet Addiction? Potentially Problematic Use of The Internet in a Population of 12-18 Year Old Adolescents". Addict Res Theory, 12: 89-96, (2004).
[45] Gonzalez, N. A., "Internet Addiction Disorder and Its Relation To Impulse Control". Unpublished master's thesis, Texas A&M University – Kingsville, (2002).
[46] Young, K.S. ve Case, C.J., "Internet abuse in the workplace: new trends in risk management". Cyber Psychology & Behavior. 7(1):105-111, (2004).
[47] Yang, C.K., Choe, B.M., Baity, M., Lee, J.H. ve Cho, J.S., "SCL-90-R and 16PF Profiles of Senior High School Students With Excessive Internet Use". Can J Psychiatry, 50:407-414. 2005.
[48] Young, K. S., "Internet Addiction: The Emergence of a New Clinical Disorder" CyberPsychology and Behavior, 1(3): 237-244, (1996).

[49] Şahin, C. ve Korkmaz, Ö., "İnternet Bağımlılığı Ölçeğinin Türkçeye Uyarlanması". Selçuk Üniversitesi Ahmet Keleşoğlu Eğitim Fakültesi Dergisi, 32: 101-115, (2011).
[50] Lengel, L., "Computer Mediated Communication : Social Interaction and the Internet", GBR: Sage Publications, (2004).
[51] Morahan-Martin, J. ve Schumacher, P., "Loneliness and Social Uses of the Internet". Computers in Human Behavior, 19(6): 659-671, (2003).
[52] Young, K. ve Rodgers, C., "The Relationship Between Depression and Internet Addiction". CyberPsychology and Behavior. 1(1): 25-28, (1998).
[53] Bozkurt, H., Şahin, S. ve Zoroğlu, Z., "İnternet Bağımlılığı: Güncel Bir Gözden Geçirme". Journal of Contemporary Medicine, 6(3): 235-247, (2016).
[54] Odabaşı, F., "Parent's Views on İnternet Use". The Turkish Online Journal of Educational Technology, 4(1): 38-45, (2005).

BİLGİSAYAR BİLİMİ VE MÜHENDİSLİK ALANINDAKİ TEKNOLOJİK GELİŞMELERDEN: ÇEŞİTLİ YÖNLERDEN BİLGİSAYAR OYUNLARI

TECHNOLOGICAL DEVELOPMENTS IN COMPUTER SCIENCE AND ENGINEERING: COMPUTER GAMES WITH THEIR VARIOUS ASPECTS

Cengiz Şahin[a], Hatice Kumcağız[b]
Ahi Evran Üniversitesi, Kırşehir/Türkiye, csahin40@gmail.com
Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Samsun/Türkiye, haticek@omu.edu.tr

Özet

Son yıllarda bilgisayar bilimi ve mühendislik alanında teknolojinin ilerlemesiyle birlikte bilgisayar oyunları bireylerin hayatında giderek yaygın bir yere sahip olmaya başlamıştır. Bilgisayar oyunları bireylerin motivasyonu ve akademik başarısını artırmak, öğrenimine katkı sağlamak için eğitimde sıklıkla kullanılmaya başlanmıştır. Eğitim amacıyla öğrenme alanında kullanılmak üzere bilgisayar bilim alanında birçok oyunlar geliştirilmiştir Bunun yanısıra bilgisayar oyunları keyif verici bir etkinlik olarak eğlenmek amacıyla özellikle çocuklar ve gençler arasında yaygın olarak kullanılmaktadır. Son yıllarda giderek çeşitliği artan bilgisayar oyunlarının bu olumlu özelliklerine karşın geniş bir kitle tarafından biyolojik ve psikolojik olarak olumsuz yönleri vurgulanmıştır. Biyolojik olarak hiperaktivite, göz kuruluğu, görme kaybı, baş ağrısı, sürekli yorgun ve uykulu olma hali gibi bozukluklara neden olabildiği; psikolojik olarak ise şiddet eğilim, kaygı artışı ve antisosyal davranışlar gösterme gibi eğilimin olduğu belirtilmiştir. Patolojik bir davranış bozukluğu olarak adlandırılan bilgisayar oyun bağımlılığı ile ilgili çalışmalarda bilgisayar oyun bağımlılığının zihinsel sağlık sorunlarını ortaya çıkarmasının yanısıra fiziksel sağlık sorunları ve akademik gelişimi de olumsuz yönde etkilediği belirtilmektedir. Bu bağlamda yapılan çalışmanın amacı, bilgisayar bilimi alanındaki önemli teknolojik gelişmelerden biri olan bilgisayar oyunlarının olumlu ve olumsuz yönlerine vurgu yaparak bilgisayar oyun bağımlılığının gelişmemesi için alınması gereken önlemleri ortaya koymaktır. Bu kapsamda konuya ilişkin literatür taraması yapılarak, edilen bulgularla konu açıklığa kavuşturulmaya çalışılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Bilgisayar bilimi, Bilgisayar oyunu, Teknolojik gelişme, Oyun bağımlılığı.

Abstract

During recent years, computer games have begun to take up a larger portion of individuals' daily lives as a result of technological improvements in computer science and engineering. Computer games are also often used to increase academic success and motivation among individuals and to contribute to education. A large number of computer games have been designed for educational purposes. Additionally, they are played most commonly by children and the young for entertainment purposes. Despite their wide use and positive features, their biological and psychological influences have also been widely examined in recent years. Over-use of computer games may result in biological disorders such as hyperactivity, xerophthalmia, vision loss, headache, fatigue and somnolence in addition psychological disorders such as violent tendencies, increases in anxiety and antisocial behavior. Characterized as a pathological behavior disorder, computer game addiction was found to be in relation with the emergence of mental health problems as well as their negative effects on physical health and academic development. In this sense, the aim of this study is to determine the most effective precautions against computer game addiction through emphasizing the positive and negative sides effects of computer games which are one of the most prominent technological developments in computer science. With this aim, the literature review has been completed, and the related findings were used to highlight these issues.

Key Words: Computer science, Computer game, Technological development, Game addiction.

1. Giriş

Günümüzde kullanılan teknolojik ürünlerin pek çoğu insan hayatını kolaylaştıran ve insan hayatının değişmez parçası haline gelmiş araçlardır. Bu araçlar arasında bilgisayarın özel bir yeri bulunmaktadır. Bilgisayar, internet ve oyun evden işe, eğlenceden günlük hayata ve paylaşıma, eğitimden boş zamanı değerlendirmeye kadar kısacası insan hayatının her alanında yer almaktadır [1]. Aynı zamanda bilgisayarlar aracılığıyla üstün düşünce gücü ve en üstün eğitim materyalleri geliştirilerek küresel pazara sunulmaktadır[2]. Büyük ve yoğun insan toplulukları, aşırı hareket, dinamizm, hızlı değişim, bilimsellik ve ileri teknoloji çağımızı karakterize eden başlıca niteliklerdir. Gelişen toplumlarda insan her an değişen teknolojik dünyada yaşamak ve çok çeşitli teknolojilere uyum sağlamak zorundadır. Bu yüzden, eğitim-öğretim ve öğretme- öğrenmede çağın bilgi artışı, bireyin öğrenme isteği yeteneğini geliştirme çabaları ilgi alanlarında kendi öğrenme hızına göre ilerleme isteği, alternatif eğitim olanakları ortaya çıkmıştır.

Bilişim ve teknoloji çağı olarak da nitelendirilen 20. yüzyılın son çeyreğinde, bilgisayar ve bilgisayar teknolojisinde büyük gelişmeler kaydedilmiştir. Özellikle bilgisayar ağları üzerinden yapılan iletişimde çok büyük gelişmeler kaydedilmiştir. İletişim için geliştirilen yazılım ve donanımsal araç ve gereçlerin görselliğini de işe katarak gerçek anlamda sanal bir ortam oluşturulmaya çalışılmıştır. Geliştirilen bu sanal ortamlar, birçok alanda olduğu gibi eğitim alanında da öğretme ve öğrenmeyi sağlamada, önemli bir uygulama alanı olarak ortaya çıkmıştır [3]. Bilindiği gibi bilgi çağında ve bilgi toplumunun oluşmasında şüphesiz en önemli rol bilgisayar teknolojisi ve bunun türevi olan internete aittir. Bilgisayar ve özellikle internet teknolojisi son yıllarda günlük hayatımızı etkileyen en önemli icatlardan birisidir. Bu etkileme teknoloji, bilim, ticaret, devlet hizmetlerinin sunumu alanında olduğu kadar aile ilişkilerimizi de kapsamaktadır [4].

Küreselleşme süreci ile insanlık yeni bir döneme girmiştir. Bilgi çağı olarak adlandırılan içine girdiğimiz bu dönem, her yönden insanlığı etkilemiştir. Telekomunikasyon ve bilgisayar teknolojilerinin gelişmesi, özellikle internetin yaygınlaşması ile en büyük değişim iletişim alanında olmuştur [5]. Bilgisayar teknolojilerinin gelişmesi ile iletişimin yanı sıra birçok alanda insanların yaşantısını etkileyen bilgisayarı ilgi çekici kılan özel bir yönü, bilgisayar oyunlarıdır. Geçtiğimiz yılları incelediğimizde bilgisayar oyunlarının önemli bir endüstri sektörü haline geldiğini görmekteyiz [6]. Bilgisayar oyunlarının önemli bir endüstri sektörü olmasının en önemli nedeninin arz talep meselesi olduğu düşünüldüğünde, bu büyük sektörün dikkate alınması gerekmektedir. Bilgisayar kullanımların önemli bir bölümünü eğlence ve boş zamanları değerlendirmenin oluşturduğu gözlenmektedir. Sanal ortamlardaki eğlence denildiğinde bilgisayar, internet ve oyun üçlüsünü birbirinden ayırt etmek oldukça zordur. Ancak günümüzde eğlence ve boş zamanları değerlendirme anlamında kullanılan bilgisayar oyunları çocuklar, ergenler ve yetişkinler için sıklıkla başvurulan bir etkinlik haline gelmiştir [1].

Bilgisayarlar ve dolayısıyla internet pek çok alanda yaşamı kolaylaştırırken, oyun ve eğlence aracı olarak da bireylerin hayatında yaygın etki bırakmaktadır. Her geçen gün ileriye giden teknolojik gelişmeler ile geleneksel oyunların yerini bilgisayar oyunlarına bıraktığı görülmektedir [7,8]. Yapılan çalışmalarda, boş zamanlarını geçirmek, rahatlamak ya da stresten kaçmak gibi nedenlerle de bireylerin bilgisayar oyunlarını tercih ettikleri belirlenmiştir[9,10]. Oyun sektörünün hızlı bir şekilde büyümesi, oyun içeriklerinin yeterince denetlenememesi önemli gelişim evrelerinden olan çocukluk ve gençlik döneminde olan bireyleri çeşitli yönlerden tehdit etmektedir. Aşırı ve kontrolsüz şekilde bilgisayar kullanımı çocuk ve gençlerin psikolojik ve bedensel gelişimlerini, sosyal ilişkilerini olumsuz yönde etkileyerek akademik başarılarını düşürebilmektedir [11].

Bu bağlamda yapılan çalışmanın amacı, bilgisayar bilimi alanındaki önemli teknolojik gelişmelerden biri olan bilgisayar oyunlarının olumlu ve olumsuz yönlerine vurgu yaparak bilgisayar oyun bağımlılığının gelişmemesi için alınması gereken önlemleri ortaya koymaktır. Bu kapsamda konuya ilişkin literatür taraması yapılarak, edilen bulgularla konu açıklığa kavuşturulmaya çalışılmıştır.

2. Bilgisayar Oyunlarının Olumlu Yönleri

Bilgisayar teknolojisi kapsamında ortaya çıkan hızlı değişimler, insanlar arasında yaygınlığını hiçbir zaman yitirmemiş olan bilgisayar oyunlarını da doğrudan etkilemiştir. Günlük hayatın sorunlarını ve aktivitelerini çözmesi yanında, eğlence kültürünün de aracı haline gelen bilgisayar oyunlarını en son donanımsal ve yazılımsal teknolojilerle harmanlayarak sunması, hatta iletişim teknolojilerinden de yararlanarak çevrimiçi platformda hız kazanması, bilgisayarların insanlar arasında vazgeçilmez birer tutku haline gelmesini de sağlamıştır [12].

İnsanını her yaşta etkileyen bilgisayar sektörünün, özellikle çocuğun yaşamına getirdiği yeniliklerden birisi "dijital oyun" kavramıdır. Dijital oyunlar dünya üzerinde milyonlarca insanın içerisine dahil olduğu büyük bir pazar olarak da karşımızda çıkmaktadır [13]. Dijital oyunlar diğer bir ifade ile bilgisayar oyunları, zengin, karmaşık ve çoğunlukla büyük yazılım uygulamalarıdır. Yapılan yenilikçi araştırmalar ile yazılım mühendisliği teknikleri ve teknolojileri geliştikçe bilgisayar oyunları da günlük yaşamda birçok alanda olumlu yönde değişiklikler göstermektedir. Oyunları geliştirenler ister eğlence odaklı olsun, isterse eğlence dışında eğitim, sağlık, savunma veya bilimsel araştırma alanlarında ciddi ya da bir amaçla oynanan oyunlar olsun yaygın olarak en iyi mühendislik oyunların nasıl yazılacağı ile ilgilenmektedirler. Pek çok farklı oyun türü, oyun motoru ve oyun platformu bulunmaktadır [14].

Bilgisayarların fonksiyonları itibariyle ev ve işyerlerinde sıklıkla bulunması, sistem performansının diğer platformlara görece olarak daha yüksek olması ve oyunların ağırlıklı olarak bu platforma uygun olarak piyasaya sürülmesi gibi faktörler bilgisayarların oyun oynamak için daha çok tercih edilmesini beraberinde getirmiştir. Ayrıca bilgisayarların internet bağlantısıyla beraber oyunlara erişim ve edinme yollarının kolay olduğu araçlar olmasının yanı sıra ortaya çıkan dünya çapındaki erişim ağı, çevrimiçi oyun sektörünün çevrimdışı oynanabilen oyunların önüne geçmesine neden olmuştur. Özellikle internet bağlantısı ve çevrimiçi oyunlar aracılığıyla giderek artan ulaşılabilirlik her bir bireyi potansiyel olarak odağına almaktadır. Bunun neticesinde bilgisayar oyunları genç ve çocuklardan oluşan kitlenin yoğun olarak ilgi gösterdiği bir alan olarak karşımıza çıkmaktadır. Böylece Türkiye, ülkedeki çocuk ve genç nüfusun genel nüfusa oranı dikkate alındığında bilgisayar oyunu sektörünün önemli pazarlarından biri haline gelmiştir [15]. Çok kullanışlı çevrimiçi rol oynama oyunları günümüz dünyası için bir eğlence çeşidi ve sosyalleşme yöntemi haline gelmiştir. Benzer şekilde bilgisayar oyunları belli bir yere kadar çocuğun gelişim aşamasında içgüdüsel başarma ve ilerleme, gelişme ihtiyacını giderdiği, sayısal oyunların el-göz koordinasyonunu problem çözme yetisini kuvvetlendirdiği saptanmıştır [16].

Teknolojik gelişmelerde meydana gelen hızlı değişimler, insanlara kısa sürede bilgiye ulaşma ve var olan bilgileri paylaşma fırsatları sunmaktadır. Bu teknolojik gelişmeler arasında bilgisayar ve internet gibi araçlar yer almaktadır. Bilgisayar ve internet kullanımının zorunlu hale geldiği bu dönemde, bu teknolojik araçların amacının dışında kullanımları bazı problemleri de beraberinde getirmektedir. Bilgisayar ve internet teknolojisindeki gelişmeleri yakinen takip eden okul çağındaki gençlerin, internet ve bilgisayarı aşırı derecede kullanmaları onların psikolojik, fiziksel, akademik başarı ve sosyal ilişki durumlarını olumsuz yönde etkilemekte ve bu durum bu tür bireylerde bağımlılığa neden olabilmektedir [17].

Son yıllarda bilgisayar bilimi ve mühendislik alanında teknolojinin ilerlemesiyle birlikte bilgisayar oyunları bireylerin hayatında giderek yaygın bir yere sahip olmaya başlamıştır. Oyun çocuğun sosyokültürel, zihinsel, psikolojik ve biyolojik gelişime katkı sağlamaktadır. Aynı şekilde bilgisayar oyunları da bireylerin motivasyonu ve akademik başarısını artırmak, öğrenimine katkı sağlamak için eğitimde sıklıkla kullanılmaya başlanmıştır. Eğitim amacıyla öğrenme alanında kullanılmak üzere bilgisayar bilim alanında birçok oyunlar geliştirilmiştir [18,19,20,21,22].

3. Bilgisayar Oyunlarının Olumsuz Yönleri

Bilgisayar oyunlarının tarihsel süreci incelendiğinde, ilk ticari bilgisayar oyunlarından sonra grafik teknolojilerinin kaydettiği ilerlemeler sayesinde oyunların gerçek dünyanın sanal ortama aktarılması ile daha farklı ekonomik ve sosyal boyutlara ulaştığı görülmektedir. Bilgisayar oyunlarında meydana gelen hızlı

değişme ile bilgisayar oyun bağımlılığı artarak, bireylerin zamanlarının önemli bir kısmını bilgisayar başında geçirmesine neden olmuştur [13]. Çalışmalarda özellikle 10-19 yaş arasındaki erkek ergenlerin ergen kızlara göre problemli internet kullanımının yaygın olduğu bulunmuştur [23,24]. Bireyi olumsuz yönde etkileyen ve ciddi bir bozukluk olan bilgisayar oyun bağımlılığı giderek artmaktadır [25]. İlgili literatürde Hauge ve arkadaşlarının 607 ergen üzerinde yaptığı araştırmada video oyunlarını fazlaca oynayanların daha fazla fiziksel kavgalara karıştığı, arkadaşları ve öğretmenlerle fazlaca tartıştığı, akademik yönden daha düşük notlar aldığı görülmüştür. Ayrıca, aynı çalışmada video oyunu bağımlılığının, ergenlik çağında özellikle erkeklerde daha fazla görüldüğü sonucuna ulaşılmıştır [26].

Bilgisayar oyunlarının teknoloji ile paralel olarak gelişmesi, beraberinde oyunların aşırı şiddet veya cinsellik gibi unsurlar içermesi sebebiyle dikkat dağınıklığı, şiddeti normal görme şeklinde psikolojik sorunlara, oyunların bireylere farklı bir dünya yaratmasına bağlı olarak bireylerin günlük hayattan soyutlanması beraberinde bilgisayar bağımlılığının ortaya çıkması, bilgisayar bağımlılığının ortaya çıkmasıyla birlikte göz rahatsızlıkları, uykusuzluk dengesiz beslenme, epilepsi gibi çeşitli sorunları da beraberinde getirmiştir[27].

Bilgisayar oyunlarının aşırı kullanımı çocuk ve gençlerin biyo-psiko-sosyal sağlıkları önemli ölçüde zarar görmekte ve profesyonel destek mekanizmalarının eksikliği bireylerin rehabilitasyon ihtiyaçlarını cevapsız bırakmaktadır. Ayrıca cinsellik, saldırganlık, anarşi, bencillik, sözlü aşağılama ve hakaret içerikli oyunlar, bu oyunları oynayanların gerçek yaşantılarında da bu davranış ve tutumlara yatkın hale gelmelerine ve hatta bu davranışları sergilemelerine sebep olmaktadır [15]. Bunların yanısıra aşırı internet kullanımının davranışsal bir bağımlılığın geliştirilmesine yol açtığı görülmektedir [28,29]. İnternet bağımlılarında bir takım biyopsikososyal semptomlara ve sonuçlara rastlanmıştır. Bunlardan bazıları davranışsal bağımlılıklarda yer alan dikkati çekme, karakter değişimi, tolerans, geri çekilme belirtisi, çatışma ve eski haline dönme gibi boyutlar yer almaktadır [30]. İnternet bağımlılığında oyun, alışveriş, kumar veya benzeri potansiyel bir hastalık değeri bulunan İnternet faaliyetleri, sosyal ağları aşırı kullanma durumlarını da kapsamaktadır. Oyun, internet bağımlılığı yapısının bir parçasını temsil eder ve oyun bağımlılığı bugüne kadar en yaygın olarak incelenen internet bağımlılığı formudur [31].

Bilgisayar oyun bağımlılığının henüz standart bir tanımı olmamakla birlikte [32], bir davranış bağımlılığı biçimi olarak kabul edilmekte [33] ve bilgisayarın zararlı ve uzun süre kontrol dışı kullanımını ifade eden bir kavram olarak kullanılmaktadır. Bilgisayar oyun bağımlılığı çocuğun uzun süre oyun oynamayı bırakamaması, oyunu gerçek hayatıyla ilişkilendirmesi, oyunu oynamaktan dolayı görevlerini aksatması ve oyun oynamayı başka etkinliklere tercih etmesi [24] gibi sonuçları olan bir durum olarak tanımlanmaktadır [34].

Son yıllarda çeşitliği giderek artan bilgisayar oyunlarının olumlu özelliklerinin olmasına karşın geniş bir kitle tarafından çağın hastalığı olarak adlandırılarak özellikle gençler için önemli bir "tehlike" olarak ifade edilerek biyolojik ve psikolojik olarak bazı olumsuzluklara da sebep olduğu belirtilmektedir. Biyolojik olarak hiperaktivite, göz kuruluğu, görme kaybı, baş ağrısı, sürekli yorgun ve uykulu olma hali gibi bozukluklara neden olabilmektir. Psikolojik olarak ise şiddet eğilim, kaygı artışı ve antisosyal davranışlar gösterme durumu gelişebilmektedir. İlave olarak akademik başarı düşüklüğü, kişilerarası ilişkilerde bozulma gibi durumlar söz konusu olabilmektedir. Patolojik bir davranış bozukluğu olarak adlandırılan bilgisayar oyun bağımlılığı ile ilgili çalışmalarda bilgisayar oyun bağımlılığının zihinsel sağlık sorunlarını ortaya çıkarmasının yanısıra fiziksel sağlık sorunları ve akademik gelişimi de olumsuz yönde etkilediği belirtilmektedir [35,36].

Yapılan bazı çalışmalarda bilgisayar oyunlarının öğrenmeyi geliştiren; psikomotor, fizyolojik, bilişsel, sosyal ve duyuşsal etkileri olan, eğlendiren araçlar olarak yararları ortaya konulurken [37]; birçok çalışmada ise olumsuz etkisinden bahsetmek mümkün olabilir. Bilgisayar oyun bağımlılığının saldırgan davranışlara ve şiddete yöneltebileceği [38,39]; kaygı ve endişeye neden olabileceği [40]; fiziksel, psikolojik ve sosyal olumsuz etkilerinin olabileceği [33]; epilepsi nöbeti, kan dolaşımı ve kalp rahtsızlığı, sosyal izolasyon ve sosyal becerilerde gecikme ve okul çalışmalarında ihmal [41] gibi olumsuz sonuçlarının olabileceği saptanmıştır. Bu durum annebabalar başta olmak üzere öğretmenlerin ve psikolojik danışmanların dikkat etmesi gereken önemli bir sorunu olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu bakımdan risk grubundaki sık bilgisayar

kullanan bireylerin demografik özellikleri de dikkate alınarak gerçekleştirilecek bilgisayar oyun bağımlılığı ilgili araştırmalara ihtiyaç vardır [34]. Bilgisayar kullanımının olumsuz sonuçları ile ilgili gerekli önlemler alınmalıdır [25].

4. Sonuç ve Öneriler

Bu çalışma genel anlamda, günlük hayatımızda önemli bir yer tutan bilgisayar bilimi be mühendislik alanındaki teknolojik gelişmelerinden olan bilgisayar oyunlarına değinilmiştir. Çalışmada özellikle bilgisayar oyunlarının bireyleri olumlu ve olumsuz yönde etkileyen yönleri üzerinde yürütülmüştür. Buraya kadar yapılan açıklamalardan da anlaşılacağı üzere teknolojinin hızla gelişimi beraberinde bilgisayar biliminin de gelişmesine neden olmuştur. Bilgisayar biliminin gelişimi ile günümüzde bilgisayar ve internet kullanımının yaygınlaşması sonucu bireyler arasında bilgisayar kullanımı giderek artmıştır. İnternet aynı zamanda bilgisayar birçok kişinin yaşamını kolaylaştırırken diğer yönden ise zararlı etkilerini de beraberinde getirerek bireylerin hayatlarının olumsuz etkilenmelerine neden olmuş, özellikle çocuklar ve gençler arasında yaygın olarak görülebilen internet bağımlılığı ve dolayısıyla da bilgisayar oyun bağımlılığı birçok araştırmacının dikkatini çekmiştir. Bu nedenledir ki bu çalışmada bilgisayar oyunlarını çok yönlü bir şekilde incelenmesinden dolayı literatüre etkin katkısı olacağı düşünülmüştür.

Bu bağlamda özellikle çocuklar ve gençler arasında yaygın olarak kullanılan bilgisayar oyunlarına olan bağımlılığı önlemek için; ebeveynlerin çocuklarıyla yakın ilişki içinde olmaları, çocukların ve gençlerin sağlıklı internet kullanımı konusunda bilinçlendirilmesi önerilmektedir. Bu bağlamda öğretmen, psikolojik danışman, okul yöneticisi ve velilere yönelik şu önerilerde bulunulabilir [34]:

- Ailelerin çocuklarının bilgisayarı kullanma ya da bilgisayarda oyun oynama sürelerini izlemeleri yönünde bilgilendirmeleri sağlanabilir.
- Okul psikolojik danışmanlarının aileleri ve öğrencileri, bilgisayarda fazla zaman geçirmenin ortaya çıkarabileceği olumsuz durumlar konusunda bilgilendirilmeleri önerilebilir.
- Çocukların öğretim dışında kalan zamanlarının önemli bir bölümünü bilgisayar başında geçirdikleri görülmektedir. Bu bakımdan okullardaki psikolojik danışmanların bilgisayar oyun bağımlılığı alanyazını hakkında bilgi sahibi olmaları sağlanmalıdır.
- Psikolojik danışmanların ailelerden gelen uzun süre bilgisayar kullanan öğrencilerle ilgili endişelerine önem vermeleri önerilebilir.

Kaynaklar

[1] Horzum, M.B., Ayas, T., & Balta-Çakır, Ö., "Çocuklar için bilgisayar oyun bağımlılığı ölçeği". Türk Psikolojik Danışma ve Rehberlik Dergisi, 3 (30): 76-88, (2008).

[2] Rucker, R. Software Engineering and computer games. Addison -Wesley, Harlow. http://www.rudyrucker.com/pdf/rucker_softwareengineeringandcomputergames_july_28_2011.pdf, (2003).

[3] Kayabaşı, Y. "Sanal gerçeklik ve eğitim amaçlı kullanılması". The Turkish Online Journal of Educational Technology, 4(3), 151-158, (2005).

[4] Gürcan, A., Özhan, S., & Uslu, R., "Dijital oyunlar ve çocuklar üzerindeki etkileri. T.C. Başbakanlık Aile ve Sosyal Araştırmalar Genel Müdürlüğü, http://ailetoplum.aile.gov.tr/data/5429366a369dc32358ee2a92/dijital_oyunlar_ve_cocuklar_uzerindeki_etkileri_rapor.pdf., 1-50, (2008).

[5] Duran, N., Önal, A., & Kurtuluş, C. E-öğrenme ve kurumsal eğitimde yeni yaklaşım öğrenim yönetim sistemleri. https://s3.amazonaws.com/academia.edu.documents/34212799.

[6] Kirriemuir, J., Video gaming, education and digital learning technologies. D-Lib Magazine February, http://www.dlib.org/dlib/february02/kirriemuir/02kirriemuir.html, (2002).

[7] Gentile, D.A., Swing, E.L., Lim, C.G., & Khoo, A., "Video game playing, attention problems, and ımpulsiveness: evidence of bidirectional causality". Psychology of Popular Media Culture, 1:62-70, (2012).

[8] Irmak, A.Y., & Erdoğan, S.," Ergen ve genç erişkinlerde dijital oyun bağımlılığı: güncel bir bakış". Türk Psikiyatri Dergisi, 27(2). 128-37, (2016).
[9] Pellegrini, A.D., & Smith, P.K. "The development of play during childhood: forms and possible functions". Child Psychological Psychiatry Review,3*:* 51–57, (1998).
[10] McElwain, E.L., & Volling, B.L., "Preschool children's interactions with friends and older siblings: relationship specificity and joint contributions to problem behaviors". Journal of Family Psychology, 19: 486–496, (2005).
[11] Cengizhan, C. "Öğrencilerin bilgisayar ve internet kullanımında yeni bir boyut: internet bağımlılığı", Marmara Üniversitesi Atatürk Eğitim Fakültesi Eğitim Bilimleri Dergisi, 22: 83- 98, (2005).
[12] Köse, U., & Köse, U. Çevrimiçi bilgisayar oyunlarına ilişkin bazı hukukî problemlerin türk hukuku bağlamında değerlendirilmesi. http://inet-tr.org.tr/inetconf19/bildiri/90.pdf, 1-6, (2014).
[13] Erboy, E., & Akar-Vural, R., "İlköğretim 4. ve 5. sınıf öğrencilerinin bilgisayar oyun bağımlılığını etkileyen faktörler". Ege Eğitim Dergisi, (11) 1: 39–581, (2010).
[14] Cooper, K.M.L., & Scacchi, W. Introducing computer games and software engineering. (Edit. Cooper, K. and Scacchi, W.). Computer Games and Software Engineering (Chapman & Hall/CRC Innovations in Software Engineering and Software Development Series) 1st Edition, 1-31, (2015).
[15] Taylan, H.H., Kara, H.Z., & Durgun, A." Ortaokul ve lise öğrencilerinin bilgisayar oyunu oynama alişkanliklari ve oyun tercihleri üzerine bir araştırma". PESA Uluslararası Sosyal Araştırmalar Dergisi, 3(1): 78-87, (2017).
[16] Tüzün, H., Eğitsel bilgisayar oyunları ve bir örnek : Quest Atlantis. Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 30: 220-229, (2006).
[17] Kubey, R.W., Lavin, M.J.& Barrows, J.R., "İnternet use and collegiate academic performance decrements: Eraly findings". Journal of Communication, 51 (2): 366-382, (2001).
[18] Baker, A., Navarro, E.O., & Van der Hoek A., Problems and programmers: An educational software engineering card game, in proceedings of the 2003 International Conference on Software Engineering, Portland, Oregon, 614-619, (2003).
[19] Natvig, L., Line, S., & Djupda, A. Age of computers: An ınnovative combination of history and computer game elements for teaching computer fundamentals. Proceedings of the 2004 Frontiers in Education Conference, (2004).
[20] Navarro, E. O., & Hoek, V.D. SimSE: an educational simulation game for teaching the Software engineering process. Proceedings of the 9th annual SIGCSE conference on Innovation and technology in computer science education . Leeds, United Kingdom, ACM., (2004).
[21] El-Nasr, M. S., & Smith, B.K., "Learning through game modding." Computer Entertainment, 4(1): 7, (2006).
[22] Foss, B. A., & Eikaas, T.I., "Game play in engineering education -concept and experimental". International Journal of Engineering Education, 22(5): 1043-1052, (2006).
[23] Çakır, Ö., Ayas, T., & Horzum, M.B., "Üniversite öğrencilerinin internet ve oyun bağımlılıklarının çeşitli değişkenlere göre incelenmesi". Ankara Üniversitesi Eğitim Bilimleri Fakültesi Dergisi, 44:95-117, (2011).
[24] Horzum, M.B., "İlköğretim öğrencilerinin bilgisayar oyunu bağımlılık düzeylerinin çeşitli değişkenlere göre incelenmesi". Eğitim ve Bilim 36:56-68, (2011).
[25] Poon, A. Computer game addiction and emotional dependence. Senior Theses, Trinity College, Hartford, CT 2012. Trinity College Digital Repository, http://digitalrepository.trincoll.edu/theses/253, (2012).
[26] Hauge, M.R., Gentile, D.A., "Video game addiction among adolescents: associations with academic performance and aggression." https://pdfs.semanticscholar.org/6f23/2b43a3b31c27aa44bbfce75bf0c051e5b284.pdf, (2003).
[27] Şişman N.,"Bilgisayar Oyunlarının Zararları", On5yirmi5 Web sitesi,http://www.on5yirmi5.com/haber/saglik/hastaliklar/11625/bilgisayar-oyunlarinin-zararlari.html, (2009).
[28] Young, K., "Internet addiction over the decade: A personal look back". World Psychiatry, 9 (2): 91, (2010).
[29] Tao, R., Huang, X.Q., Wang, J.N., Zhang, H.M., Zhang, Y., & Li, M.C." Proposed diagnostic criteria for Internet addiction". Addiction, 105: 556–564, (2010).

[30] Chumbley, J., & Griffiths, M., Affect and the computer game player: The effect of gender, personality, and game reinforcement structure on affective responses to computer game-play. Cyberpsychology & Behavior. 9(3): 308-316, (2006).
[31] Kuss, D.J., & Griffiths, M.D. "Adolescent online gaming addiction". Education Health, 30 (1): 15-17, (2012).
[32] Thalemann, C., "Pathologische Computernutzung bei Schülern verschiedener Schultypen der 8. und 10. Klassenstufe". Dissertation. Aus dem Institut für Medizinische Psychologie der Medizinischen Fakultät Charité –Universitätsmedizin Berlin, (2010).
[33] Grüsser, S.M., Thalemann, R. & Griffiths, M.D., "Excessive computer game playing: evidence for addiction and aggression?" Cyberpsychology & Behavior, 10(2): 90–292, (2007).
[34] Şahin, C., ve Tuğrul, V.M., "Defining the levels of computer game addiction of the primary school students." Zeitschrift für die Welt der Turken (Journal of World of Turks), 4 (3): 115-130, *(2012).*
[35] Morrison, C. M., & Gore, H. "The relationship between excessive internet use and depression: a questionnaire-based study of 1319 young people and adults". Psychopathology, 43: 121-126, (2010).
[36] Lemmens, J. S., Valkenburg, P. M., & Peter, J., "The effects of pathological gaming on aggressive behavior". Journal of Youth and Adolescence, 40, 38-47, (2011).
[37] Fritz, J., "Videospiele in der Schule". http://snp.bpb.de/referate/fritzshl.htm, (1988).
[38] Trudewind, C. ve Steckel, R.," Effekte gewaltorientierter Computerspiele bei Kindern". Zeitschrift für Familienforschung, 15(3): 238-271, (2003).
[39] Hartmann, T., "Wie gefährlich sind Spiele. Machen Computerspiele gewalttätig? Zum kommunikationswissenschaftlichen und medienpsychologischen Forschungsstand." http://www.spielbar.de/neu/wpcontent/uploads/2008/08/hartmann_machen_computerspiele_gewaltaetig (2007).
[40] Schulte-Markwort, M., "Kinder und Computer. In: Wiener Klinische Wochenschrift. 117(5-6): 173-175, (2005).
[41] Griffiths, M.D. & Davies, M.N.O., "Videogame addiction: Does it exist?" In J. Goldstein & J. Raessens (Hrsg.), *Handbook of Computer game studies*. s.359–368. Boston: MIT Press, (2005).

BÜYÜK VERİLERİN SAKLANMASI VE İŞLENMESİ ÖRNEK OLAY: GOOGLE

STORING AND PROCESSING MASSIVE DATA CASE STUDY: GOOGLE

Akif Gaşi
Prizren "Ukshin Hoti" Üniversitesi, Prizren, Kosova, akifgas@gmail.com

Özet

"Big Data" kavramını içeren teknolojiler ve girişimler, veriler üzerinde çokçeşitlilik, hızlı değişen ve günümüz teknolojilerinin işlemesi için çok büyük olan verileri ifade etmektedir. Başka bir deyişle veriler hacim, hız ve çeşitlilik açısından değişiklik göstermektedir [1]. Google, Facebook, Twitter, LinkedIn, Amazon gibi büyük şirketler "Big Data" kavramı ile ifade edilen verileri işlemek üzere farklı teknolojiler geliştirmektedirler. Geliştirilen bu teknolojiler şirketin kendi içinde kullanmak yerine ilgili teknolojileri yayınlayarak herkesin kullanabilmesi için açık kaynaklı hale getirmektedirler.

Bu çalışmada özellikle Google [2] şirketinin karşılaştığı sorunların üstesinden gelmek amacıyla ne tür çözümler ürettiğinin analiz edilmesine odaklanılmaktadır. Google şirketi Gmail, Google Map, Google Earth gibi kendi servisleri tarafından üretilen büyük boyuttaki verilerin işlenmesi amacıyla "Google File System" adından yeni bir dosya sistemi kullanmaktadır [5]. İlgili verileri saklamak üzere kendi tasarladığı "Big Table" isimli veritabanını kullanmaktadır [6]. Ayrıca bütün bu büyük verilerin işlenmesi amacıyla "Map-Reduce" teknolojilerini kullanmaktadır [7]. Sonuç olarak; Google tarafından üretilen bu teknolojiler şirketin ihtiyacı olan verilerin etkili bir şekilde işlenmesi ve saklanmasına ait tüm gereksinimleri karşılamaktadır.

Anahtar kelimeler: Google, Büyük Veri

Abstract

The "Big Data" concept refers to technologies and initiatives that are included in varying data that are changeable or are massive for traditional technologies that can not efficiently be handled. Otherwise, the volume, speed, or variety of data are enormous [1]. Giant companies like Google, Facebook, Twitter, LinkedIn, Amazon, develop different technologies to process these data with the term "Big Data". Instead of using these technologies for their own use, these companies publish their works in order to be used in open source/form.

In this study, in particular, analysis is done on how the Google company [2] has developed solution in order to deal with the internal problems of the company. In order to process mass data generated by their services such as Gmail, Google Map, Google Earth, Google uses a new file system named "Google File System" [5]. In order to store data, it uses designed database "Big Table"[6] for internal uses. Also for processing all these massive data, it uses the "MapReduce" solution [7]. Therefore, these technologies developed by Google itself, meet all the requirements of the company to efficiently store and process data.

Keywords: Google, Big Data

1. Giriş

"Big Data" kavramını içeren teknolojiler ve girişimler, veriler üzerinde çokçeşitlilik, hızlı değişen ve günümüz teknolojilerinin işlemesi için çok büyük olan verileri ifade etmektedir. Başka bir deyişle veriler hacim, hız ve çeşitlilik açısından değişiklik göstermektedir [1].

Bu terim sadece çok fazla yer kaplayan verileri değil, aynı zamanda günümüz teknolojileri ile etkili bir şekilde işlenemeyen verileri ifade etmektedir. Veri tabanı yönetim sistemleri günümüze kadar yapısal formda olan verileri saklamak üzere tasarlanmışlardır ve özellikle "Bussines Data Processing" gereksinimleri doğrultusunda kullanılmışlardır. Bu olay "One Size Fits All" olarak isimlendirilmiştir [3].

Son zamanlarda bu olgu üzerinde değişiklik görülmektedir. Bunun en önemli sebebi üretilen verilerin yarı-yapısal ya da yapısal olmamasından kaynaklanmaktadır. Bunun neticesinde ortak bir formda olan verilerin zamanının geçtiğini göstermektedir [4].

1.2. Google

Google [2] şirketi büyük verileri saklamak bu verileri işlemek ve şirket gereksinimlerini karşılamak üzere kendi çözümlerini üretmektedir. Google milyonlarca web sayfası tarafından üretilen verileri yönetmek üzere yeni bir dosya sistemi kullanmakta "Google File System" [5], ilgili verileri saklamak üzere "BigTable"[6] veritabanını kullanmakta ve bu veriler üzerinde işlemler yapmak amacıyla "MapReduce" [7] yazılım kütüphanesini kullanmaktadır. Google şirketi geliştirdiği teknolojiler yardımıyla şirket içindeki gereksinimleri karşılayabilmektedir.

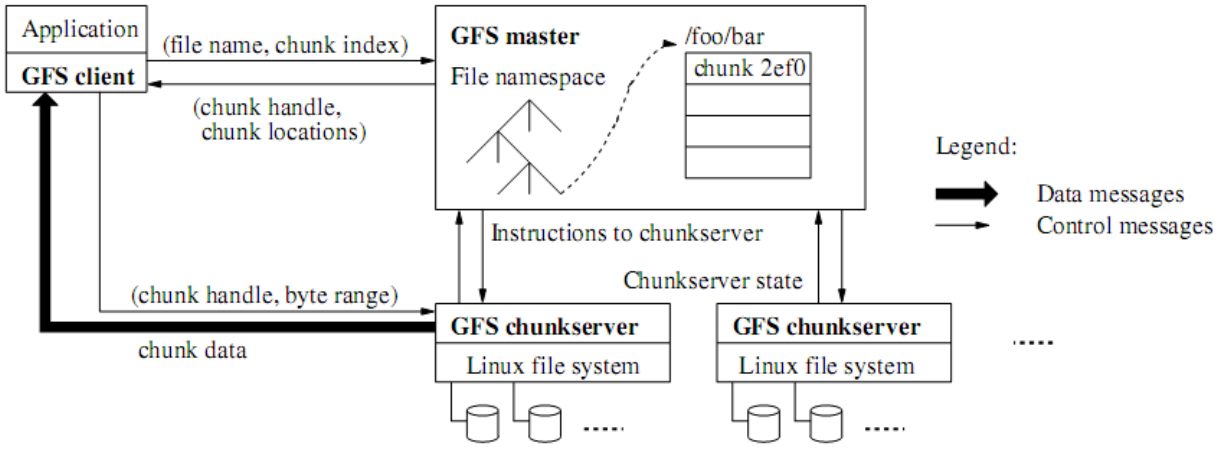
1.3. Google File System

Google şirketi bünyesinde kullandığı birçok uygulama tarafından üretilen verileri daha etkili bir şekilde yönetebilmek amacıyla "Google File System" [5] adında yeni bir dosya sistemi geliştirmiştir. Bu dosya sisteminin geliştirilmesindeki amaç şirket içinde sürekli artan gereksinimlerin karşılanabilmesidir.

Geliştirlen dosay sistemi daha önceden kullanılan dosay sistemleriyle performans, ölçeklenebilirlik, kullanılabilirlik ve güvenilirlik açısından benzerlikler göstermektedir. Yeni dosya sistemi basit ve sıradan donanımlar ile çalışabilmesi amacıyla geliştirilmiştir. Yeni dosya sisteminin geliştirilmesiyle Google şirket içinde çeşitli uygulamalar tarafından üretilen verileri etkili bir şekilde yönetebilmektedir.

1.4. Sistemin yapısı

Geliştirilen dosya sistemi basit ve sıradan donanımlar ile çalışabilecek şekilde tasarlanmıştır. Gereksinimlerin etkili bir şekilde karşılanması amacıyla sistemin yapısının yeniden tasarlanması yoluna gidilmiştir. Yeni dosya sisteminin yapısı Şekil 2'de de gösterildiği gibi, bir Master birkaç Chunkserver ve sistemi kullanan İstemcilerden oluşmaktadır.



Şekil 1. GFS sisteminin yapısı [5]

Master bütün sistemi yöneten birimdir, istemciler master ile iletişime geçer, chunkserverler ile iletişimde kullanacakları gerekli bilgileri alır ve sonrasında istemciler veri alış verişinde direkt olarak chunkserverler ile iletişime geçerler.

Sistemin işleyişi hakkında bilgilere geçmeden önce sistem hakkında temel kavramlar (Chunk, Master, Metadata) üzerinde kısa açıklamalarda bulunulacaktır.

1.5. Sistemin Temel Kavramları

1.5.1. Chunk

Sistemde saklanan dosyalar daha etkili yönetilmesi amacıyla Chunk adı verilen bölümlere ayrılır. Bölümler geleneksel dosya sistemlerindeki bloklara (Block) benzerdir. Fakat boyut açısından Chunk adı veriler bölümler geleneksel dosya sistemlerindeki bloklardan daha büyüktür. Chunk lar 64 MegaByte'lık bölümler şeklinde oluşturulurlar. Bölümlerin boyutunun büyük seçilmesinin nedeni sistemde büyük boyuttaki verilerin daha etkili yönetimini amaçlamaktadır. Chunk lar ChunkServer adı verilen yapılarda Linux işletim sistemi dosayaları şeklinde saklanır. Chunk lar farklı ChunkServer üzerinde her chunk için 3 adet kopyası tutulacak şekilde organize edilir [5].

1.5.2. Master

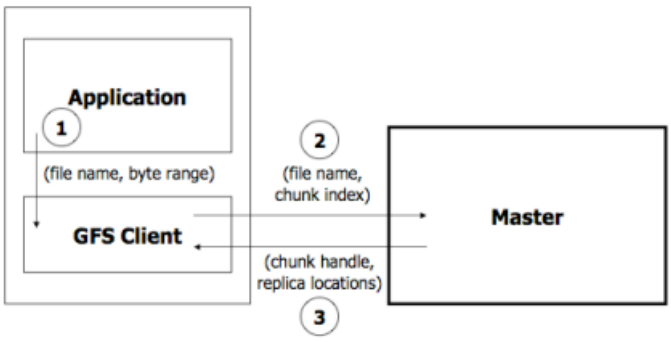
Master sisteme ait verileri tutan ve özel olarak belirlenen bir makinada çalışan bir process'tir. İstemci bilgisayarlar ChunkServerler ile Master üzerinden iletişim kurmazlar sadece ilgili ChunkServer hakkında bilgi almak için Master ile iletişim kurar. İstemci bilgisayarlar ChunkServer ler ile sürekli iletişim içindedir, bunun amacı: bir arıza esnasında ChunkServerlerin durumunun kontrol edilmesi, verilerin server üzerindeki zarar görmesi ve hangi kopyanın hangi serverde olduğunun bilgisinin alınması. Masterin bir diğer görevi de chunkların ChunkServerler üzerinde oluşturulması ya da silinmesinin gerçekleştirilmesidir. [5].

1.5.3. Metadata

Master in temel görevi ChunkServerler üzerinde tutulan veriler hakkında bilgileri saklamaktır. Bu bilgilere "metadata" denir. Bu bilgiler istemci ve ChunkServer arasındaki iletişimi yönetmek amacıyla saklanır.

1.6.Sistemin İşleyişi

Sisteme ait temel kavramların açıklanmasının ardından yaznın devamında sistemin temel çalışma mekanizmalarının analiz edilmesi amaçlanmıştır [8]. Şekil 3 sistemin genel işleyişi hakkında bilgi vermektedr.

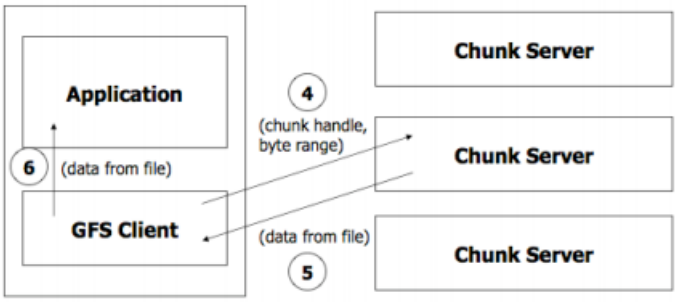


Şekil 2. Okuma işlemi için istek ve cevap [8]

1.6.1. Okuma

1. Uygulama verileri okuma isteğini oluşturur.
2. İstemci ilgili isteği *file name, byte range* den *file name, chunk index* a dönüştürür.
3. Master ChunkSerkver in konumu hakkında bilgi döndürür.

Şekil 4 Master den okuma işlemi için ilgili ChunkServer in alınmasının ardından okuma işlemini göstermektedir.

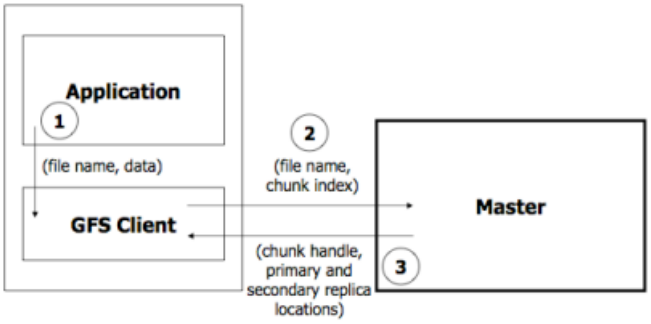


Şekil 3. Verilerin okunması [8]

4. İstemci konum bilgisini alır ve isteği ChunkServer a gönderir.
5. ChunkServer verileri İstemciye gönderir.
6. İstemci verileri Uygulamaya gönderir.

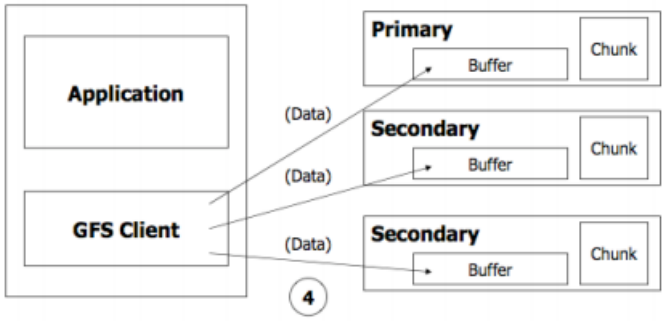
1.6.2. Yazma

Yazma işlemi okuma işlemi ile benzerlik göstermektedir. Google her chunk'a ait üç adet kopyayı değişik chunkserverler üzerinde saklar. Okuma işlemi sırasında sadece bir chunkserver ile iletişim kurulur, fakat yazma işlemi sırasında bir chunk a ait yazma işlemi için üç adet chunksrver ile iletişim kurulur [8]. Şekil 5 yazma işlemi adımlarını göstermektedir.



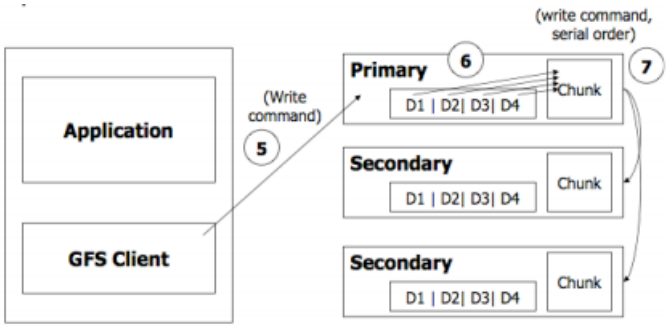
Şekil 4. İsteğin oluşturulması ve yazma işlemi cevabı [8]

1. Uygulama yazma işlemini oluşturur.
2. İstemci ilgili isteği *file name, byte range* den *file name, chunk index* bilgisine dönüştürür ve mastere iletir.
3. Master Birincil ve İkincil chunkservere ait konum bilgisini döndürür.



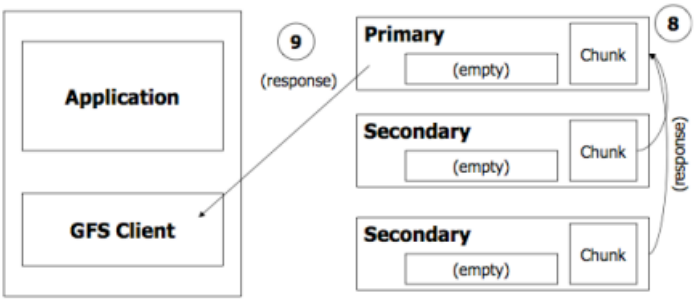
Şekil 5. Verilerin Chunkserverlere dağıtımı [8]

4. İstemci verileri bütün konumlara gönderir. Gönderilen veriler Birincil ve İkincil Chunkserver lere ait Buffer lerde saklanır.



Şekil 6. Verilerin yazılması [8]

5. İstemci Birincil Server e yazma işlemi isteği gönderir.
6. Birincil Server Bufferdeki verilerin sıralamasını oluşturur (D1, D2, D3, D4 Bufferdeki verilerin birer örneğidir) ve ilgili chunk a yazar.
7. Birincil Server verilerin sıralamasını ikincil servere iletir ve aynı sırada yazma işlemi için görevlendirir.



Şekil 7. Server'in cevabı [8]

8. İkincil serverlar Birincil serverlara yanıt verir.
9. Birincil server İstemciye yanıt verir.

Yazma işlemi herhangi bir chunkserver üzerinde gerçekleşmezse İstemci yazma işleminin tekrar edilmesi için bilgilendirirlir

1.6.3. Verilerin birleştirilmesi

Veri ekleme işlemi geleneksel dosya sistemlerinde gerçekleşen işlemlerden farklılık göstermektedir. Geleneksel dosya sistemlerinde veri ekleme işlemi var olan dosyanın yerine yeni dosyanın yazılması şeklinde gerçekleştirilir. Verilerin birleştirilmesi işleminde farklı makinalarda bulunan veriler tek bir dosya içinde birleştirilir.Veri birleştirme işlemi adımları aşağıdaki gibidir [8].

1. Uygulama dosyaya birleştirme işlemi için istek oluşturur.
2. GFS istemcisi isteği mastere iletir.
3. Master birincil ve ikincil chunkserver konumunu iletir.
4. İstemci verileri bütün chunkserverlere gönderir.
5. Birincil server ilgili chunk a birleştirme için uygunluğu kontrol eder.
   5.1 Birleştirme uygunsa:
   - Veriler chunk a eklenir.
   - Birincil server İkincil server e ilgili chunk a birleştirme isteği gönderir.
   - İkincil serverlar Birincil servar cevap üretir.
   - Birincil server istemciye ilgili cevabı iletir.

   5.2 Birleştirme uygun değilse:
   - Chunk genişletilir.
   - İkincil serverlar chunk genişletme işlemi için görevlendirilir.
   - İstemci chunk genişletilmesi ile ilgili bilgilendirilir.
   - İstemci bir sonraki chunk birleştirme işlemine devam eder.

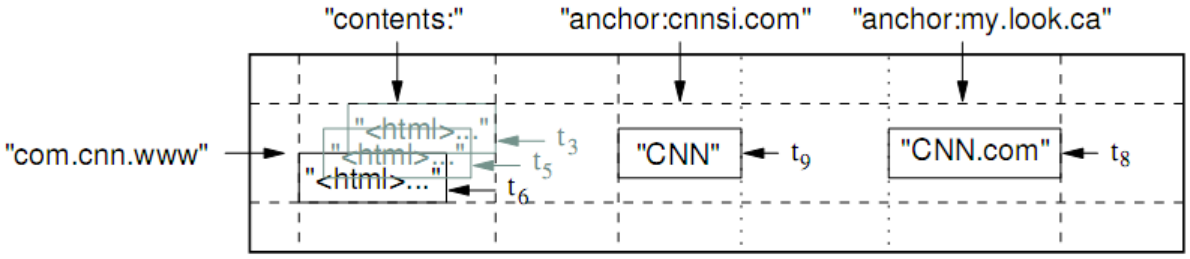
GFS sıradan donanımlar üzerinde çalışır ve ilgili donanımların bir arada kullanımı ciddi sorunlara yol açmaktadır. Yeni bir dosya sisteminin oluşturulmasındaki temel amaç ilgili donanımlarda oluşabilecek sorunların önüne geçebilmek idi. GFS bu nedenle yüksek kullanılabilirlik özelliklerine göre tasarlanmıştır. Sistemin temel bileşenleri olan Master, Chunkserverler birkaç saniye içinde eski duruma dönebilme yeteneklerine göre tasarlanmıştır. Sistemin kullanılabilirliğinin arttırılması amacıyla verilere ait üç kopya farklı chunkserverler de tutulur. Ayrıca Masterin durumu da güvenilirliği artırmak amacıyla kopya şeklinde tutulur. Chunkserverler güvenilirliği arrtırmak amacıyla oluşabilecek hataların önüne geçmek amacıyla “cheksumming” isimli bir yöntem kullanır.

GFS dağıtık bir sistemdir. GFS geleneksel dağıtık dosya sistemleri (Andrew File System (AFS), Network File System (NFS), Frangipani) ile birkaç açıdan benzerlik göstermektedir [9]. Sistem yüzlerce chunkserveri kümeler şeklinde düzenler. GFS është dizajnuar me qëllim për të mbështetur kërkesat e kompanisë, për të rritur efikasitetin e aplikacioneve të implementuara. GFS şirketin gereksinimlerini karşılamak ve kullanılan uygulamaların etkinliğini arttırmak üzere geliştirilmiştir.

2. Big Table

Big Table [6] binlerce server bilgisayara dağılmış çok büyük boyuttaki yapısal verileri saklanması ve yönetimi için kullanılan dağıtık bir veritabanı sistemdir. Google bünyesinde geliştirilen uygulamalar verileri saklamak üzere “Big Table” veritabanını kullanır. Geleneksel olarak tabir ettiğimiz veri tabanı sistemleri verileri ilişkisel yapıda saklarlar fakat “Big Table” ilişkisel modele göre yapılandırılmamıştır. Şirket gereksinimlerini karşılamak üzere farklı bir mimari kullanılmaktadır.

“Big Table” verileri saklamak üzere farklı bir şema kullanır. Veriler satırlar, sütunlar ve saklama zamanı şeklinde bir yapıda saklanır. Şekil 9 “Big Table” tarafıdan verilerin saklanma biçimini göstermektedir..



Şekil 8. "Big Table" veri saklama şekli [6].

Şekil 9 web sayfalarına ait içeriğin nasıl saklandığını göstermektedir; web sayfasına ait URL tabloda satırlar şeklinde saklanır "com.cnn.www", sütunlarda web sayfalarının içeriği saklanır "contents". CNN'e ait web sayfası "cnnsi.com" ve "my.look.ca" adresleri ile ulaşılabilir, bu nedenle satırlarda "anchor:cnnsi.com" ve "anchor:my.look.ca" sütunları mevcuttur. Hücre içeriği link e ait yazıyı içermektedir "CNN" ve "CNN.com". Sütunda "contents" t3, t5, t6 ile gösterilen üç farklı zaman bilgisi saklanmaktadır, bu bilgi verilerin saklanma zamanını göstermektedir.. Diğer sütunlarda "anchor" t8 dhe t9 olmak üzere sadece bir adet zaman bilgisini bulunmaktadır.

2.2. "Big Table" Temel Kavramları

2.2.1. Satır (Rows)

Veriler "Big Table" de satırlar şeklinde saklanır. Satırlar atomik bir şekilde işlenir. Gjithashtu të dhënat renditen sipas rreshtave. Ayrıca veriler satırlara göre sıralanır. Satırlar sistemde dinamik bir şekilde dağıtılır. Her satır dizisi "Tablet" diye isimilendirilir. Bu tabletler sistemde verilerin serverler üzerinde dağıtılmasında kullanımak üzere temel birim olarak nitelendirilir.

2.2.2. Sütun kümesi (Column Families)

Sütunlar "Big Table" veritabanında "Column Families" diye isimlendirilen kümeler şeklinde düzenlenmiştir. Sütunlarda tutulan veriler (Column Families) genellikle aynı türde olan verilerdir (Aynı türde olan veriler aynı sütun kümesi içinde saklanır). Şekil 9'a göre bir sütun kümesi "**web sayfası dili (ang. "language")"** şeklinde düzenlenebilir ve bu sütüunda web sayfasınına ait dil bilgisi saklanır.

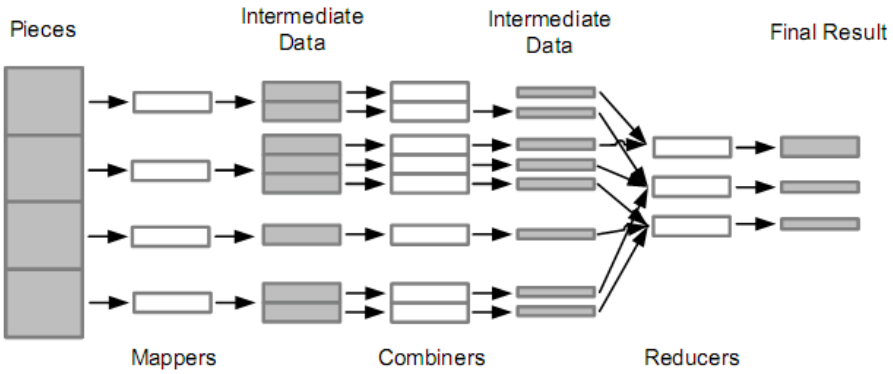
2.2.3. Saklama zamanı (Timestamps)

"Big Table" üç boyutlu bir veritabanı gibi düşünülebilir. Tabloya ait hücrelerde aynı veriye ait farklı sürümleri saklanabilir ve bu sürümler sonrasında saklama zamanına göre indekslenirler. Saklama zamanı 64 bit lik bir sayıdan ibarettir. Veriler saklama zamanına göre sıralanır bu nedenle en son saklanan versyona en önce ulaşma imkanımız olmaktadır. Şekil 9 da web sayfasının içeriği "contents:" sütununda t3, t5, t6 saklama zamanına göre indekslenir. Saklama zamanı ziyaret edilen web sayfalarının farklı erişim zamanlarına ait bilgiyi saklamaktadır.

3. Map Reduce

MapReduce büyük boyuttaki verileri işlemek üzere geliştirilen bir programlama modelidir [7]. Verileri işleme süreci son derece basittir. Verileri işleme süreci *map* ve *reduce* diye isimlendirilen iki fonksiyon ile gerçekleştirilir ve ilgili fonksiyonlar *Lisp* ve *Haskell* gibi programlama dillerinden türetilmiştir [12]. Bu modelde veriler *anahtar*/*değer* çiftleri şeklinde düzenlenir ve aynı şekilde işlenir.

Map fonksiyonu bir *anahtar*/*değer* çifti alır ve yine sonuç olara yine aynı şekilde bir *anahtar*/*değer* çifti oluşturur. *anahtar*/*değer* çiftleri oluşturulduktan sonra ilgili veriler anahtar değerine göre gruplanır ve Reduce fonksiyonuna gönderilir. Reduce fonksiyonu ilgili verileri alır ve daha küçük bir veri grubu oluşturmak için ilgili verileri birleştirir [7].



Şekil 9. MapReduce ile verilerin işlenmesi [13]

Şekil 10 Map Reduce modelini özetlemektedir.Veri işleme süreci adımları aşağıdaki gibidir:

1. Veriler ilk önce 16-64 MB boyutunda parçalara ayrılır.
2. Her parça için *map* fonksiyonu ara değer niteliğinde *anahtar*/*değer* çiftleri üretir
3. Bu veriler anahtar değerine göre gruplanır ve sıralanır.
4. Ilgili ara değer verileri *reduce* fonksiyonuna gönderilir.
5. *Reduce* fonksiyonu daha küçük boyutta sonuç çiftleri üretir.

Uygulanan model son derece basit ve paralel veri işleme yöntemini etkili bir şekilde desteklemektedir. MapReduce paralel veri işleme ve verilerin bilgisayarlar üzerine dağıtımını otomatik bir biçimde gerçekleştirmektedir. Bu da MapReduce fonksiyonları hakkında herhangi detaylı bilgiye sahip olmamızı gerektirmeden modelin uygulanmasını kolaylaştırmaktadır.

4. Sonuç

Teknolojide yaşanan hızlı gelişmeler sonucunda bu alanda kullanılan uygulamalar tarafından üretilen verilerin boyutu sürekli artmaktadır. Fakat ilgili verilerin saklanması ve işlenmesi konusu ayri bir sorunu teşkil etmektedir. Google şirketi kendi bünyesinde kullandığı uygulamaların gereksinimlerini karşılamak üzere yeni teknolojiler geliştirmektedir. Bu teknoloji ve çözümlerin başında Google File System [5], Big Table [6] ve MapReduce [7] gibi yeni çözümleri gelmektedir.

Google şirketi verileri yönetme gereksinimlerini karşılamak üzere “Google File Sytem” adında yeni bir dosya sistemi geliştirmiş ve uygulamaya koymuştur. İlgili sistem verileri işlemel üzere basit donanımların kullanımına olanak sağlamıştır. Ayrıca üretilen çok büyük boyuttaki verileri saklamak üzere “BigTable” isimli bir veritabanı kullanmaktadır. Büyük verilerin işlenmesi aşamasında Google şirketi “MapReduce” isimli yeni bir veri işleme modeli kullanmaktadır.

Google, Amazon v.b gibi büyük şirketler gereksinimlerini karşılamak üzere kendi iç işleyişlerine göre uygun çözümler üretmektedirler. Google şirketi yeni çözümler ve teknolojiler geliştirerek şirket içi gereksinimlerini karşılamada büyük başarı sağlamıştır.

İlgili şirketler sahip oldukları tecrübeleri paylaşmak üzere geliştirdikleri teknolojileri kullanıma sunmaktadırlar. Hadoop gibi yeni teknolojiler yeni çözümler ürertmek adına belirtilen teknolojileri uygulamaktadırlar.

Kaynaklar

[1] A MongoDB White Paper, "Big Data: Examples and Guidelines for the Enterprise Decision Maker". May 2013.

[2] Brin S, Page L, "The Anatomy of a Large-Scale Hypertextual Web Search Engine", Computer Networks and ISDN Systems 30 (1998) 107-117, Stanford, USA.

[3] Stonebraker M. and Cetintemel U., "One Size Fits All: An Idea whose Time has Come and Gone." In Proc. ICDE, 2005.

[4] Stonebraker M., Hachem N., Helland P. "The End of an Architectural Era". VLDB '07, September 23-28, 2007, Vienna, Austria.

[5] Ghemawat S., Gobioff H., Leung S.T., "The Google File System", SOSP'03, October 19–22, 2003, Bolton Landing, New York, USA.

[6] Chang F., Dean J., Ghemawat S., Hsieh W.C., Wallach D.A., Burrows M., Chandra T., Fikes A., Gruber R.E., "Bigtable: A Distributed Storage System for Structured Data", OSDI 2006.

[7] Dean J., Ghemawat S., "MapReduce: Simplied Data Processing on Large Clusters*", OSDI 2004.*

[8] UzZman N., "Survey on Google File System", Survey Paper for CSC 456 (Operating Systems), University of Rochester, Fall 2007 Instructed By: Sandhya Dëarkadas.

[9] Thekkath C.A., Mann T., Lee E.K., "Frangipani:A Scalable Distribted File System", Systems Research Center Digital Equipment Corporation, 130 Lytton Ave, Palo Alto, CA 94301.

[10] Pike R., Dorward S., Griesemer R., and Quinlan S. "Interpreting the data: Parallel analysis with Sawzall". Scientific Programming, 14, Sept. 2006. Special Issue: Dynamic Grids and Worldwide Computing.

[11] Burrows M. "The Chubby lock service for loosely-coupled distributed systems". In Proc. of the 7th OSDI (Nov. 2006).

[12] Lämmel R., "Google's MapReduce Programming Model Revisited", SCP journal, 2006.

[13] Passing J, "The Google File System and its applications in MapReduce"[Online], Available at: http://int3.de/res/GfsMapReduce/GfsMapReducePaper.pdf. (retrieved at: 27.01.2014).

METHODS OF RISKS ASSESSMENT OF LIFE ACTIVITY IN ENVIRONMENT

Sadigov A.B.
Institute of Control Systems of National Academy of Sciences
of Azerbaijan, Baku, Azerbaijan, aminaga.sadigov@gmail.com

Abstract

In the article is presented basic concepts and provisions related to risks of life activity in natural and technogen environment. Natural and technogen nature approaches to risks assessment of life activity were analyzed during the emergency situations.

Taking into account the existing methods for the assessment of the determining risks, which are defined as expectation value of human losses within a certain territory, more complex situations observed in real life, as well as new methods have been used for different development scenarios of emergency situations influence of destructive factors for assessment of risks related to the individual, collective, regional, territorial.

Methods of risks assessment related with dangerous, exogenous, geological processes have been proposed, as well. Accompanied by the spread of poisonous substances in chemically dangerous objects, also in potentially dangerous areas during the accidents floods and hydraulic engineering methods were used to estimate the risk of life activity. Criteria have been determined to manage the risks of life activity in emergency situations. Depending on the nature of dangerous in order to evaluate the risks of the life activity examples were given.

Keywords: Emergency situations, Risk of life activity, Chemically dangerous objects, Exogenous geological processes, Risk assessment.

1. Introduction

World population lives in a natural and industrial environment, which in modern times is characterized by an increased risk of emergency situations (ES). Essential factors of man-made ES probability include presence of chemically hazardous facilities (CHF), where hazardous chemical agents (HCA) (for example, chlorine and ammonia) are stored or used in production. Application of outdated safety systems, imperfect technology and run-down equipment significantly reduce the security level of HCA.

One of the main factors of natural ES is hazardous exogenous geological processes (HEGP), activation of which occurs in the last few years in a significant part of the planet. Among these processes, the greatest danger for people's life are landslides (movement of products of destruction of rocks down the slopes), underflooding (rise of ground water level due to human activities), karst processes (dissolution of rocks by groundwater) and subsidence of the surface. Recently, dynamics of flooding processes, capable of enhancing development of most HEGP remains progressive and land flooding became part of the process of changes in the ecological condition of the geological environment, in connection with land-reclamation, excessive water-environmental load (construction of irrigation systems, reservoirs, etc.) and the global climate change of recent years.

Interdependence of mentioned factors stipulates multidimensionality of the issue related to ensuring of people's life safety, particularly in areas of high chemical and geological risks. As world experience shows, solution of this problem must be based on the results of a comprehensive life risk assessment with regard to possible HCA accidents, given the negative impact of exogenous processes both in terms of their direct effect (landslides, flooding, karst, subsidence), and under the conditions of indirect chain effects (gradual decrease in the power of resistance, chemical suffusion, aggressiveness to building elements) [1, 2, 3].

2. Analysis of Approaches to Life Activity Risks Assessment

Existing methods define assessment of natural and technogen risk R for the population N as mathematical expectation of human losses $M[N]$ within a definite territory by the formula [4, 5, 6]:

$$R = M[N] = P\iint_{Sr} \int_{\Phi_{min}}^{\Phi_{max}} P(\Phi)\Psi(x,y)\, f(x,y,\Phi) d\Phi dx dy \qquad (1)$$

where R – occurrence of natural or technogen emergency situations; Φ – intensity of the impact of the damaging factors of emergency; Φ_{min}, Φ_{max} – minimal and maximal limit of the intensity of the damaging factors impact; Sr – integration area (area of damage), which is the territory influenced by factor Φ; $P(\Phi)$ – possible injury of people depending on factor Φ ("impact– effect" function); $\Psi(x,y)$ – population density within the exposure zone; $f(x,y,\Phi)$ – density of the spread of factor Φ intensity along the exposure area with whereabouts (x,y).

For the assessment of more complex situations in real life, the formulae of risk calculation are more complex. For example, the summer risk *R(t)* is calculated as a total of all possible implications of emergency:

$$R(t) = У_м(t) + У_л(t) \qquad (2)$$

where $У_м$ – total annual property losses (in economic equivalent); $У_л$ – overall losses in human health, including death tolls (in economic equivalent); t – the risk assessment term (in years).

$$У_м(t) = \sum_{i=1,\, j=1}^{n,m} M_{ij}(t) Y_{ij}(t)$$
$$У_л(t) = \sum_{i=1,\, j=1}^{n,m} R_{ij}(t) X_{ij}(t) \qquad (3)$$

where $M_{ij}(t)$ – frequency of occurrence of j property damage from i damaging factor; $Y_{ij}(t)$ – volume (market price) of property damage; $R_{ij}(t)$ – frequency of j type injury of people from i –ro damaging factor; $X_{ij}(t)$ – the cost of losses, cost of losses caused by j type human injury from i damaging factor.

The basic notion characterizing the emergency threat level is the *individual risk* RI, that the frequency of exposure on a separate individual as a result of the accidental occurrence of the dangerous event, which will influence with a definite damaging factor. If there is the sufficient statistics of this event occurrence, the assessment of the individual risk of its hazardous factor is defined by the following formula:

$$RI = n / N$$

where n – the number of death tolls caused by this reason; N – the number of people within the covered area.

The integral quantitative measure of emergency assessment is the *collective risk* RN, associated with individual risk by the following formula:

$$RN = RI \cdot N$$

where N – total number of people that may be caught in the danger zone.

Regional risk is also calculated but average for the whole population of the region in the potential danger zone.

$$R_{is}(F) = \sum_i ((S_i / T_i) \cdot r_{si} \cdot Vt_i \cdot Vs_i \cdot (1/Ns)) \qquad (4)$$

where S_i – the area (zone) that was subject to exposure with i adverse factor F_i; T_i – time of exposure with factor F_i; $r_{si} = Ns_i / S_i$ – population density in a danger zone S_i; Ns_i – number of people in the danger

zone; Vt_i – vulnerability of the population through time; Vs_i –vulnerability of population through territory; Ns – number of population of the region with respect to which the risk is calculated.

2.1. Risks of Impact of Hazardous Exogenous Geological Processes

The special and time possibility of occurrence of the hazardous exogenous geological processes in natural regime (*K*) depends on the interaction of two components of their development:

– *special exposure on the territory* K by objects of the hazardous exogenous geological processes (% of the total area f_{np} of the landslide areas, light holes, flood and slide areas within the boundary of assessment of S area, region, industrial area and so on):

$$K_{sp} = \frac{f_{sp}}{S}$$

– *temporal dynamics of the development of K* of the HEGP as the frequency of intensification of these processes within a definite period of time T (years), mainly as a result of rapidly changing (abnormal) hydrometeorological factors (intensification occurs with an average frequency of once in 3-4 up to 11-30 years) [7]:

$$K_{tem} = 1/T = 1/(3-4) \div 1/(11-30) \approx 3 \cdot 10^{-1} \div 3 \cdot 10^{-2}$$

Here we define the annual probability of natural occurrence of K^1 within 1 square meters of the assessment area:

$$K^1_{\text{HEGP}} = K_{tem} \cdot K_{sp} \quad (5)$$

The formulae for assessment of the risks of lie activity in the area of HEGP occurrence are determinate respectively depending on the state of the area and the density of population. For rural areas within which the HEGP development is close to the natural regime due to the lack of the systems of engineering protection and significant level of technogen impact, the *overall* risk of life activity and economy $R_{RA,\,\text{overall}}$ makes:

$$R_{RA,\,\text{overall}} = d_{RA} \cdot K_{\text{HEGP}} \quad (6)$$

where $d_{RA} = \frac{D_{RA}}{\sum f_{RA}}$ – density of population in rural areas; D_{RA} – total number of rural population within the boundaries of the assessed area; $\sum f_{RA}$ – total area of rural settlements.

The individual risk of life activity due to the HEGP is largely connected with the density of buildings and integrity of changes in geological area. For the conditions of flooding and collapse, their territorial occurrence is usually solid due to which [8]:

$$R_{RA_{ind}} \approx d_{RA} \cdot K_{HEGP} \cdot \left(\sum f_{RA}\right) \approx D_{RA} \cdot K_{HEGP}$$

For the conditions of development of territorially distributed HEGP (landslides, holes) able to influence separate life activity objects in a rural settlements, in the process of assessing the risk it is necessary to take into account the density K_{build}:

– for "mosaic" landslides, floods and so on.

$$R_{RAind} \approx d_{RA} \cdot K_{HEGP} \cdot K_{build} / D_{RA} \quad (7)$$

– for ‘solid’ floods, holes and so on.

$$R_{RAind} \approx d_{RA} \cdot K_{HEGP} K_{build} / D_{RA} \approx K_{HEGP} K_{build} \quad (8)$$

where $K_{build} \approx (1 \div 2) \cdot 10^{-1}$.

R_{RAind} is interpreted as the risk to lose the premises by the village residents in the zones of development of the indicated negative natural processes.

For conditions of the industrially urban agglomerations (IUA), the spacio-temporal risk of HEGP is mainly connected with their technogen intensification. Thus, dependences (5) and (6) with respect to data about the regional development of HEGP can be transformed as follows:

$$K^1_{HEGP(IUA)} = K_{sp} K_{tem} K_{TA} \tag{9}$$

and in case of engineering protection:

$$K^2_{HEGP(IUA)} = K_{sp} K_{tem} K_{TA} / K_{pr} \tag{10}$$

where technogen intensification coefficient for locally developed HEGP (landslides, holes) through the impact of technogen factors of the IUA.

The analysis of the data of the monitoring of geological environment within the boundaries of the IUA proves that the dominating factor of hazard is the flowing and associated growth of hydrodynamic pressure on the slopes or in the roofing of holes with the simultaneous decrease in the solidity of ettle. By preliminary estimates, the hydrodynamic impact on intensification of landslides may grow 1.5−2.0 times, karst – up to 5−10 times.

The individual risk of life activity R for the conditions of the industrial- rural agglomeration without the system of engineering protection is expedient to be assessed with respect to dependences (6) - (9) [8]:

- Without engineering protection systems:

$$R^1_{IRA} = d_{IUA} \cdot K_{sp} \cdot K_{tem} \cdot K_{build} \cdot K_{TA} / D_{RA} \tag{11}$$

- With the systems of engineering protection:

$$R^2_{IUA,ind} = d_{IUA} \cdot K_{sp} \cdot K_{tem} \cdot K_{build} \cdot K_{TA} /(K_{pr} \cdot D_{RA}) \tag{12}$$

The indicated $R_{IUA,ind}$ are interpreted as individual risks of losing residential and industrial facilities in the respective industrial and rural agglomerations.

The indicated calculations of correlations for the assessment of risks of impact of HEGP on rural settlements, industrial-urban settlements and potentially hazardous objects located there aim at the preliminary assessment of changes in geological environment as the element of the technogen-geological system.

Meanwhile, only random impact of HEGP on engineering systems of the potentially hazardous objects on object (landslide, karst) and territorial levels with respect to solid development of flooding and sag stone.

Further determination of these calculated interdependencies must also take into account the accidental transportations of the TGS and their impact on pollution of surface air layer, surface and underground hydrosphere.

2.2. Risks of Life Activity From Failures at Potentially Hazardous Objects

The potential average annual risk of inaction from failures at the potentially hazardous objects with the emission of toxic substances is calculated as follows [9]:

$$R_{is}(a) = (1/k) \cdot (\sum_k P \cdot ((N_{sak} / T_{ak}) \cdot V_{tak} \cdot V_{sak} \cdot (1/N_s)) \tag{13}$$

where $P = (z, t, t_r, t_{kr})$ − average annual probability of the technogen failure at the potentially hazardous objects with the emission of toxic substances, is defined depending on the outdated technical systems z, operation term t and capital repair term t_{kr}, the time from the last planned repair t_r. These parameters

must be provided from the passports of the potentially hazardous objects; $N_{sak} = \sum n_{jk}$ – the number of population in settlements jk, that may be caught in dangerous zone S_{ak} respectively in seasons $k = 1,2,3,4$ (winter, spring, summer, autumn). In the first approximation, $S_{ak} = \pi r_{\max}^2$, where $r_{\max}$ – the radius of the toxic cloud spread at the maximal figures of the failure. S_{ak} should be differentiated depending on 4 seasonal races (average perennial frequencies) of the wind directions in courses, by the information from the meteorological station closest to the object; $T_{ak} = (t_e + t_{dk})$ $T_{ak} = (t_e + t_{dk})$ – total time of exposure where t_e is the period of toxins emission into the atmosphere; t_{dk} – time of emission in save concentrations, which depends on the average seasonal wind speech and features of the toxic substance; N_s – number of people of the region assessed for the life activity risks (an administrative are where the potentially hazardous object locates or a total of provincial cities and population of the rural administrative regions within which the area of maximal spread of the toxic cloud locates, is defined by $r_{\max}$) V_{tak} – people's vulnerability in time, whilst:

$$V_{tak} = \sum_{jk}(a_{jk} \cdot n_{jk}) / \sum_{jk} n_{jk};$$

$$a_{jk} = \begin{cases} 1 \\ 0.75 \\ 0.5 \\ 0.25 \\ 0 \end{cases} \quad \text{if} \quad \begin{cases} t_{nj1} < 0.5, \\ 0.5 <= t_{nj2} < 1.0, \\ 1.0 <= t_{nj3} < 1.5, \\ 1.5 <= t_{nj4} < 2.0, \\ t_{nj5} => 2.0, \end{cases}$$

where t_{nj} is the time of the cloud movement towards settlement j in season k; V_{sak} – vulnerability of population depending on their age, whilst:

$$V_{sak} = \sum_{jk}(b_m n_{jr}^{0-4} + b_m n_{jr}^{5-14} + b_m n_{jr}^{15-29} + b_m n_{jr}^{30-59} + b_m n_{jr}^{60}) / \sum_{jk}(n_{jr}^{0-4} + n_{jr}^{5-14} + n_{jr}^{15-29} + n_{jr}^{30-59} + n_{jr}^{60})$$

where $n_{jr}^q = (n_r^q / N_r)$ - the share of population of the due age group q in the region r, that controls the settlement j $(q = \{0-4, 5-14, 15-29, 30-59, 60 =>\})$;

$$b_m = \begin{cases} 1 \\ 0.75 \\ 0.5 \\ 0.25 \end{cases} \quad \text{if} \quad \begin{cases} n_{jr}^{0-4} \text{ або } n_{jr}^{60}, \\ n_{jr}^{30-59}, \\ n_{jr}^{15-29} \\ n_{jr}^{5-14}. \end{cases}$$

The risk of disease is the function of the dose of a toxic substance, while acute intoxication (immediate manifestation of intoxication) are clearly expressed. This risk RI_3 is interpreted as a conditional individual risk to die or fall ill, whose meaning allows calculating the territorial potential technogen risk. Formula for calculation of the risk of acute toxic effect:

$$RI_3 = (1/\sqrt{2\pi}) \times \int_{-\infty}^{a+b\lg(c/LAC)} \exp(-\tau^2/2) d\tau$$

where c – calculated concentration of a toxic substance in point τ of the dangerous zone (spread of toxic substances). LAC_p –limit of acceptable one-time concentration of the toxic substance in the air. There are empiric figures for parameters *a* and *b*.

The search of the integral function in the indicated formulae requires complex and lasting calculations. In order to overcome these difficulties, it is possible to make use of the acceptable approximation to the integral function on the basis of the logistical functional dependence of the risk of acute intoxication due to the increased concentration of toxic substances. However, the simple way is to use the formula of the risk of chronic intoxication R_3 for the linear-exponential threshold function with the provision of introducing the approximate death threshold (for example, the concentration of the toxic substance c>10 GAC) [10]:

$$R_3 = 1 - \exp\left[-0.174 \left(\frac{c}{MAC \cdot K_3} \right)^{\beta} \cdot t \right],$$

where MAC is the standard of maximally acceptable concentration of a toxic substance in air; c – average daily concentration of a toxic substance in all observation points $\tau = (i, j)$ within the boundaries of the settlement in the dangerous zone; ($c = \sum_k p_k c_{k,i,j}$, where $c_{k,i,j}$ – concentration of the toxic substance in point (i, j) of the dangerous zone within the boundaries of settlement for k-weather type; p_k – probability of k weather type); t – time of the toxic substance impact (days) K_3=1/10; $\sum$ – degree of toxic hazard of the substancea.

Meanwhile, the area of the potential risk to fall sick as a result of the toxic impact from the calculated emergency situation is defined by formula:

$$RI_{i,j} = 1 - \exp\left[-0.174 \left(\frac{c_{k,i,j}}{LAC \cdot K_3} \right)^{\beta} \cdot t \right],$$

where K_3, $c_{k,i,j}$, t and β are set in expert scenarios of the emergency situations development at a definite potentially hazardous object.

2.3. Risks of Life Activity from Flooding in the Potentially Dangerous Zones

The average annual risk $R_{is}(f)$ in the potentially dangerous areas that may be flooded either as a result of the flood or hydrotechnical crash are evaluated by the following formula [9]:

$$R_{is}(f) = P \cdot ((N_{sf} / T_f) \cdot V_{tf} \cdot V_{sf} \cdot V_{sd} \cdot (1/N_s) + R_{is}(S_{f>2}))$$

where P – average annual probability of flooding as a result of the flood or hydrotechnical failure $N_{sf} = \sum_{jf} n_{jf}$ – number of people in settlements jf, that may be caught in flooding zone S_f; T_f T – total time of flooding; N_s – number of people in the region where the risk is being assessed; V_{tf} – population vulnerability depending on the time of wave approach (calculated as V_{tak}); V_{sf} – vulnerability of population depending on age (calculated as V_{sak}); V_{sd} – population vulnerability depending on flooding depth d, whereas:

$$V_{sd} = \sum_j (c_{jd} \cdot n_j) / \sum_j n_j$$

$$c_{jd} = \begin{cases} 1 \\ 0.5 \\ 0.25 \\ 0 \end{cases} \quad \text{if} \quad \begin{cases} d => 2.0 \\ 1.5 <= d < 2.0 \\ 1.0 <= d < 1.5 \\ d < 1.0 \end{cases}$$

$R_{is}(S_{f>2})$ – the potential individual risk of life activity from the potentially dangerous objects that may

locate in flooding zone S_f with the depth d=> 2m.

Further specification of calculations in case of floods must additionally take into account the risk of economic management in the form of probability of the loss of industrial and housing facilities (at the scheme of assessing the influence of HEGP on PHO).

2.4. Criteria for Life Activity Risk Management

In conditions of market economy, the measures for prevention of emergency situations are carried on the basis of the concept of economically acceptable rather than the null risk. Therefore, the works on the assessment of the level of the potential (actual) and acceptable risk of the emergency situations turn into a priority while planning measures. The criterion of assessing the acceptable risk of life activity is the indicator of the average individual risk for the whole population of the region. For its more exact specification, it is necessary to select a risk group from among the population that may be potentially defeated (for example, the population in the zone of possible disastrous flooding, in case of destruction of the dam at the hydroelectric power plant). Then the decisions about the admissibility of risk $\overline{RI}$ are perceived on the basis of the average meaning of individual risks for the subjects of the risk group [11, 12]:

$$\overline{RI} = \frac{\left[\sum_{x,y} RI(x,y)N(x,y)\right]}{\sum_{x,y} N(x,y)},$$

where $RI(x,y)$ – the individual risk in the area of possible exposure (x,y); $N(x,y)$ – number of subjects in the risk group of this zone.

While assessing the total compensation costs $M(Sl)$ for compensation for the adverse consequences of the emergency situations, one man is taken as a lower limit of the acceptable number of death tolls. In such a case, the potential social damage from the emergency situation in the indicated region is defined by the formula:

$$M(Sl) = \frac{\sum N_k (R_k)^2}{RI^* E(T_l)},$$

where N_k – the number of people in в k risk group; R_k – average individual risk in k risk group; RI^* – the limit of acceptable individual risk; $E(T_l)$ – the economic equivalent of human life.

The measures to ensure people's security are planned on the assumption that in case a person dies as a result of the emergency situation, the economic costs will be equal to the economic equivalent of a human life $E(T_l)$ expressed in money. In general, this indicator depends on human's age nonlinearly:

$$E(T_l) = E_0 \times \exp\left(-\frac{(t_l - c)^b}{a}\right),$$

where E_0 – economic equivalent of newborn life; t_l –man's age; a, b, c – empiric parameters, characterizing the age distribution of people.

Thus, the main criterion for management of life activity risks and economic management risks is the indicator of the cost of the rescued lives in conditions of possible and real emergency situations of different origins.

2.5. Assessment of Life Activity Risks by the Nature of Threats

The security level of chemical, petrochemical and refining industries are characterized by the depreciation of fixed assets, as well as the deterioration of engineering-geological conditions of industrial sites as a result of natural and technogen intensification of HEGP. Over the past decades, we have observed the active process of the decline in the strength of the upper zone of rocks due to violations of their water and heat regime,

geochemical and hydrogeochemical parameters of landscapes and hydrochemical regime of active water exchange zone.

The plane nature of the development of most HEGP sufficiently increases the risks of failures at the chemically hazardous objects through deformations and destruction of responsible constructive elements.

On the whole, the analysis of data shows that there is a sufficient deviation in engineering parameters of the industrial areas of the PDO from the initially projected, which creates additional deformations in technologically important facilities, water and heat supplying systems of the foundation rocks, etc.

The assessment of risks of life activity from possible crashes at the CDO is based on the results of predicting the implications of the emission of hazardous chemical substances that is carried out with respect to the volumes of emission and meteorological conditions for definition of the parameters of exposure; working on the algorithm of actions in the area of possible exposure. The quantitative evaluation of risks of life activity should be carried out both on the levels of objects and regions.

The probability of a failure $P_2(H_2)$ at a chemically dangerous object with the emission of toxic substances is defined as the average annual frequency of chemically hazardous crashes as a result of which people may fall ill or die due to exposure:

$$P(A) = N_a / N_h$$

where N_a – the number of accidents on the chemically dangerous object in the indicated region with the emission of hazardous chemical substances, with casualties reported; N_h – the total number of chemically dangerous objects in this region.

Taking into account this maximally possible technogen risk of activity $R(A)$ in conditions of a possible crash at the indicated chemically dangerous object within the boundaries of the predicted area of the zone of chemical exposure is defined by the formula [13]

$$R(A) = P(A) \cdot V(A) \cdot K(A) \cdot N ,$$

where $R(A)$ – collective risk of losing health or people's death in this area in case of a possible crash at the chemically dangerous object with the emission of the hazardous chemical substances (per/year); $P(A)$ – possible failure at the chemically dangerous objects (the share of units)

$V(A)$ – vulnerability of territories in case of possible accidents at the chemically dangerous objects (share of units); $K(A)$ – spatial vulnerability of population (share of units); N – number of population in the studied area (people).

The area vulnerability due to possible crash at the chemically dangerous object $V(A)$ is defined by the correlation between the area of the damaged territory and its total area:

$$V(A) = S_A / S$$

where S_A – the area of the zone of chemical exposure which is formed as a result of a crash with the emission of hazardous chemical substances, km^2; S –area of the zone (regional, industrial space and so on) , *km*^{2};

The spatial vulnerability of the population $K(A)$ is defined with the radio of the population in the zones of possible exposure to the number of people in the area.

$$K(A) = N_A / N$$

where N_A – the number of people in the area of possible exposure (people); N – number of people in the territory of the area (people).

The impact of regionally spread exogenic geological processes as part of the natural-technogen system 'CDO-geological environment' determine formation of the technogen-natural risk which can be defined with

respect to coefficient of the impact of the due HEGP on CHO [14].

2.6. Complex Assessment of Life Activity Risks

The crashes at CHO with the emission of HCA occur for producing, construction, technological or operational reasons or under the influence of external factors which cause the damage to technological equipment, facilities, devices, transport means, etc. Meanwhile, the zone of chemical exposure represents a real threat to people, economic and natural objects.
The method of complex assessment of technogen, natural, as well as natural and technogen risks of life activity characterized with the joint action of dangerous technogen and natural factors are worked out on the basis of the following concepts.

Natural risk of life activity in the territory of possible manifestation of HEGP is assessed as follows [10]:

$$R_1(H_1) = P_1(H_1) \cdot V_1(H_1) \cdot K_1(H_1) \cdot N \quad (14)$$

where $R_1(H_1)$- collective risk of life activity (loss of health or death tolls) in this area as a result of intensification of the exogenic geological processes (per/year); $P_1(H_1)$- probability of HEGP in the studied area (cases/year); $V_1(H_1)$- territorial vulnerability due to HEGP that is defined with the ratio of the damaged part of the territory to its total area (unit fraction); $K_1(H_1)$- spatial vulnerability of the population (unit fraction); N - number of people in the area of study (people).

The assessment of the technogen risk of life activity in conditions of possible crash at the CDO is carried by the formula:

$$R_2(H_2) = R_2(H_2) \cdot V_2(H_2) \cdot K_2(H_2) \cdot N$$

where $R_2(H_2)$ - collective risk of health loss or death tolls in this territory at the possible crash at the CDO with the emission of HCS (pers/year) $R_2(H_2)$ - possible crash at CDO (cases/year); $V_2(H_2)$- vulnerability of territory of possible crash at CDO (units fraction); $K_2(H_2)$-spatial vulnerability of population (units fraction), N −number of people in the studied territory (people).

2.7. Assessment of Life Activity Risks on Definite Examples

Life at risk from a possible accident at CDA is the probability of death or disease in humans as a result of intoxication if they are in the predicted zone of chemical exposure. Assessment of life activity risks of chemically hazardous accidents is based on the results of modeling the effects of accidental release of HCS with respect to volumes of emissions, meteorological conditions and the corresponding geometric parameters of the zones of chemical exposure. The risk of life activity in the regions is defined by results of the object modeling. The developed method above defines the algorithm of comprehensive risk assessment of life activity in terms of possible accidents at CDO, which is adapted for implementation in an automated regime (Figure 1) [9].

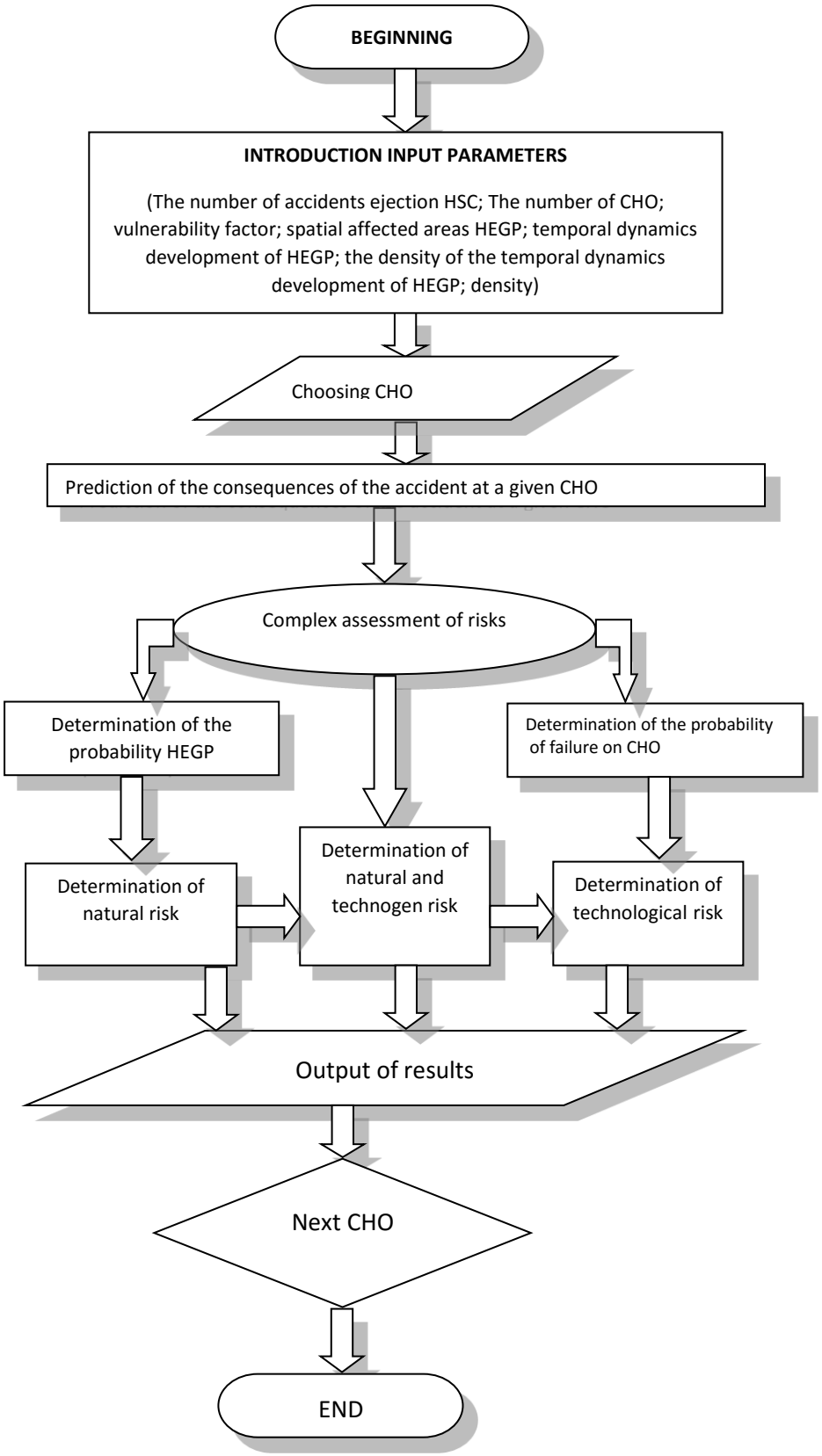


Fig. 1. A flowchart of algorithm of the risks complex assessment of life activity

Practical development of the algorithm is implemented on specific examples of possible hazardous chemical accidents with respect to the dangers of flooding and subsidence processes. In particular, for most dangerous objects, the zones of chemical exposure are modeled in conditions of possible crashes with the maximal volume of emission of toxic substances with respect to relevant medium climatic figures of the meteorological parameters.

References

[1] Bychenok N.N, Yakovlev E.A, Ivanyuta S.P. Dynamics of change of risks of vital activity in the natural- technogen sphere. // Ecology and resources. Kiev, 14, 23-29, (2006).
[2] Bychenok N.N, Rogozhin O.T, Yakovlev E.A On the estimation of vital activity and management in the natural-technogen sphere. // Ecology and resources. Kiev, 10, 64-73, (2004).
[3] Danilishin B.M. Natural-technogenic catastrophes: problems of economical analysis and management. Kiev, 260, (2001).
[4] Sadigov A.B. Mathematical models and methods of solving problem of regional protection in emergency situations. Baku, "Elm", 188, (2004).
[5] Ragozin A.L. Basic models and methods of estimation of natural risks // Estimation and management of natural risks. Moscow, 131-142, (2003).
[6] Mushik E. Muller P. Methods of taking technical decisions. Moscow, Mir, 206, (1990).
[7] Yakovlev Y.A. The geological aspects of environmental system, monitoring the geological medium of Ukraine. UNESCO Regional Office of Science and Technology of Europe. Technical Report, 21, 184-191, (1995).
[8] Ischuk O.O., Korzhnev M.M, Koshlakov O.E, Spatial analysis and modeling in GIS. // Textbook. Kiev, 200, (2003).
[9] Sadigov A.B.Solutıon models and technologıes of management tasks ın emergency sıtuatıons. Baku, "Elm", 374, (2017).
[10] Bychenok M.M. Fundamentals of informatization of regional security management. Kiev, 196, (2005).
[11] Kharshov G.KH. Justification of the costs allocated to the prevention of deaths in accidents, catastrophes, natural disasters // Problems of security in emergency situations. Issue. 8. Moscow, VINITI, 73, (1993).
[12] Demchishin M. G., Klimchik L.M and others. An informational bulletin "Regional engineering-geological conditions of the Ukraine territory". Kiev, 1, 92, (1997).
[13] Protsenko A.N, Makhutov N.A, Artemiev A.E Security of population and the environment of Moscow: investigations and problems of managment // Problems of security in emergency situations. Ed. 2. Moscow, VINITI, 75-86, (1997).
[14] Sadigov A.B. Methodological limitations of the theory of safety of ecologically dangerous objects // International Journal of Research and Reviews in Applied Sciences, 2012, Volum 13, Issue 1. 175-179, (2012).

DUYGU VE FİKİR ANALİZİNDE KULLANILAN DOĞAL DİL İŞLEME YÖNTEMLERİ VE YORDAMLARI

NATURAL LANGUAGE PROCESSING METHODS AND PROCEDURES USED IN SENTIMENT AND OPINION ANALYSIS

Fatih Gürcan[a], Setenay Şevik[b], Metin İskenderoğlu[c]
[a] Karadeniz Teknik Üniversitesi, Trabzon, Türkiye, E-posta: fgurcan@ktu.edu.tr
[b] Karadeniz Teknik Üniversitesi, Trabzon, Türkiye, E-posta: setenaysevik@ktu.edu.tr
[c] Karadeniz Teknik Üniversitesi, Trabzon, Türkiye, E-posta: miskenderoglu@ktu.edu.tr

Özet

Doğal dil işleme alanındaki en aktif araştırma eğilimlerinden biri olan duygu ve fikir analizi, insanların görüşlerini, duygularını, değerlendirmelerini, tutumlarını ve hislerini yazılı dilden çözümleyerek analiz eden bir çalışma alanıdır. Duygu ve fikir analizi sadece doğal dil işleme değil, aynı zamanda veri madenciliği, web madenciliği ve metin işleme gibi araştırma konularını da geniş çapta içermektedir. Özellikle son dönemde sosyal ağlardaki fikir ve duygu paylaşımlarında görülen yoğun artış, duygu ve fikir analizinin önemini her geçen gün daha da artırmaktadır. Duygu ve fikir analizi uygulamaları neredeyse tüm ticari ve sosyal alanlarda etkin bir geri bildirim aracı olarak kullanılmaktadır. Çünkü insanların duygu ve fikirleri, davranışlarımızın birer sebep ve yansıması olarak hemen hemen tüm faaliyetlerin merkezinde yer alır. Bu nedenle, karar verme mekanizmalarında sıklıkla başkalarının görüşlerine başvurulur. Bu durum sadece bireyler için değil organizasyonlar için de geçerli bir mekanizmadır. Duygu ve fikir analizi, metnin görüş, duygu ve öznelliğinin hesaplamalı olarak ele alınmasıdır. Bu araştırma makalesinde, duygu ve fikir analizi alanında yaygın olarak kullanılan algoritmalar, yöntem ve yordamlar ele alınmış ve sistematik olarak kategorize edilmiştir. Farklı temel yaklaşımlara dayanan bu analiz yöntemleri sistematik bir taksonomi içerisinde modellenmiş ve sunulmuştur. Gerçekleştirilen çalışmanın bu yönüyle, duygu ve fikir analizi alanına yeni dâhil olan araştırmacılar için yararlı olabileceği düşünülmektedir. Ayrıca yapılan çalışmanın, bu alanda kullanılan yöntemlerin ve yordamların daha sistematik bir şekilde anlaşılması açısından da katkılar sağlayabileceği öngörülmektedir.

Anahtar Kelimeler: Duygu ve fikir analizi, Makine öğrenmesi, Algoritmalar, Yordamlar, Taksonomi

Abstract

One of the most active research trends in the field of natural language processing, sentiment and opinion analysis is a field of study analyzing people's opinions, emotions, evaluations, attitudes and feelings in written form. Sentiment and opinion analysis are not only natural language processing, but also a wide range of research topics such as data mining, web mining and text processing. Especially in the last period, the intense increase in the ideas and sentiments sharing in social networks increases the importance of sentiment and opinion analysis every day. Sentiment and opinion analysis applications are used as an effective feedback tool in almost all commercial and social areas. Because people's sentiments and ideas are at the center of almost all activities as a cause and reflection of our behaviors. Therefore, it is often consulted others in the decision-making process. This is a mechanism not only for individuals but also for organizations. Sentiment and opinion analysis is the computation of the opinion, emotion and nature of the text. In this research article, widely used algorithms, methods and procedures in this area have been discussed and systematically categorized. These analysis methods based on different basic approaches are modeled and presented within a systematic taxonomy. This is supposed to be beneficial for researchers who are new to the field of sentiment and opinion analysis. It is expected that this study may also contribute to the understanding of the methods and procedures used in this area in a more systematic way.

Keywords: Sentiment and opinion analysis, Machine learning, Algorithms, Procedures, Taxonomy

1. Giriş

Duygu ve fikir analizi (aynı zamanda duygu madenciliği, duygu sınıflandırma, fikir madenciliği, öznellik analizi, eleştiri madenciliği ya da değerlendirme çıkarma ve bazı durumlarda düşünce sınıflandırma), kişilerin bir nesne ya da varlığa yönelik görüş, tutum, davranış ve duygularının yansıtıldığı metinler üzerinde istatistiksel yordamlara dayalı olarak gerçekleştirilen hesaplamalı analizlerdir [1,2]. Değerlendirmesi yapılan ya da hakkında görüş bildirilen varlık veya nesneler, bir olay, konu veya kişiler olabilir. Duygu ve fikir analizi (DFA) ile belli bir konu veya hedefe göre yorum yapan kişinin görüşünü tespit etmek amaçlanır. Bu analiz ile görüş bildiren kişinin düşünce, fikir ya da değerlendirmesini, duygusal durumunu (yazarın yazma anında nasıl hissettiği) veya amaçlanan duygusal iletişimi tespit edilebilir [3].

DFA' da kullanılan verilerin ana kaynağını, ürün incelemelerine yönelik yazılı yorum metinleri oluşturmaktadır. Kullanıcıların ürünlere ilişkin görüşlerinin DFA yordamlarıyla analizinden elde edilen çıkarımlar, işletme stratejilerinin belirlenmesinde iş sahipleri için büyük öneme sahiptir. DFA, sadece ürün incelemelerinde değil, aynı zamanda borsalarda, haberlerde veya siyasi tartışmaların analizinde uygulanabilir bir modeldir [1-3]. Örneğin siyasi tartışma platformlarında, bazı seçmen adayları veya siyasi partiler hakkında insanların görüşleri belirlenebilir. Bu şekilde, seçim sonuçları siyasi tartışma yorumlarından da tahmin edilebilir. Sosyal ağ platformları ve mikro blog siteleri, insanların belirli bir konudaki görüşlerini özgürce paylaştığı ve tartıştığı ortamlar olduğundan, bu platformlar DFA için oldukça potansiyel bir bilgi kaynağı olarak değerlendirilebilir [4].

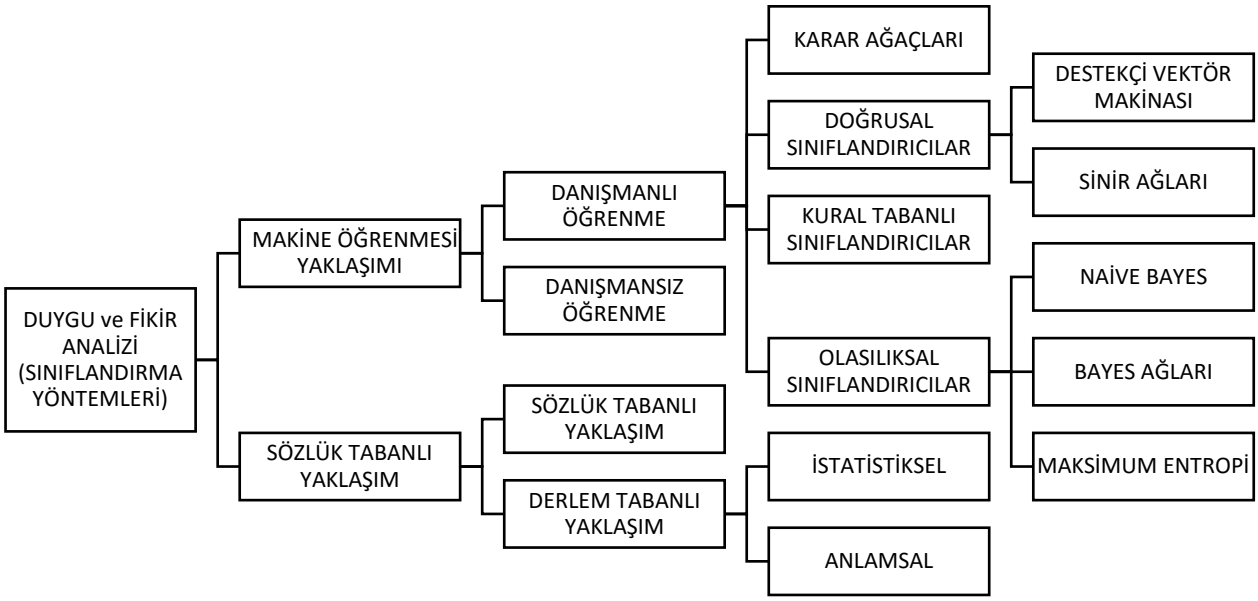
Duygu analizi ve fikir madenciliği kavramları, sıklıkla birbirinin yerine kullanılan kavramlardır. Fikir madenciliği, bir varlık hakkında insanların fikirlerini ayrıştırır ve analiz eder; duygu analizi ise, bir metinde ifade edilen duyguyu tanımlar ve onu analiz eder. Dolayısıyla, DFA' nın amacı, fikir bulma, ifade edilen duyguları tanımlama ve bunların kutuplaştığı noktaları sınıflandırmaktır. DFA' da üç ana sınıflandırma seviyesi vardır: Belge düzeyinde DFA, görüş içeren bir belgenin olumlu ya da olumsuz bir görüş içeren belge olarak sınıflandırılmasıdır. Bütün belgeyi temel bilgi birimi olarak görür (belgenin tek bir konu hakkında olduğu varsayılır). Cümle seviyesinde DFA, her cümlede ifade edilen duyguları sınıflandırmayı amaçlamaktadır. İlk adım cümlenin sübjektif veya objektif olup olmadığını belirlemektir. Cümle öznel ise, cümle seviyesinde DFA ile cümlenin pozitif veya negatif düşünceleri ifade edip etmediği belirlenir. Bununla birlikte, belge ve cümle seviyesinde sınıflandırmaları arasında temel bir fark yoktur, çünkü cümleler sadece kısa belgelerdir. Metinlerin belge düzeyinde veya cümle düzeyinde sınıflandırması, hakkında görüş bildirilen varlığın pek çok uygulamada ihtiyaç duyulan tüm yönleri hakkında gerekli detaylı görüşleri sağlamaz; bu ayrıntıların elde edilebilmesi için özellik seviyesinde DFA' ya ihtiyaç duyulur. Özellik seviyesinde DFA, duyguların varlıkların özel yönlerine göre sınıflandırılmasını sağlar. Bu modelde ilk adım, varlıklar ve o varlıklara ait özellikleri tanımlamaktır. Bir cep telefonu ile ilgili olarak yorum yapan kişi, "Bu telefonun ses kalitesi iyi değil, ancak pil ömrü uzun" şeklinde bir yorum yaparsa, burada cep telefonun farklı iki özelliği (ses ve batarya) için farklı görüşlere ulaşılır [1-4].

DFA çalışmalarında genel olarak, doğal dil işleme, makine öğrenmesi, hesaplamalı dilbilim, istatiksel modeller ve sembolik teknikler gibi yaklaşımlar kullanılır [5]. DFA alanında yapılan bilimsel çalışmalar özellikle son yıllarda büyük bir ivme kazanmıştır. DFA alanında yapılan bu çalışmalarda iki temel yaklaşım vardır. Bunlar makine öğrenmesi yaklaşımları ve sözlük tabanlı yaklaşımlardır [1]. Makine öğrenmesi yaklaşımı, veri setinin bir kısmının sistemin eğitilmesi için kullanıldığı veri madenciliği yöntemleridir. Sözlük tabanlı duygu analizinde ise duygusal anlam taşıyan sözlüklere bir ağırlıklandırma yapılarak metinlerin sınıflandırılması söz konusudur. Yapılan bilimsel çalışmaların büyük bir kısmında makine öğrenmesi yaklaşımı kullanılmıştır. Bunun yanında, sözlük tabanlı yaklaşım kullanılarak yapılan bilimsel çalışmaların sayısı da giderek artmaktadır. Alanyazın da, DFA alanlarında son araştırma eğilimlerini ve yöntemleri ele alan birçok inceleme ve değerlendirme makaleleri de yer almaktadır [1-5]. İnceleme ve değerlendirmeye dayalı gerçekleştirilen bu çalışmada, DFA araştırma ve uygulama alanları ile DFA çalışmalarında kullanılan yöntem ve yordamlar incelenip, bu yöntemler için sistematik bir taksonomi önerilmiştir. Yapılan bu çalışmanın, DFA alanlarına yönelik araştırma ve uygulamaların daha iyi anlaşılmasında, yeni araştırma ve uygulamalar için uygun yöntemlerin belirlenmesinde, bu alanda kullanılan yöntem ve yordamların daha doğru yorumlanmasında katkı sağlayacağı öngörülmektedir.

2. Duygu ve Fikir Analizinde Kullanılan Yöntemler

DFA' da kullanılan yöntemler, genel olarak sınıflandırma algoritmalarına dayalı yaklaşımlardır. DFA' da kullanılan sınıflandırma yöntemleri makine öğrenme yaklaşımı, sözlüğe dayalı yaklaşım ve hibrid yaklaşım olarak üçe ayrılır [1]. Bu kapsam içerisinde, DFA' da kullanılan sınıflandırma yöntemleri ve popüler algoritmalar Şekil 1. de sistematik olarak kategorize edilmiştir. Makine öğrenmesi yaklaşımı, bilinen makine öğrenmesi algoritmalarının dilbilimsel özelliklerle birlikte kullanılmasına dayanır. Sözlük tabanlı yaklaşım, bilinen ve önceden derlenmiş duygu terimlerinin bir koleksiyonu olan bir duygu sözlüğüne dayanır. Duygunun kutupsallığını bulmak için istatistiksel veya semantik yöntemler kullanan bu yöntem; sözlük tabanlı yaklaşım ve derlem tabanlı yaklaşım olarak ikiye ayrılır. Melez yaklaşım ise, makine öğrenmesi yaklaşımı ile sözlük tabanlı yaklaşımın birlikte kullanılmasına dayanır ve bu yaklaşım duygu sözlüğüyle birlikte yöntemlerin çoğunda yaygın olarak kullanılır [1-5].

Makine öğrenmesi yaklaşımını kullanan metin sınıflandırma yöntemleri; danışmanlı öğrenme ve danışmansız öğrenme yöntemleri olarak ikiye ayrılır. Danışmanlı yöntemlerde daha önceden etiketlenmiş eğitim dokümanları kullanmaktadır. Danışmanlı öğrenmenin amacı, sınıf etiketlerinin tahmin edilen özelliklerine göre dağılımına ilişkin olarak bir sınıflandırma modeli oluşturmaktır. Daha sonra bu sınıflandırma modeli, tahmin edici özelliklerin değerlerinin bilindiği test örneklerini (test örneklerinin hangi sınıfta olduğu bilinmiyor) daha önceden belirlenen sınıf etiketlerine atamak için kullanılır. Makine öğrenmesi yaklaşımında, danışmanlı öğrenme yöntemleri en fazla tercih edilen modellerdir. Makine öğrenmesi yaklaşımında, en yaygın kullanılan danışmanlı öğrenme algoritmaları: Karar Ağaçları, Doğrusal Sınıflandırıcılar (Destekçi Vektör Makinesi, Sinir Ağları), kural tabanlı sınıflandırıcılar ve olasılıksal sınıflandırma (Naive Bayes, Bayes Ağları, Maksimum-Entropi) yöntemleridir [1,4].



Şekil 1. Duygu ve fikir analizinde kullanılan sınıflandırma algoritmaları

Etiketli eğitim belgelerinin bulunmasının zor olduğu durumlarda danışmansız yöntemler kullanılır. Sözlük tabanlı yaklaşım, metnin çözümlenmesinde kullanılan duygu sözlüğünün ölçeğine bağlıdır. Bu yaklaşımda iki yöntem vardır. Sözlük tabanlı yaklaşım, duygu içeren kelimelerin bulunmasına ve daha sonra eşanlamlılarının ve zıt anlamlılarının sözlükte aramasına dayanır [1]. Derlem tabanlı yaklaşım, duygu içeren kelimelerin köklerini içeren bir derlem listesi ile başlar ve daha sonra içeriğe özgü yönelimlerle duygu bildiren diğer kelimeler geniş bir belge koleksiyonu içerisinde aranır. Bu arama işlemi, ancak istatistiksel veya semantik yöntemler kullanılarak yapılabilir. Derlem tabanlı yaklaşımlar; istatistiksel yaklaşım ve anlamsal yaklaşım olarak iki gruba ayrılır [1,2].

İstatistiksel yaklaşım, duygu bildiren kalıpları ve duygu bildiren kelime köklerini tespit etmek için istatistiksel modeller kullanır. Bir kelimenin bildirdiği duygu, geniş bir metin derlemindeki kelimelerin oluşum sıklığı hesaplanarak belirlenebilir. İlgili kelime pozitif metinler arasında daha sık görülüyorsa kutupsallığı pozitif, negatif metinler arasında daha sık görülüyorsa kutupsallığı negatiftir. Eşit frekansa sahipse duygu bildirmeyen (nötr) bir kelime olarak etiketlenir. Benzer görüş bildiren kelimeler bir derlemde sıkça birlikte görünürler. Bu yaklaşım, en son yöntemlerin dayandığı ana gözlem noktasıdır. Bu nedenle, eğer iki kelime aynı derlemde sık sık birlikte görünüyorsa, aynı kutupsallığa sahip olacaklardır. Bu nedenle, bilinmeyen bir kelimenin kutupsallığı, bir başka kelimeyle birlikte görülme sıklığının hesaplanmasıyla belirlenebilir. Derlem tabanlı istatistiksel yaklaşımlar, duygu analizi ile ilgili birçok uygulamada etkin bir şekilde kullanılmaktadır [1-5].

Anlamsal yaklaşım da ise, kelimelerin içerdiği duygu değerleri doğrudan belirlenir ve kelimeler arasındaki benzerliğin hesaplanması için farklı yöntemler kullanılır. Bu yaklaşım da, anlamsal olarak birbirine yakın kelimelere benzer duygu değerleri verilir. Anlamsal yaklaşım birçok duygu analizi uygulamasında, kullanılacak fiillerin, isimlerin ve sıfatların tanımlanması için bir sözlük modeli oluşturulması amacıyla kullanılmaktadır [5].

3. Sonuç

İnceleme ve değerlendirmeye dayalı olarak gerçekleştirilen bu çalışmada, DFA araştırma ve uygulama alanları ile DFA çalışmalarında kullanılan yöntem ve yordamlar incelenip, bu yöntemler için sistematik bir taksonomi önerilmiştir. Bu yöntemler de kullanılan temel yaklaşımlar ve öğrenme modelleri karşılaştırılmıştır. Elde edilen bulgulara göre, DFA' ya dayalı araştırma ve uygulamalar, doğal dil işleme, dilbilimsel süreçler ve istatistiksel modeller arasında kalan disiplinler arası bir çalışma alanı olarak dikkat çekmektedir. Belge özetleme ve otomatik sınıflandırma gibi standart söz dizimsel doğal dil işleme süreçlerinin aksine, duygu ve fikir araştırmaları ağırlıklı olarak doğal dille ilişkili anlamsal çıkarsamalara ve duygu içeren bilgi çıkarımına odaklanır ve metnin tamamının derin bir şekilde anlaşılmasını gerektirmez.

Günümüzün web ortamları "salt okunur" dan, eşzamanlı "okuma-yazma" ya dayalı esnek paylaşım platformlarına dönüşmüştür. Bu teknolojik dönüşüm, sosyal paylaşım ağları, çevrimiçi topluluklar, blog siteleri, elektronik kütüphaneler ve diğer etkileşim platformları aracılığıyla internet kullanıcıları arasında etkin bir iletişime olanak sağlamıştır. Toplu bilgi paylaşımı, özellikle ticaret, turizm, eğitim ve sağlık gibi günlük yaşamla ilgili alanlarda hızla artan bir eğilim olarak göze çarpmaktadır. Web üzerinde kişilerin duygu ve fikirlerinin tespit edilmesi, kullanıcı tarafından üretilen içeriğin özetlenerek işlenmesini (öznellik tespiti), belirtilen görüş ve kaynağının güvenilirliğinin değerlendirilmesini ve kullanıcı içeriklerinin söz dizimsel ve dil bilimsel düzeyde işleme tabi tutulmasını gerektirir. Bundan dolayı, DFA, insan duygularını ölçmeye ve anlamaya çalışan, bilgisayar bilimlerini, dil bilimlerini ve psikolojik bilimleri de kapsayan disiplinler arası bir çalışma alanıdır.

DFA çalışmalarında genel olarak, doğal dil işleme, makine öğrenmesi, hesaplamalı dilbilim, istatiksel modeller ve sembolik teknikler gibi yaklaşımlar kullanılır. DFA alanında yapılan bilimsel çalışmalar özellikle son yıllarda yaşanan bilgi teknolojilerine dayalı yaşanan dönüşüm doğrultusunda büyük bir ivme kazanmıştır. DFA alanında yapılan bu çalışmalarda iki temel yaklaşım vardır. Bunlar makine öğrenmesi yaklaşımları ve sözlük tabanlı yaklaşımlardır. Yapılan bilimsel çalışmaların büyük bir kısmında makine öğrenmesi yaklaşımı kullanılmıştır. Bunun yanında, sözlük tabanlı yaklaşım kullanılarak yapılan bilimsel çalışmaların sayısı da giderek artmaktadır.

Yeni yaklaşımlar, duyguyu analiz eden kavramsal kuramların yanı sıra, insan zihnindeki duygu ve fikir içeren ifadelerin daha sistematik yollarla tespit edilmesini sağlayacak süreçleri kapsamaktadır. Gelecekteki DFA odaklı sistemler, daha geniş ve ortak paylaşıma açık bilgi tabanlarına ve yeni nesil bilimsel yaklaşımlara ihtiyaç duymaktadır. Daha kapsamlı ve etkin bir DFA için, paylaşılan duygu ve fikirlerin, insan düşüncesinden ve psikolojisinden daha yaratıcı akıl yürütme yöntemleriyle analiz edilmesi gerekir. Bu yaklaşım, doğal dil kullanılarak paylaşılan duygu ve fikirlerin daha iyi anlaşılmasını sağlayacak ve

yapılandırılmamış karmaşık veri ile yapılandırılmış ve makine tarafından işlenebilen veriler arasındaki yöntem bilimsel boşluğun giderilmesine katkı sağlayacaktır. Alanyazın da, DFA alanlarında son araştırma eğilimlerini ve yöntemleri ele alan birçok inceleme ve değerlendirme makaleleri de yer almaktadır. Bu kapsam dâhilinde gerçekleştirilen bu çalışma, DFA araştırma ve uygulama alanlarına yönelik olarak DFA çalışmalarında kullanılan yöntem ve yordamlar üzerinde karşılaştırmalı bir değerlendirme ortaya koymaktadır. Yapılan bu çalışmanın, DFA alanlarına yönelik araştırma ve uygulamaların daha iyi anlaşılmasında, yeni araştırma ve uygulamalar için uygun yöntem bilim ve algoritmaların belirlenmesinde ve bu alanda kullanılan yöntem ve yordamların daha doğru yorumlanmasında araştırmacılara katkı sağlayacağı öngörülmektedir.

Kaynaklar

[1] Medhat, W., Hassan, A., and Korashy, H., "Sentiment analysis algorithms and applications: A survey", Ain Shams Engineering Journal, 5(4), 1093-1113, (2014).
[2] Pang, B., and Lee, L., "Opinion mining and sentiment analysis", Foundations and Trends in Information Retrieval, 2(1–2), 1-135, (2008).
[3] Cambria, E., Schuller, B., Xia, Y., and Havasi, C., "New avenues in opinion mining and sentiment analysis", IEEE Intelligent Systems, 28(2), 15-21, (2013).
[4] Ravi, K., and Ravi, V., "A survey on opinion mining and sentiment analysis: tasks, approaches and applications", Knowledge-Based Systems, 89, 14-46, (2015).
[5] Liu, B., "Sentiment analysis and opinion mining", Synthesis lectures on human language technologies, 5(1), 1-167, (2012).

RAPİDMİNER İLE BİYOLOJİK VERİLERİN SEZGİSEL ALGORİTMALAR KULLANILARAK SINIFLANDIRILMASI

CLASSIFICATION OF BIOLOGICAL DATA THROUGH HEURISTIC ALGORITHM WITH RAPIDMINER

İlhan Uysal[1], Mehmet Bilen[2]
[1] Mehmet Akif Ersoy Universitesi, Burdur, Türkiye, iuysal@mehmetakif.edu.tr
[2] Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi, Burdur, Türkiye, mbilen@mehmetakif.edu.tr

Özet

Günümüzde gelişen teknoloji ile birlikte biyolojik veri miktarında büyük bir artış meydana gelmektedir. Veri madenciliği yöntemleri bu büyük boyutlardaki verileri analiz etmek için yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu çalışmada Veri madenciliği modellerinden biri olan tahmin edici model sınıf değerleri bilinen biyolojik verilerden hareket edilerek sınıf değerleri verilmeyen verilerin tahmin edilmesi için tercih edilmiştir. Açık kaynak kodlu bir yazılım olan RapidMiner programı ile kronik böbrek hastalığı veri kümesi sezgisel algoritmalar kullanılarak sınıflandırılmış, elde edilen performans değerleri karşılaştırılarak sonuçlar paylaşılmıştır.

Anahtar kelimeler: RapidMiner, Veri Madenciliği, Sınıflandırma, Sezgisel Algoritmalar,

Abstract

Thanks to today'st echnology, there has been an immense increase in the amount of biological data. Data mining methods are extensively used to analyse the data of such size. In this study, the estimator model – one of the models of data mining – was preferred in the estimation of the data, classes of which are unknown, by setting off from the biological data, classes of which are known. The data set of people with chronical kidney issues were classified by an open source software called RapidMiner and the performance values obtained were shared by comparing them.

Keywords: RapidMiner, Data Mining, Classification, Heuristic Algorithms,

1. Giriş

Günümüzde teknolojide gerçekleşen büyük atılımlarla birlikte elde edilen biyolojik veri miktarında büyük bir artış gerçekleşmiştir ve her gün bu veri miktarı katlanarak artmaktadır. Verilerin analiz edilmesi için kullanılan geleneksel yaklaşımlar veri miktarının fazla ve karmaşık olması nedeni ile yetersiz kalmaktadır. Bu zorlukların üstesinden gelmek için veri madenciliği yaklaşımları yaygın olarak kullanılmaktadır [1-5]. Yüksek miktardaki verilerin analizinin yapılabilmesi ve veri madenciliğinde kullanılan algoritmaların otomatikleştirilmiş bir şekilde uygulanabilmesi için açık kaynak kodlu bir yazılım olan Rapidminer tercih edilen araçlardan biridir [6]. Yapılan çalışmada Rapidminer'ın tercih edilme nedeni ise içerisinde sınıflandırma işlemlerinin gerçekleştirilebilmesi için birçok sezgisel algoritma barındırmasıdır. Ayrıca biyolojik veri kümeleri üzerinde birçok ön işlemi gerçekleştirecek özellikler barındırması ve sonuçların grafiksel ara yüzler üzerinde gösterebilmesi diğer tercih edilme nedenlerindendir.

Sezgisel algoritmalar doğrusal yaklaşımlar ile çözüme ulaşmanın çok maliyetli ve zaman alacağı durumlarda tercih edilen algoritmalardır. Sahip oldukları sezgisel yaklaşım nedeni ile çözüme yakın sonuçlara hızlı bir şekilde ulaşabilmektedirler. Çalışma içerisinde yapay sinir ağları, karar ağaçları ve KNN (K en yakın komşular, K nearestneighbours) sezgisel algoritmaları kronik böbrek rahatsızlığı veri kümesinin sınıflandırılması için kullanılmış, eğitim ve test işlemleri Rapidminer aracı ile gerçekleştirilmiştir. Elde edilen bulgular paylaşılmıştır.

Hazırlanan çalışma şu şekilde oluşturulmuştur; Giriş bölümünde veri madenciliğinin gerekliliği ve kullanılan araç verilmiştir. Sezgisel algoritmalardan bahsedilmiştir. Materyal yöntem başlığında kullanılan araç ve veri kümesi detaylı bir şekilde verilmiş, veri kümesi üzerinde yapılan ön işlemler ve sezgisel algoritmalar kullanılarak yapılan sınıflandırma işlemleri anlatılmıştır. Araştırma Bulguları başlığında sezgisel algoritmalar ile yapılan sınıflandırma işlemleri sonucunda elde edilen performans değerleri verilerek değerlendirme gerçekleştirilmiştir. Son başlıkta ise sonuçlar verilmiştir.

2. Materyal Yöntem

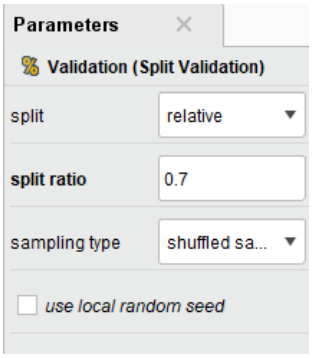
Veri madenciliği için kullanılabilecek birçok program mevcuttur. RapidMiner, sıralamalarda kullanım oranları ve tercih edilebilirlik açısından çoğu ücretli yazılım ile rekabet edebilen bir yazılım olması ve hem yeni başlayan hem de uzman seviyesindeki kullanıcıların ihtiyaçlarına cevap verebiliyor olması açısından önemli bir yazılım olarak görülmektedir. Gelişmekte olan büyük veri teknolojisine ayak uydurarak sunucu mimarisinin üzerinde çalışabilmesi veya radoop olarak isimlendirilen hizmeti bulut üzerinden sunuyor olması gibi çok sayıda güncel gelişmeye ayak uyduran özelliğinin yanında yüzlerce eklenti seçeneği ile oldukça geniş bir alanda bu konuda çalışacak olan kişilerin başlangıç yapabilmesine imkan sağlamaktadır. RapidMinerarff, clm, aml, bib, att, cms, cri, csv, ioc, dat, log, mat, mod, obf, bar, per, res, sim, thr, wgt, wls, xrff dosya uzantılarını destekler. Ayrıca RapidMiner programının 400'den fazla algoritması bulunmaktadır. MsSql Server, MySql, Oracle ve PostreSql veritabanlarında bulunan verileri RapidMiner programına kolaylıkla aktarılabilir. Eklentileriyle birlikte veri madenciliği uygulamaları için 400'den fazla operatör sunmaktadır. Deneysel tasarımlar meta operatörler sayesinde otomatik olarak optimize edilir. Böylece kullanıcıların ayrıca tekil adımlar ya da parametreler ayarlamalarını gerektirmez [7].

RapidMiner, Java dilinde yazılmış olup, kendi içerisine Java dili ile kod eklenme imkanı sağlamasının yanında, Python, Weka veya R gibi diller/ortamlarla da uyumlu olarak çalışabilmektedir. Ücretli ve ticari versiyonunun yanında, sonsuza kadar ücretsiz olacağı vaat edilmiş olan ve AGPL lisansı ile dağıtımı süren topluluk sürümü de bulunmaktadır. RapidMiner https://rapidminer.com adresinden, "Download" menüsünden indirilebilir. RapidMiner topluluğuna üye olunması durumunda 14 günlük "RapidMinerStudio Professional" versiyonu kullanılabilir. Eğer "edu" uzantılı bir eğitim kurumuna ait e-posta adresiyle https://rapidminerçcom/academia/students adresinden kayıt olunursa aktivasyon işleminden sonra akademik lisanslı tam versiyonu kullanılabilir [8].

Bu çalışmada RapidMiner programı, içinde veri madenciliği, veri bilimi ve makina öğrenmesiyle ya da iş zekasıyla ilgili çok fazla aracı birleştirilebilen ve uçtan uca çözüm yapılabilen, veriyi alıp ön işlemeden geçirip, makine öğrenme süreçlerinden geçirip en son raporlamaya, görselleştirmeye kadar götürülebilme özelliklerinden dolayı tercih edilmiştir.

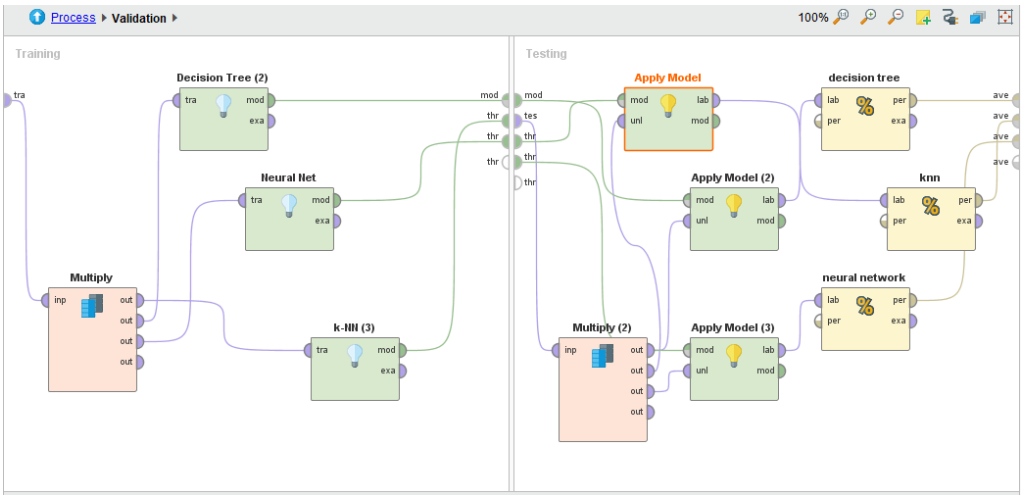
Çalışma içerisinde tam ismi "Chronickidneydisease" olan veri kümesi kullanılmıştır [9,10] Veri kümesi içerisinde 400 adet örnek barındırmaktadır. Her bir örnek 25 adet öznitelik taşımaktadır. Veri kümesi içerisindeki örnekler "kronik böbrek hastası - ckd" ve "kronik böbrek hastası değil – notckd" olmak üzere iki adet sınıfa sahiptir.

Veri kümesini sisteme yüklemek için ve veri kümesi excel formatında olduğu için RapidMiner programında process kısmına öncelikle "Read Excel" operatörü eklenmiştir.Veri kümesi olası gerçek hasta ve sağlıklı bireylerden derlendiği için örneklere ait özniteliklerde eksik bilgiler barındırmaktadır. Sınıflandırma işlemine geçmeden önce veri kümesi içerisindeki eksik verilerin giderilmesi gerekmektedir. Rapidminer bu eksik özniteliklerin tamamlanarak sınıflandırma işleminin hatasız çalışması için bir dizi seçenek sunmaktadır. Rapidminer içerisindeki "ReplaceMissing Value" operatörü ile kayıp bilgiye sahip öznitelikler, diğer örneklerdeki aynı özniteliğin ortalamaları alınarak güncellenmiştir. Bu sayede hem sınıflandırma işlemlerinde gerçekleşebilecek hata önlenmiş hem de sonradan eklenen bu değerlerin sınıflandırma sonucuna etkisi en aza indirilmiştir. Veri kümesinde bulunan nominal(sayısal olmayan) değerler NominaltoNumeric operatörü ile sayısal değerlere çevrilmiştir. Şekil 1'de bu parametre değerleri gösterilmiştir.



Şekil 1. Validation operatörünün parametre seçim arayüzü

Daha sonra sınıflandırma yapmak için SplitValidation operatörü eklenmiştir. SplitValidation, classification (sınıflandırma) için eğitim ve test modellerinin kullanılabildiği özelliklerdendir. İşin doğru yapılıp yapılmadığını ve ne kadar doğru yapıldığını gösteren operatördür. Validation operatörünün parametre kısmında veriyi eğitim ve test olarak yüzde şeklinde bölmek için split özelliği relative, verinin % 70'ini eğitim ve %30'unu test verisi olarak kullanmak için splitratio oranı 0,7 ve örneklemenin rastgele yapılması için samplingtype özelliği shuffledsamping seçilmiştir. Daha sonra validation operatörü kullanılarak veri kümesi Sol kısım eğitim kısmı, sağ kısım test kısmı olacak şekilde ayrılmıştır(Şekil 2). Önce eğitim kısmında model, sonra bu modelin test edileceği bir ortam oluşturulmuştur.

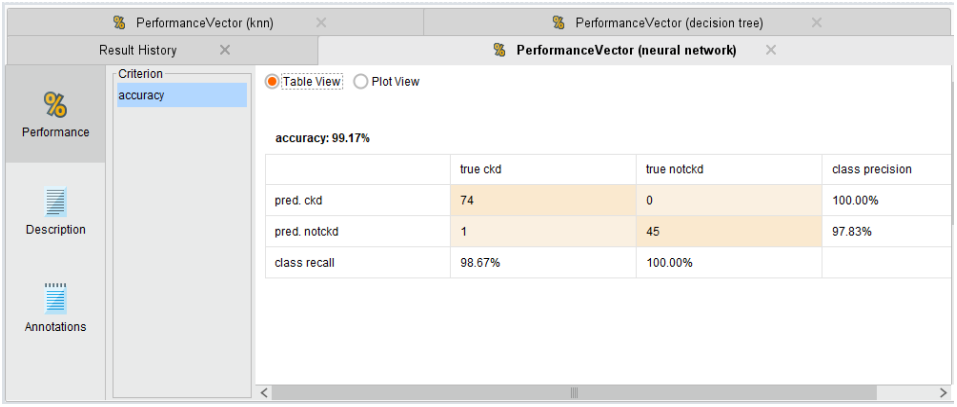


Şekil 2.Validation operatörü içerik arayüzü

Eğitim(training) kısmında aynı verilerin birden fazla algoritma üzerinde kullanılabilmesi için veri kümesi Multiply operatörü ile çoklanmıştır. Çoklanan veriler sınıflandırma yapmak için seçilen algoritmalardan Karar Ağaçları (Decision Tree), Yapay Sinir Ağı ve k-NN'e gönderilmiştir. Test kısmında ise çoklanan veriler üzerinde modelin uygulanması için Apply Model operatörü kullanılmıştır. Bu sayede eğitim verisinde öğrenilen durumların test verisi üzerinde uygulanması sağlanmıştır. Modelin ne kadar iyi öğrendiğini yani performansını ölçmek için her algoritma için performance operatörleri kullanılmıştır.

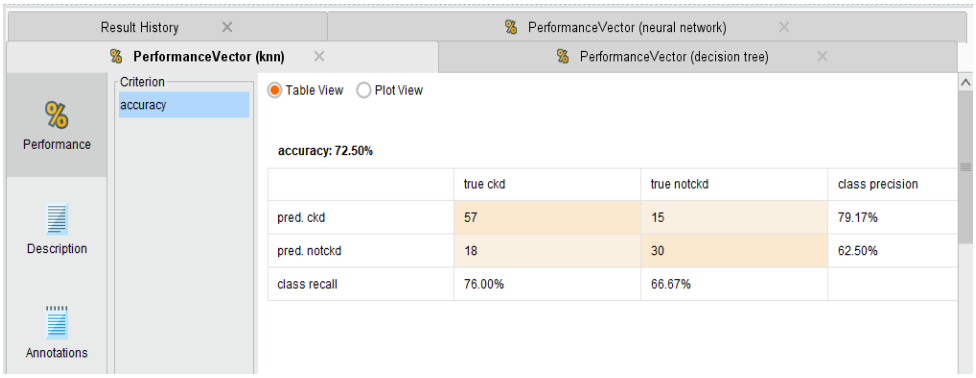
3. Araştırma Bulguları

Şekil 3'de gösterilen Yapay Sinir Ağı (Neural Network) algoritmasının performansı incelendiğinde %99.17 oranında bir başarı elde edilmiştir.



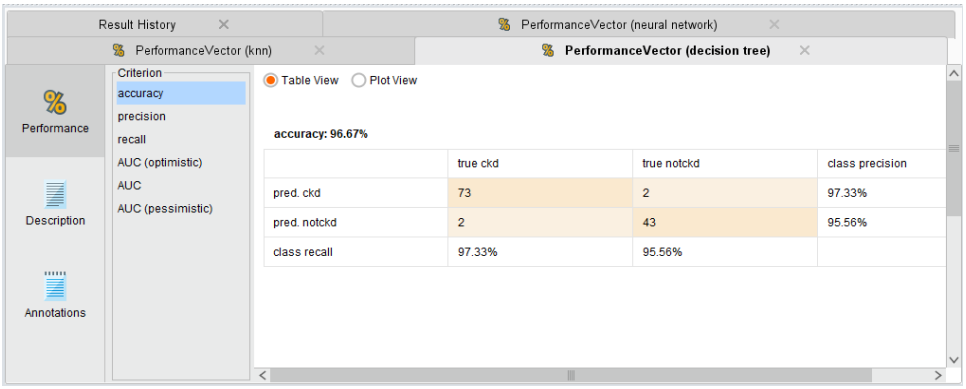
Şekil 3. Yapay Sinir Ağı Algoritması için performans tablosu

Şekil 4'de gösterilen k-NN algoritmasının performansı incelendiğinde %72.50 oranında bir başarı elde edilmiştir.



Şekil 4. k-NN Algoritması için performans tablosu

Şekil 5'de gösterilen Karar Ağaçları algoritmasının performansı incelendiğinde %96.67 oranında bir başarı elde edilmiştir.



Şekil 5. Karar Ağaçları Algoritması için performans tablosu

4. Sonuç

Yapılan çalışmada açık kaynak kodlu bir veri madenciliği yazılımı olan RapidMiner biyolojik verilerin sezgisel algoritmalar ile sınıflandırılması işlemlerinde kullanılmıştır. Hızlı, kullanımı kolay ve etkili bir yazılım olan RapidMiner ile gerçekleştirilen sınıflandırma işlemlerinde kullanılan k-NN, Yapay Sinir Ağları

ve Karar Ağaçları algoritmaları için performans değerleri elde edilmiştir. Kronik böbrek rahatsızlığı veri kümesi için en yüksek başarım oranını sağlayan algoritma %99.17 doğruluk değeri ile Yapay Sinir Ağının olduğu gözlemlenmiştir.

Kaynaklar

[1] Hettne K. M., Kleinjans Y., Stierum R. H., Boorsma A., Kors J. A. Bioinformatics Methods for Interpreting Toxicogenomics Data: The Role of Text-Mining, Editor(s): Jos Kleinjans, In Toxicogenomics-Based Cellular Models, Academic Press, 291-304. (2014)
[2] López F. V., Aguilar R., Alonso L., Moreno M. N., Data mining for grammatical inference with bioinformatics criteria, In Expert Systems with Applications, 9(3), 2330-2334. (2012)
[3] Kavakiotis I., Samaras P., Triantafyllidis A., Vlahavas I., FIFS: A data mining method for informative marker selection in high dimensional population genomic data, In Computers in Biology and Medicine, 90, 146-154. (2017)
[4] Yan Q., Data Integration, Data Mining, and Decision Support in Biomedical Informatics, Editor(s): Qing Yan, In Translational Bioinformatics and Systems Biology Methods for Personalized Medicine, Academic Press, 41-52. (2017)
[5] Alinejad-Rokny H., Sadroddiny E., Scaria V., Machine learning and data mining techniques for medical complex data analysis, In Neurocomputing. (2017)
[6] Kotu V., Deshpande B., Getting Started with RapidMiner, Editor(s): Vijay Kotu, Bala Deshpande, In Predictive Analytics and Data Mining, Morgan Kaufmann, 371-406. (2015)
[7] Çelik U., Akçetin E., Gök M., RapidMiner ile Uygulamaları Veri Madenciliği. Pusula Yayıncılık, 250s. (2017)
[8] Şeker S. E., RapidMiner, Bilgisayar Kavramları Yayınları, 223s. (2016)
[9] Rubini L. J., Soundarapandian P., Chronic kidney disease data set - UCI machine learning repository. (2015)
[10] Lichman, M. UCI Machine Learning Repository [http://archive.ics.uci.edu/ml]. Irvine, CA: University of California, School of Information and Computer Science. (2013)

ADAY ÖĞRENCİLERİN ÜNİVERSİTE TERCİHLERİNDEKİ ÖNCELİKLERİNİN VE ÖLÇÜTLERİNİN BELİRLENMESİ: TWITTER PLATFORMUNDA PAYLAŞILAN TÜRKÇE METİNLER ÜZERİNDE KÜMELEME ANALİZİ

DETERMINATION OF THE PRIORITIES AND CRITERIA OF THE CANDIDATE STUDENTS IN THE UNIVERSITY PREFERENCES: CLUSTER ANALYSIS OF TURKISH TEXTS SHARED ON THE TWITTER PLATFORM

İpek Gürcan[a], Fatih Gürcan[b], Setenay Şevik[c]
[a] Milli eğitim Bakanlığı, Trabzon, Türkiye, E-posta: fgurcan@ktu.edu.tr
[b] Karadeniz Teknik Üniversitesi, Trabzon, Türkiye, E-posta: fgurcan@ktu.edu.tr
[c] Karadeniz Teknik Üniversitesi, Trabzon, Türkiye, E-posta: setenaysevik@ktu.edu.tr

Özet

Günümüzün teknolojik ortamlarında, özelikle fikir paylaşımı konusunda, Twitter tüm dünyada popüler sosyal paylaşım ve etkileşim platformu olarak öncü rol üstlenmektedir. Birçok alanda (siyaset, eğitim, sağlık, vb.) toplumsal önceliklerin ve eğilimlerin belirlenmesi amacıyla yapılan araştırmalarda, sosyal medya analizlerinden etkin şekilde faydalanılmaktadır. Benzer kapsamda gerçekleştirilen bu çalışmanın amacı, üniversite adayı öğrencilerin, üniversite tercihlerindeki önceliklerinin ve ölçütlerinin belirlenmesine yöneliktir. Ülkemizde, üniversite tercih dönemlerinde, üniversite adayları arasında etkin bir bilgi paylaşımı ve yönlendirme söz konusu olmaktadır. Bu çalışmada, Twitter platformu üzerinde ilgili konuda paylaşılan Türkçe metinler (tivitler) kümeleme algoritmasıyla analiz edilerek en fazla tartışılan temaların belirlenmesi amaçlanmıştır. Gerçekleştirilen bu deneysel analizin sonucunda, aday öğrencilerin tercih döneminde paylaştığı tivitler, anlamsal kümeleme yordamıyla analiz edilerek, aday öğrencilerin tercih eğilimlerini etkileyen en önemli 16 alt küme (faktör, topik, tema) belirlenmiştir. En anlamlı düzeyde elde edilen bu topikler için geçiş yüzdeleri ve anahtar kelime grupları da hesaplanmıştır. Elde edilen bulgulara göre, adayların en fazla tartıştığı 16 topik içerisinde ilk üç topik sırasıyla, “yüzdelik puan dilimleri”, “iş imkânları” ve “erasmus-farabi” dir. Elde edilen bulguların, aday öğrencilerin tercih eğilimlerinin anlaşılmasında ve üniversitelerin gelecekteki stratejilerinin belirlenmesinde yol gösterici olabileceği öngörülmektedir.

Anahtar Kelimeler: Semantik analiz, Doğal dil işleme, Kümeleme analizi, Twitter

Abstract

In today's technological environments, especially in the sharing of ideas, Twitter is playing a leading role as a popular social sharing and interaction platform all over the world. In several areas (politics, education, health, etc.), social media analyzes are being utilized effectively in research conducted to identify social priorities and trends. The aim of this study, which is carried out in similar scope, is to determine the priorities and criteria of university candidates in the university preferences. In our country, in the period of university preference, there is an effective sharing and guidance between university candidates. In this study, it is aimed to determine the themes which are the most discussed on the Twitter platform by analyzing the Turkish texts (tweets) shared on the related subject via clustering algorithm. As a result of this experimental analysis, the tweets shared by the candidate students during the preference period are analyzed by semantic clustering procedure, the 16 most important subgroups (factor, topic, theme) that influence the preference tendencies of the candidate students were identified. For the most meaningful level of discovered topics, frequency percentages and keyword groups are also calculated. According to the findings, in the 16 topics, the first three topical groups the candidates have discussed the most are "percentile score levels", "job opportunities" and "erasmus-farabi". It is envisaged that the findings could lead to the understanding of the preference trends of the candidate students and the determination of the future strategies of the universities.

Keywords: Semantic analysis, Natural language processing, Clustering analysis, Twitter

1. Giriş

Günümüzde sosyal medya uygulamaları büyük kullanıcı kitleleri tarafından iletişim ve paylaşım amacıyla yoğun bir kullanım oranına sahiptir. Bu yönüyle, sosyal medya platformlarındaki kullanıcı sayısı, paylaşılan verinin miktarı ve çeşitliliği ile kullanıcı etkileşimleri her geçen gün büyük bir hızla artmaktadır. Sosyal medya platformlarındaki verilerin analizi sonucunda elde edilen çıkarımlar, farklı disiplinlerde yürütülen araştırma ve uygulamalar açısından büyük bir öneme sahiptir. Konuya bu bakış açısından yaklaşıldığında, sosyal medya verilerinin analiziyle elde edilen toplumsal eğilimler üzerindeki çıkarımların birçok alanda karar verme süreçlerine önemli katkılar sağladığı görülmektedir. Sosyal medya platformları üzerinde yapılan analizler göz önüne alındığında, bu alanda en fazla çalışılan platform Twitter mesajlarıdır. Özellikle son dönemlerde, Twitter ortamındaki veri paylaşımında yaşanan büyük patlama farklı alanlardaki şirketlerin ve araştırmacıların yoğun ilgisini çekmektedir [1,2].

Twitter üzerine yapılan farklı kapsamdaki veri analizine dayalı araştırmalar, büyük kitlelerin toplumsal açılardan davranışlarının ve eğilimlerinin incelenmesine olanak sağlayarak, eğitim, sağlık, güvenlik ve pazarlama başta olmak üzere farklı disiplinleri ilgilendiren sosyal eğilimlerin takip edilebilmesine imkân vermektedir. Twitter paylaşım platformunda, iletişimi ve fikir alışverişini sağlayan mesajlar, tivit (tweet) olarak da bilinmektedir ve en fazla 140 karakterle sınırlıdır. Bu nedenle Twitter mesajlarının kendine ait bir jargonu vardır ve bu durum yazım hatalarını oldukça artırmaktadır. Tivitlerin 140 karakterle sınırlandırılması, mesajdan elde edilebilecek anlamlı bilgi miktarını azaltmaktadır. Kendine ait bir jargonunun olması ve yazım hatalarının çok olmasından dolayı da bu platformdan elde edilen metinler, birçok önişleme aşaması gerektirdiğinden semantik ve morfolojik analizi zorlaştırmaktadır [1,2].

Metin analizi odaklı sosyal medya araştırma ve uygulamaları, metin sınıflandırma, metin kümeleme, fikir madenciliği, duygu analizi, bilgi çıkarımı, belge özetleme, kişisel eğilimlerin belirlemesi ve toplumsal eğilimlerin ölçülmesi gibi çok çeşitli amaçlarla farklı disiplinlerde yaygın olarak çalışılan konulardır [1,2]. Günlük yaşamda olup biten toplumsal olay ve olgulara ilişkin olarak gerçekleştirilen sosyal medya analizleri arz-talep, marka-müşteri, üretim-tüketim, doktor-hasta, üniversite-öğrenci ve hükümet-toplum gibi gruplar arasındaki iletişim ve etkileşimin analiz edilmesi, yorumlanması ve karar destek süreçlerinin oluşturulmasında önemli roller üstlenmektedir. Aynı zamanda, Twitter platformu üzerinde gerçekleştirilen veri analizleri ile elde edilen çıkarımlar, gelecek ile ilgili tahmine dayalı stratejilerin belirlenmesinde de önemli katkılar sağlamaktadır [1,2].

İlgili bilimsel arka plana dayalı olarak gerçekleştirilen bu deneysel çalışma da, 2017 yılı için üniversite tercih dönemi olan mayıs ve ağustos ayları arasındaki dört aylık zaman dilimini içeren dönemde, Twitter ortamında paylaşılan mesajlar K-Means algoritmasına dayalı kümeleme yordamıyla işlenerek, metin kümelemesine dayalı bir anlamsal içerik analizi gerçekleştirilmiştir. Yapılan analiz sonucunda aday öğrencilerin üniversite tercihlerindeki öncelikleri ve eğilimleri belirlenmiştir. Başka bir deyişle, bir noktada geleceği için seçim yapacak öğrencilerin üniversite tercihi yaparken dikkate aldığı öncelikler ve tercih ölçütleri saptanmıştır. Bu kapsamda Twitter platformunda paylaşılan mesajlar üzerinde gerçekleştirilen kümeleme analizi ile en anlamlı düzeyde 16 küme elde edilmiş ve bu kümeler altında karakterize edilen tercih eğilimleri yüzdelik frekanslarına göre sıralanmıştır. Bu çalışmada uygulanan yöntem ve alınan sonuçların, tercih sebeplerinin belirlenmesi açısından ülkemizdeki farklı karakteristik özelliklere sahip üniversiteler için yatırım ve stratejilerini belirlemede olumlu katkılar sağlayabileceği, ayrıca üniversitelerin güncel taleplere göre kendilerini yenilemesi hususunda, elde edilen bulguların üniversiteler için yol gösterici olabileceği öngörülmektedir. Buna ek olarak, aday öğrenciler açısından bakıldığında elde edilen bulguların, tercih eğilimlerinin üniversite adayı öğrenciler tarafından doğru anlaşılmasına ve yorumlanmasına yönelik olarak farklı açılardan katkılar sağlayabileceği öngörülmektedir.

2. Yöntem Bilim

Yapılan çalışmanın yöntem bilimi, çalışmanın amacına uygun şekilde birbirini takip eden dört temel aşamadan oluşmaktadır. İlk olarak, konu ilgili tivitler toplanarak veri seti oluşturulmuştur. Sonraki aşamada, veri setini oluşturan metinler üzerinde önişleme ve temizleme işlemleri uygulanmıştır. Daha sonra, dokuman-terim matrisi oluşturulmuş ve son olarak bu matris üzerinde K-Means algoritmasına dayalı kümeleme analizi gerçekleştirilmiştir. Sonuç olarak, elde edilen 16 küme yorumlanarak en önemli tercih belirleyici eğilimler tespit edilmiştir.

2.1. Verilerin Toplanması ve Önişleme

Bu çalışma kapsamında kullanılan veri seti, geliştirilen web servisi aracılığıyla Twitter API' sini kullanarak elde edilen 01.05.2017-30.08.2017 tarihleri arasındaki, belirlenen anahtar sözcüklere (aday öğrenci, üniversite puanları, üniversite adayları, üniversite tercihleri, vb.) göre filtrelenmiş tivitleri içermektedir. Bu yöntemle, belirtilen tarihler arasındaki konu ile ilgili yaklaşık 458.000 adet tivit toplanmış ve veri seti oluşturulmuştur.

Önişleme aşamasında ise yapılan analizin kalitesini ve doğruluğunu artırmak amacıyla, toplanan tivitler birçok ön işleme tabi tutulmuştur [3]. Twitter platformunda paylaşılan tivitlerin kendine ait bir jargonunun olması ve maksimum 140 karakterle sınırlandırılması, kullanıcıların tivitlerde sıklıkla özel simgeler, işaretler, kısaltmalar ve bağlantılar kullanmasına yol açmaktadır. Bu durum önişleme aşamasın da gerçekleştirilen adımları veri kalitesinin artırılması açısından daha da önemli kılmaktadır. Bundan dolayı tivitlerde bulunan fakat anlamsal katkısı olmayan gereksiz noktalamalar, işaretler, numaralar, web bağlantıları ve Twitter jargonuna özgü simgeler (#, @, vb.) silinerek mesajlardaki anlamlı saf metinler elde edilmiştir. Ayrıca ben, sen, o, bu, şu, ve, veya, için, ile, vb. gibi anlam ifade etmeyen kelimeler (stopword) metinlerden silinmiştir. Önişleme aşamasının sonucunda temizlenen veriler, bu aşamadan sonra doküman-terim matrisine dönüştürülerek, istatistiksel kümeleme analizi için gerekli olan uygun sayısal matris formatı elde edilmiş olur. Bir doküman-terim matrisinde, her bir satır bir tiviti, her bir sütun ise veri setindeki bir kelimeyi temsil eder. Matristeki her hücre, sütunda belirtilen kelimenin satırda belirtilen tivitte kaç defa görüldüğünü gösterir.

2.2. Yöntem ve Analiz

Yapılan deneysel çalışmanın analiz aşamasında, bir önceki aşamada oluşturulan doküman-terim matrisi üzerinde, K-Means algoritması kullanılarak metin kümelemesine dayalı bir anlamsal içerik analizi gerçekleştirilmiştir. Çok değişkenli veri analizinde yaygın olarak kullanılan kümeleme algoritmaları, otomatik olarak verileri daha küçük kümelere ya da alt kümelere ayırarak verilerin küçük gruplar halinde modellenmesini sağlayan yordamlardır. Kümeleme algoritması, istatistiksel olarak benzer nitelikteki verileri aynı gruba sokar. Bir elemanın yalnızca bir kümeye ait olmasına izin verilir. Küme merkezi kümeyi temsil eden değerdir. Algoritmanın isminde yer alan "K" harfi, aslında verinin kaç alt kümeye ayrılacağını belirtir. Algoritma da, temel olarak hata hesaplamada yaygın olarak kullanılan karesel hata fonksiyonunu en aza indirgeyecek "K" alt küme sayısı aranır. Verilen "n" sayıdaki veri seti "k" tane kümeye bu hata fonksiyonunu en aza indirgeyecek şekilde yerleştirilir. Bu nedenle kümeler arasındaki benzerlik, kümedeki değerlerin ortalamaya yakınlıkları ile ölçülür. Bu da kümenin ağırlık merkezidir. Kümenin merkezinde yer alan değer kümenin temsilci değeridir ve "medoid" olarak adlandırılır.

K-Means algoritması ile küme içi benzerlik büyük, kümeler arası benzerlik ise küçük olduğu sürece kümelenmenin doğruluğundan söz edilebilir [4,5]. K-Means algoritması bir iteratif (tekrarlayıcı) yaklaşım ile genelde iyi bir çözüm verir. K-means algoritmasının çalışma mekanizmasına göre öncelikle her kümenin merkez noktasını veya ortalamasını temsil etmek üzere K adet nesne rastgele seçilir. Kalan diğer nesneler, kümelerin ortalama değerlerine olan uzaklıkları dikkate alınarak en benzer oldukları kümelere dâhil edilir. Daha sonra, her bir kümenin ortalama değeri hesaplanarak yeni küme merkezleri belirlenir ve tekrar

nesnelerin merkeze uzaklıkları incelenir [4,5]. Herhangi bir değişim olmayıncaya kadar algoritma tekrarlamaya devam eder.

K-Means algoritması temel olarak 4 aşamadan oluşur:

1. Küme merkezlerinin belirlenmesi,
2. Merkez dışındaki verilerin mesafelerine göre kümelendirilmesi,
3. Yapılan K sayıdaki kümelendirme analizine göre yeni merkezlerin belirlenmesi (veya eski merkezlerin yeni merkeze kaydırılması),
4. Kararlı hale (stable state) gelinene kadar 2. ve 3. adımların tekrarlanması.

Amaç, gerçekleştirilen bölümleme işlemi sonunda elde edilen kümelerin, küme içi benzerliklerinin maksimum ve kümeler arası benzerliklerinin ise minimum olmasını sağlamaktır [4,5]. Bu kapsamda K-Means algoritmasına dayalı gerçekleştirilen kümeleme analizi ile Twitter platformunda paylaşılan mesajlar üzerinde en anlamlı düzeyde 16 küme elde edilmiş ve bu kümeler altında karakterize edilen tercih eğilimleri yüzdelik frekanslarına göre sıralanmıştır. Ayrıca her kümede en fazla geçen ilk beş anahtar kelime tespit edilip kümelerle birlikte verilmiştir.

3. Deneysel Bulgular

Gerçekleştirilen deneysel analiz sonucunda, aday öğrencilerin üniversite tercihlerindeki öncelikleri ve eğilimleri belirlenmiştir. Bu kapsamda, tercih eğilimlerini belirleyen 16 alt küme elde edilmiş, geçiş yüzdeleri ve anahtar kelime gruplarıyla birlikte Çizelge 1. de verilmiştir. Elde edilen bulgulara göre, aday öğrencilerin tercihlerini belirleyen 16 alt küme içerisinde ilk üç eğilim sırasıyla "yüzdelik puan dilimleri", "iş imkânları" ve "erasmus-farabi" dir. Diğer eğilimler yüzde sırasına göre çizelgede detaylı olarak gösterilmiştir.

Çizelge 1. Tercih sebeplerini temsil eden en önemli 16 eğilim

Kümeler (Eğilimler)	**Anahtar Kelimeler**	**%**
Taban puanları	Yüzde puan kontenjan sıralama puanlama	11,7
İş imkânları	Maaş iş kamu kariyer atanma	10,6
Yurtdışı imkânları (erasmus, farabi)	Eramus farabi leonardo eu yurtdışı	9,8
Üniversite bölümü	Bölüm üniversite alan fakülte kontenjan	9,1
Akademik saygınlık	Kadro akademik sıralama tanınırlık araştırma	7,9
Üniversite konumu	Şehir ulaşım havalimanı coğrafi konum	7,2
Aile yönlendirmesi	Aile bölge anne baba yönlendirme	6,8
Burs imkânları	Burs staj kredi kyk destek	6,0
Güvenlik	Güvenlik terör miting siyaset ortam	5,7
Mezunların durumu	Mezun iş alan maaş ücret	5,3
Barınma	Barınma yurt apart kyk pansiyon	4,9
Kampüs yaşamı	Yemek alışveriş yemekhane kantin kampüs	4,5
Öğretim kalitesi	Eğitim kalite öğretim kadro akademik	4,2
İngilizce eğitim	İngilizce dil eğitim yabancı ders	2,6
Teknolojik imkânlar	İnternet laboratuvar web bilgisayar wireless	2,3
Sosyal imkânlar	Spor tesis kampüs saha yaşam	1,5

4. Sonuç

Gerçekleştirilen bu deneysel çalışma da, 2017 yılı için üniversite tercih dönemi olan mayıs ve ağustos ayları arasındaki dört aylık zaman dilimini içeren dönemde, Twitter ortamında paylaşılan mesajlar K-Means algoritmasına dayalı kümeleme yordamıyla işlenerek, metin kümelemesine dayalı bir anlamsal içerik analizi gerçekleştirilmiştir. Yapılan analiz sonucunda aday öğrencilerin üniversite tercihlerindeki öncelikleri ve

eğilimleri belirlenmiştir. Başka bir deyişle, bir noktada geleceği için seçim yapacak öğrencilerin üniversite tercihi yaparken dikkate aldığı öncelikler ve tercih ölçütleri saptanmıştır. Bu kapsamda Twitter platformunda paylaşılan mesajlar üzerinde gerçekleştirilen kümeleme analizi ile en anlamlı düzeyde 16 küme elde edilmiş ve bu kümeler altında karakterize edilen tercih eğilimleri yüzdelik frekanslarına göre sıralanmıştır. Elde edilen bulgulara göre, aday öğrencilerin tercihlerini belirleyen 16 alt küme içerisinde ilk beş eğilim sırasıyla "yüzdelik puan dilimleri", "iş imkânları", "yurtdışı imkânları", "üniversite bölümü" ve "akademik saygınlık" tır. Bu çalışmada uygulanan yöntem ve alınan sonuçların, tercih sebeplerinin belirlenmesi açısından ülkemizdeki farklı karakteristik özelliklere sahip üniversiteler için yatırım ve stratejilerini belirlemede olumlu katkılar sağlayabileceği, ayrıca üniversitelerin güncel taleplere göre kendilerini yenilemesi hususunda, elde edilen bulguların üniversiteler için yol gösterici olabileceği öngörülmektedir.

Kaynaklar

[1] Kwak, H., Lee, C., Park, H., and Moon, S.,"What is Twitter, a social network or a news media?", In Proceedings of the 19th international conference on World wide web, ACM, 591-600, (2010).
[2] Kietzmann, J. H., Hermkens, K., McCarthy, I. P., and Silvestre, B. S., "Social media? Get serious! Understanding the functional building blocks of social media", Business horizons, 54(3), 241-251, (2011).
[3] Uysal, A. K., and Gunal, S., "The impact of preprocessing on text classification", Information Processing & Management, 50(1), 104-112, (2014).
[4] Hartigan, J. A., and Wong, M. A., "Algorithm AS 136: A k-means clustering algorithm", Journal of the Royal Statistical Society, Series C (Applied Statistics), 28(1), 100-108, (1979).
[5] Kanungo, T., Mount, D. M., Netanyahu, N. S., Piatko, C. D., Silverman, R., and Wu, A. Y., "An efficient k-means clustering algorithm: Analysis and implementation", IEEE transactions on pattern analysis and machine intelligence, 24(7), 881-892, (2002).

THE CLASSIFICATION OF BREAST CANCER HISTOPATHOLOGICAL IMAGES USING DEEP CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORKS AND THE COMPARISON OF GRADIENT DESCENT OPTIMISATION METHODS

DERİN KONVOLÜSYON SİNİR AĞI İLE MEME KANSERİ HİSTOPATOLOJİK GÖRÜNTÜLERİNİN SINIFLANDIRILMASI VE GRADYAN İNİŞLİ OPTİMİZASYON YÖNTEMLERİNİN KARŞILAŞTIRILMASI

Kadir Can Burçak[1a], Harun Uğuz[2b]
[a]Ahi Evran Üniversitesi, Kırşehir,Türkiye, E-Posta: kcburcak@ahievran.edu.tr
[b]Selçuk Üniversitesi, Konya, Türkiye, E-Posta: harun_uguz@selcuk.edu.tr

Özet

Derin öğrenme algoritmaları, birçok alanda önemli iyileştirmeler yapmış ve en iyi çözümler sunmuştur. Medikal görüntü işleme araştırmalarında da umut veren sonuçlar elde edilmektedir. Meme kanseri dijital histopatolojisi de derin öğrenme algoritmaları için yeni bir uygulama alanıdır. Meme kanserinde erken ve doğru teşhis tam tedavi için oldukça önemlidir. Bu çalışmada, güncel derin öğrenme çerçevelerini kullanarak, BreakHis [1] veri setinden meme kanseri sınıflandırmasını yaptık. Burada ki başarılı bir çözüm, patologların iş yükünü azaltacak, aynı zamanda farklı tanı öznelliğini ortadan kaldıracaktır.

Anahtar Kelime: Derin Öğrenme, Dönüşümlü Sinir Ağları, Meme Kanseri, Histopatoloji

Abstract

Deep learning algorithms have enabled significant improvements and provided the best solutions in a multitude of areas. Research on medical image processing has yielded hope-inspiring results. Breast cancer digital histopathology is a new field of application for deep learning algorithms. Early and correct diagnosis is vital for full treatment of breast cancer. In this study, we classify breast cancer via BreakHis [1] dataset using the actual deep learning frames. In addition, we compare the performances of gradient descent optimisation algorithms on convolutional and fully-connected networks. A successful solution here is to both reduce the workload of pathologists and preclude the subjectivity of different diagnoses.

Keywords: Deep Learning, Convolutional Neural Networks, Breast Cancer, Histopathology

1. Giriş

Derin öğrenme yöntemleri, görüntü sınıflandırma, video analizi, konuşma tanıma ve doğal dil işleme gibi birçok uygulama alanına girmiştir. Önceki tekniklerle karşılaştırıldığında belirgin performans artışı göstermiştir. Başarılı derin öğrenme mimarilerinin çoğu, tam bağlı, konvolüsyonel ve tekrarlayan katmanlar gibi farklı katman türleri birleşimlerinden oluşur. Özellikle, büyük miktarlarda etiketlenmemiş eğitim verilerinden özellik saptama yapabilen sistemler oluşturmak için, çok seviyeli derin sinir ağların kullanılması olan derin öğrenme, önemli derecede yatırım ve araştırmanın yapıldığı bir alandır. Öte yandan büyük miktardaki verilerin işlenme sürecinde güçlü makineler ve güçlü alt yapı gerekmektedir. Bu gereksinimlere veri bilimciler makineyle öğrenmede, GPU'ları (Grafik İşlemci Ünitesi) kullanarak çözüm aramaktadırlar.

Dünya'da, en çok tanı konulan akciğer kanserinden sonra ikinci sırada tanı konulan meme kanseri, kadınlarda en sık görülen kanser türüdür. Meme kanserine karşı en iyi koruyucu yöntem erken ve doğru

teşhistir. Dünyada 2012 yılı itibarıyla kadınlar arasında kanser kaynaklı ölümlerin başında, ölümlerin %15'inden sorumlu olan meme kanseri gelmektedir. Yetersiz patolog sayıları bu durumda önemli bir rol oynamaktadır [2]. 2013 yılında Amerika da 100.000 kişiye 5.7 patolog düşerken bu sayı Türkiye'de 2011 yılında 1.56 olmuştur. Bu noktada, birçok alanda en iyi çözümleri sunan derin öğrenme yöntemleri tabanlı sistemin, biyopsi görüntülerinin analizi sırasında daha doğru anlaşılması ve olası sağlıksız dokuların tespitinde fayda sağlayabileceği düşünülmektedir.

Meme kanseri dijital histopatolojisi, derin öğrenme algoritmaları için yeni bir uygulama alanıdır. Son zamanlardaki tıbbi görüntü işleme araştırmaları bu konuda umut vadeden sonuçlar elde etmiştir [3]. Ancak, tamamen otomatik bir bilgisayar destekli teşhis için tüm slayt histopatoloji görüntülerinin işlenmesi gerekirken, bu araştırmalar genellikle özel olarak kesilmiş ve etiketlenmiş görüntüler üzerine olmaktadır. Bununla beraber tüm slayt görüntülerinin boyutlarının oldukça büyük olmasından dolayı kabul edilebilir bir işlem gücü ve zaman içerisinde işlenmesi güçleşmektedir. Farklı bölgelerde sağlıklı veya tümör dokularını farklı aşamalarda bulunması tüm slayt görüntülerde tümör tespiti ve sınıflandırılmasını zorlaştırmaktadır. Otomatik kanser teşhisi için çalışmalar uzun yıllardan beri devam etmekte olup, resimlerin karmaşıklığı kanser tespitini zorlaştırmaktadır. George ve ark.[4] meme kanseri sınıflamasında, çekirdek segmentasyonuna dayalı 92 resim üzerinden tanı sistemini, sinir ağları ve destek vektör makineleri gibi farklı makine öğrenme modellerini kullanarak, yüzde 76'dan % 94'e kadar doğruluk oranlarına ulaşmışlardır. Spanhol ve ark.[1] BreakHis veri seti üzerinden, farklı büyütme faktörleri ile çekilmiş histopatoloji görüntülerinden derin öğrenme yöntemleri ile kanser hücrelerini sınıflayarak en yüksek %90 başarı elde etmişlerdir.

Çalışmada, ham tüm slayt görüntüsünden son teşhise kadar hızlı bir biçimde tümör tespiti ve sınıflandırması yapabilen ve bunu yaparken güncel derin öğrenme tekniklerini etkili bir biçimde kullanan bir bilgisayar destekli teşhis sistemi tasarlanmıştır. Bu yöntemle, meme kanseri hastalarından alınan biyopsi örneklerinin bütün slayt görüntülerini girdi olarak almakta ve bu görüntüler üzerinde metastaz bölgelerini tespit ederek bu bölgelerin konumlarını otomatik olarak belirlemektedir.

1.1. Konvolüsyonel Sinir Ağları

Görsel tanıma görevlerinde çok iyi performans gösteren, ileri beslemeli ağların özel bir türü olan dönüşümlü sinir ağları (CNN), gizli katmanların sayısı arttırılmış ve her katmanda probleme dair bir özniteliğin öğrenildiği yapay sinir ağlarından oluşan yöntemler bütünüdür. Bu mimaride her katmanda probleme ait bir öznitelik öğrenilir ve bu öğrenilen nitelik bir üst katmana bir girdi oluşturur. Böylelikle en alt katmandan en üst katmana doğru en basitten en karmaşık niteliğin öğrenildiği bir yapı kurulmuş olur. CNN'lerin konvolüsyon katmanları ve katman havuzları bazı görüntü özelliklerini kodlamak için ağa izin verir.

1.2. Konvolüsyon Katmanı

Bu katman görüntünün uzamsal olarak kaydırıldığı, filtrenin girdileri ile girdi görüntü arasında nokta ürünleri hesaplayan bir dizi öğrenilebilir filtreden oluşur [5]. Filtreler giriş görüntüsünün tam derinliğine kadar uzanmalıdır. Örneğin 32x32 boyutundaki renkli bir görüntüye 5x5 boyutunda bir filtre uygulamak istersek, filtrenin resmin 3 renk kanalının tamamını kapsayacak şekilde derinlik 3(5x5x3) olması gerekir. Bu filtreler, görüntülerde aynı özel yapıyı gördüklerinde etkinleştirilir [6, 7].
Burada her girdi, tek bir nöronun bir çıktısı olarak kabul edilebilir. NXN lik nöron girdi bölgesinde doğrusal olmayan girdi hesaplamak için katmanımızda önceki katman hücrelerinden gelen, örnk: "(1)' de mxm lik filtre bileşenleri" tarafından ağırlıklandırılmış konvolusyon işlemini formülüze edersek:

$$X_{ij}^{l} = \sum_{a=o}^{m-1} \sum_{b=0}^{m-1} W_{ab}\, Y_{(i+a)(j+b)}^{l-1} \quad (1)$$

1.3. Havuz Katmanı

Havuz katmanının amacı, ağdaki parametrelerin ve hesaplamanın miktarını azaltmak ve dolayısıyla aşırı uygunlu kontrol etmek için temsilinin uzamsal boyutunu aşamalı olarak azaltmaktır. Sinir Ağlarında pooling katmanları konvolüsyon katmanlarından sonra gelmektedir. Havuzlama katmanı, girişin her derinlik diliminde bağımsız olarak çalışır. Pooling katmanları girdi olarak verilen resmin alt örnekleme işlemini yapar [7]. Pooling katmanında her filtrenin sonucuna max işlemi uygulanır. Filtrelerde oluşan değerlerden en yüksek olan değerin alınması işlemidir [8]. Pooling işleminin sonucunda sabit boyutlu bir matris elde edilmekte ve çıkış boyutu önemli ölçüde düşürülmektedir.

1.4. Aktivasyon Fonksiyonu

Aktivasyon fonksiyonları, sinyal gönderen nöron aksonunun davranışını taklit eder [9]. Bu sistem En yaygın aktivasyon işlevlerinden Tanh, Sigmoid, ReLU ve benzeri doğrusal olmayan bir fonksiyon konvolusyon katmalarına uygulanır [10]. ReLU(Rectified Linear Unit) katmanı $Y_l = max(0, Y_{l-1})$ olarak tanımlanır [11]. Bu katman, tüm negatif etkinleştirmeleri yalnızca 0'a değiştirir. Modelin ve genel ağın doğrusal olmayan özelliklerini artırır [12].

1.5. Çıkış Katmanı

Softmax sınıflandırıcısı, Lojistik Regresyonun ikili biçiminin genelleştirilmesidir. örnk: "(2)' de fonksiyonumuz F, veri X ve ağırlık matrisi W'nin" doğrusal bir çarpım ürünü ile çıktı sınıfı etiketlerine eşleyecek şekilde tanımlanır [13]. Her sınıf etiketi için normalize edilmemiş log olasılıkları olarak örnk: "(3)' de e sabit sayı" yorumlanır.

$$F(x_i, w) = wx_i \quad (2)$$

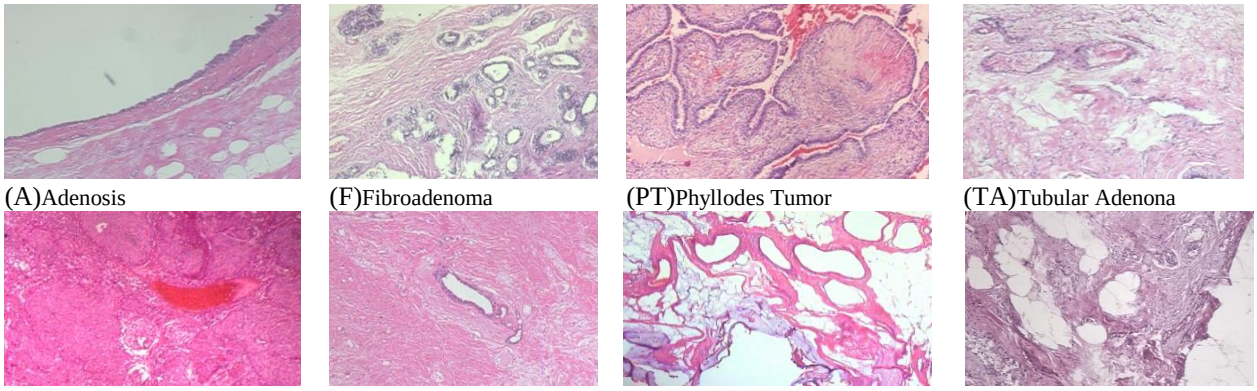
$$L_i = -\log\left(e^{s_{y_i}} / \sum_j e^{s_j}\right) \quad (3)$$

1.6. Veri Seti

BreakHis histopatolojik veri tabanı [1] 82 hastadan alınan, farklı büyütme faktörlerini kullanan (40X, 100X, 200X ve 400X), meme tümör dokusunun 9.109 mikroskobik görüntüsünden oluşur. 3 kanallı(RGB), her kanalda 8 bitlik derinlikten oluşan, 700x460 piksel boyutunda, 2480 iyi huylu ve 5429 kötü huylu, png formatında ki resimlerin dağılımı Çizelge 1'de gösterilmiştir. Bu veri tabanı, P & D Laboratuvarı - Patolojik Anatomi ve Sitopatoloji Parana Brezilya ile işbirliği içinde toplanmıştır.

Çizelge 1. BreakHis Veri Seti Görüntü Dağılımı[1]

Magnification	Benign	Malignant	Total
40X	652	1370	1995
100X	644	1437	2081
200X	623	1.390	2013
400X	588	1232	1820
Total	2480	5429	7909
# Patients	24	58	82



Şekil 1. BreakHis veri seti kümesi görüntüleri - Birinci satır 'normal' etiketli örnekler, ikinci satır 'tümör' etiketli örnekler [1].

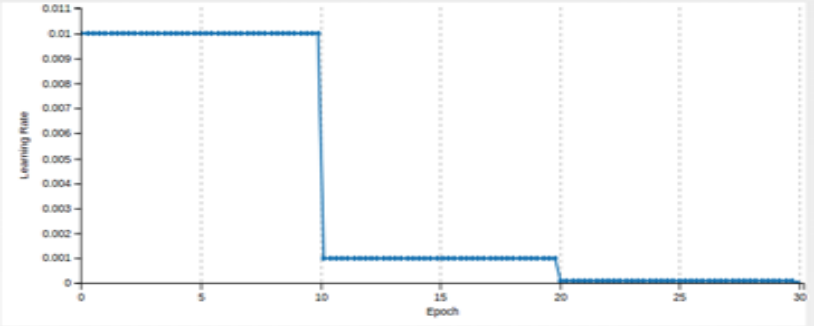
BreakHis veri seti[1], benign tümörler ve malign tümörler olmak üzere iki ana gruba ayrılmaktadır. Histolojik olarak benign olan, herhangi bir malignite kriteriyle uyuşmayan bir lezyondan, bahsedilen bir terimdir. Benign tümörler nispeten masum, yavaş gelişen tümörler olarak söyleyebiliriz. Şekil 1'de her iki tümör çeşitlerine örnekler verilmiştir.

2. Deneysel Çalışma

Çalışma, tek bir makinede, Ubuntu 14.04 ile Intel Core i7-6700 CPU @ 4.00GHZ x 8; Nvidia GeForce GTX 1080 8 GB; 32 GB DDR5 bellek ve SSD sabit disk kullanılarak tek platformda yürütülmüştür. Konvolusyon sinir ağı modelinin eğitimi için veri seti hazırlığı yapılmıştır. Masaüstü bilgisayara, Python, OpenCV 3.0. ve Pip kurulumu ile Caffe[14, 15], çerçevesinin kurulumu yapılarak, CUDA 8.0 ve cuDNN v5 sürücüleri, Caffe çerçevesine entegre edilmiştir. Böylece Python ortamında GPU'ile konvolusyonel sinir ağının paralel olarak eğitilme işlemi gerçekleştirilmiştir.

3. Cnn Mimarisi ve Sınıflandırma Aşaması

Bu çalışma kapsamında iki farklı konvolusyon sinir ağı mimarisi eğitilmiş ve birbirleriyle karşılaştırılmıştır. Bunların hepsi, konvolusyonel ve maksimum havuzlama katmanlarından oluşur. Modellerin her biri aşağıdaki alt bölümlerde detaylı bir şekilde açıklanmakta ve modellerin mimarileri verilmektedir. İki modelde de aynı girdi veri yapısını paylaşıyor: 700x460x3 RGB görüntüleri, rastgele kırpılmış 256x256x3 boyutlu görüntülere dönüştürülmüştür.

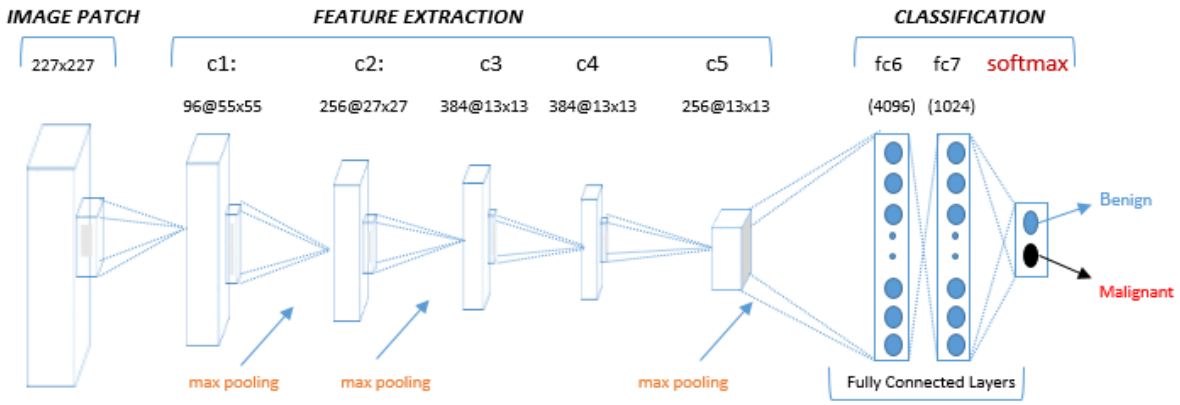


Şekil 2. Modelin Eğitimi Sırasında Öğrenim Hızı Güncelleme Grafiği

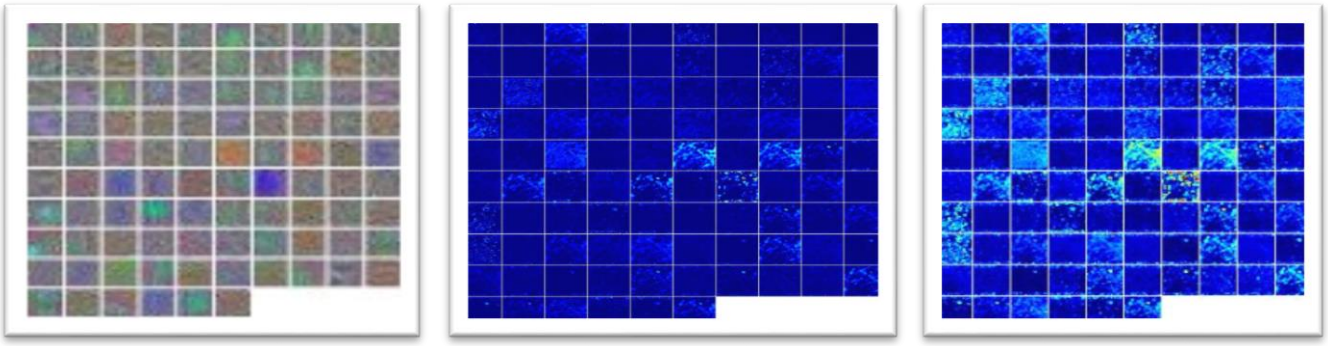
Bu iki modelin performanslarını test etmek için eğitim ve doğrulama seti oluşturduk. 2480'i normal, 5429'u tümör olmak üzere 7909 örnekle ağımız için gerekli veriler hazırlanmıştır. Modellerin eğitimi sırasında öğrenim hızı güncelleme grafiği Şekil 2'de gösterilmiştir.

3.1. CNN Mimarisi

Kullandığımız CNN mimarisi, Alexnet [6] mimarisinin benzeridir. Bu modelin blok diyagramı Şekil 3'te gösterilmektedir. Modelde birinci konvolüsyon tabakasının çıkışı maksimum havuzlanır, normalleştirilir ve ikinci konvolüsyon tabakasının girişine iletilir. İkinci katmanın çıktısı ilk önce normalize edilir ve daha sonra maksimum havuzlanır. Yani giriş resmi, 11x11 filtre boyutlu ve sıfır doldurma ile 1 adımlı 96 çekirdekli ilk konvolüsyon katmanı üzerinden geçer. Örnek olarak Şekil 4'te ilk konvolüsyon katmanının öğrendiği filtre görüntülere yer verilmiştir.



Şekil 3. CNN Mimarisi Blok Diyagramı



96@11 11 96@55 55 96@27 27

Şekil 4. Modelin İlk Konvolüsyon Katmanının Öğrendiği Filtre Görüntüsü

İlk konvolüsyon katmanından sonra, filtre boyutu 3x3 ve basamak 2 olan verilere çakışan havuzlama şeması uygulanır. Bu, veri boyutunu genişlik ve yükseklik boyutlarında 2 azaltır. Birinci havuz tabakasının çıkışı, ikinci konvolüsyon tabakası ve maksimum havuz katmanından bir kez daha geçer ve tamamen bağlı katmanlara iletilir.

Çizelge 2. CNN Modelinin Eğitim Sonuçların Karşılaştırılması

		SGD	NAG	AdaGrad	RMSprop	AdaDelta	Adam
Caffe	Alexnet	**91,280**	**92,283**	79,989	68,699	**84,828**	68,699
Torch	Alexnet	**87,506**	**92,109**	82,812	68,639	86,646	68,689

Modelin son aşamasında ise bir olasılık dağılımı oluşturmak için, iki yollu softmax kullanılır. Böylece girdi görüntüleri sınıflandırılmış olur. Bu modelde doğruluk değeri %92,283'e ulaşılmıştır.

4. Sonuç

Bu makalede, BreaKHis[1] veri setinden üzerinden, göğüs kanseri hastalarından alınan tüm slayt görüntüleri üzerinde kanser bölgelerinin otomatik olarak tespit edilmesi için derin öğrenme yaklaşımı kullanarak, konvolüsyon sinir ağları tabanlı bir sistem geliştirilmiştir. Çalışmada gradyan inişli optimizasyon algoritmalarının performansları analiz edilmiştir. CNN mimarilerinde küçük boyutlu filtrelerin, daha karmaşık özellikler yakaladıkları için ağın eğitiminde tercih edilmesini önerebiliriz. CNN mimarileri ile görüntülerinin sınıflandırma başarısı, geleneksel makine öğrenme yöntemlerine göre daha hızlı olduğunu gördük. Derin mimari için Caffe çerçevesinin, büyük konvolüsyonel ve tam bağlı ağlar da Nesterov's Accerelated Gradient (NAG) optimizasyon algoritması ile GPU üzerinde en iyi performansı (% 92,283) yakaladığını söyleyebiliriz.

Kaynaklar

[1] Spanhol, F.A., et al., A dataset for breast cancer histopathological image classification. IEEE Transactions on Biomedical Engineering, 2016. 63(7): p. 1455-1462.

[2] Boyle, P. and B. Levin, World cancer report 2008. 2008: IARC Press, International Agency for Research on Cancer.

[3] Xing, F., Y. Xie, and L. Yang, An automatic learning-based framework for robust nucleus segmentation.

[4] IEEE transactions on medical imaging, 2016. 35(2): p. 550-566.

[5] George, Y.M., et al., Remote computer-aided breast cancer detection and diagnosis system based on cytological images. IEEE Systems Journal, 2014. 8(3): p. 949-964.

[6] Yu, K., et al., Deep Convolution Networks for Compression Artifacts Reduction. arXiv preprint arXiv:1608.02778, 2016.

[7] Krizhevsky, A., I. Sutskever, and G.E. Hinton. Imagenet classification with deep convolutional neural networks. in Advances in neural information processing systems. 2012.

[8] Xu, L., et al. Deep convolutional neural network for image deconvolution. in Advances in Neural Information Processing Systems. 2014.

[9] Tang, Y., Deep learning using linear support vector machines. arXiv preprint arXiv:1306.0239, 2013.

[10] Nogues, I., et al., Deep Convolutional Neural Networks for Computer-Aided Detection: CNN Architectures, Dataset Characteristics and Transfer Learning.

[11] Prasoon, A., et al. Deep feature learning for knee cartilage segmentation using a triplanar convolutional neural network. in International conference on medical image computing and computer-assisted intervention. 2013. Springer.

[12] LeCun, Y., K. Kavukcuoglu, and C. Farabet. Convolutional networks and applications in vision. in Circuits and Systems (ISCAS), Proceedings of 2010 IEEE International Symposium on. 2010. IEEE.

[13] LeCun, Y., et al., Gradient-based learning applied to document recognition. Proceedings of the IEEE, 1998. 86(11): p. 2278-2324.

[14] Shin, H.-C., et al., Deep convolutional neural networks for computer-aided detection: CNN architectures, dataset characteristics and transfer learning. IEEE transactions on medical imaging, 2016. 35(5): p. 1285-1298.

[15] Jia, Y. and T. Darrell. Heavy-tailed distances for gradient based image descriptors. in Advances in Neural Information Processing Systems. 2011.

[16] Jia, Y., et al. Caffe: Convolutional architecture for fast feature embedding. in Proceedings of the 22nd ACM international conference on Multimedia. 2014. ACM.

EFFECTIVE PRESENTATION EVALUATION WITH MOBILE APPLICATION
MOBİL UYGULAMA İLE ETKİLİ SUNUM DEĞERLENDİRME

[a]Erokan Canbazoğlu, [a]Abdülkadir Koçer, [a]Ercüment Aksoy, [b]İsmet Faruk Yaka, [b]Afşin Güngör
[a]Akdeniz Üniversitesi, Teknik Bilimler Meslek Yüksek Okulu, Antalya, TÜRKİYE
[b]Akdeniz Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Makina Mühendisliği Bölümü, Antalya, TÜRKİYE

Özet

Teknoloji, sektörlerin geleneksel iş yapış biçimini değiştirdiği gibi eğitim ve öğretim alanında da köklü değişikliklere neden olmaktadır. Eğitim ve öğretim alanında bireyin yetkinliğini belirleme ve geri bildirim sağlama aşamasında vazgeçilmez unsurlardan birisi de ölçme ve değerlendirmedir. Ölçme ve değerlendirme eğitim kurumlarında yapılan çalışmalarda olduğu gibi özel sektörde düzenlenen sempozyum ve toplantılarda yapılan sunumların etkinliğinin belirlenmesi, sunumun değerlendirilmesinde de kullanılır. Etkinliklerde geri bildirimler genellikle dinleyicilere dağıtılan ve oylama işlemini gerçekleştirmeyi sağlayan el içi donanımlar ile sağlanmaktadır. El içi donanımlar taşıma, depolama, yazılım ve bakım maliyetleri sebebiyle zorunlu kalınmadıkça tercih edilmemektedir. Bu çalışmanın amacı, öğrenci sunum, yeterlilik ve kazanımlarının öğretim elemanı ve dinleyiciler tarafından değerlendirilmesini sağlayan mobil uygulamanın hazırlanmasıdır. Mobil uygulama IONIC, Angular2 teknolojilerinden faydalanarak yazılmış ve veriler Firebase bulut veritabanında saklanmıştır. Geliştirilen mobil uygulamanın esnek yapısı sayesinde değerlendirme soruları, soru seçenekleri ve kriter ağırlıkları yönetici tarafından girilebilecektir. Dinleyicilerin sunum değerlendirmesi yapabilmesi için sadece sunum kodunu girmesi yeterli olmaktadır. Sunum değerlendirmesi yapılırken dinleyicilerin mevcut cep telefonları kullanılacağından sunum değerlenme cihazlarındaki gibi taşıma, depolama ve yazılım maliyetleri ortadan kalmış optimum bir sunum değerlendirme sistemi tasarlanmıştır.

Anahtar kelimeler: Sunum değerlendirme, Ionic framework, Firebase, Mobil uygulama

Abstract

Technology has changed the traditional way of doing business of the sectors and has caused radical changes in the field of education and training. One of the indispensable elements in determining the competence of the individual in education and providing feedback is the measurement and evaluation. Measurement and evaluation are not only conducted at educational institutions but also at symposiums and meetings in the private sector. Feedbacks in events are usually provided by handheld devices that distribute to listeners and enable voting. Handheld equipment is not preferred unless it is required due to transportation, storage, software and maintenance costs. The purpose of this study is to prepare a mobile application that enables the student presentation, proficiency and achievements to be evaluated by the instructor and audience. The mobile application is prepared using IONIC and Angular2 technologies and the data is stored in the Firebase cloud database. With the flexible structure of the developed mobile application, evaluation questions, options and criteria weights can be entered by the administrator. After entering the system, it is sufficient to enter only the presentation code in order to be able to evaluate the presentation. Existing mobile phones of the audiences are used for the evaluation of the presentation. Thus, an optimal presentation evaluation application is designed.

Keywords: Presentation evaluation, Ionic framework, Firebase, Rubric, Mobile application

1. Giriş

Teknolojinin gelişmesi ile birlikte eğitim, sağlık, üretim, satış, pazarlama vb. bir çok alanda olumlu gelişmeler meydana gelmiştir. Teknolojik gelişmeler içerisinde en hızlı ve göze çarpan alanlar ise mobil cihazlar ve internet teknolojileri sayılabilir. Teknolojik gelişmeler günlük yaşantımızdaki alışkanlıklarımızı

değiştirdiği gibi sektörlerin geleneksel iş yapış biçiminde de köklü değişikliklere neden olmaktadır. Günlük yaşantımızda yapmış olduğumuz işlerin teknoloji ile değişime uğradığı gibi yakın gelecekte ev, yol, iş yeri ve eğitim kurumlarında gelişmeler olacağı aşikardır. Akıllı sistemler ile evler, yazılım kontrollü sürücüsüz otomobiller ile yollar, teknoloji ve yazılımlar sayesinde eğitim ve öğretim faaliyetleri değişmektedir. Yakın zamana kadar eğitim öğretim alanında, iş yaşantısında gerçekleştirilen sempozyum veya ürün/hizmet tanıtım toplantılarında yapılan sunumların verimliliğini belirleme ve geri bildirim sağlama aşamasında sıkıntılar yaşanmaktaydı. Bu sıkıntıların başında dinleyicilerin sunum hakkındaki geri bildirimlerinin alınamaması, geri bildirim alınabilen az sayıda katılımcının öznel düşüncelerinden dolayı sununun genel performansını yansıtmaması gelmektedir. Bu sorunu çözmek için dinleyicilere dağıtılan, sunum ile entegre çalışan ve tuş takımına basmak suretiyle geri bildirim yapan avuç içi cihazlar geliştirilmiştir. Bu cihazlar çok sayıda katılımcının olduğu durumlarda taşıma, bakım ve kullanım maliyetlerinden dolayı sunumların değerlendirilmesi noktasında sıkıntı oluşturmaktadır. Özel sektörün alım veya kiralama gücünden dolayı maddi sıkıntılar aşılmasına rağmen eğitim ve öğretim kurumları bu donanıma sahip olamamaktadır. Eğitim ve öğretim ortamında sunumların sadece öğretim elemanı tarafından değerlendirilmesi subjektif ve taraflı sonuçları ortaya çıkarabilir ve sağlıklı bir değerlendirme yapılmasına engel olabilir. Ölçme ve değerlendirme gibi bir bireyin yetişmesinde önemli rol oynayan kritik bir adımın sağlıklı yapılabilmesi için tek bir birey yerine tüm dinleyicilerin değerlendirmeye dahil edilmesi daha yararlı olacaktır. Literatür kısmında belirtildiği gibi bazı çalışmalarda puanlayıcının katılık/cömertlik durumu veya yanlı davranması gibi sorunların belirtilmesine rağmen dinleyicileri sunuma etkin bir şekilde dahil etmek verimliliği arttıracaktır. Bu çalışma kapsamında IONIC, angular, firebase vb. güncel teknolojiler kullanılarak katılımcıların kendi cep telefonu, tablet vb. mobil cihazlarını kullanarak sunumları değerlendirmeyi sağlayacak mobil uygulama geliştirilmiştir.

2. Literatür Taraması

Eğitim-öğretim kurumlarında elde edilen kazanımların günlük yaşantıda kullanılabilmesi, öğrencilerin bilgi ve becerilerini rahat bir şekilde ifade edebilmeleri ve öğrencilerin kazandıkları bilgi ve becerilerin ölçülebilmesi çok önemlidir. Ölçme ve değerlendirme eğitim sürecinin ayrılmaz ve tamamlayıcı bir parçasıdır. Öğrenmenin kontrol edilmesi olarak tanımlanan değerlendirme, eğitim-öğretim sürecinin önemli bileşenlerinden biridir [1,2]. Ölçme ve değerlendirme uygulamaları, öğretmenlere eğitim ve öğretim sürecine ilişkin pek çok konuda yardımcı olmaktadır. Öğretmen bu uygulamalar sayesinde programın ve öğretimin etkinliğini değerlendirebilir ve öğrencilerin öğrenme eksikliklerini ortaya koyarak onların başarılarını belirleyebilir [3]. Fakat eğitim kurumlarında uygulanan klasik sınavlar, çoktan seçmeli sorular, öğrencilerin bilgi, beceri ve yetenek boyutundaki davranışlarını ölçmekte yetersiz kalabilmektedir [4-7]. Bu aşamada sunum yapma, araştırma ve bilimsel çalışmalarını değerlendirme gibi ileri seviye becerilerin değerlendirilmesine olanak sağlayan performansa dayalı ölçme ve değerlendirme anlayışı ön plana çıkmıştır [8,9]. Bu yaklaşım ile öğrencilerde yüzeysel bir öğrenme yerine derin bir öğrenme durumunu belirlemek, belirli bilgi ve kavramları ezberlemenin yerine yapabilen, oluşturabilen, üretebilen ve sunabilen bir seviyeye gelme durumunu test edilebilmektedir [10,11]. Performansa bağlı değerlendirme yaklaşımı, sunumlara sıklıkla yer verilen yüksek öğretimde tercih edilmektedir. Öğrencilerin belirli bir konu veya proje ile ilgili dinleyicileri bilgilendirmesini amaçlayan sunumları hazırlamak için çok çeşitli yazılımlar mevcut olmakla beraber bu çalışmada öğrenciler sunumlarını Microsoft PowerPoint ortamında hazırlamışlardır.

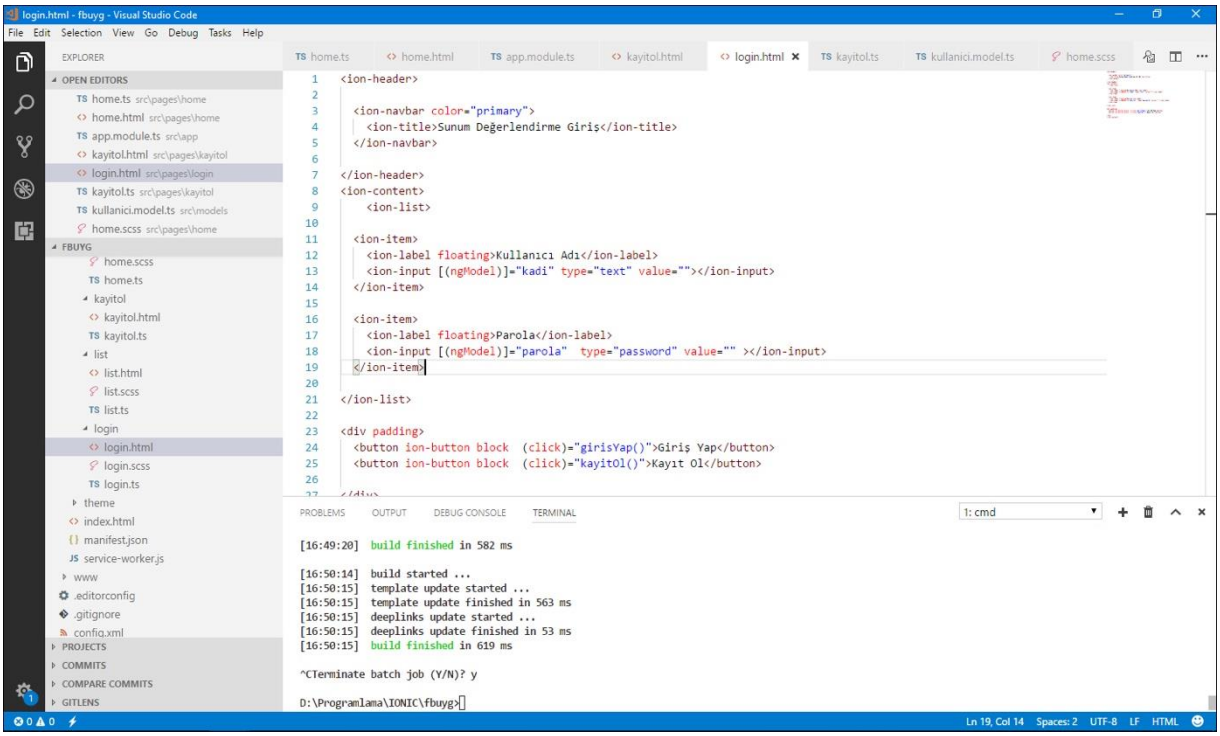
Yapılan sunum etkinliklerin ardından sunumun değerlendirilmesi aşaması gelmektedir. Sunumları değerlendirmeye yönelik daha önceki uygulamalar incelendiğinde Öğrenci Yanıtlama Sistemi-Student Response System (SRS), Dinleyici Yanıtlama Sistemi-Audience Response System (ARS) vb. birçok farklı isim altında sistem tasarlandığı görülmektedir. Bu sistemlerin büyük bir çoğunluğu dinleyiciye sunum değerlendirmesi yapabilmek için harici bir donanım dağıtmayı gerektirmektedir. Donanım ihtiyacı hisseden sistemlere örnek olarak Powervote, Clikapad, Webstreamworld ve Quizzbox gösterilebilir. Sunum değerlendirmesi için dinleyiciye donanım (keypad) dağıtma işlemi kullanıcı sayısının artışına bağlı olarak çeşitli zorlukları beraberinde getirmektedir. Zorlukların başında değerlendirmeye imkan veren donanımın adet bazında kiralanması ve kullanıcı sayısında artmaya bağlı olarak yüksek maliyet sayılabilir. Donanımların dinleyicilere dağıtılması/toplanması, bakımı, taşıma ve kurulum işlemleri sunum değerlendirme işlemini zorlaştırmaktadır. Diğer sınırlık olarak belirli sayıda kullanıcı desteği, kısıtlı kullanım mesafesi, batarya değişim süre ve maliyeti sayılabilir. Sunum değerlendirmek için donanımsal çözümlere

alternatif olarak geliştirilen Polleverywhere, Voxvote, Powercomars ve ionicframework ile hazırlanan Pollingapp gibi yazılımlar da mevcuttur. Yazılım olarak getirilen çözümlerin kullanım bazlı fiyatlandırılanları donanımlara göre daha cazip olmaktadır. Yazılımsal çözümlerin büyük çoğunluğunda Türkçe dil desteğinin bulunmaması, iOS veya android olmak üzere sadece tek bir mobil işletim sisteminde uygulamanın bulunması ve mobil işletim sistemlerinin tamamına hitap etmemesi, kullanıcı arayüzlerinin sade olmaması, gerekli bazı özelliklerinin olmamasının yanında gerekli olmayan özellikler ile uygulamaların işlevsiz olmasından dolayı dezavantaj oluşturmaktadır. Öğretmenlerin ölçme ve değerlendirme uygulamaları konusunda problemler yaşadığı, kendilerini eğitimin diğer hususlarına göre daha yetersiz gördükleri; ölçme ve değerlendirme konusunda eğitim ihtiyacı içinde olduklarını çeşitli araştırmalarla belirlenmiştir [12,14]. Sunumların nasıl değerlendirileceğinin öğretmenler tarafından net bir şekilde belirlenmemesi değerlendirmedeki yanlılıkları da artırmaktadır. Sınıf mevcudunun otuz öğrenciden fazla olması kalabalık olarak ifade edilmektedir [15]. Kalabalık sınıflar için öğrencilerin aktif olabileceği bir öğretme-öğrenme sürecinin tasarlanması sorunu ortaya çıkmaktadır [16]. Çalışmada öğrenci sunumlarını değerlendiren ve diğer öğrencilerin değerlendirme sürecine dahil edilen ve ölçme ve değerlendirmede kolaylık sağlayan mobil uygulama geliştirilmiştir.

3. Sunum Değerlendirme Mobil Uygulaması

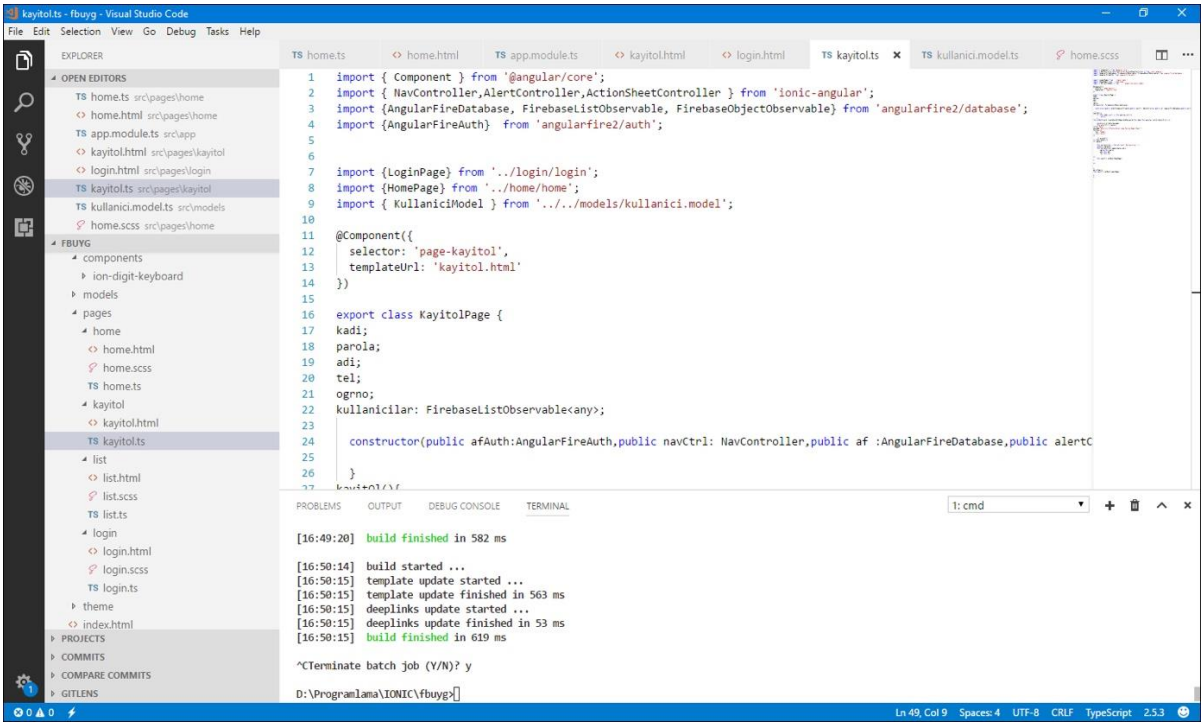
3.1. Uygulamanın Teknik Altyapısı

IONIC framework, hibrit mobil uygulamalar hazırlamak için kullanılan açık kaynak bir kütüphanedir. Sunum değerlendirme uygulaması IONIC (Şekil 1) ve Angular 2 alt yapısı kullanılarak programlanmıştır.



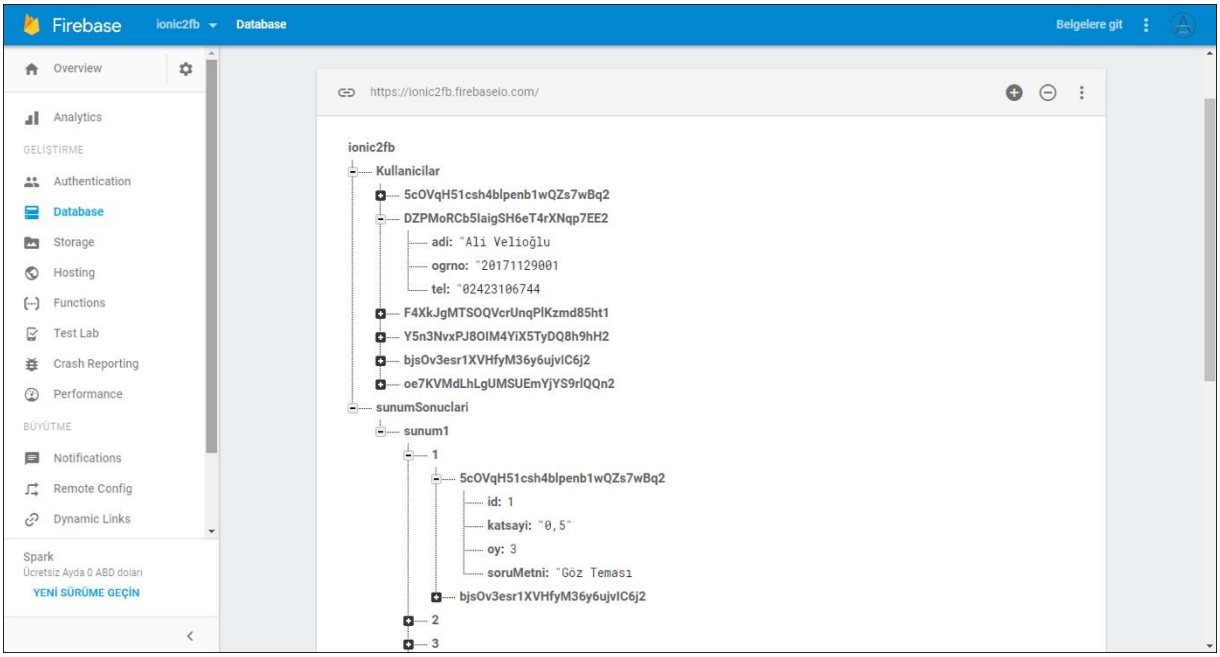
Şekil 1. Uygulama IONIC Kodları.

Hibrit uygulamalar geliştirilirken HTML5, CSS, Javascript kullanıldığı gibi daha düzenli bir kod yapısı bakımında TypeScript ile kod yazılmıştır (Şekil 2).



Şekil 2. Uygulamanın TypeScript Kodları.

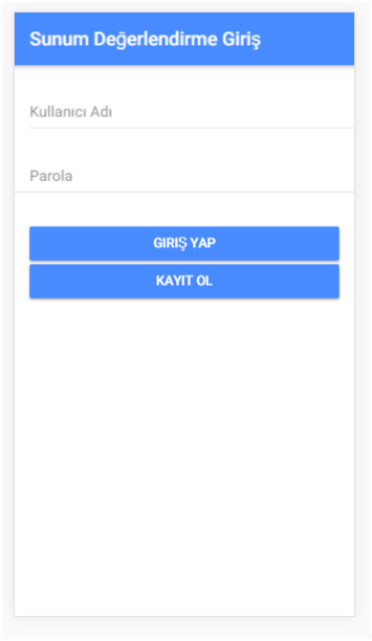
Mobil uygulamanın veritabanı için Google'ın geliştirdiği ve Firebase bulut veritabanı tercih edilmiştir (Şekil 3).



Şekil 3. Uygulamanın Firebase Veri Yapısı.

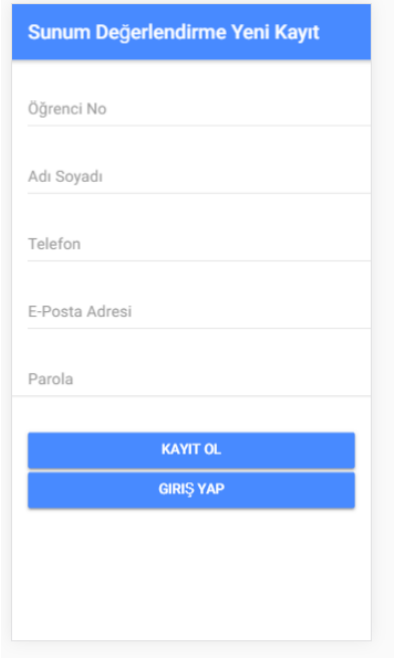
3.2. Uygulama Arayüzü ve Kullanımı

Geliştirilen mobil uygulamanın mobil cihazın işletim sistemine uygun olarak Apple AppStore veya Google PlayStore'dan indirilmesinin ve çalıştırılmasından sonra kayıtlı kullanıcılar için kullanıcı bilgileri ile giriş ekranı gelmektedir (Şekil 4).



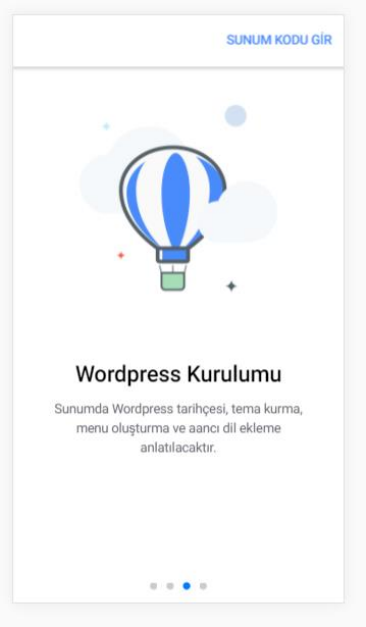
Şekil 4. Uygulama Kullanıcı Giriş Ekranı.

Kayıtlı olmayan kullanıcılardan öğrenci numarası, ad ve soyad, telefon, email adresi ve kendi belirleyeceği şifreyi girmesi istenmektedir (Şekil 5). Kullanıcı bilgilerini girdikten sonra Kayıt Ol butonuna tıklayarak sisteme kolay bir şekilde kayıt olabilmektedir.



Şekil 5. Yeni Kullanıcı Kayıt Ekranı.

Mobil uygulamaya giriş yapıldıktan sonra aktif sunumlar listelenmekte ve değerlendirme yapılmak istenilen sunum listeden seçilmektedir. Sunumları değerlendirmeye geçmeden önce sunum sahibi ve öğretim elemanı tarafından hazırlanan bilgilendirme ekranı gelmektedir (Şekil 6). Bilgilendirme ekranı sunumun amacı, değerlendirme kriterleri ve ölçek hakkında bilgi vermektedir.



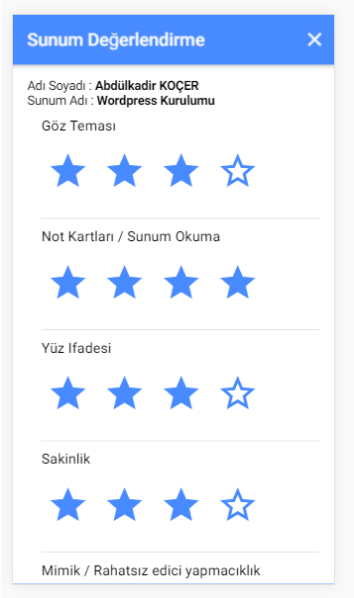
Şekil 6. Sunum Bilgilendirme Ekranı.

"Sunum Kodu gir" butonuna tıklanması ile beraber sistem tarafından rastgele üretilen sunum kodunun girilmesi istenilir. Dört haneden oluşan sunum kodu her bir sunuma özel olarak üretilmekte olup sunum sonunda puanlayıcılar ile paylaşılır. Puanlayıcılar sunum kodunu girerek değerlendirme işlemine başlayabilirler (Şekil 7).



Şekil 7. Sunum Kodu Girme Ekranı.

Sunum kodu yanlış girildiği sürece "Sunum Kodu Girme Ekranı" gelmektedir (Şekil 7). Sunum kodu doğru girildiği takdirde yönetici tarafından soruları, şıkları ve ağırlıkları belirlenmiş olan ölçeğe ait değerlendirme ekranı gelmektedir (Şekil 8).



Şekil 8. Sunum Değerlendirme Ekranı.

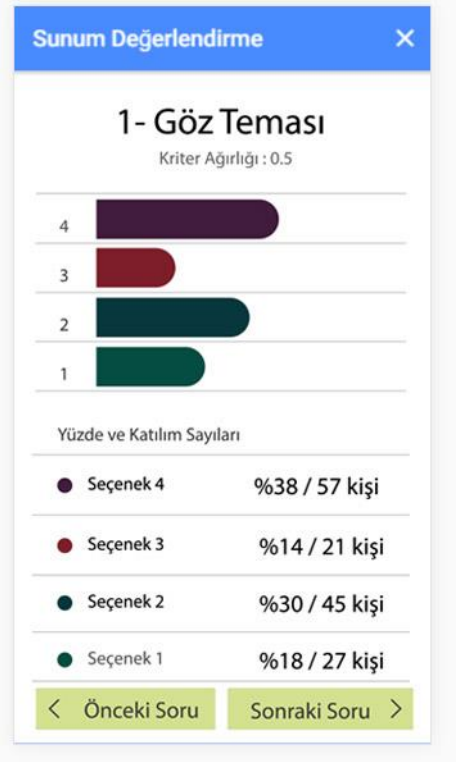
Sunum değerlendirme işlemi anonim olarak yapılmakta olup sunumu değerlendiren kullanıcıların bilgileri sadece sistem tarafından bilinmekte, puanlayıcı hakkında bir bilgi paylaşılmamaktadır. Bu özellik sayesinde sınıf içerisinde objektiflik sağlanmakta, karşılıklı yüksek veya düşük değerlendirmelerinin önüne geçilmesi amaçlanmaktadır. Sunumu değerlendirmek için mobil uygulama içerisinde yer alan ölçeklerden herhangi biri kullanılabileceği gibi öğretim elemanın belirleyeceği soru, şık ve ağırlıkları içeren değerlendirme formu da kullanılabilir. Örnek değerlendirme uygulamasında Çizelge 1'de belirtilen ve dört ana kategori (sözel olmayan yetenekler, sözel yetenekler, görsel destekleyiciler/notlar ve içerik/organizasyon), 25 adet soru ve dört adet seçeneğe (1 en düşük, 4 en yüksek puan) sahip olan ve güvenilirliği 0,98 olan sunum değerlendirme ölçeği kullanılmıştır [17]. Çizelge1'de değerlendirme ölçeğine ait tavsiye edilen soru ağırlıkları da belirtilmiştir.



Şekil 9. Sunum Değerlendirme Sonu Ekranı.

Yönetici/öğretim elemanı mobil uygulamaya kendi kullanıcı adı ve şifresi ile giriş yaptıktan sonra uygulamayı yönetici yetkileri ile çalıştırmaktadır. Dinleyici/puanlayıcı ekranlarından farklı olarak ölçekler ekranı, sunum sonuçları ekranı, kullanıcılar ekranı vb. arayüzleri görebilmektedir. Yönetici sunumu sonlandırdıktan sonra kullanıcı bazlı ve soru bazlı değerlendirme sonuçlarını detaylı grafikler ile

görebilmektedir (Şekil 10). Öğretim elemanı sunum sonuçlarını ders kapsamında değerlendirme notu olarak kullanmak istediği durumlarda istediği formatta çıktı olarak alabilmektedir.



Şekil 10. Soru Bazlı Değerlendirme Sonucu Ekranı.

4. Sonuçlar ve Tartışma

Mobil uygulama test aşamasında birkaç öğretim elemanı tarafından kullanılmış ve özellikle kalabalık sınıflarda öğrenci katılımını sağlaması, hızlı ve etkin sunum değerlendirmesi bakımından çok faydalı bulunmuştur. Kullanıcı görüşmeleri neticesinde dereceli puanlama anahtarının ölçme ve değerlendirilmede önemli görev üstleneceği ve öğretmenlere katkı getireceği belirtilmiştir. Öğretmenlerin her ölçüt hakkında ayrıntılı düşünmek zorunda olmaları ve puanlamanın sürecinin çok zaman alması dereceli puanlama anahtarının sakıncaları arasında gören kullanıcılarda olmuştur. Ölçüt hakkındaki ayrıntı düşünme zorluğunu ortadan kaldırmak için soru şıklarında sayı yerine açıklayıcı metin ifadeler koyulmasının faydalı olabileceği belirtilmiştir. Yapılan kısıtlı sayıdaki ilk analizler sonucunda puanlama yapma noktasında hem erkek hem de kadınlar arasında yüksek güvenilirlik tespit edilmiş olup, puanlama işleminde seçeneklerde dört derecelendirme kategorisinin olması yüksek güvenilir bulunmuştur. Literatürde yüksek öğrenimde özellikle performansa dayalı değerlendirmelerde Çok-Yüzeyli Rasch ölçme modelinin etkin olarak kullanılabileceği belirtilmiştir. Uygulama ile yeterli veri toplandıktan sonra ölçümlere hata olarak karışan ve ölçme sonuçlarının geçerliliğini tehdit eden puanlayıcı etkisi ölçme modeline yüzey olarak dahil edilip analiz yapılması planlanmaktadır. Yönetici panelinde çok kriterli karar verme yöntemleri kullanılarak kriter ağırlıklandırması yapılması planlanmaktadır. Bu sayede her türlü kongre ve sempozyumda, ürün tanıtım ve geri dönüş sağlamayı gereken tüm sunumlarda rahatlıkla kullanılabilir.

Çizelge 1. Sunum Değerlendirme Kriterleri.

Kategori	Maddeler	Ağırlık	1	2	3	4
Sözel Olmayan Yetenekler	Göz Teması	0,5				
	Not Kartları / Sunum Okuma	0,5				
	Yüz İfadesi	1				
	Sakinlik	1				
	Mimik / Rahatsız edici yapmacıklık	0,5				
	Durus	0.5				
Sözel Yetenekler	Coşku / ses tonu ayarlama	1				
	Net ifade / telaffuz	1				
	Konuşma hızı	0,25				
	Ses şiddeti	0,25				
Görsel Destekleyiciler / Notlar	Slide Verimliliği	1				
	Slide Yazım Hataları	0,5				
	Not Düzeni	1				
	Not Yazım Hataları	0,5				
	Sunumda Kaynak Kullanımı	0,5				
İçerik / Organizasyon	Sunumun Amaca Uygunluğu	1				
	Sunum Giriş Uygunluğu	1				
	Sunumun Dengesi	1				
	Literatür ve Verinin Uygunluğu	1				
	Sunum Metodolojisi/İstatistikleri yorumlama	1				
	Sunum Sonu Özet ve Sunum Sınırlıkları	1				
	Sunum İçerik Geçişleri	1				
	Sunum Organizasyon ve Zaman Kullanımı	1				
	Sunumu Örneklerle Destekleme	1				
	Soru Cevap Yeteneği	1				
	Toplam	20				

Kaynaklar

[1] Fisher, D. & Frey, N., Checking for understanding: Formative assessment techniques for your classroom. ASCD, (2007).

[2] Alison, A. T., Authentic Assessment, England, Friends & Friends Puplishing, (1999).

[3] Stark, J. F., Measurement and Evaluation in Education. Ohio: Great & Great Puplishers, (1998).

[4] Baştürk, R., "Sözlü Sunuma Dayalı Davranışların Çok-Yüzeyli Rasch Ölçme Modeli İle Analizi", I. Ulusal Eğitimde ve Psikolojide Ölçme ve Değerlendirme Kongresi, Ankara Cilt I, 671-683, 2008.

[5] Berberoğlu, G., Seçme amacıyla kullanılan testlerde Rasch modelinin katkıları, Yayınlanmamış Doktora Tezi, Hacettepe Üniversitesi, Ankara, (1998).

[6] White, J., "Thinking about Assessment", Journal of Philosophy of Education, 33(2), 201, (1999).

[7] Wiliam, D., "National curriculum assessment: How to make it better", Research Papers in Education. 18. 129-136, (2003).

[8] Hibbard, K. M. ve diğerleri, "A teacher's guide to performance-based learning and assessment", Alexandria, VA: Association for Supervision and Curriculum Development, 5, (1996).

[9] Brualdi, A., Implementing Performance Assessment in the Classroom. Practical Assessment, Research & Evaluation, 6, (1999).

[10] Fosnot, C, Constructivism: Theory, perspectives, and practice, New York: Teachers College Press, (1996).

[11] Korkmaz, H. ve Kaptan, F., "Fen Eğitiminde Öğrencilerin Gelişimini Değerlendirmek İçin Elektronik Portfolyo Kullanımı Üzerine Bir İnceleme", The Turkish Online Journal of Educational Technology, 4(1), 101-107, (2005).

[12] Gelbal S. ve Kelecioğlu H., "Öğretmenlerin Ölçme Ve Değerlendirme Yöntemleri Hakkındaki Yeterlik Algıları ve Karşılaştıkları Sorunlar", Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 33, 135-145, (2007).

[13] Gözütok, D., Ö. E. Akgün ve C. Karacaoğlu, "İlköğretim programlarının öğretmen yeterlilikleri açısından değerlendirilmesi", Yeni İlköğretim programlarını değerlendirme sempozyumu, 14-16 Kasım 2005, Kayseri. 17-39, (2005).

[14] Yapıcı, M. ve C. Demirdelen, "İlköğretim 4. sınıf programına ilişkin öğretmen görüşleri", İlköğretim Online, 6(2), 204-212, (2007).

[15] Bakioğlu, A. ve Polat, N., "Kalabalık Sınıfların Etkileri Bir Ön Araştırma Çalışması", Eğitim Araştırmaları Dergisi, Sayı: 7, (147-156), (2002).

[16] Anıl, Ö, Acar, M., "Sınıf Öğretmenlerinin Ölçme Değerlendirme Sürecinde Karşılaştıkları Sorunlara İlişkin Görüşleri", Yüzüncü Yıl Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 5 (2), 44-61, (2014).

[17] Peeters, M. J., Sahloff, E. G., & Stone, G. E., "A Standardized Rubric to Evaluate Student Presentations", American Journal of Pharmaceutical Education, 74(9), 171, (2010).

DENETİMLİ ÖĞRENME YORDAMLARIYLA TÜRKÇE METİNLER ÜZERİNDE KONU SINIFLANDIRMA ANALİZİ

SUBJECT CLASSIFICATION ANALYSIS ON TURKISH TEXTS WITH SUPERVISED LEARNING METHODS

Fatih Gürcan[a]
[a] Karadeniz Teknik Üniversitesi, Trabzon, Türkiye, E-posta: fgurcan@ktu.edu.tr

Özet

Metin sınıflandırma problemi, doğal dil işleme yöntemleriyle, işlenen metinlerin içeriğine göre metin belgelerinin önceden tanımlanmış bir veya daha fazla kategori veya sınıflara denetimli olarak atanması süreçleridir. Metin sınıflandırma uygulamaları, web sayfalarının ve haber metinlerinin kataloglanması, arama motorlarının optimizasyonu, bilgi çıkarımı, e-postaların otomatik olarak işlenmesi gibi çeşitli alanlarda etkin olarak kullanılmaktadır. Bu bağlamda gerçekleştirilen çalışma da, denetimli makine öğrenmesine dayanan yordamlarla Türkçe metinlerin sınıflandırılması amaçlanmıştır. Bu kapsamda denetimli öğrenme modellerinin Türkçe metinler üzerindeki sınıflandırma başarısı farklı parametrelerle analiz edilmiştir. Bahsedilen modeller önceden belirlenen dört sınıf (ekonomi, siyaset, spor, sağlık) üzerinde haber metinlerinin sınıflandırılması için test edilmiş ve farklı sayıda eğitim dokümanları ile sistem eğitilerek sınıflandırma işlemi gerçekleştirilmiştir. Bu kapsamda, Naive Bayes, destekleyici vektör makinesi ve K-en yakın komşu algoritmalarının Türkçe metinler üzerindeki sınıflandırma performansları karşılaştırılmış ve farklı parametrelerle elde edilen sonuçlar ışığında yorumlanmıştır. Çalışmanın sonucunda, en iyi sınıflandırma başarısına sahip yordam, yaklaşık %90 oranında bir sınıflandırma başarısı ile Naive Bayes algoritması olmuştur. Bu sonuçlar, Naive Bayes olasılık modelinin, diğer yöntemlere nazaran Türkçe metinlerin sınıflandırılmasında etkin bir sınıflandırıcı yöntem olarak kullanılabileceğini göstermiştir. Bu kapsamda, önerilen yöntembilimin farklı web platformlarındaki (sosyal ağlar, forumlar, iletişim ağları, vb.) Türkçe metinler üzerinde farklı amaçlar için de uygulanabileceği öngörülmektedir.

Anahtar Kelimeler: Türkçe metin analizi, Metin sınıflandırma, Denetimli öğrenme, Makine öğrenmesi

Abstract

The problem of text classification is the process of supervised assignment of text documents to one or more predefined categories or classes according to the content of the processed texts with natural language processing methods. Text classification applications are actively used in various fields such as categorization of web pages and news texts, optimization of search engines, extracting information, and automatically processing e-mails. In this context, it is aimed to classify Turkish texts with methods based on supervised machine learning. In this context, the classification success of supervised learning models on Turkish texts was analyzed with different parameters. These models have been tested for classification of news texts on four predefined classes (economy, politics, sport, health) and the system was trained with different number of training documents and the classification process was carried out. In this context, the classification performances of Naive Bayes, Support vector machine and K-nearest neighbor algorithms on Turkish texts are compared and interpreted in the light of the results obtained with different parameters. As a result of the study, the procedure with the best classification success was the Naive Bayes algorithm with a classification success of about 90%. These results show that the Naive Bayes probability model can be used as an effective classifier method in classifying Turkish texts compared to other methods. In this context, it is envisaged that the proposed methodology could be applied to Turkish texts on different web platforms (social networks, forums, communication networks, etc.) for different purposes.

Keywords: Turkish text analysis, Text classification, Supervised learning, Machine learning

1. Giriş

Son yıllarda, sosyal ağ ortamlarının da gelişiyle, çevrimiçi platformlarda paylaşılan metin odaklı veri miktarında büyük bir patlama yaşanmıştır. Bu denli büyük bir veri yığınına dönüşen çevrimiçi platformlarda paylaşılan metin odaklı verilerin işlenmesi ve sınıflandırılması, veri madenciliği alanında çalışılan temel problemlerin başında gelmektedir. Metin sınıflandırma problemi, doğal dil işleme yöntemleriyle, işlenen metinlerin içeriğine göre metin belgelerinin önceden tanımlanmış bir veya daha fazla kategori veya sınıflara denetimli olarak atanması süreçleridir. Metin sınıflandırma, doğal dil işlemedeki pek çok problemin temelini oluşturmakta ve pek çok uygulamada etkin bir şekilde kullanılmaktadır. Örneğin gelen mesajların gerekli / gereksiz (spam) olarak sınıflandırılması, paylaşılan metinlerin konularına göre kategorize edilmesi, verilen bir metindeki duygunun (olumlu / olumsuz) belirlenmesi, metindeki memnuniyet oranlarının duygu analizi ile belirlenmesi, belge özetleme, fikir analizi, ana fikir çıkarımı, öneri sistemleri, yazar tespiti, dil tanıma araçları, vb. metin sınıflandırma uygulamalarının en yaygın kullanım alanlarındandır [1-3].

Metin sınıflandırma uygulamalarında denetimli ve denetimsiz öğrenme yöntemleri olmak üzere iki temel yaklaşım kullanılmaktadır. Denetimsiz öğrenmede veri setindeki metinler incelenir ve birbirleriyle eşleşen veya birbirine yakın olan veriler bir küme halinde bir araya getirilir, diğer taraftan birbirleriyle uyuşmayan veriler ise başka bir kümede bir araya getirilmeye çalışılır. Bu model "kümeleme" yaklaşımı olarak adlandırılır. Kümeleme yaklaşımında önceden belirlenmiş sınıflar yoktur. Bu nedenle, herhangi bir eğitim setinin kullanılmadığı bu tür bir öğrenme yaklaşımı, "denetimsiz öğrenme" olarak adlandırılır. Sınıfların önceden belirlenip bir eğitim seti ile sistemin eğitildiği sınıflandırma süreci "denetimli öğrenme" olarak adlandırılır. Makine öğrenmesi olarak da bilinen denetimli öğrenme yaklaşımı, sınıf etiketleri daha önceden belirlenmiş bir belge kümesi ile sistem eğitilerek sınıflandırılacak diğer belgelerin hangi sınıfa atanacağına ilişkin öznitelikleri otomatik olarak öğrenen ve belgeleri bu öğrenmeye dayalı olarak belirlenen sınıflara atayan bir sınıflandırma sisteminin başarımını sağlar. Bu sınıflandırıcıya yeni bir belge geldiğinde sınıflandırıcı öğrendiği özelliklere göre belgenin atanacağı sınıfı belirler. Makine öğrenmesi algoritmaları açısından yürütülen sınıflandırma süreci "denetimli öğrenme" yaklaşımını esas alır. Denetimli öğrenme yaklaşımın en büyük sorunlarından biri, öncelikle eğitim setleri kullanarak sınıfları tam ve doğru bir şekilde belirlemektir. Sınıflar belirlendikten sonra, bu yaklaşımlar denetimsiz yaklaşımlara kıyasla daha kolay ve daha etkili olur [1-4].

Metin odaklı veri analizine yönelik araştırma ve uygulamalarda, metinlerin içerdiği konuların ve ana temaların belirlenmesi ve belirlenen konulara göre metinlerin sınıflandırılması bu alana yönelik önemli çalışma alanlarından biridir. Şöyle ki, haber metinlerinin içerdiği konuya göre sınıflandırılması, sosyal ağlarda paylaşılan metinlerin içeriğine göre sınıflandırılması ve tüketici yorumlarının farklı ölçütlere göre sınıflandırılması bu alanda yaygın olarak çalışılan konulardır. Bu kapsamda Türkçe metinler üzerinde metin sınıflandırmaya dayalı farklı çalışmalar da yapılmıştır. Türkçenin eklemeli dil bilimsel yapısı nedeni ile terim uzayının büyüklüğü diğer dillere oranla çok fazladır. Bu nedenle Türkçe için yapılan metin sınıflandırma çalışmalarının çoğunda köke indirgeme kullanılmıştır. Türkçe metinler üzerinde farklı amaçlarla yapılmış farklı yöntemler kullanan çalışmalar bulunmakla birlikte, bu çalışmaların büyük çoğunluğunda denetimli öğrenme yaklaşımları kullanılmıştır [4-7]. Türkçe haber metinlerinin sınıflandırılması yönelik olarak gerçekleştirilen bir çalışmada, haber metinleri üzerinde k en yakın komşu (kNN) algoritması ile aynı yöntemin çalışma süresini kısaltan bir başka modeli (feature projection text categorization) sınıflandırma performansları açısından karşılaştırılmıştır [5]. Haber metni üzerinde gerçekleştirilen diğer bir sınıflandırma çalışmasında ise Naive Bayes ve yapay sinir ağları algoritmaları karşılaştırılmıştır[6].

İlgili bilimsel arka plana dayalı olarak gerçekleştirilen bu deneysel çalışma da, denetimli öğrenmeye dayalı yaklaşımlardan Naive Bayes, destekleyici vektör makinesi ve K-en yakın komşu algoritmaları ile Türkçe haber metinlerinin sınıflandırılması amaçlanmıştır. Bu kapsamda denetimli öğrenme modellerinin Türkçe metinler üzerindeki sınıflandırma başarısı farklı parametrelerle analiz edilmiştir. Bahsedilen bu üç makine öğrenmesi yaklaşımı, Türkçe haber metinleri üzerinde önceden belirlenen dört sınıfa (ekonomi, siyaset, spor, sağlık) yönelik sınıflandırma sürecinde farklı sayıda eğitim dokümanları ile test edilmiştir. Bu kapsamda, Naive Bayes, destekleyici vektör makinesi ve K-en yakın komşu algoritmalarının Türkçe metinler üzerindeki sınıflandırma performansları karşılaştırılmış ve farklı parametrelerle elde edilen sonuçlar ışığında

yorumlanmıştır. Çalışmanın sonucunda, en iyi sınıflandırma başarısına sahip yordam, yaklaşık %90 oranında bir sınıflandırma başarısı ile Naive Bayes algoritması olmuştur. Elde edilen bulgular, Naive Bayes olasılık modelinin, diğer denetimli öğrenme yaklaşımlarına nazaran Türkçe metinlerin sınıflandırılmasında etkin bir sınıflandırıcı yöntem olarak kullanılabileceğini göstermiştir. Ayrıca uygulanabilirlik açısından da Naive Bayes algoritmasının, Türkçe metinler için daha uygun bir model olduğu görülmüştür. Bu kapsamda, önerilen yöntembilimin farklı web platformlarındaki (sosyal ağlar, forumlar, iletişim ağları, vb.) Türkçe metinler üzerinde gerçekleştirilecek farklı sınıflandırma problemlerinde uygulanabileceği öngörülmektedir.

2. Yöntem Bilim

Yapılan çalışmanın yöntem bilimi, bir sınıflandırma probleminin karakteristiğine uygun biçimde birbirini takip eden dört temel aşamadan oluşmaktadır. İlk olarak, çevrimiçi haber siteleri üzerinde yayınlanan Türkçe haber metinleri alınarak yaklaşık 800 haber metnini içeren bir veri seti oluşturulmuştur. Sonraki aşamada, veri setini oluşturan metinler üzerinde önişleme, temizleme ve ayrıştırma işlemleri uygulanmıştır. Daha sonra, dokuman-terim matrisi oluşturulmuş ve son olarak bu matris üzerinde makine öğrenmesine dayalı üç algoritma ile bir sınıflandırma analizi gerçekleştirilmiştir. Farklı parametrelerle elde edilen bulgular ışığında, Naive Bayes, destekleyici vektör makinesi ve K-en yakın komşu algoritmalarının Türkçe metinler üzerindeki sınıflandırma performansları değerlendirilmiştir.

2.1. Verilerin Toplanması ve Önişleme

Bu çalışma kapsamında kullanılan veri seti, çevrimiçi haber siteleri üzerinde yayınlanan Türkçe haberlerin metinlerinden oluşmaktadır. Bu kapsamda, farklı çevrimiçi haber sitelerinden toplanan 800 adet haber metni ile bir veri seti oluşturulmuştur. Toplanan haber metinleri için ekonomi, siyaset, spor, sağlık üzere dört sınıf belirlenmiştir.

Veri seti oluşturulduktan sonra, yapılan analizin kalitesini ve doğruluğunu artırmak amacıyla veriler üzerinde önişleme adımları gerçekleştirilmiştir [8]. Bu aşamada, metinlerde bulunan fakat anlamsal katkısı olmayan gereksiz noktalamalar, işaretler, numaralar, web bağlantıları metinlerden silinmiştir. Ayrıca ben, sen, o bu, şu, veya, için, ile, ve, vb. gibi tek başına anlam ifade etmeyen durak kelimeleri de (stopword) metinlerden silinmiştir. En son adımda ise metinlerdeki kelimelerin sonundaki ekler atılarak köke indirgeme işlemi uygulanmıştır. Önişleme aşamasının sonucunda temizlenen veriler, bu aşamadan sonra doküman-terim matrisine dönüştürülerek, sınıflandırma analizi için gerekli olan uygun sayısal matris formatı elde edilmiş olur. Bir doküman-terim matrisinde, her bir satır bir haber metnini, her bir sütun ise veri setindeki bir kelimeyi temsil eder. Matristeki her hücre, sütunda belirtilen kelimenin satırda belirtilen o haberde kaç defa görüldüğünü gösterir [8]. Metinleri temsil eden kelime vektörlerinin ağırlıklandırılmasında kelime frekansları kullanılmıştır.

2.2. Yöntem ve Analiz

Yapılan deneysel çalışmanın bu aşamasında, bir önceki aşamada oluşturulan doküman-terim matrisi üzerinde, denetimli öğrenme yaklaşımlarından olan Naive Bayes, destekleyici vektör makinesi ve K-en yakın komşu algoritmaları kullanılarak metin sınıflandırmaya dayalı bir deneysel analiz gerçekleştirilmiştir. Denetimli öğrenme yöntemlerinin uygulanmasında kuşkusuz en önemli etken önceden elle sınıflandırılmış eğitim kümesidir. Bunun yanında en yüksek başarımı sağlayacak sınıflandırma algoritmasının seçilmesi ve algoritmaya uygun optimal parametrelerin belirlenmesi de dikkat gerektiren süreçlerdir. Denetimli öğrenme yaklaşımlarına dayalı sınıflandırma sürecinde genel olarak elle sınıflandırılmış veri 2 gruba bölünür: eğitim kümesi (training set) ve test kümesi (test set). Eğitim kümesi, algoritmaların öğrenmesini sağlamak üzere kullanılırken, test kümesi ise sınıflandırıcının başarımının ölçülmesinde kullanılmaktadır [1-3]. Gerçekleştirilen sınıflandırma modelinde, eğitim kümesindeki veriler kullanılarak sistem belirlenen dört sınıf için eğitilmiştir ve objektif bir değerlendirme için test kümesi ve eğitim kümesindeki metinler birbirinden ayrı tutulmuştur. Bu kapsamda, veri setini oluşturan 800 haber metninin 400 tanesi eğitim kümesi için, kalan 400 tanesi de test kümesi için ayrılmıştır. Sınıflandırıcı sistem ilk olarak 100 veri içeren eğitim kümesi ile

eğitilmiş ve her seferinde eğitim setine 100 veri daha eklenerek en son 400 veriden oluşan eğitim seti için başarımlar hesaplanmıştır. Bu şekilde eğitim kümesindeki veri sayısının başarıma etkisi ölçülmüştür. Diğer önemli bir nokta ise, eğitim kümesinde yer alan metinlerin, başarımın ölçülmesinde kullanılan test kümesinde yer almaması gerektiğidir. Bu durum sınıflandırma başarısının gerçek değerine ulaşmasını zorlaştırır [1].

Eğitim ve test kümelerinin oluşturulması genelde rastgele yapılır. Ancak, sınıflandırıcı modelin başarısının doğru biçimde ölçülebilmesi için hem eğitim kümesinin hem de test kümesinin yeterli temsil yeteneğine sahip olması yani zengin metinleri içermesi gereklidir. Bunu sağlamak için ilgili veri seti üzerinde k katlı çapraz doğrulama (k-fold cross-validation) yöntemi yaygın olarak kullanılan bir modeldir. Bu yöntemde elle sınıfları belirlenmiş olan toplam veri kümesi, ortak eleman içermeyen k tane farkı gruba ayrılır [1-3]. İlk adımda, bu gruplardan birincisi test kümesi olarak seçilir ve geri kalan k-1 tanesi ise eğitim kümesi olarak kullanılır. Sınıflandırma modelinde kullanılan algoritma, belirlenen bu k-1 tane grubu içeren eğitim kümesi ile eğitildikten sonra test kümesi üzerinde bir başarım hesaplanır. İkinci adımda ikinci grup test kümesi olarak seçilir. Geri kalan k-1 grup eğitim kümesi olarak belirlenir, algoritma bu küme kullanılarak eğitilir ve başarımı bu test kümesi için yeniden hesaplanır. Bu sınıflandırma mantığında k adımda eğitim ve sınama gerçekleştirildikten sonra başarımların ortalaması alınarak son başarım değeri olarak belirlenir. Genelde k=10 ya da k=5 değerleri sıklıkla kullanılmaktadır. Eğitim kümesi üzerinden eğitilen denetimli öğrenme algoritmalarda çoğunlukla belirli parametreler kullanılmaktadır [3]. Bu çalışma için gerçekleştirilen sınıflandırma modelinde k=5 için çapraz doğrulama yöntemi uygulanmış ve Naive Bayes, destekleyici vektör makinesi ve K-en yakın komşu algoritmalarının bu çapraz doğrulamadaki başarımları hesaplanmıştır.

3. Deneysel Bulgular

Gerçekleştirilen deneysel analiz sonucunda, Naive Bayes, destekleyici vektör makinesi ve K-en yakın komşu algoritmalarının Türkçe metinler üzerindeki sınıflandırma performansları karşılaştırılmış ve farklı parametreler için farklı sonuçlar elde edilmiştir. İlk olarak sınıflandırıcı sistem farklı sayıda doküman içeren eğitim kümesi ile (100,200,300,400) ile eğitilmiş ve her defasında 400 test dokümanı ile test edilmiştir. Yapılan bu sınıflandırma ile elde edilen sonuçlar Çizelge 1. de verilmiştir. Burada elde edilen bulgulara göre eğitim kümesindeki doküman sayısı arttıkça her üç algoritmanın başarımının da arttığı gözlemlenmiştir. Ayrıca sınıflandırma performansı açısından Naive Bayes çok terimli sınıflandırma algoritması en yüksek başarımı gösterişken, K-en yakın komşu algoritması bu analizde en düşük başarımı gösteren sınıflandırıcı olmuştur.

Çizelge 1. Doküman sayısına göre kelime frekansı için algoritmaların başarım değerleri

Algoritmalar	**100 D.**	**200 D.**	**300 D.**	**400 D.**	**ORT.**
Naive Bayes çok terimli model	%86,5	%87	%88,25	%89,25	**%87,75**
Destekçi vektör makinesi	%63,75	%65,5	%71,75	%75,5	**%69,13**
K en yakın komşu algoritması (k=3)	%32,25	%33,75	%49,5	%56	**%42,88**

Bunun yanında 800 haber metninden oluşan veri seti üzerinde eğitim kümesi ve test kümesi için ideal doküman sayılarını belirlemek amacıyla k=1 den k=5'e kadar çapraz doğrulama yöntemi ile sınıflandırma analizi gerçekleştirilmiş ve elde edilen başarım sonuçları Çizelge 2. de verilmiştir. Farklı k çapraz doğrulama değerleri için, Naive Bayes çok terimli algoritması ile yine en yüksek başarım elde edilmiştir. En düşük başarım ise K en yakın komşu algoritması ile elde edilmiştir. Özellikle, k=1 için Naive Bayes çok terimli algoritması ile elde edilen %95,5 oranındaki yüksek başarım, Naive Bayes çok terimli modelinin Türkçe metinlerin sınıflandırılmasında etkin bir sınıflandırma modeli olarak kullanılabileceğini göstermiştir. Çapraz doğrulama sayısı dikkate alındığında k=1 için tüm algoritmalarda en yüksek başarım elde edilmiş olup, bundan sonra en yüksek başarım k=5 katlı çapraz doğrulaması için elde edilmiştir. Burada elde edilen

başarım, eğitim kümesi ve test kümesi için kullanılacak veri setinin büyüklüğünün ayarlanmasında önemli rol oynamaktadır. K katlı çapraz doğrulama yöntemi, özellikle büyük veri setlerinde eğitim ve test kümelerinin ayarlanmasında analize dayalı bir kestirim imkânı sağlamaktadır.

Çizelge 2. Çapraz doğrulamaya göre algoritma performansları

Algoritmalar	**k=1**	**k=2**	**k=3**	**k=4**	**k=5**	**ORT.**
Naive Bayes çok terimli model	%95,5	%92,5	%92	%93	%93	**%93,20**
Destekçi vektör makinesi	%97,5	%87,16	%89,5	%89	%90,16	**%90,66**
K en yakın komşu algoritması (k=3)	%88,16	%75,3	%74,16	%73,8	%76,16	**%77,52**

Çapraz doğrulama için önceden belirlenen dört sınıfa göre elde dilen sınıflandırma başarımları her sınıf için ayrı ayrı hesaplanmış ve Çizelge 3. de verilmiştir. Elde edilen bulgulara göre, sınıflar için elde edilen sınıflandırma başarımları büyükten küçüğe doğru sırasıyla spor, sağlık, siyaset ve ekonomi şeklindedir.

Çizelge 3. Çapraz doğrulama için sınıf bazında başarım ölçümleri

Algoritmalar	**Spor**	**Ekonomi**	**Siyaset**	**Sağlık**
Naive Bayes çok terimli model	%94,7	%89,2	%94,2	%97,5
Destekçi vektör makinesi	%92,5	%82,5	%87,5	%95
K en yakın komşu algoritması (k=3)	%94,2	%77,5	%70	%70
Ortalama	**%94,1**	**%83,1**	**%83,9**	**%87,5**

4. Sonuç

Gerçekleştirilen bu deneysel çalışma da, denetimli öğrenmeye dayalı sınıflandırma yaklaşımlardan Naive Bayes, destekleyici vektör makinesi ve K-en yakın komşu algoritmaları ile Türkçe haber metinleri üzerinde sınıflandırılma analizi gerçekleştirilmiştir. Bu kapsamda ele alınan üç makine öğrenmesi yaklaşımı, Türkçe haber metinleri üzerinde önceden belirlenen dört sınıfa (ekonomi, siyaset, spor, sağlık) yönelik sınıflandırma sürecinde farklı sayıda eğitim dokümanları ile test edilmiştir. Çalışmanın sonucunda, en iyi sınıflandırma başarısına sahip yordam, yaklaşık %90 oranında bir sınıflandırma başarısı ile Naive Bayes çok terimli algoritması olurken, K-en yakın komşu algoritması bu analizde en düşük başarımı gösteren sınıflandırıcı olmuştur. Elde edilen bulgular, Naive Bayes olasılık modelinin, diğer denetimli öğrenme yaklaşımlarına nazaran Türkçe metinlerin sınıflandırılmasında etkin bir sınıflandırıcı yöntem olarak kullanılabileceğini göstermiştir. Ayrıca uygulanabilirlik açısından da Naive Bayes algoritmasının, Türkçe metinler için daha uygun bir model olduğu görülmüştür. Bu kapsamda, önerilen yöntembilimin farklı web platformlarındaki (sosyal ağlar, forumlar, iletişim ağları, vb.) Türkçe metinler üzerinde gerçekleştirilecek farklı sınıflandırma analizlerinde uygulanabileceği öngörülmektedir.

Kaynaklar

[1] Sebastiani, F., “Machine learning in automated text categorization”, ACM computing surveys (CSUR), 34(1), 1-47, (2002).
[2] Ikonomakis, M., Kotsiantis, S., and Tampakas, V., “Text classification using machine learning techniques”, WSEAS transactions on computers, 4(8), 966-974, (2005).

[3] Kotsiantis, S. B., Zaharakis, I., and Pintelas, P., "Supervised machine learning: A review of classification techniques", (2007).
[4] Tantuğ, A. C., "Metin Sınıflandırma (Text Classification)", Türkiye Bilişim Vakfı Bilgisayar Bilimleri ve Mühendisliği Dergisi, 5(2 (Basılı 6), (2012).
[5] İlhan, U., "Application Of KNN and FPTC Based Text Categorization Algorithms to Turkish News Reports", Doktora Tezi, Bilkent Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, (2001).
[6] Amasyali, M. F., and Yildirim, T., "Automatic text categorization of news articles", In Signal Processing and Communications Applications Conference, Proceedings of the IEEE 12th (pp. 224-226), IEEE, (2004).
[7] Tüfekci, P., Uzun, E., and Sevinç, B., "Text classification of web based news articles by using Turkish grammatical features", In Signal Processing and Communications Applications Conference (SIU), 2012 20th (pp. 1-4), IEEE, (2012).
[8] Uysal, A. K., and Gunal, S., "The impact of preprocessing on text classification", Information Processing & Management, 50(1), 104-112, (2014).

TRAFFIC SIGN DETECTION USING MORPHOLOGICAL OPERATIONS
MORFOLOJİK İŞLEMLERLE TRAFİK İŞARETİ TESPİTİ

Önder Demir[a], Buket Doğan[b], Eyüp Emre Ülkü, Abdullah Bal[d]
[a, b, c, d]Marmara Üniversitesi Teknoloji Fakültesi – Bilgisayar Mühendisliği Bölümü, İstanbul, Türkiye
E-Posta: odemir@marmara.edu.tr, buketb@marmara.edu.tr, emre.ulku@marmara.edu.tr @marmara.edu.tr, abdullah.bal@marmara.edu.tr

Özet

Trafik işaretleri insan hayatına mal olabilecek kazaların önlenmesi amacıyla karayolları üzerinde sıklıkla yerleştirilen uyarı işaretleridir. Özel aydınlatma veya parlatma yöntemleri ile bu işaretlerin her ışıklandırma koşullarında görünürlüğü arttırılmaya çalışılmaktadır. Buna rağmen gerek araçların hızlı hareket etmesi gerek sürücülerin seyir halinde farklı nesnelere odaklanması trafik işaretlerinin fark edilmesini engeller. Bu çalışmada anlık alınan görüntüler üzerinde görüntü işleme teknikleri ile trafik işaretlerini tespit eden bir yöntem geliştirilmiştir. Önerilen yöntem üç aşamadan oluşmaktadır. İlk aşamada önişleme teknikleri kullanılarak görüntü üzerinde renk uzayı ve filtreleme işlemleri gerçekleştirilmektedir. Ardından ikili görüntüye çevirme işlemi yapılır ve görüntü üzerindeki nesneler üzerinde morfolojik işlemler gerçekleştirilir. Son aşamada ikili görüntü üzerinde belirlenen nesnelerden yola çıkarak asıl görüntü üzerinde trafik işaretinin biçimsel olarak tespiti gerçekleştirilmektedir. Yapılan deneysel çalışmalar görüntüler üzerindeki işlemler ile geliştirilen yöntemin başarılı sonuçlar ürettiğini göstermiştir.

Anahtar Kelimeler: Trafik işaretleri, HSV, MATLAB, Bilgisayar destekli tespit, Morfolojik işlemler.

Abstract

Traffic signs are warning signs often placed on highways in order to prevent accidents that might cost human life. Special lighting or flashing methods are being used to increase the visibility of these signs under each lighting condition. However, both the rapid movement of the vehicles and the focusing of the drivers on different objects on the road prevent the traffic signs from being noticed. In this study, a method has been developed to detect the traffic signs with image processing techniques on the images taken instantaneously. The proposed method consists of three steps. In the first stage, color spaces and filtering operations are performed on the image by using preprocessing techniques. Then a binary image conversion is performed and morphological operations are performed on the objects on the image. At the last stage, the traffic sign is formally determined on the original image by going out from the objects determined on the binary image. Experimental studies have shown that the method developed by the processes on the images produces successful results.

Keywords: Traffic signs, HSV, MATLAB, Computer aided detection, Morphological operations.

1. Giriş

Karayolu araçları için görsel tabanlı bir araç rehberliği; yol tespiti, engel tespiti, işaret algılama ve tanıma olmak üzere üç önemli alanda gerçekleştirilmektedir. Bu alanlardan trafik işareti tespiti ve tanıma, sürücü asistan sisteminde uygulanmasıyla birlikte akıllı ulaşım sistemi araştırmalarına katkı sağlayan önemli bir araştırma konusudur. Trafik işaretleri yolun trafik ortamını göstererek tehlikeleri ve sürücülerin karşılaşabileceği durumları belirterek, uyarı vermekte ve yolculuklarını güvenli bir şekilde seyahat etmelerine rehberlik etmektedir [1]. Trafik görüntülerinin analizi, bilgisayar görme ve akıllı sistemlerde çok önemli bir konudur ve akıllı ulaşım sistemlerinin temel öğesi olarak ele alınmaktadır. Bu teknoloji, trafik görüntülerinin analizi ile yol işaretinin tam olarak nerede ve hangi işaret olduğunu belirlemeyi sağlamaktadır. Trafik levhaları, mevcut durumu ve yolun diğer önemli bilgilerini sürücüleri bilgilendirmek için tasarlanmıştır. Göz alıcı renklerle katı ve basit şekillerdir ve taşıdıkları bilgilerin anlaşılması kolaydır. Bununla birlikte, sürücüler zamanında bir trafik işaretine dikkat etmedikçe kazalar oluşabilmektedir.

Dolayısıyla, trafik işaretlerini algılamak ve tanımak için otomatik gerçek zamanlı bir sürücü yardım sistemi tasarlamak çok önemlidir [2, 3].

Trafik işaretleri kontrast renkler ile tanımlanarak daha rahat fark edilmesi sağlanmaktadır. Kırmızı, mavi, yeşil, sarı, beyaz ve karmaşık bir ortamda kolaylıkla ayırt edilebilmelerine rağmen; trafik işaretinin rengi, farklı aydınlatma koşullarına oldukça duyarlıdır ve ayrıca yaşla beraber yaşanan görme bozukluklarında fark edilmesi zorlaşmaktadır. Trafik işaretlerindeki renk bilgileri kullanılarak ilgi alanının istenen özelliklerini belirlemek mümkündür. Bu tür görüntülerde başlangıçta, bölütleme farklı renk aralığı kullanılarak yapılır ve sonraki aşamada şekil algılanması yapılır. Yapılan çalışmalarda bazı algoritmaların maskeleme kabiliyetinin yalnızca bir renk (kırmızı, mavi veya sarı) ile sınırlı olduğu gözlemlenmiştir.

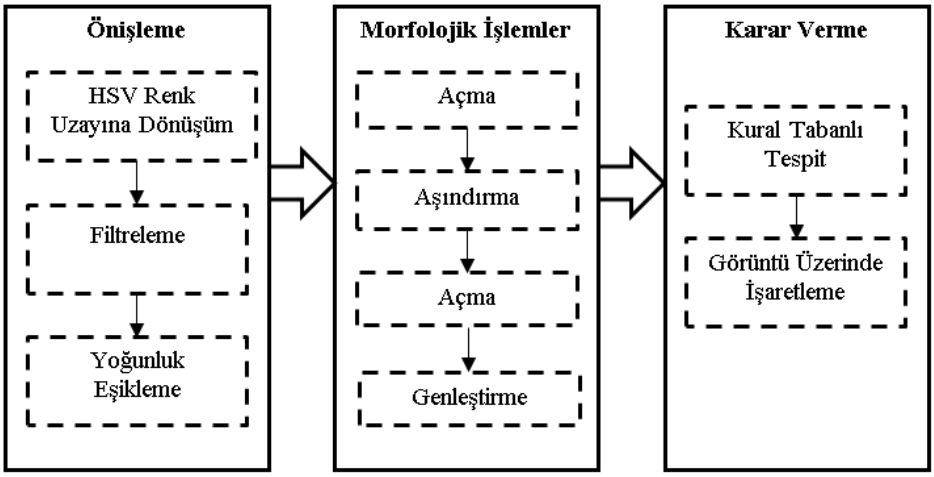
Trafik işaretlerinin tespiti için literatürde farklı yaklaşımlar kullanılmıştır. Örneğin Ritter ve arkadaşları trafik işaretlerini etkili bir şekilde saptamak için görüntüler içerisinde renk kombinasyonlarını tespit etmişler ve görüntülerdeki istenmeyen renkleri RGB bileşenlerindeki Look Up tabloları ile ortadan kaldırılmıştır [4].

Zadeh ve arkadaşları RGB uzayında benzer renk için piksel değerlerinde farklılıkların niteliğini incelemişler ve her rengin varyasyonlarının çoğunu içine alan alt alanlar oluşturmuşlardır. Bir alt uzayı, RGB (0,0,0) 'dan trafik işaretlerinde kullanılan her rengi tanımlayan birincil renk kombinasyonuna ayıran konik bölgeler olarak tanımlamışlardır [5]. Fakat RGB renk uzayı, farklı ışık ortamlarında alınan görüntüler üzerinde daha az kontrol sağladığından, bu renk uzayı Hue, Saturation ve Value (HSV) ve Hue, Saturation ve Intensity (HSI) uzayı ile birlikte ön plana çıkmaktadır [6]. Paulo ve arkadaşları trafik işaretlerindeki görüntüleri şekil özelliklerine göre üçgen, kare ve dairesel olarak sınıflandırmıştır. Her giriş görüntüsü, renk ve yoğunluk bilgisinin ayrıştırılması için için HSV renk uzayına dönüştürülmüştür.

Vitabile ve arkadaşları gerçek görüntülerdeki yol işaretlerinin tanınması ve tespit edilmesi için , renk ve şekil özelliklerini kullanmışlardır. Renk segmentasyonu, HSV renk uzayındaki piksel kümeleme işleminde dinamik bir eşik değeri belirlenerek gerçekleştirilmiştir. Dinamik eşik kullanımı gerçek görüntülerdeki renk bozulmalarını azaltmıştır [7]. Shadeed ve arkadaşları ise histogram eşitleme, ışık kontrolü ve renk bölütlemesi aşamaları ile görüntülerdeki trafik işareti algılaması işlemini gerçekleştirmiştir. Bu teknikte hem HSV hem de YUV renk uzayları, birlikte kullanılarak daha iyi bölütleme sonuçları elde edilmiştir [8]. Trafik işaretlerini tanımak için iki seviyeli kurala sahip RGB renk bölütlemesi kullanılmıştır. İlk kural iyi ışıklandırma koşullarında görüntülerde algılamayı sağlarken, ikinci kural normalize edilmiş renk bilgisini kullanarak karanlık görüntülerde işaret algılamaya imkan vermektedir. Bilgi tabelalarındaki trafik işaretinin anlamı içindeki sembollere göre değiştiği için tanıma süreci de şekil analizine dayanmaktadır. Öncelikle işaret adayı görüntüden çıkarılır ve işareti, arka plan şekil histogramlarını kullanarak daire veya üçgen olarak sınıflandırma işlemi yapılır. Ardından işaretin iç kısmını ikili maskeye dönüştürerek şablon eşleme algoritması uygulanmaktadır. Bilgi işaretinin anlamını belirlemek için temel bileşenlerden ayırarak oklar, metin ve bu bölümler arasındaki konumsal ilişki ise morfolojik işlemler ile analiz edilir [9, 10].

2. Materyal ve Metod

Sayısal görüntüler üzerinde trafik işaretlerinin tespiti için geliştirilen sistem üç aşamadan oluşmaktadır. İlk aşama olan ön işleme aşamasında öncelikle görüntülerin HSV biçimine dönüştürülmesi gerçekleştirilir. Ardından bu görüntü üzerine ortalama filtre uygulanır. Önişleme aşamasında son olarak eşikleme işlemi uygulanır ve görüntü ikili görüntüye dönüştürülür. İkinci aşamada ise ikili görüntü üzerinde trafik işareti olamayacak yapıların elenmesi amacıyla morfolojik işlemler uygulanır. Son aşamada ise ikili görüntü üzerinde belirlenen trafik işareti olması muhtemel yapılar orijinal görüntü üzerinde işaretlenir. Geliştirilen sistemin blok diyagramı Şekil 1'de görülmektedir.



Şekil 1. Geliştirilen sistemin blok diyagramı

2.1. Önişleme Aşaması

Önişleme aşamasında sayısal görüntüler RGB renk uzayından HSV renk uzayına aktarılır. RGB de renklerin karışımı kullanılmasına karşın HSV renk uzayında ise bir renk Hue(Renk), Saturation (Doygunluk) ve Value(Parlaklık) terimleri ile tanımlanır. Doygunluk değeri rengin canlılığını belirlerken parlaklık değeri rengin aydınlığını belirler. HSV uzayında siyah renk için renk ve doygunluk değerleri 0 ile 255 arasında herhangi bir değer alabilirken parlaklık değeri sıfırdır. Beyaz renkte ise parlaklık değeri 255'dir. Bu yüzden görüntü işleme uygulamasında sadece belirli bir renkteki bir nesneyi tespit etmek için HSV renk uzayını kullanmak uygundur. RGB uzayında üç farklı bileşen için eşik değeri tespit etmek gerekirken HSV renk uzayında sadece bir bileşen için tespit edilen eşik değeri yeterli olacaktır.

Filtreleme işlemleri sayısal görüntüler üzerindeki gürültülerin azaltılması amacıyla uygulanır. Ortalama filtre bir çerçeve içerisinde kalan piksellerin değerlerinin o çerçevedeki ortalama piksel değerine eşitlenmesi ile uygulanır. Böylece görüntüdeki bir cismin yüzeyi üzerindeki parlamaların ve gölgelerin etkisi azaltılmış olur. Yoğunluk eşikleme birçok görüntü işleme uygulamasında kullanılan bir tekniktir. Eşikleme (thresholding) görüntü matrisini oluşturan piksel değerlerinin belli bir değerden küçük ya da büyük olanların başka bir değere eşitlenmesi işlemidir [10]. Belirlenen eşik değerinin altındaki piksel değerleri siyah, eşik değerinin üzerindeki piksel değerleri beyaz olacak şekilde değiştirilir. Bunun ardından görüntü ikili görüntüye dönüştürülür. İkili görüntülerde görüntü matrisi sadece 0 (siyah) ve 1 (beyaz) piksellerden oluşur. Bu işlemin amacı uygulanacak filtreleme ve morfolojik işlemlerin başarısını arttırmaktır.

2.2. Morfolojik İşlem Aşaması

İkili görüntüler üzerindeki nesneler 1 değerli piksellerin komşuluklarından oluşur. Bu komşulukların biçimleri ile ilgili yapılan işlemler morfolojik işlem olarak adlandırılır. İkili görüntü üzerindeki işlemler sonucunda tespit edilen yapıların koordinatları kullanılarak asıl görüntü üzerinde çalışma yapılabilir. İkinci aşamada ilk olarak belirli bir sayıdan az piksel içeren komşuluklar görüntüden çıkarılır. Açma olarak adlandırılan bu işlemin amacı trafik işareti olamayacak kadar küçük komşulukların görüntüden çıkarılmasıdır. Açma işleminin ardından aşındırma işlemi uygulanır. Bu işlemin amacı görüntüdeki nesnelerin küçültülerek birbirine temas edenlerin ayrılmasıdır. Aşındırma işlemi daire şeklinde 0 ve 1 değerlerinden oluşan bir yapı elemanının ikili görüntü üzerinde eşlenerek gezdirilmesi, tam eşleşme sağlanmayan eşleşmelerdeki yapı elemanının merkez pikseline 0, sağlananlar da ise 1 değeri atanması ile gerçekleşir. Bu işlemin ardından oluşan küçük yapıların elenmesi amacıyla tekrar açma işlemi uygulanır. Bu işlemin ardından son olarak görüntü üzerindeki nesnelere genleştirme işlemi uygulanır. Bu işlemin amacı aşındırma sonucu küçülen nesneleri tekrar eski boyutlarına yaklaştırmaktır. Aşındırmaya benzer şekilde dairesel bir yapı elemanı görüntü üzerinde gezdirilir ve 1 değerli her hangi bir pikselin eşleşmesi halinde merkez pikselin değeri bir yapılır [10].

2.3. Karar Verme Aşaması

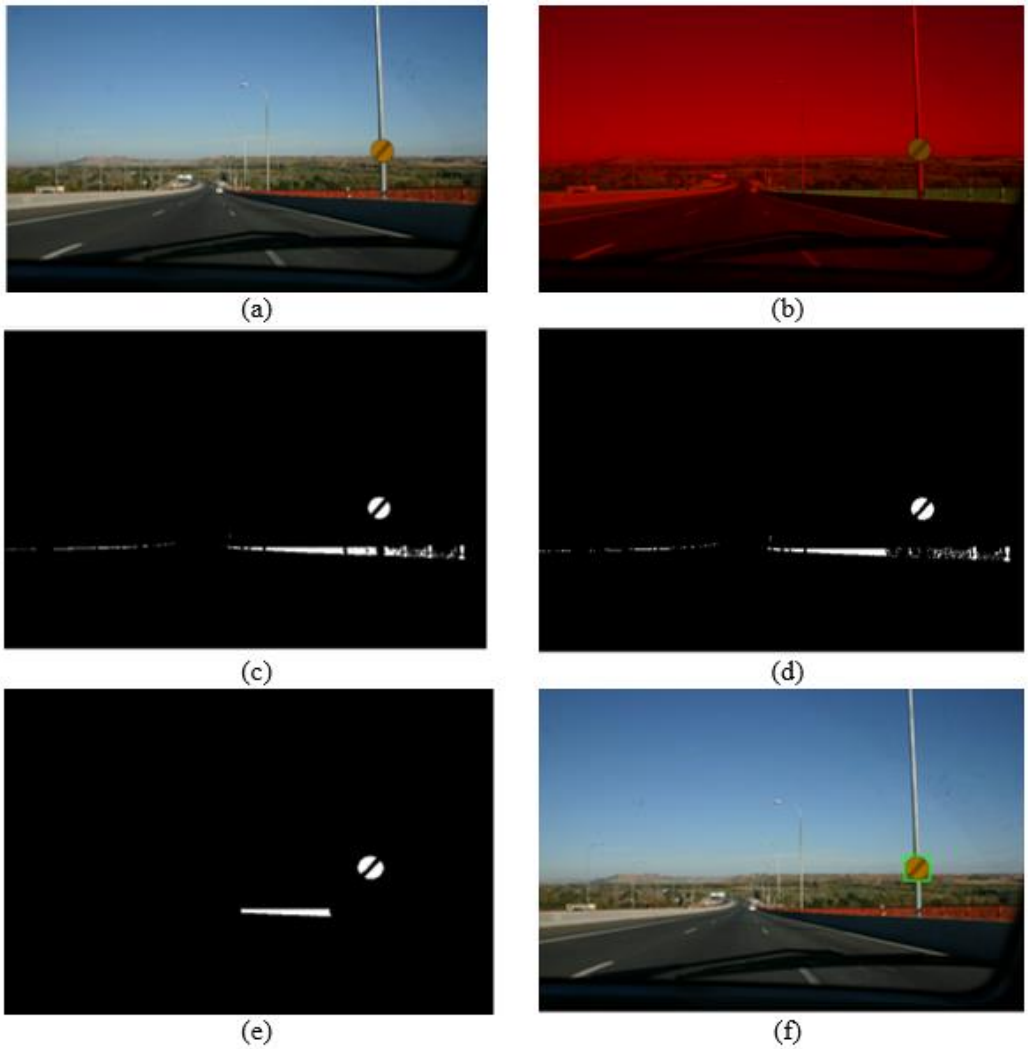
Karar verme aşamasında ikili görüntüler üzerinde kural tabanlı bir inceleme yapılır. Bu incelemede morfolojik işlemler sonucunda belirlenen komşuluklar üzerinde gerçekleştirilir. İçerisinde bir veya daha fazla boşluk içeren komşuluklar trafik işareti olma ihtimali yüksek komşuluklardır. Bu komşulukların koordinatları tespit edilir ve orijinal görüntü üzerinde bu komşuluklar çerçeve içerisine alınarak kullanıcı tarafından kolaylıkla fark edilmeleri sağlanır.

3. Deneysel Çalışmalar

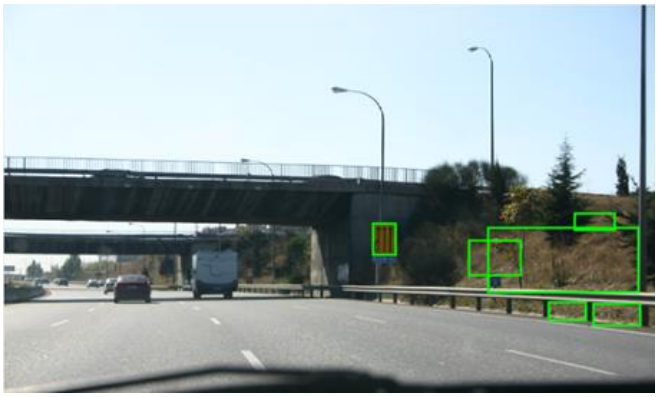
Geliştirilen sistem LISA trafik işareti verisetinden elde edilen görüntüler ile test edilmiştir [11]. Geliştirilen yöntem bir öznitelik çıkarımı, sınıflandırma ya da kümeleme algoritması içermediğinden son derece hızlı çalışmaktadır. Trafik işaretinin yakında olduğu görüntülerde başarılı bir şekilde tespit gerçekleştiren sistem, trafik işaretinin uzakta ve küçük olduğu görüntülerde hatalı sonuçlar üretmiştir. Morfolojik işlemler sırasında yapılan küçük yapıların elenmesi işlemi bu görüntülerdeki trafik işaretlerini elemiştir. Bu durum sistemin başlangıç aşamasında sadece sabit görüntüler ile çalışmasından kaynaklanmaktadır. Sistem görüntü içerisinde bulunan belli mesafe aralığı içerisindeki araçları ve reklam panolarını da bazı görüntülerde trafik işareti olarak tespit etmiştir. Bu durum trafik işaretlerinin şekil ve renklerinin kurallar içerisinde kontrol edilmesi ile çözülebilir. Şekil 2.a'da yer alan orijinal görüntünün HSV renk uzayına dönüştürülmüş hali şekil 2.b'de yer almaktadır. Şekil 2.c'de eşikleme sonrası oluşturulan ikili görüntü, şekil 2.d'de ise morfolojik aşındırma işlemi sonrası görüntü görülmektedir. Şekil 2.e'de küçük nesnelerin arındırılması sonucu elde kalan yapılar görülmektedir. Şekil 2.f'de ise orijinal görüntü üzerinde yapılan işaretleme görülmektedir. Şekil 3'te ise başarılı bir tespit ile birlikte hatalı tespitlerinde görüldüğü bir görüntü yer almaktadır.

4. Sonuç

Bu çalışmada akan görüntüler üzerinde gerçek zamanlı olarak trafik işareti tespiti yapacak bir sistemin geliştirilmesinin başlangıç aşaması sunulmuştur. Sabit görüntüler üzerinde trafik işareti tespiti yapan sistemden elde edilen veriler ışığında geliştirilen yöntemin video görüntüleri çerçevelerinde uygulanarak güvenlik amaçlı sürücü destek sistemleri ve otonom araç sistemlerinde kullanılabilmesi hedeflenmektedir. Gelecek çalışmalarda gerçek zamanlı uygulamada başarı sağlayabilecek şekilde hızlı ve aynı zamanda yüksek başarımlı tespit sistemlerinin geliştirilmesi sağlanacaktır. Geliştirilen sistemin gömülü sistemler üzerinde uygulanabilmesi gerçekleştirilerek araçlara entegre edilebilmesi hedeflenmektedir.



Şekil 2. (a) Orijinal Görüntü (b) HSV renk uzayına dönüştürülmüş hali (c) Eşikleme sonrası ikili görüntü (d) Morfolojik aşındırma işlemi sonrası görüntü (e) Küçük yapılar elendikten sonra ikili görüntü (f)Orijinal görüntü üzerinde yapılan işaretleme



Şekil 3. Başarılı tespit ve hatalı tespitler

Kaynaklar

[1] Abedin, M.Z., Dhar, P. and Deb, K., 2016, December. Traffic sign recognition using hybrid features descriptor and artificial neural network classifier. In Computer and Information Technology (ICCIT), 2016 19th International Conference on (pp. 457-462). IEEE.

[2] Zhu, Y., Zhang, C., Zhou, D., Wang, X., Bai, X. and Liu, W., 2016. Traffic sign detection and recognition using fully convolutional network guided proposals. Neurocomputing, 214, pp.758-766.
[3] Gudigar, A., Chokkadi, S. and Raghavendra, U., 2016. A review on automatic detection and recognition of traffic sign. Multimedia Tools and Applications, 75(1), pp.333-364.
[4] Ritter W, Stein F, Janssen R (1995) Traffic sign recognition using colour information. Math Comput Model 22(4–7):149–161
[5] Zadeh M, Kasvand T, Suen C (1998) Localization and recognition of traffic road signs for automated vehicle control systems. In: Proceedings of the SPIE intelligent system and automated manufacturing, pp 272–282
[6] Mogelmose, A., Trivedi, M.M. and Moeslund, T.B., 2012. Vision-based traffic sign detection and analysis for intelligent driver assistance systems: Perspectives and survey. IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems, 13(4), pp.1484-1497.
[7] Vitabile, S., Pollaccia, G., Pilato, G. and Sorbello, F., 2001, September. Road signs recognition using a dynamic pixel aggregation technique in the HSV color space. In Image Analysis and Processing, 2001. Proceedings. 11th International Conference on (pp. 572-577). IEEE.
[8] Shadeed, W.G., Abu-Al-Nadi, D.I. and Mismar, M.J., 2003, December. Road traffic sign detection in color images. In Electronics, Circuits and Systems, 2003. ICECS 2003. Proceedings of the 2003 10th IEEE International Conference on (Vol. 2, pp. 890-893). IEEE.
[9] Fathy, M. and Siyal, M.Y., 1995. An image detection technique based on morphological edge detection and background differencing for real-time traffic analysis. Pattern Recognition Letters, 16(12), pp.1321-1330.
[10] Parker,J.R., Algorithms for Image Processing and Computer vision, Wiley Publishing, New York, 2010.
[11] Mogelmose, M.M., Trivedi, M.M., Moeslund, T.B., Vision based traffic detection and analysis for intelligent driver assistance systems: Perspectives and survey, IEEE Transactions on Intelligent Systems, 2012

DETECTION OF PEDESTRIANS FROM IMAGES WITH A HISTOGRAM OF ORIENTED GRADIENT BASED METHOD

GÖRÜNTÜLERDEN YAYA TESPİTİNİN YÖNLÜ GRADYAN HİSTOGRAMI TEMELLİ BİR YÖNTEM İLE GERÇEKLEŞTiRİLMESİ

Önder Demir[a], Kazım Yıldız[b], Eyüp Emre Ülkü[c], Abdullah Bal[d]

[a]Marmara Üniversitesi Teknoloji Fakültesi Bilgisayar Mühendisliği Bölümü, İstanbul; Türkiye, odemir@marmara.edu.tr

[b]Marmara Üniversitesi Teknoloji Fakültesi Bilgisayar Mühendisliği Bölümü, İstanbul; Türkiye, kazim.yildiz@marmara.edu.tr

[c]Marmara Üniversitesi Teknoloji Fakültesi Bilgisayar Mühendisliği Bölümü, İstanbul; Türkiye, emre.ulku@marmara.edu.tr

[d]Marmara Üniversitesi Teknoloji Fakültesi Bilgisayar Mühendisliği Bölümü, İstanbul; Türkiye, abdullah.bal@marmara.edu.tr

Özet

Ölümlü veya yaralanmalı bir çok trafik kazası araçların yayalara çarpması sonucunda oluşmaktadır. Bu kazaların önlenmesi için geliştirilen yöntemler görüntü üzerinde insan tespitini görüntü işlemede önemli problemlerden birisi haline getirmiştir. Yapılan çalışmada Yönlü Gradyan Histogram algoritması kullanılarak anlık görüntüler üzerinde yaya algılama işlemi gerçekleştirilmiştir. Yönlü Gradyan Histogram algoritması karmaşık içerikli görüntülerde nesne tanıma işlemini yüksek başarı ile gerçekleştirmektedir. Geliştirlen yöntemde ilk olarak asıl görüntü gri düzeyli görüntüye çevirilmiştir. Bu görüntü üzerinde yatay ve dikey filtreler uygulanarak gradyan hesabı yapıldıktan sonra Yönlü Gradyan Histogram algoritması ile lokal histogram grupları tanımlanır. Yapılan inceleme sonucunda histogram yoğunluğunun farklı olduğu bölgeler tespit edilmiştir. Belirlenen referans aralığı içerisinde kalan yoğunlukları oluşturan nesneler asıl görüntü üzerinde işaretlenerek tespit yapılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Yönlü gradyanların histogramı, Yaya algılama, öznitelik çıkarımı, Bilgisayar destekli algılama, Görüntü işleme.

Abstract

Many accidents involving death or personal injury occur as a result of hitting of the vehicles to pedestrians. The methods developed to prevent these accidents have made the human detection through image is one of the important problems of image processing. In this study, the pedestrian detection process was performed on the snapshots by using the Directional Gradient Histogram algorithm. The Directional Gradient Histogram algorithm achieves object recognition with high success in complex images. In the developed method, the original image is first turned into a gray level image. After applying the horizontal and vertical filters on this image and making the gradient calculation, local histogram groups are defined by the Directional Gradient Histogram algorithm. As a result of the examination, regions where histogram density is different are determined. The objects forming the densities within the specified reference range are detected by marking on the actual image.

1. Giriş

Bilgisayar destekli tespit sistemlerinde, geliştirilen algoritmalar ile tespit edilmek istenen nesnelerin otonom olarak sistem tarafından en yüksek doğruluk ile tespit edilmesini sağlamak en temel amaçtır. Bu doğrultuda nesne tespiti ile ilgili çalışmalar görüntü işlemenin en temel ve en yaygın çalışma alanlarından birini oluşturmaktadır. Bilgisayar, insanlara göre daha geniş spektrumda görebilmelerini rağmen gördüklerini anlayıp, istenilen çıkarsamaları yapabilecek yetiye sahip değillerdir. Dolayısıyla, bilgisayarların görmesini ve gördüklerini anlamasını sağlayacak otonomiye sahip olabilmeleri için yapay zeka ve görüntü işleme çalışmaları bir araya getirilmekedir. Bu iki alanın birlikte çalışması ile ortaya çıkarılan çalışmalar sayesinde cihazların görmeleri, gördüklerini anlamaları ve anladıkları ile hedeflenen görevleri yerini getirmeleri sağlanmaktadır.

Görüntü işleme konusunda yapılan çalışmalar, genellikle endüstriyel yaşamın ihtiyaç duyduğu belirli bir şekle sahip nesneleri tespit etmektir. Yüz tanıma, devre kartlarındaki biçimsel hataların ve ürünlerin biçimsel bozukluklarının tespiti, yayaların tespit edilmesi gibi işlemler bilgisayar destekli tespit sistemleri ile gerçekleştirilen çalışmaların başında gelmektedir. Algılayarak tanımlama konusunda özelleşmiş sistemler geliştirmek üzerine oldukça yoğun çalışmalar yapılmaktadır.

Yapılan araştırmalara göre her yıl trafik kazalarından dolayı dünyada 39000 yaya ölmekte ve 430000 yaya yaralanmaktadır. Yayalar ile ilgili kazalar trafikteki en büyük ikinci seviye ölümleri ve yaralanmaları oluşturmaktadır [1]. Yaya tespit sistemlerinde en çok kullanılan yöntemler algılama safhasında hareket tanıma ve takibi, mesafe temelli yaklaşım ile arka plan çıkarımı ve şekil temelli yöntemlerdir [2]. Ön plandaki örüntüleri arka plandan ayırmak için stereo görüntü tabanlı yaya tespit yöntemi kullanılmaktadır. Bu yöntemde ışık, üst üste binme ve gölgeden az etkilenmektedir. İlk olarak birbirinden belirli mesafe uzaklıkta olan iki video kamera ile derinlik bilgisi çıkartılarak ve ön plandaki nesneler tespit edilmektedir. Ardından yapay sinir ağları kullanılarak nesneler arasından yaya olanlar diğerlerinden ayrıştırılır [3]. Şekil tabanlı yaklaşımlarda ise önceden veri tabanına girilen insan şekli/silueti örüntüsü görüntü üzerinde taranır. Bu yaklaşım avantajı sabit olmayan arka plan problemi elimine edilir ve yaya hareketine ait bilgiyi çok az kullanır [4]. Yayanın beden yönü üzerinden çıkarılan Haar dalgacık katsayıları sınıflandırılıp yapılan çalışmada Destek vektör makineleri kullanılarak yayanın hareket yönü kestirilmektedir [5]. Dalal ve Triggs yönlü gradyan histogram yöntemini sabit görüntülerde yer alan yayaları tespit etmek için tanımlamıştır [6]. Vijay jonh ve arkadaşları kızılötesi resimler üzerinde çalışan algoritma geliştirmişlerdir. Yaya tespiti için adaptif fuzzy c means kümeleme ve konvolüsyonel sinir ağları kullanmışlardır [7]. Zhang ve arkadaşları yaya tespitinde basit fakat etkili bir yöntem geliştirmişlerdir. Yayalar genelde görüntü veya video verilerinde sağ üstte göründüklerinden, yaya algılama sorunu genel amaçlı insanları algılamadan oldukça basit görülmektedir. Bu nedenle sağ üst insan vücudunun baş, üst vücut ve alt vücudun üç ayrı bileşen olarak ele alındığı istatistiksel bir model kullanmışlardır [8]. Wang ve arkadaşı yaya tespitinde özellik çıkarımı, deformasyon giderme, oklüzyon işlemi ve sınıflandırma dört önemli unsur olarak belirtmişler ve bu nedenle üst düzey tespit için beraber kullanılması önerilmektedir. Bu dört bileşeni ortak bir derin öğrenme mimarisi çerçevesinde formüle etmişlerdir [9].

Bu çalışmada otonom araçlarda ve sürücü destek sistemlerinde kullanılabilecek bir yaya algılama sistemi üzerinde yapılan başlangıç çalışmaları sunulmaktadır. Başarısı arttırılan yöntemlerin ardışık ve akan görüntüler üzerinde de uygulanması ve gerçek zamanlı çalışacak bir gömülü sistem haline dönüştürülmesi devam çalışmalarının hedefi olacaktır.

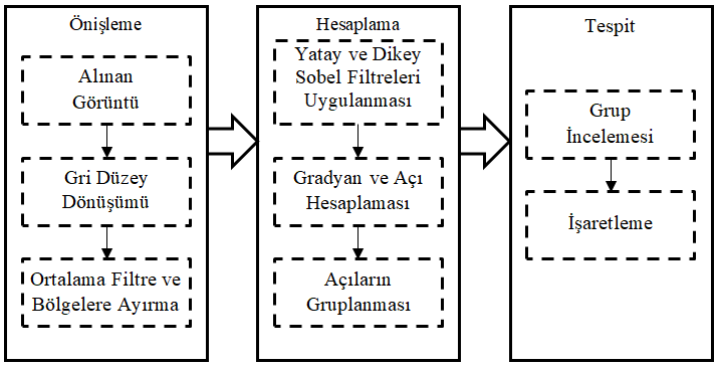
Güvenlik sistemleri, robotik, görme engellilere yardım, sürüş desteği, yaya tespitinin kullanıldığı alanlar arasında öne çıkmaktadır [10]. Sürüş desteği amaçlı uygulamalarda akıllı araçların önlerine çıkabilecek yayaları önceden tespit edip sürücülerini uyarmaları ya da çarpmayı engelleyecek önlemleri almaları beklenmektedir.

Görüntülenen yayaların farklı fiziksel özelliklerde olmaları, görüntü alındığında sabit olmamaları, kol ve bacakların farklı konumlarda olabilmeleri, görüntünün alınma açışı, ışıklandırma ve yansıma yayanın şekil tabanlı kurallar ile tespitini zorlaşturmaktadır. Yayaların giydikleri kıyafetler, ellerinde veya sırtlarında taşıdıkları nesneler de tespit işlemini zorlaştıran diğer unsurlardır. Bu sebeple yayaların algılanması konusunda kullanılan algoritma ve sınıflandırıcıların performansını arttırmak için çeşitli yöntemler geliştirilmiştir [13]. Yaya tanıma sistemlerinde kullanılmak için önerilen Yönlü gradyan histogramı (YGH) (Histogram of Oriented Gradient (HOG)) algoritması da bu yöntemlerden biridir. Çok sayıda çalışmada kullanılan HOG yöntemindeki temel amaç, görüntüyü lokal histogramlar topluluğu olarak tanımlamaktır. Bu topluluklar, görüntünün lokal bir bölgesindeki gradyanların yönelimlerinde, gradyanların büyüklüklerinin toplandığı histogramlardır [14].

2. Materyal ve Metod

Görüntüler üzerinden yaya tespit işlemini gerçekleştirmek için geliştirilen yöntem dört aşamadan oluşmaktadır. Birinci aşama alınan görüntünün gri düzeyli görüntüye dönüştürülmesidir. Siyah ile beyaz

arasındaki gri tonlarından oluşan bu görüntüler görüntü işleme uygulamaları için uygundur. Renkli RGB görüntülerindeki 3 farklı matris yerine tek matris üzerinde işlem yapılması avantaj oluşturmaktadır. Gri düzeyli görüntü üzerinde bir ortalama filtre uygulanarak görüntü gereksiz ayrıntılardan arındırılarak Sobel filtresinin başarısının arttırılması hedeflenmiştir. İkinci aşamada ise görüntü alt bölgelere ayırılır ve Sobel filtreleri kullanılarak yatay ve dikey sınırları çıkartılır. Bu sınır görüntüleri üzerinden gradyanların yönelim açıları hesaplanır. Üçüncü aşamada ise alt bölgeler için oryantasyon histogramları oluşturulur ve son aşamada lokal bölgelerdeki histogramların incelenmesi ile tespit işlemi gerçekleştirilir. Geliştirilen gradyan yönelimli histogram yöntemini temel alan sistemin blok diyagramı Şekil 1'de yer almaktadır.



Şekil 10. Geliştirilen yöntemin blok diyagramı

İlk aşamada gri düzeyli görüntü formatına dönüştürülmektedir. Gradyan hesaplaması için kullanılan birçok yöntemde yatay ve dikey filtreler bir arada uygulanmaktadır. Bu filtrelerin uygulanabilmesi için de gri tonlamalı görüntülere ihtiyaç duyulmaktadır. Bu dönüşümden sonra, HOG oluşturmasında kullanılacak değerlerin hesaplanması gerekmektedir. Bu işlem için öncelikle görüntü alt bölgelere ayrılmaktadır. Daha sonra bu bölgelere yatay ve dikey Sobel (S_y, S_d) filtresi uygulanır. Denklem (1) ve (2) ile elde edilen görüntüler (I_x , I_y) kullanılarak gradyan (G) değeri ve Θ değeri denklem (3) ve denklem (4) ile hesaplanır.

$$I_x = I * S_y \qquad (1)$$

$$I_y = I * S_d \qquad (2)$$

$$|G| = \sqrt{I_x^2 + I_y^2} \qquad (3)$$

$$\theta = \arctan\frac{I_x}{I_y} \qquad (4)$$

Bu gruplar, imgenin lokal bir bölgesindeki gradyanların yönelimlerinde, gradyanların büyüklüklerinin toplandığı histogramlardır. Bu kenar belirleme işlemine ise ilk olarak imgenin, Ix ve Iy olmak üzere yatay ve dikey kenarları belirlenmesiyle başlanmaktadır [15].

Elde edilen Θ değerleri gruplanarak incelenir. Gradyan ve açı değerleri, kullanılan bir akümülatör matrisi üzerinde teker teker artırılarak, her kenar pikselinin olası şekillere oy vermesi sağlanmış olur. Akümülatör değeri en yüksek olan şekiller, en çok oy alan şekiller olduklarından görüntü üzerinde bulunma veya belirgin olma olasılıkları en yüksek düzeyde olmaktadır [15]. Akümülatördeki gradyan ve açıların sıklık durumlarına göre histogram grupları oluşturulmaktadır.

Histogram değerleri elde edilirken belirli lokal bölgelerde kümeleşmeler oluşmaktadır. Belirli aralıklarla oluşan bu kümeleşmelerin bulunduğu yerlerde, nesnelerin var olduğu düşünülmektedir. Bir bölgede histogram grupları ne kadar yüksek değerler almaktaysa, o bölgede tespit edilmek istenilen nesnenin

bulunma ihtimali de o kadar yüksek olmaktadır. Histogram tekniği ile nesnelerin daha yüksek bir doğruluk oranı ile varlığını tespit edebilmek için belirli bir referans değeri belirlenmektedir. Geliştirilen yapıda belirlenen referans değerinin üstünde değere sahip olan histogram gruplarının bulunduğu bölgelerde yayanın var olduğu tespit edilmektedir. Yayaların genellikle görüntülerde dikey doğrultuda olması sebebiyle 70° ile 110° arası Θ değerlerine sahip bölgeler arasında en büyük histograma sahip bölgeler yaya olarak tespit edilir.

3. Deneysel Çalışmalar

Yapılan çalışma içerisinde geliştirilen HOG tabanlı sistem Matlab yazılımı kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Geliştirilen algoritmda programa girdi olarak verilen görüntülere gri düzeyli formata çevrildikten sonra HOG algoritması uygulanmıştır. Şekil 4.a'da bir yaya görüntüsü şekil 4.b'de ise Sobel filtreleri sonrası görüntü, Şekil 4.c'de ise YGH sonrası tespti edilen yaya görülmektedir.



Şekil 4. (a) Ortalama Filtre sonrası gri düzeyli görüntü (b) Sobel fitreleri sonrası ikili görüntü (c) Gradyan ve açı incelemesi sonucu yaya olarak tespit edilen bölge

4. Sonuç ve Öneriler

Bu çalışmada yapılan otonom araçlar ve sürücü destek sistemlerinde kullanılacak bir yaya tespit sisteminin başlangıç çalışmaları sunulmuştur. Çalışmada içeriğinde, YGH temelli tanımlayıcılara dayalı bir nesne tanıma sistemi hareketsiz görüntüler kullanılarak test edilebilecek bir uygulama yazılımı geliştirilmiştir. Gerçek zamanlı çalışılabilmesi için bir yapay zeka yada sınıflandırma algoritması kullanılması tercih edilmemiştir. Geliştirilen sistemi test etmek üzere kullanılan test görüntülerdeki yayalar, görnütü karmaşıklığı, görüntü üzerinde yayalar gibi dik duran tabela, direk gibi nesnelere rağmen yüksek bir doğruluk oranıyla belirlenmiştir.

Gelecek çalışmalarda da bu çalışmadaki gibi YGH algoritması temel alınarak, filtreleme işlemi iyileştirip doğruluk ve duyarlılık oranları daha yüksek bir bilgisayar destekli algılama sistemi geliştirilerek gömülü sistemler ile gerçek zamanlı olarak kullanılabilmesi hedeflenmektedir.

Kaynaklar

[1] Gavrila, D. "Sensor Based Pedestrian Protection," Intelligent Systems, vol. 16, no. 6, 77-81, 2001.Enzweiler, M., Gavrila, D. M., "Monocular Pedestrian Detection: Survey and Experiments," Pattern Analysis and Machine Intelligence, vol. 31, no. 12, 2179-2195, 2009.
[2] Liang, Z., Thorpe, C. "Stereo- and neural network-based pedestrian detection," Intelligent Transportation System, vol. 1, no. 3, 148-154, 2000.
[3] Gavrila, D., "Pedestrian detection from a moving vehicle," in Lecture Notes in Computer Science, vol. 1843, Berlin, Springer, 37-49, 2000.
[4] Shimizu, H., Poggio, T., "Direction estimation of pedestrian from multiple still images," in Intelligent Vehicle Symposium, 2004.
[5] Dalal, N., Triggs, B., "Histograms of Oriented Gradients for Human Detection," in Computer Vision and Pattern Recognition, 2005.

[6] John, V., Mita, S., Liu, Z., Qi, B., "Pedestrian detection in thermal images using adaptive fuzzy C-means clustering and convolutional neural networks", Machine Vision Applications (MVA), 2015 14th IAPR International Conference on, Tokyo, Japan
[7] Zhang, S., Bauckhage, C., Cremers, A.B., "Informed Haar-like Features Improve Pedestrian Detection" The IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR), 2014, pp. 947-954.
[8] Ouyang, W., Wang, X., "Joint Deep Learning for Pedestrian Detection"The IEEE International Conference on Computer Vision (ICCV), 2013, pp. 2056-2063.
[9] Wang, H., Lu, R., Wu, X., Zhang, L. ve Shen, J., (2009). "Pedestrian detection and tracking algorithm design in transportation video monitoring system", International Conference on Information Technology and Computer Science, 53-56.
[10] Byun, K.Y., Kim, B.S., Kim, H.K., Shin, J.E. ve Ko, S.J., (2012) "An effective pedestrian detection method for driver assistance system", IEEE International Conference on Consumer Electronics (ICCE), 1:229-230.
[11] http://www.tuik.gov.tr/PreHaberBultenleri.do?id=21611>, (SGT: 31.05.2017).
[12] Tetik, Y.E., "Sayısal Resimlerdeki Yayalarin Tespiti", Yıldız Teknik Üniversitesi Elektronik ve Haberleşme Mühendisliği, 2014.
[13] Peker, M., Altun, H., Karakaya, F., "HOG Temelli bir yöntem ile ölçek ve yönden bağımsız gerçek zamanlı nesne tanıma" Elektrik Elektronik-Bilgisayar ve Biyomedikal 13.Ulusal kongresi, 2009.
[14] Karakaya, F., Altun H., Çavuşlu, M.A., "Gerçek Zamanlı Nesne Tanıma Uygulamaları için HOG Algoritmasının FPGA Tabanlı Gömülü Sistem Uyarlaması" Sanayi ve Ticaret Bakanlığı, 0168STZ2007II nolu proje.

EKG'DEKİ DAL BLOKU VURULARININ ALGILANMASI İÇİN GENETİK ÖZNİTELİK SEÇİMİ

GENETIC FEATURE SELECTION FOR DETECTION OF BUNDLE BRANCH BLOCK BEATS OF ECG

Yasin Kaya[a], Fatih Gürcan[b], Hüseyin Pehlivan[c]
[a]Karadeniz Teknik Üniversitesi, Trabzon, Türkiye, yasin@ktu.edu.tr
[b]Karadeniz Teknik Üniversitesi, Trabzon, Türkiye, fgurcan@ktu.edu.tr
[c]Karadeniz Teknik Üniversitesi, Trabzon, Türkiye, pehlivan@ktu.edu.tr

Özet

Dünyada ölümcül hastalıkların başında kalp hastalıkları gelmektedir. EKG sinyalleri hastaya zarar vermeden vücut üzerine yerleştirilen elektrotlarla kaydedilir ve kalp ile ilgili olabilecek anormalliklerin tespitinde kullanılır. Farklı tipteki kalp vurularının algılanması ve sınıflandırılması kardiyak bozuklukların teşhisi için hayati önem taşımaktadır. Dal blokları erişkinlerde ölüme neden olan bir kalp aritmisidir. Dal blokları kalp içerisindeki elektriksel sinyal yollarındaki bir bozukluktan ortaya çıkmaktadır. Bu çalışmada sağ dal blok vurusu, sol dal blok vurusu ve normal vuruyu ayırt etmek için bir yaklaşım önerilmiştir. Bir kalp vuruluk sinyalin genlik değerleri sınıflandırma amacı ile dosyalardan ayrıştırılmış ve genetik algoritma ile bu değerlerden vuruyu en iyi temsil edecek öznitelikler belirlenmiştir. Çalışmada deneysel sonuçlar MIT-BIH aritmi veritabanından alınan EKG sinyalleri ile gerçekleştirilmiş ve %99,87 sınıflandırma başarımı elde edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Aritmi, Sağ dal blok vurusu, Sol dal blok vurusu, Genetik algoritma, kNN

Abstract

Heart diseases are the leading cause of death in the world. ECG signals are recorded with electrodes placed on the body and are used to detect abnormalities related to the heart. Detection and classification of different types of heart beats is vital for the diagnosis of cardiac disorders. Bundle branch blocks are a heart arrhythmia that causes death in adults. Branch blocks arise from a defect in the electrical signal paths in the heart. In this study, an approach was proposed to differentiate right bundle branch block beat, left bundle branch block beat, and normal beat. Amplitude of a heartbeat signal was parsed from signal files and genetic algorithm was used to determine the best values representing the whole beat. Experimental results were obtained with ECG signal files taken from MIT-BIH arrhythmia database and 99.85% classification accuracy was achieved.

Keywords: Arrhythmia, Right bundle branch block, Left bundle branch block, Genetic algorithm, kNN

1. Giriş

Kalp hastalıkları dünya çapında insan ölümlerinin en önemli sebebidir. Her yıl 9,4 milyon ölüm kalp hastalıkları sebebi ile gerçekleşmektedir. Bunların %45'ini koroner kalp hastalıkları oluşturmaktadır. Kalp hastalıklarının çoğu sağlıksız beslenme, yüksek tansiyon, tütün kullanımı, obezite, diyabet ve fiziksel hareketsizlik gibi risk faktörlerinden kaynaklanmaktadır [1].

EKG kardiyovasküler sistemin anormal durumunu gösteren önemli bilgileri içeren bir sinyaldir. Farklı tipteki kalp vurularının algılanması ve sınıflandırılması kardiyak bozuklukların tespiti için hayati önem taşımaktadır. Dal blokları (DB) yetişkinlerde ölüme neden olan bir kalp aritmisidir. DB kalp içerisindeki elektriksel sinyal yollarındaki bir bozukluktan ortaya çıkmaktadır. Bu bloktan dolayı AV-düğümünden tüm iletim sistemine olan elektriksel tepki iletilemez veya gecikmeli iletilir. DB Elektrokardiyogram (EKG) sinyalindeki genlik

değişikliklerinden izlenebilir. DB sağ dal bloku (RBBB) ve sol dal bloku (LBBB) olarak iki kategoriye ayrılırlar. Sol dal blok vurusunda sol grup dalı, AV-düğümünden gelen elektrik uyarılarının sol ventrikül miyokardını normal şekilde depolarize etmesini önler. Sol grup dalı engellendiğinde, AV düğümünden gelen elektrik uyarıları sağ ventrikül miyokardının depolarize edilmesi için iletim ağı içine yayılamaz [2].

DB'nin tanısal doğruluğu bir EKG vurusunu temsil edecek özniteliklerin doğru tespitine bağlıdır. LBBB esnasında EKG'de şu değişiklikler meydana gelir; QRS kompleks süresi artar, Q dalgası genliği artar ve anormal T dalgası gözlenir. RBBB esnasında EKG'de şu değişiklikler meydana gelir; QRS kompleks süresi artar, T dalgası ters olarak gözlemlenir.

Araştırmacılar EKG vurularının algılanması ve farklı kategorilere sınıflandırılması için birçok çalışma yapmıştır. Yazarlar farklı türde aritmilerin sınıflandırılması için öznitelik çıkarımı, gürültü giderme, öznitelik boyut azaltma ve sınıflandırma şemaları üzerine yoğunlaşmıştır. Araştırmacılar dalgacık dönüşümü [3,4], yapay sinir ağları [5,6], ayrık kosinüs dönüşümü [7], ampirik mod ayrıştırması [4], destek vektör makinesi [8] yöntemlerini kullanmıştır.

Bu çalışmada MIT-BIH aritmi veritabanından [9] alınan normal vuru (N), RBBB ve LBBB sınıflandırılması için bir yaklaşım önerilmiştir. Çalışmanın ana amacı, herhangi bir matematiksel veya şekilsel bir öznitelik hesaplama yöntemi kullanmadan, sinyalin genlik değerlerini sınıflandırma için kullanarak yüksek başarım elde etmektir. Buna ek olarak hesaplama yükünün azaltılması için genetik algoritma (GA) ile öznitelik vektörünün boyutu azaltılmıştır. Çalışmada deneysel testler için MIT-BIH aritmi veritabanından alınan 21750 vurudan oluşan deney seti kullanılmıştır. Yapılan çalışmada k-en yakın komşu (kNN) sınıflandırıcısı %99,87 doğrulukla dal bloku vurularını normal vurulardan ayırt etmiştir.

2. Materyal ve Yöntem

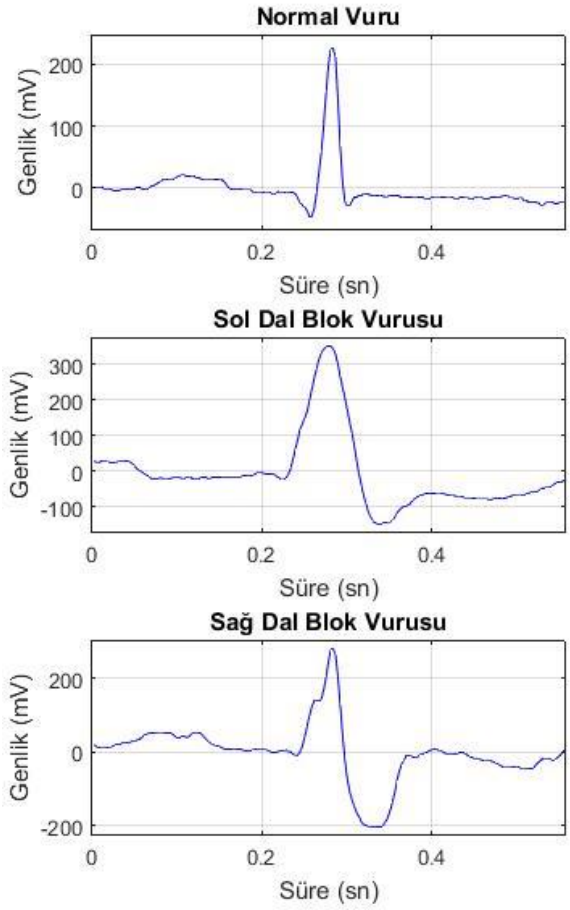
2.1. EKG Veritabanı

MIT-BIH Aritmi Veritabanı, iki kanallı ve yaklaşık 30 dakikalık süreyi içeren 48 kayda sahiptir. Bu kayıtların tümü, 1975-1979 yılları arasında BIH Aritmi laboratuvarı tarafından incelenen 47 hastadan elde edilmiştir. 201 ve 202 etiketli kayıtlar tek bir hastadan elde edilmiştir. Veritabanının 100-124 olarak etiketlenmiş ilk bölümü 24 saatlik 4000 adet kayıttan rasgele seçilmiş 23 tanesinden oluşur. Veritabanın ikinci bölümü ise kayıtlardan rasgele seçiliş herhangi bir örnek ile rastlanılamayan önemli klinik olayları içecek şekilde EKG kayıtlarından seçilmiş ve 200-234 olarak etiketlenmiştir [9,10].

Çalışmada MIT-BIH aritmi veritabanından alınan 46 EKG kaydı kullanılmış ve iki kayıt ise MLII derivasyonunu içermediğinden testlerde kullanılmamıştır. Çizelge 1'de veritabanında bulunan normal vuru ve dal bloklarının hangi kayıtlarda olduğu ve vuru sayıları gösterilmiştir.

Çizelge 1. MIT-BIH aritmi veritabanında bulunan normal vuru ve dal blok vurularının sayıları ve bulundukları kayıtlar

Sınıf	Kayıt	Vuru ayısı
N	100, 101, 102, 103, 104, 105, 106, 108, 112, 113, 114, 115, 116, 117, 119, 121, 122, 123, 200, 201, 202, 203, 205, 208, 209, 210, 212, 213, 215, 217, 219, 220, 221, 222, 223, 228, 230, 231, 233, 234	75052
L	109, 111, 207, 214	8075
R	118, 124, 207, 212, 231, 232	7259



Şekil 1. Normal vuru, sol dal blok vurusu ve sağ dal blok vurusu

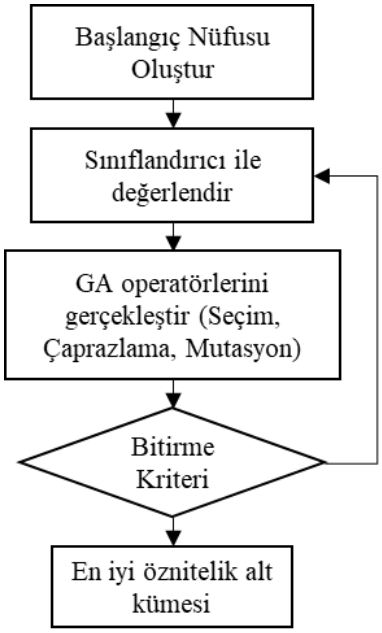
Şekil 1'de 100 numaralı kayıttan alınan normal vuru, 109 numaralı kayıttan alınan sol dal blok vurusu ve 118 numaralı kayıttan alınan sağ dal blok vurusuna ait bir vuruluk örnek gösterilmiştir.

2.2. Genetik Öznitelik Seçimi

Genetik algoritmalar 1975 yılında John Holland tarafından geliştirilmiş ve özel bir ortamdaki nüfusun evrimi için önerilmiş bir modeldir [11]. Nüfusun her bir üyesi gen dizisinden oluşan bir kromozom olarak gösterilir. Her bir genin iki veya daha fazla olası değeri vardır ve her gen problem uzayının bir parametresi haline dönüştürülmüştür. Bir değerlendirme fonksiyonu durumu temsil etmektedir ve her bireyi değerlendirerek uyum değerini hesaplar [12].

Algoritma nüfus olarak adlandırılan rasgele çözüm (kromozomlar) dizisi ile çözüme başlamaktadır. Bir nüfustan kromozomlar alınır ve yeni nufüslar oluşturmak için kullanılır. Yeni nüfus oluşturma aşamasında genetik operatörler seçme, çaprazlama ve mutasyon işlemleri uygulanır. Daha sonra uyum değeri hesaplanır. Bu işlemler en iyi sonuca, belirlenen nüfusa veya işlem süresine ulaşma gibi bazı sonlandırma kriterlerine ulaşıncaya kadar tekrarlanır. En azından bir en iyi sonuç değiştirilmeden yeni nüfusa kopyalandığı için yeni nüfus eskisinden daha iyi olmaktadır.

Genetik algoritmanın öznitelik seçiminde uygulanması Şekil 2'deki akış diyagramında gösterilmiştir. Burada popülasyondaki her bir öznitelik ikili bir değer olarak gösterilmiştir. Değerlendirmeyi gerçekleştirecek olan uyum fonksiyonu sınıflandırma doğruluğudur [13].

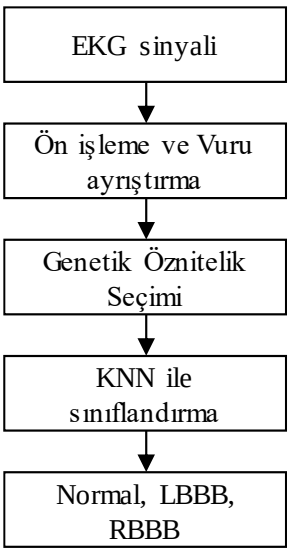


Şekil 2. Genetik Öznitelik Seçimi İşlem Adımları

2.3. Dal Bloku vurularının algılanması

EKG vurularının ayrıştırılmasında karar işlemi genellikle üç aşamalı bir işlemdir;

Ön işleme: EKG verisindeki gürültülerin giderilip öznitelik hesaplama için gerekli hazırlıkların yapılması aşamasıdır. Bu aşamada gürültüden arındırılmış sinyal vurulara ayrıştırılır ve öznitelik hesaplama için hazır hale getirilir.
Öznitelik hesaplama: Bir önceki adımda elde edilmiş vuruyu temsil edecek öznitelikler hesaplanır. Bu aşamada kullanılacak yöntem sınıflandırma başarımını doğrudan etkilemektedir. Çünkü vuruyu en iyi temsil edecek özniteliklerin belirlenmesi sınıflandırma algoritmasının eğitim aşamasında vuruları daha iyi öğrenmesini sağlayacak ve test aşamasında tanıma oranı yükselecektir.
Sınıflandırma: Sınıflandırma aşamasında belirlenecek sınıflandırma algoritması ile testler gerçekleştirilir. Bu aşamada da probleme uygun bir sınıflandırıcı seçilmelidir.



Şekil 3. Önerilen Dal Bloku algılama sistemi

Bu çalışmada öznitelik hesaplama adımında herhangi bir ekstra işlem uygulanmamış, bir vuruluk sinyalin genlik değerleri sınıflandırma girdileri olarak kullanılmıştır. Genetik algoritma kullanılarak elde bulunan genlik değerlerinden vuruyu en iyi temsil edecek olanların sıraları belirlenmiştir. Dal bloku vuruların algılanması için önerilen yaklaşım Şekil 3'te gösterilmiştir.

3. Yapılan Çalışmalar

Bu çalışma MIT-BIH aritmi veritabanından kayıtlar üzerinde deneysel sonuçlar gerçekleştirilmiştir. Tablo 1'de sağ dal blok vurusundan yaklaşık 7250 vuru olduğu görülmektedir. Diğer vuru türlerinden 7250 vuru rastgele seçilmiş ve deneylerde toplam 21750 vuru kullanılmıştır. Matlab paket programında ön işleme adımları gerçekleştirilmiştir. Bir kalp döngüsünü gösteren sinyal değerlerini elde etmek için vuru ayrıştırma işlemleri yapılmıştır. Bu değerlerden vuruyu temsil edebilecekler GA ile seçilmiş ve KNN sınıflandırcıda giriş verisi olarak kullanılarak sınıflandırma başarımları irdelenmiştir.

3.1. Ön işleme ve Vuru ayrıştırma

Ön işleme aşamasında sinyal çeşitli filtrelerden geçirilerek sinyalde bulunan sapmalar en aza indirgenmiştir. Bu sapmalardan en önemlisi hastanın kayıt esnasında nefes alması, kıvrılması vb günlük olağan hareketleri esnasında ortaya çıkan taban hattı sapmasıdır[14]. Taban hattı sapmasının giderilmesi için 2Hz'in altındaki frekans bileşenleri sinyalden yüksek geçiren filtre ile giderilmiştir.

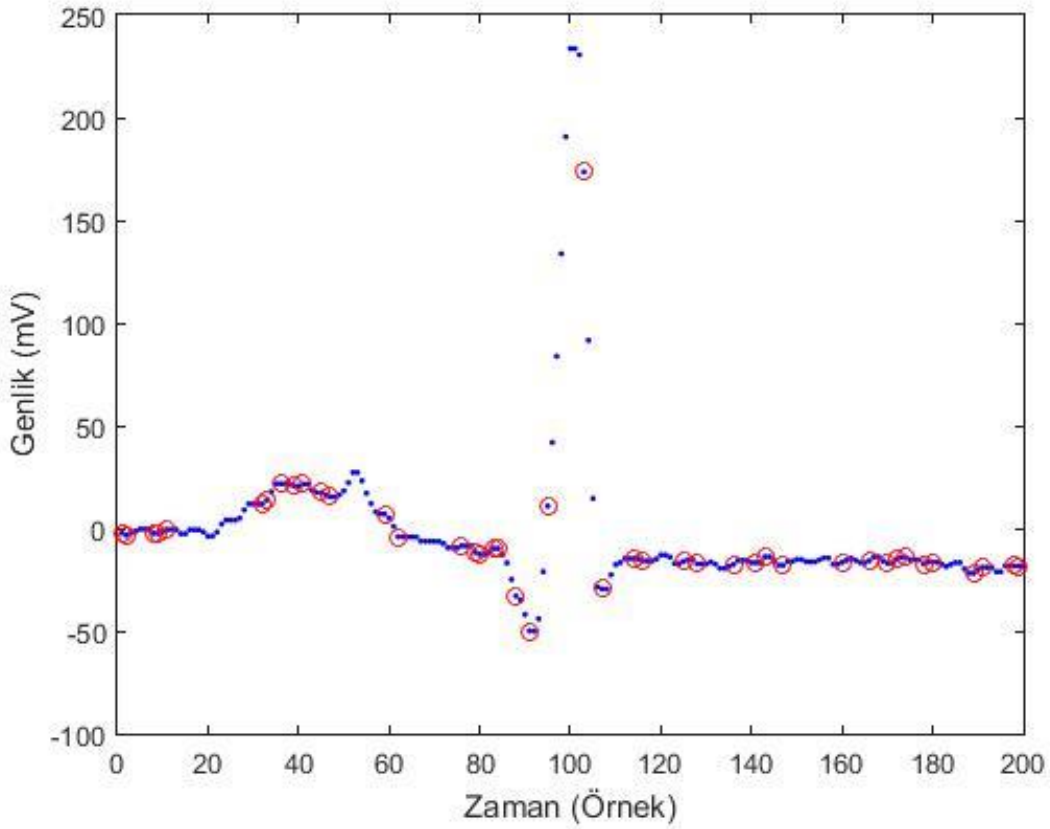
Bir vuruyu temsil etmesi pencere genişliği 200 olarak belirlenmiştir. R tepesi merkeze alınarak 100 öncesi ve 100 sonrası olmak üzere 200 örneklik değerlerden bir vuru oluşturulmuştur. R tepesinin tespiti için veritabanındaki notlardan faydalanılmış olup herhangi bir R tepesi tespit algoritması kullanılmamıştır.

3.2. Genetik öznitelik seçimi

Bu amaçla GA 200 noktadan oluşan giriş verisinin boyutunu azaltmak için kullanılmıştır. Bu çalışmada turnuva temelli seçim stratejisi kullanan standart bir GA kullanılmıştır. Testlerde kullanılan GA parametreleri aşağıda belirtilmiştir;

Popülasyon boyutu: 5
Maksimum jenerasyon sayısı: 30
Çaprazlama olasılığı: 0,5
Mutasyon Olasılığı: 1/200 (200 giriş vektör boyutu)
En fazla seçilebilecek öznitelik sayısı: 50 – 100 - Sınırsız

GA ile öznitelik seçimi yaparken seçilecek öznitelik yasına üst sınır koyulabilmektedir. 200 noktadan öznitelik seçimi yapıldığından 100 ve 50 üst sınırları ile öznitelik seçimi test edilmiştir. Herhangi bir üst sınır belirtilmediğinde GA 200 boyutlu öznitelik vektöründen 101 tanesini, 100 üst sınırı seçildiğinde 95 tanesini ve 50 üst sınırı seçildiğinde 43 örnek noktayı belirlemiştir. Şekil 4'te bir vuruluk sinyale ait veriden GA 50 üst sınırı ile seçilmiş 43 nokta kırmızı yuvarlaklar ile gösterilmiştir.



Şekil 4. GA ile seçilmiş noktalar

3.3. Sınıflandırma

Bir önceki aşamada GA ile hangi özniteliklerin diğerlerine göre daha belirleyici olduğu bulundu. Bu aşamada ilk olarak veriler GA ile belirtilen sıradaki genlik değerleri kalacak şekilde filtrelenir ve sınıflandırma aşaması için hazırlanır. 101, 95 ve 43 öznitelik sayısı testlerde hesaplandı. Bu öznitelikler kNN sınıflandırıcı tarafından sınıflandırılarak sınıflandırma doğruluğu bulunmuştur. kNN sınıflandırıcı için k parametresi 1 olarak seçilmiştir. Sınıflandırma işlemleri için Çizelge 2'de verilen veriler MIT-BIH aritmi veritabanından 7250'şer adet olmak üzere rasgele seçilmiştir. Normal vuru türü daha yaygın bir vuru türü olduğundan veritabanı genelinde 38 ayrı denekten seçilmiş iken diğer vurular nadir rastlanan vurular olduğu için daha az sayıda denekten seçilmiştir.

Sınıflandırma aşamasında deney verileri %50 eğitim ve %50 test olmak üzere iki bölüme ayrılmıştır. İlk veri seti ile sınıflandırma sistemi eğitilmiş ve ikinci veri seti ile sınıflandırma başarımları ölçülmüştür.

Sonuçların karşılaştırılması için sınıflandırma doğruluk, duyarlılık ve kesinlik metrikleri hesaplanmıştır. Doğruluk; doğru sınıflandırılmış örnek sayısının toplam örnek sayısına oranı olarak tanımlanır. Duyarlılık; doğru sınıflandırılmış pozitif örnek sayısının toplam pozitif örnek sayısına oranı ve kesinlik; doğru olarak tahmin edilmiş bir sınıfa ait örnek sayısının o sınıf için tahmin edilmiş tüm örnek sayısına oranı olarak tanımlanır. Sınıflandırma sonucunda karşıtlık matrisi üzerinden hesaplanan doğruluk, duyarlılık ve kesinlik ölçütleri (1)-(3) formülleri ile hesaplanır.

Çizelge 2. Deneylerde kullanılmak üzere MIT-BIH aritmi veritabanından seçilmiş vurular ve ilgili kayıtlar

N				L		R	
Kayıt No	***Sayı***	***Kayıt No***	***Sayı***	***Kayıt No***	***Sayı***	***Kayıt No***	***Sayı***
100	221	**203**	265	**109**	2220	**118**	2164
101	209	**205**	234	**111**	1889	**124**	1529
103	205	**208**	157	**207**	1322	**207**	85
105	238	**209**	264	**214**	1819	**212**	1824
106	150	**210**	257			**231**	1252
108	169	**212**	91			**232**	396
112	242	**213**	257				
113	148	**215**	326				
114	160	**217**	17				
115	198	**219**	213				
116	197	**220**	174				
117	150	**221**	210				
119	135	**222**	208				
121	162	**223**	198				
122	230	**228**	151				
123	157	**230**	225				
200	155	**231**	24				
201	153	**233**	237				
202	198	**234**	265				

$$Doğruluk = \frac{TP + TN}{TP + FP + FN + TN} \quad (1)$$

$$Duyarlılık = \frac{TP}{TP + FN} \quad (2)$$

$$Kesinlik = \frac{TN}{TN + FP} \quad (3)$$

Burada TP doğru sınıflandırılmış normal vuru, TN doğru sınıflandırılmış diğer vurular, FP yanlış sınıflandırılmış normal vuru, FN yanlış sınıflandırılmış diğer vuruları ifade etmektedir.

4. Sonuçlar ve Tartışma

Bu çalışmada MIT-BIH aritmi veritabanından alınan üç sınıfa ait toplam 21750 vuru sınıflandırılmıştır. Testlerde veritabanında bulunan dal blokları vurularının hemen hemen tamamı kullanılmıştır. Normal vurular veritabanında daha yaygın olarak bulunabildiği için, bulunan deneklere ait kayıtlardan rasgele seçilmiştir. Sınıflandırma işlemi için bir vuruya ait R tepesi merkez olmak üzere 200 genlik değeri pencere genişliği olarak belirlenmiştir. Bu 200 genlik değerinden bir vuruyu daha iyi temsil edebilecek olanlar GA ile seçilmiş ve sınıflandırma işlemi kNN sınıflandırıcısı ile gerçekleştirilmiştir.

Çizelge 3. Sınıflandırma Sonuçları (%)

	Sınıflandırma Başarımı		
Yöntem	***Doğruluk***	***Duyarlılık*** [a]	***Kesinlik*** [a]
kNN + GA	99,87	99,75	99,86
kNN + GA50	99,85	99,81	99,81
kNN + GA100	99,85	99,72	99,78

a. Kesinlik ve Duyarlılık değerleri Normal vuru için hesaplanmıştır

Çizelge 3'te sınıflandırma sonuçları gösterilmiştir. Burada ilk satır, GA'ya maksimum öznitelik sınırı koyulmadığında elde edilmiş 101 genlik değeri ile yapılmış sınıflandırma doğruluğunu göstermektedir. İkinci ve üçüncü satırda GA'ya sırasıyla 50 ve 100 üst sınırı koyulmuş ve belirlenen 43 ve 95 genlik değerleri ile elde edilmiş sınıflandırma sonuçları gösterilmiştir. Deneyler en iyi sonucun GA ile sınır koymadan belirlenmiş 101 genlik değeri elde edilen %99,87 sınıflandırma başarımıdır. Bu sınıflandırmaya ait karşıtlık matrisi Çizelge 4'te verilmiştir. GA ile böylece 200 olan vektör boyutu yaklaşık yarıya indirilmiştir. Çalışmada önerilen yaklaşım ile dal bloku aritmilerinin sınıflandırılma doğruluğu arttırılmıştır.

Çizelge 4. Karşıtlık Matrisi (%)

Sınıflar	**L**	**N**	**R**	**Kesinlik**
L Tahmini	3642	7	0	99.81%
N Tahmini	3	3653	2	99.86%
R Tahmini	0	2	3566	99.94%
Duyarlılık	99.92%	99.75%	99.94%	

Benzer çalışmada gerçekleştiren Kora ve Kalva dal bloku vurularının algılanması için bakteri yaşlanması-parçacık sürüsü optimizasyonu yöntemini kullanmış ve %98,1 doğruluk elde etmiştir [1]. Yazarlar veritabanında bulunan dal bloku vuruların çoğunu testlerinde kullanmış olmalarına rağmen normal vuruları sadece 4 denekten seçmişlerdir. Bu seçim algoritmanın farklı deneklerden gelebilecek normal vuruları sınıflandırmada ayırt etme yeteneğini azaltacaktır.

Bu çalışmada dal bloklarının algılanması için GA temelli bir hesaplama modeli önerilmiştir. GA özniteliklerin seçilmesi için kullanılmış ve seçilen öznitelikler kNN algoritması ile sınıflandırılmıştır. Sınıflandırma işleminde bir vuruya ait genlik değerlerinin kullanılması, herhangi bir matematiksel öznitelik hesaplama yapılmaması, öznitelik boyutunun kayda değer azaltılması ve kullanılan sınıflandırma şemasının basitliği sayesinde önerilen yöntem geliştirilecek olan mobil (örneğin cep telefonu gibi) EKG kayıt ve analiz uygulamalarına adapte edilebilir. Önerilen model gelecekte yapılacak çalışmalar ile daha az öznitelik ile daha fazla sınıfı ayırt edebilecek şekilde genelleştirilebilir.

Kaynaklar

[1] P. Kora and S. R. Kalva, "Hybrid Bacterial Foraging and Particle Swarm Optimization for detecting Bundle Branch Block," *Springerplus*, vol. 4, no. 1, p. 481, Dec. 2015.

[2] V. G. A. S.T.Sanamdikar, S.T.Hamde, "A Literature Review on Arrhythmia Analysis of ECG Signal," *Int. Res. J. Eng. Technol.*, vol. 2, no. 3, pp. 307–312, 2015.

[3] R. J. Martis, U. R. Acharya, and L. C. Min, "ECG beat classification using PCA, LDA, ICA and Discrete Wavelet Transform," *Biomed. Signal Process. Control*, vol. 8, no. 5, pp. 437–448, Sep. 2013.

[4] H. Li, X. Feng, L. Cao, C. Zhang, C. Tang, E. Li, H. Liang, and X. Chen, "Heartbeat classification using different classifiers with non-linear feature extraction," *Trans. Inst. Meas. Control*, vol. 38, no. 9, pp. 1033–1040, Sep. 2016.

[5] U. R. Acharya, H. Fujita, O. S. Lih, Y. Hagiwara, J. H. Tan, and M. Adam, "Automated detection of arrhythmias using different intervals of tachycardia ECG segments with convolutional neural network," *Inf. Sci. (Ny).*, vol. 405, pp. 81–90, 2017.

[6] H. Li, D. Yuan, X. Ma, D. Cui, and L. Cao, "Genetic algorithm for the optimization of features and neural networks in ECG signals classification," *Sci. Rep.*, vol. 7, p. 41011, Jan. 2017.

[7] S. Chen, W. Hua, Z. Li, J. Li, and X. Gao, "Heartbeat classification using projected and dynamic features of ECG signal," *Biomed. Signal Process. Control*, vol. 31, pp. 165–173, 2017.

[8] S. Raj, K. C. Ray, and O. Shankar, "Cardiac arrhythmia beat classification using DOST and PSO tuned SVM," *Comput. Methods Programs Biomed.*, 2016.

[9] G. B. Moody and R. G. Mark, "The impact of the MIT-BIH arrhythmia database.," *IEEE Eng. Med. Biol. Mag.*, vol. 20, no. 3, pp. 45–50, 2001.

[10] G. Moody and R. Mark, "The MIT-BIH Arrhythmia Database on CD-ROM and software for use with it," in *[1990] Proceedings Computers in Cardiology*, 1990, pp. 185–188.
[11] J. H. Holland, *Adaptation in Natural and Artificial Systems: An Introductory Analysis with Applications to Biology, Control, and Artificial Intelligence*, vol. 1, no. 1. 1975.
[12] Y. Kutlu, "Multi-Stage Classification of Abnormal Patterns in EEG and ECG using Model-Free Methods," Dokuz Eylül University, 2010.
[13] M. L. Raymer, W. F. Punch, E. D. Goodman, L. A. Kuhn, and A. K. Jain, "Dimensionality reduction using genetic algorithms," *IEEE Trans. Evol. Comput.*, vol. 4, no. 2, pp. 164–171, Jul. 2000.
[14] J. Van Alste, W. Van Eck, and O. Herrmann, "ECG baseline wander reduction using linear phase filters," *Comput. Biomed. …*, pp. 417–427, 1986.

ANLAMSAL WEB ARAMA MOTORU GELİŞTİRİLMESİ

DEVELOPMENT OF SEMANTIC WEB SEARCH ENGINE

Adem Tekerek[1], Murat Dörterler[2]
Gazi Üniversitesi, Bilgi İşlem Dairesi Başkanlığı, Ankara, atekerek@gazi.edu.tr
Gazi Üniversitesi, Teknoloji Fakültesi Bilgisayar Mühendisliği, Ankara, dorterler@gazi.edu.tr

Özet

Geleneksel arama motoru yöntemlerinde, aranan anahtar kelimenin metin içinde geçmesi gerekmektedir. Anlamsal aramada ise aranan anahtar kelimeler bire bir metin içinde bulunmak zorunda değildir. Anlamsal aramada anahtar kelime etiketlenen kelimelerle bulunabilir. Böylece anahtar kelime olmasa bile anlam bütünlüğü sağlanmış şekilde arama gerçekleştirilir. Bu çalışma ile ontoloji tabanlı, anlamsal bir arama işleminin gerçekleştirilmesi amaçlanmıştır. Arama işlemi açık kaynak kodlu içerik yönetim sistemlerinin eklentilerinin anlamsal olarak arama işlemini sağlamak için gerçekleştirilmiştir. İlişkisel ve anlamsal arama olmak üzere iki farklı sorgulama işlemi gerçekleştirilmiştir. İlişkisel sorgulama işleminde ilişkisel veri tabanı özellikleri kullanılmıştır. Anlamsal aramada ise Protégé programında oluşturulan ontoloji kullanılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Anlamsal Web, Arama Motoru

Abstract

In traditional search engine methods, the key word to be searched must pass through the text. In the semantic search, the keywords that are searched do not have to be included in the individual text. In the semantic search, the keyword can be found in the tagged terms. Thus, even if there is no keyword, search is carried out with meaningful integrity. With this study, it is aimed to perform an ontology based, semantic search process. The search was performed to provide semantic search of the extensions of open source content management systems. Two different interrogation procedures were performed, namely relational and semantic search. Relational database features are used in the relational query process. In the semantic search, the ontology created in the protégé program was used.

Keywords: Semantic Web, Search Engine

1. Giriş (Introductıon)

Web uygulamalarında açık kaynak kodlu içerik yönetim sistemlerinin (İYS) kullanılması yaygınlaşmış ve popülerleşmiştir. Kullanılan açık kaynak kodlu İYS'lerin en çok bilinenleri wordpress, Joomla, Drupal'dır. İYS'lerde belirli görevleri veya işlemleri gerçekleştiren eklentiler bulunmaktadır. Bu eklentiler genellikle açık kaynaklı olup gönüllü kullanıcılar tarafından belirli standartlar altında geliştirilmektedir. Bu eklentilerin sayısı Drupal ve Joomla'da 7000'in üzerindedir. Wordpress İYS'de ise 13000'in üzerinde eklenti vardır ve indirilme sayısı 160 milyonun üzerindedir [1]. Her bir eklentinin gerçekleştirdiği işi, farklı veya aynı görevi gerçekleştiren birbirine alternatif eklentiler bulunmaktadır.

Kullanıcılar açık kaynak İYS'lerinde yapmak istedikleri eklentileri ararken karmaşa yaşayabilmektedir. Zorlu araştırma sürecinden sonra, tam olarak hangi eklentinin, yapmak istedikleri işleri çözebilen eklenti olduğunu bulabilmektedirler. Bu makalenin amacı sayıları milyonların üzerinde olan İYS kullanıcılarına bir arama motoru sayesinde tam olarak istedikleri eklentiyi sunabilen veya buna en yakın çözümleri getirebilen eklentileri sunabilmektir. Makale ile anlamsal ağ teknikleri ile var olan mevcut eklentiler kullanarak akıllı etiketlendirme gerçekleştirilmiştir. Bunu gerçekleştirebilmek için kullanıcı etkileşimli sıralama sistemi kullanılmıştır.

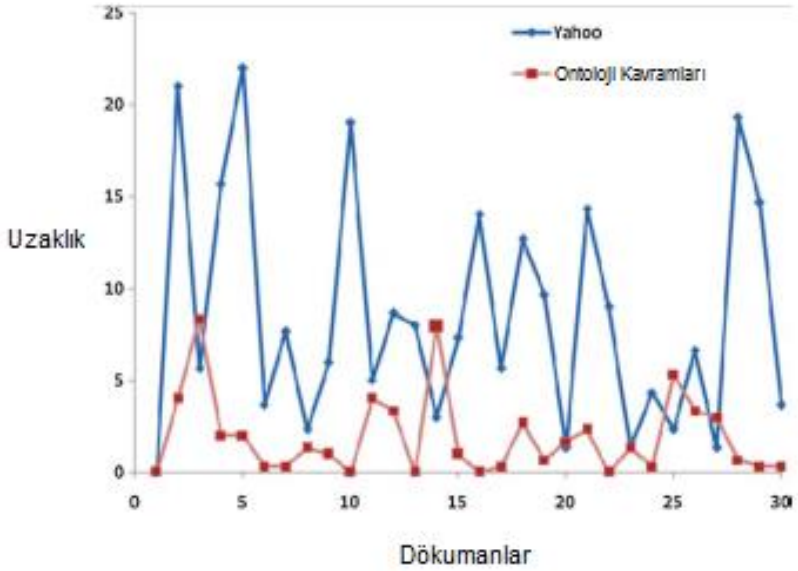
Kullanıcı, arama ekranına İYS'de gerçekleştirmek istediği işlemi yapacak eklentiyi bulabilmek için anahtar kelimeler girecektir. Eğer kullanıcının aradığı kelime daha önce başka kullanıcılar tarafından aranmış ise kullanıcı geri dönüşüm bildirilerine göre sonuç sıralanacaktır. Uygulamada bir anahtar kelime ilk defa kullanıyor ise, veri tabanında bulunan eklenti tanımlama bilgilerinden (metadata) oluşturulan ontolojiye göre arama işlemi sonuçlandırılacaktır. Uygulama gelişme sürecinde veri tabanı yönetim sistemi olarak Mysql kullanılmıştır. Programlama dili olarak PHP web programlama dili kullanılmıştır. Ontoloji tasarımı için Protégé programı kullanılmıştır.

Çalışmanın ikinci bölümünde literatür çalışmaları, üçüncü bölümde geliştirilen sistemin yapısı ve uygulanması, son bölümde ise sonuç ve önerilere yer verilmiştir.

2. İlgili Çalışmalar (Related Studıes)

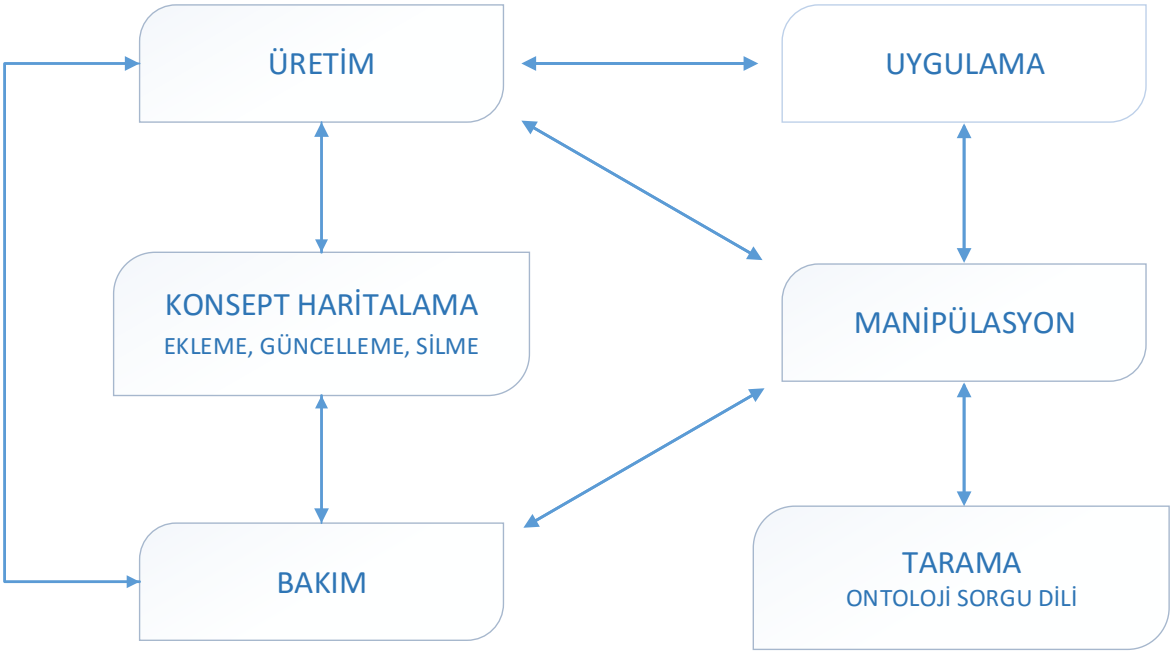
Ahmad Kayed ve diğerleri [2] pek çok web arama motorunun kullanıcı sorgularına verdiği cevapların büyük miktarlarda ilgisiz bilgi olduklarını belirtmişlerdir. Anlamsal webin arama motoru işlemlerini iyileştirecek umut verici bir yaklaşım olduğunu ve web alanları için ontolojilerin anlamsal veriyle anlaşmak için makinelere yardım etmek amacıyla kavramları yakalanabileceğini ileri sürmüşlerdir. Ayrıca, web sitelerini doğru bir şekilde yeniden sıralamak ve yeniden sorgu kavramları oluşturmak için, düzenlemiş ve web sitelerinin ilgililik oranının nasıl olduğunu göstermişlerdir. Bu nedenle makalede, düzenlenmiş dokümanların yeniden sıralanması için yeni bir ilgililik oranı önermişlerdir. Bu yaklaşımı "ontoloji kavramları" olarak adlandırmış ve elektronik ticaret alanına uygulamışlardır.

Uygulama alanı olarak, sadece Yahoo arama motorunun sonuçları üzerinde işlemler gerçekleştirilmiştir. Geliştirilen ontoloji ve Yahoo arama motorunun verdiği sonuçlardan sadece ilk 30 satır üzerinde inceleme yapılmıştır. Şekil 1'deki grafikte sonuçlara göre oluşan çizgi grafik verilmiştir.



Şekil 1. Ontoloji ve Yahoo Arama Motorunun Verdiği Sonuçlar

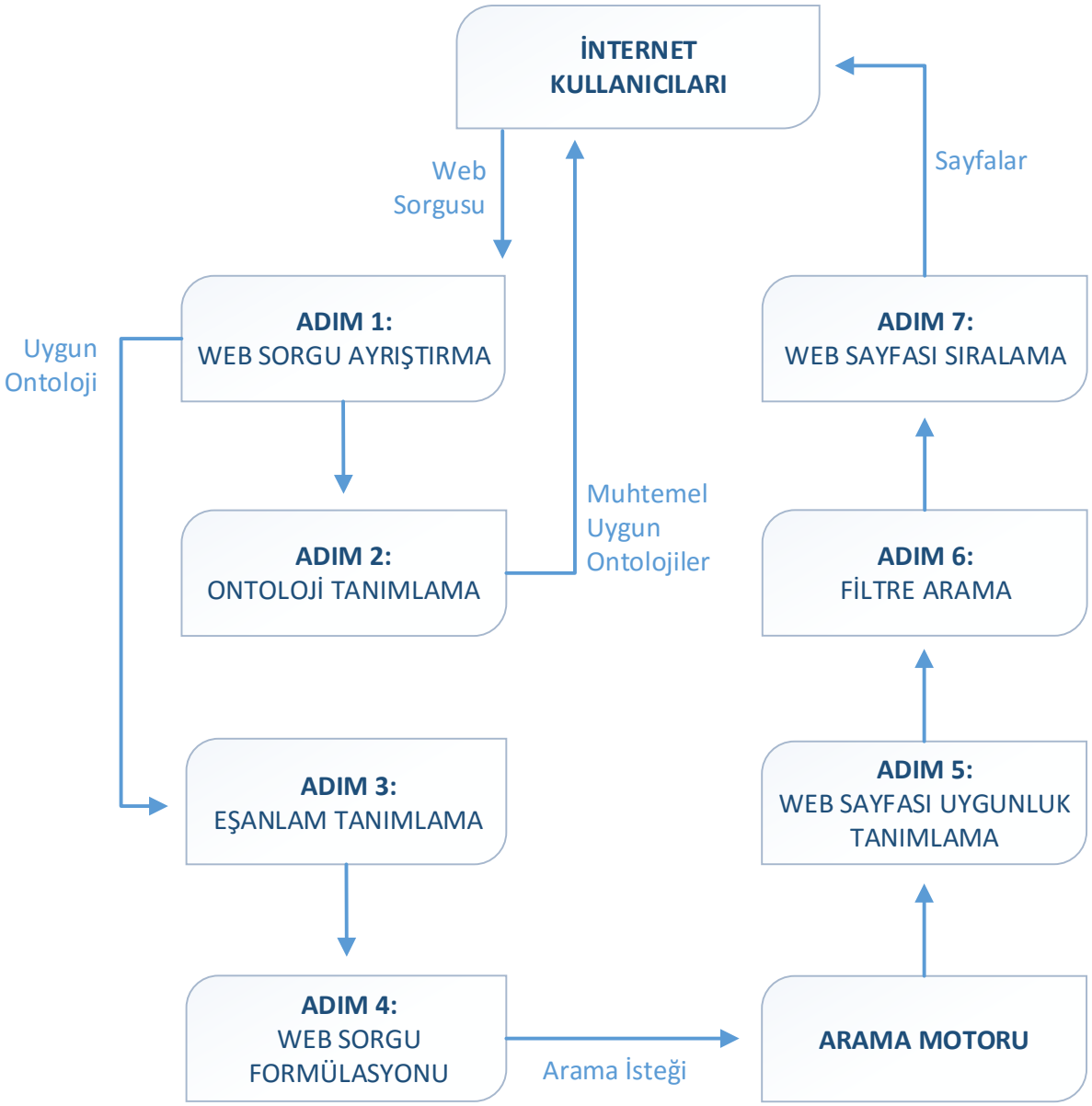
Bunun için, İngilizce tasarlanmış, ontoloji temelli uygulamaları geliştirmek için kullanılan özel bir şablon olan KAON kullanılarak "ontoloji kavramları" üretilmiştir. KAON, iş uygulamalarını hedefleyen açık kaynak kodlu bir ontoloji yönetim altyapı sistemidir. Sonuç olarak, arama sorgularında dönen sonuçlara göre düzenlenmiş dokümanların (web siteleri) yeniden sıralanabileceği gösterilmiştir. Bu yöntem düzenlenmiş dokümanlarda "ontoloji kavramları" sıklığına dayandırılmış ve sonuçlar arasındaki farkı hesaplamak için kullanılmıştır. Ontoloji geliştirme yöntemi ise Şekil 2'de verilmiştir.



Şekil 2. Ontoloji Geliştirme Yöntemi

Roger H.L. Chiang ve diğerleri [3] web verisi hiçbir veri standardına uymadığı için Web'te sorgulanma ve çıkarım yapmanın genellikle zor olduğundan bahsetmişlerdir. Bu yüzden web üzerindeki arama teknolojisinin geliştirilmesi gereken bir yapı olduğunu belirtmişlerdir. Şu andaki arama motorlarının ilkel veri sorgulama özelliğine sahip olduğunu belirterek ilişkili veriyi bulmak için detaylı söz dizimsel tanımlamalara ihtiyaç olduğunu belirtmişlerdir. Yazarlar bu araştırmada web verisinin anlamsal yolla çıkarılması için zeki bir web sorgulaması Smart Web Query (SWQ) metodu sunmuşlardır. Bu yöntem uygun arama sorgusunu belirlemek ve formüle etmek için içerik ontolojisi olarak tanımlanan etkin semantikleri kullanmaktadır. Metod ayrıca ilişkili web sayfalarını otomatik olarak tanımlamak ve sıralamak için semantik arama filtreleri kullanmaktadır.

Hiyerarşik yapıda bulunan ontolojilerin aksine, içerik ontolojisinde kavramlar ve ilişkiler esnek bir yapıda belirli bir alanda uygun olarak tanımlanmaktadır. Bir SWQ metodu, önerilen metodu test etmek için geliştirilmiştir. SWQ yöntem ve motorunun testi ve doğruluğu için e-ticaret uygulamasına adapte edilmiştir. SWQ Arama Motoru şeması Şekil 3'te verilmiştir [3].



Şekil 3. SWQ Arama Motoru

Raquel Trillo ve diğerleri [4] girilen farklı anlamlardaki anahtar kelimeleri kategorilendiren geleneksel arama motorları sonuçlarını önerdikleri bir dizi anlamsal tekniklerle gruplandırmışlardır. Yazarlar diğer önerilen yöntemlerden farklı olarak, web üzerinde erişilebilir olan ontoloji bilgilerini kullanarak, dinamik olarak olası kategorileri tanımlamışlardır. Bu da kaynaklardan bağımsız, gruplandırılmış sonuçlar sağlamaktadır.

Yazarlar yaptıkları literatür araştırmasında, web araması için kümeleme-kategorilendirme işleminin aşağıda verilen özellikleri taşıması gerektiğini belirtmişlerdir.

Alaka: Kullanıcının sorgusuyla ilgili sayfalar alakasız olanlardan ayrılmalıdır.
Göz Atılabilir Özetler: Sonuç sayfasından üretilen grupların bilgilendirici özetlerini sağlamalıdır.
Örtüşme: Bir sayfa birden fazla grupla ilişkilendirilmelidir.
Hız: Web sayfalarının farklı gruplarını oluştururken süreç hızlı işlemelidir.
Artımlı: Kullanılabilir bilgi oluştuğu andan itibaren süreç artımlı olarak işlemelidir.

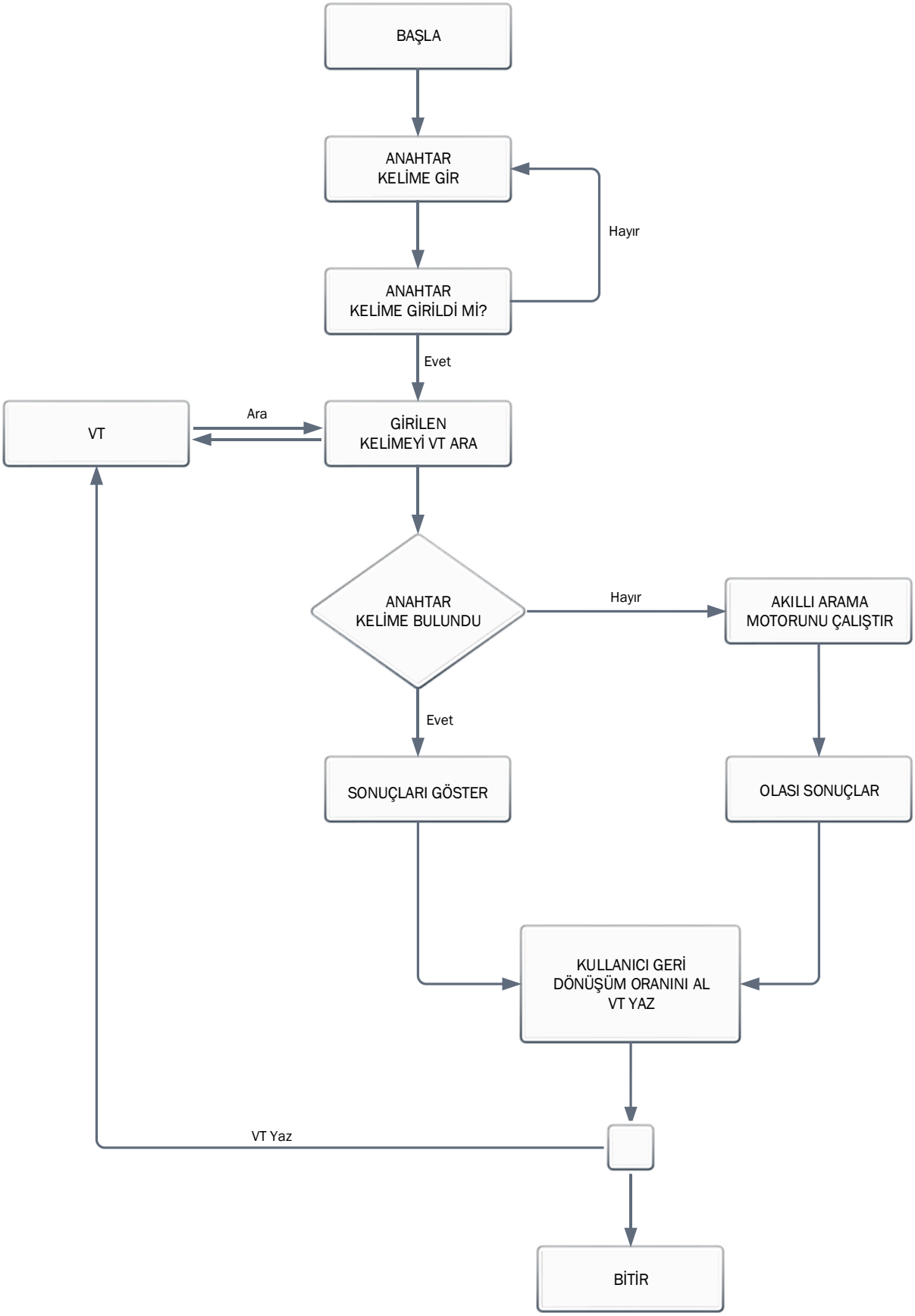
Araştırmacılar geliştirdikleri sistemi iki adımda tanıtmışlardır. Birinci adımda kullanıcının girdiği anahtar kelimenin anlamsal keşfini yapmışlardır. Bu adımdaki amaç, anahtar kelimenin veya kelimelerin farklı manaya gelen anlamlarını ve olası eş anlamlı sözcüklerini bulmaktır. Sorgudaki her bir kelime, anlamına göre sıralamaya tabi tutulur. İkinci adımda geleneksel arama motorlarından gelen kategori sonuçlarının isabet oranını kullanarak yeni sınıflandırma oluşturmaktır [4].

3. Geliştirilen Uygulama (Developed Applıcatıon)

Kullanıcı, arama ekranına İYS'de gerçekleştirmek istediği işlemi yapacak eklentiyi bulabilmek için anahtar kelimeler girecektir. Eğer kullanıcının aradığı kelime daha önce başka kullanıcılar tarafından aranmış ise kullanıcı için geri dönüşüm bildirilerine göre sonuç sıralanacaktır. Uygulamada bir anahtar kelime ilk defa kullanılıyor ise, veri tabanında bulunan eklenti tanımlama bilgilerinden (metadata) oluşturulan ontolojiye göre arama işlemi sonuçlandırılacaktır.

Uygulamanın Özet Sözde Kodu

Eğer Anahtar Kelime Veri Tabanında Bulunuyorsa
Döndür Kullanıcı Geri Dönüşüm Oranı
Bulunmuyorsa Eklenti Tanımlama Bilgilerinden Oluşturulan Ontolojiye Göre Arama Yap
Son Olarak Kullanıcı Geri Dönüşüm Bildirimi Al



Şekil 4. Uygulamanın Akış Diyagramı

3.1. Veri Tabanı Tasarımı

Oluşturulan Tablolar

tb_IYS: İçerik Yönetim Sistemlerinin listesinin tutulduğu tablodur. (Tablo 1)
tb_tb_Modul_Kayit: Uygulamamızın en önemli tablosudur. Örnek ve Test olarak seçilecek modüllere ait detaylı bilgilerin tutulduğu tablodur.
tb_Modul_Adlari: Modül adlarını tutan tablodur.
tb_Modul_Kategori: İlgili İYS'de bulunan kategorilerin listesini tutan tablodur. (Tablo 2)

Tablo 1. İçerik Yönetim Sistemleri Veri Tabanı Tablosu

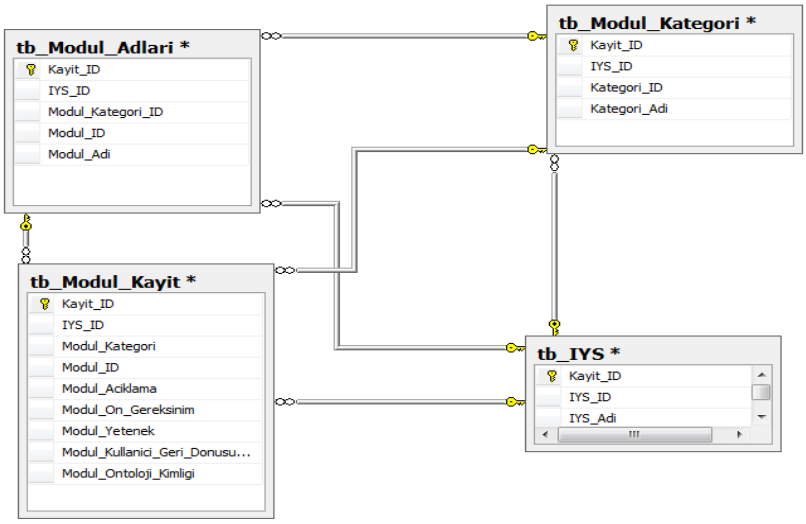
IYS_ID	IYS_Adı
1	Drupal
2	Joomla
3	Plone
4	WordPress

Tablo 1 modüllerin ait olduğu İYS'lerinin tutulduğu tablodur.

Tablo 2. İçerik Yönetim Sistemleri Modül Kategorisi Veri Tabanı Tablosu

IYS_ID	Kategori_ID	Kategori_Adı
3	1	Administration
2	2	Commerce and advertising
1	3	Community
1	4	Content
3	4	Content access control
4	3	Content Construction Kit
3	2	Content display
1	1	Database drivers
1	1	Developer
3	4	Drush

Tablo 2 İYS'lerinde bulunan modüllerin kategorilerinin tutulduğu tablodur. Projede sadece e-ticaret kategorisinde bulunan modüller ele alınarak işlemler gerçekleştirilecektir.



Şekil 5. Veri Tabanı İlişki Diyagramı

Projenin amacı İYS'leri kullanıcılarına eklenti aramada yardım sağlayacak bir uygulamayı gerçekleştirmektir. Standart arama uygulamasının geliştirilmesi aşamasında MySQL veritabanı sistemleri, PHP web programlama dili ve Apache Sunucu sistemleri kullanılmıştır. Şekil 5'te proje kapsamında geliştirilen ilişkisel veri tabanı örneği verilmiştir.

İlişkisel veri tabanı özellikleri kullanılarak örnek sorgulama cümlesi aşağıdaki gibidir.

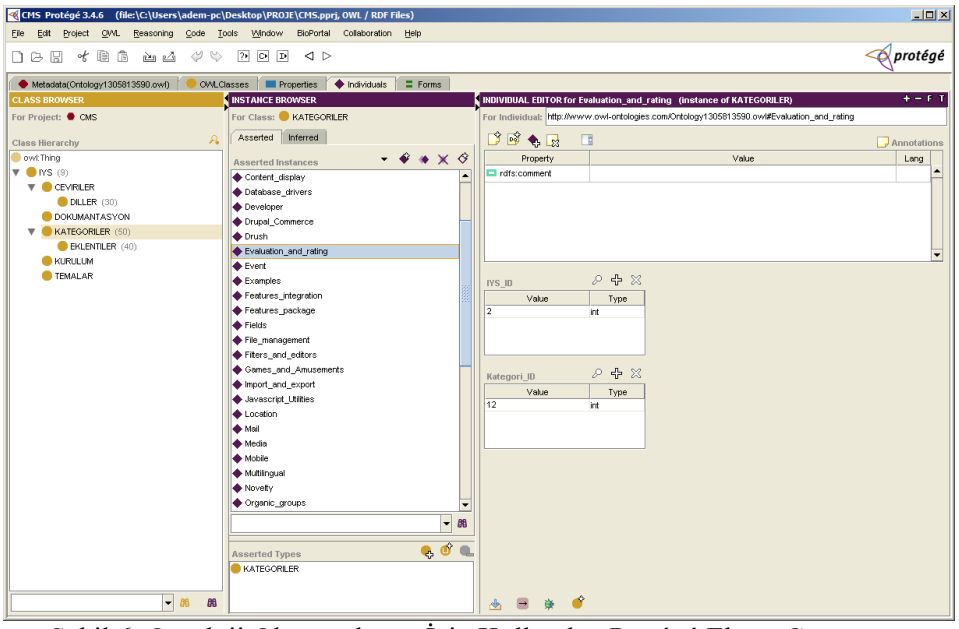
```
SELECT d.IYS_Ad AS iys, b.Kategori_AD AS kategoriAd, a.Modul_Ad AS modulAd, c.Modul_Aciklama
AS aciklama, c.Modul_Kullanici_Geri_Donusum_Orani AS MKGDO FROM tb_Modul_Adlari a,
tb_Modul_Kategori b, tb_Modul_Kayit c, tb_iys d
WHERE c. Modul_Aciklama LIKE '%".$anahtarKelime."%'
AND c.IYS_ID = d.IYD_ID
AND c.Modul_Kategori_ID = b.Kategori_ID
AND c.Modul_ID = a.Modul_ID
ORDER BY c.Modul_Kullanici_Geri_Donusum_Orani DESC
```

Uygulamanın standart arama işlemi Şekil 6'da görülmektedir. Kullanıcıdan alınan anahtar kelime veri tabanı üzerinde veritabanı ilişkileri kullanılarak ilişkili aynı arayüz üzerinde kullanıcılara geri dönüş yapılmaktadır. Arama Ekranı Üzerinde XML Oluştur butonuna tıklayarak veri tabanını XML olarak oluşturabiliriz. EK1 xml.xml dosyasında oluşturulan XML dosyası bulunmaktadır.

```
<moduller>
<sira>15</sira>
<iys>Drupal</iys>
<modulKategori>e-Commerce </modulKategori>
<modulAd>Ubercart CSV/Excel Export</modulAd>
<aciklama>This is a rudimentary module to export  orders from Ubercart to a CSV file for easy import into
Excel.</aciklama>
<gdo>0</gdo>
</moduller>
```

3.2. Anlamsal Arama Uygulaması

Ontoloji tasarımı için Protégé programı kullanılmıştır. Protégé programı ontoloji geliştirmek için en yaygın olarak kullanılan programdır.

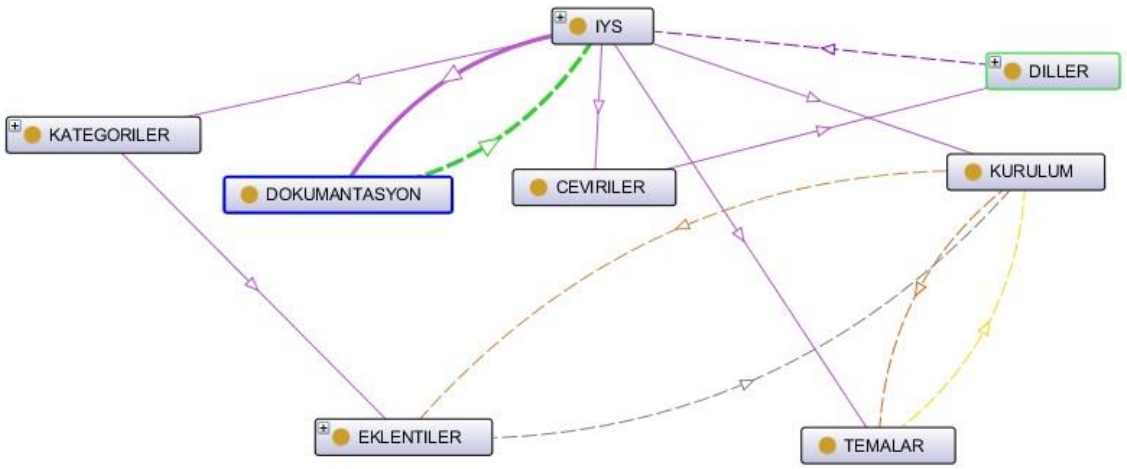


Şekil 6. Ontoloji Oluşturulması İçin Kullanılan Protégé Ekran Görüntüsü

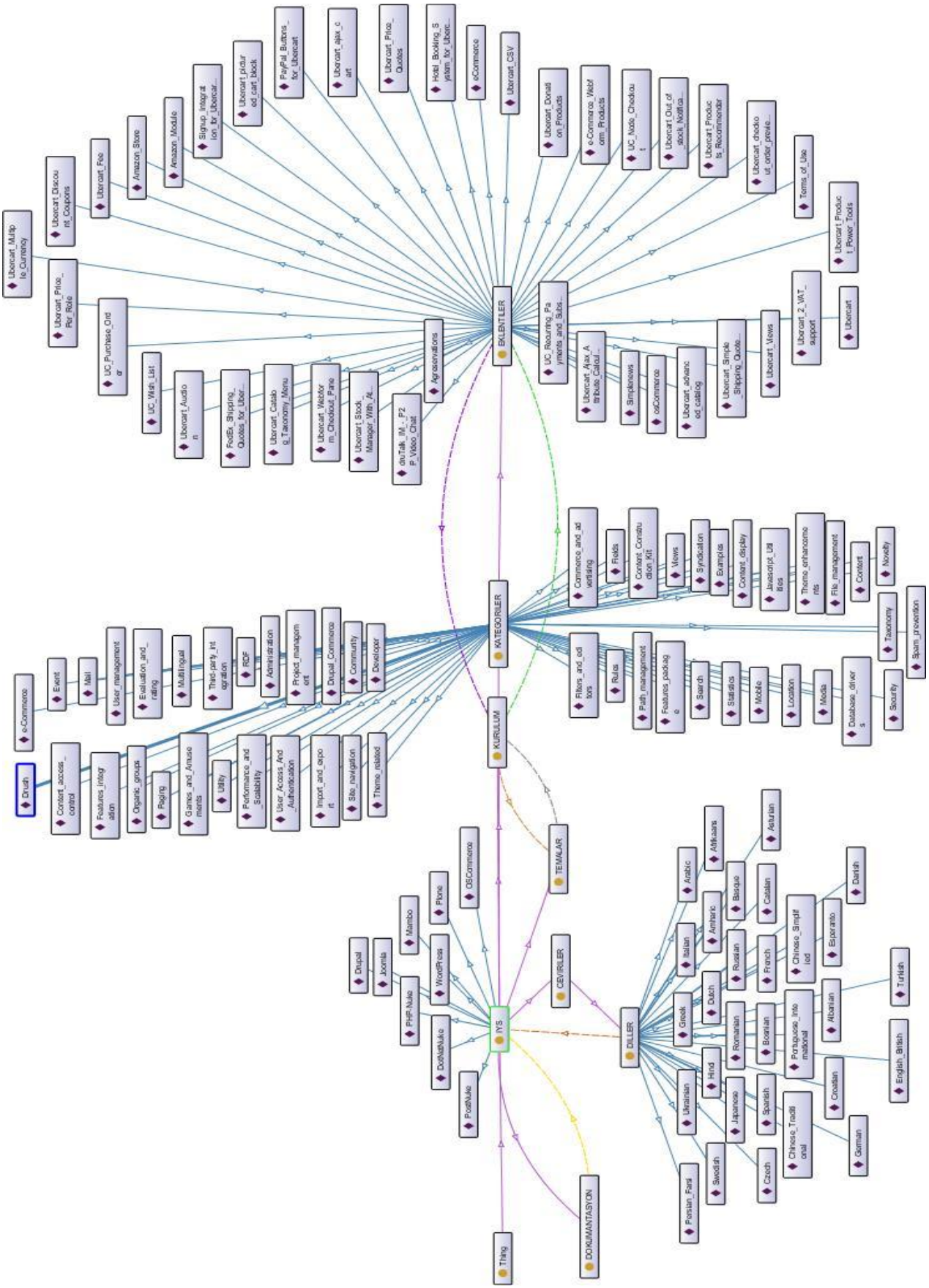
Aşağıdaki örnekte oluşturulan ontolojinin bir kısmı sunulmuştur. Ontoloji tamamı ise Ek2.owl ekte sunulmuştur.

```
<EKLENTILER rdf:ID="e-Commerce_Webform_Products">
<Kategori_ID rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#int" >11</Kategori_ID>  <Modul_ID rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#int" >39</Modul_ID>
<IYS_ID rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#int">2</IYS_ID>
<Aciklama xml:lang="en">This project is designed to plug into both the e-Commerce and Webform modules. It basically improves how e-Commerce interacts with the webform module by doing the following: </Aciklama>
<Kayit_ID rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#int">39</Kayit_ID>  </EKLENTILER>
<EKLENTILER rdf:ID="Hotel_Booking_System_for_Ubercart">
<Kayit_ID rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#int">15</Kayit_ID>
<Modul_ID rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#int">15</Modul_ID>
<Aciklama xml:lang="en">The uc_hotel module is a hotel booking system for Drupal and Ubercart.It does not manage individual rooms, but rather lets you create room types, and set how many of each type are available for specific dates on the calendar. Each room type can be assigned a different rate, or be based off a single master rate and have a modifier applied to adjust that rate by a certain amount.You can vary the rate based on the number of adult and child occupants.The module also features an add-ons and upgrades sub module that allows you to bundle other date-based upgrades with the booking such as tennis lessons or spa treatments. </Aciklama>
<Kategori_ID rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#int" >11</Kategori_ID>
```

Şekil 7'de oluşturulan ontolojinin sınıf yapıları görülmektedir. İçerik yönetim sistemleri özelliklerine göre oluşturulan İYS üst sınıfı ve Kategoriler, Dokümantasyon, Çeviriler, Diller, Kurulum, Temalar, Eklentiler olmak üzere 8 sınıftan oluşmaktadır. Oluşturulan sınıflar arasında tek yönlü ve çift yönlü olmak üzere çeşitli ilişkiler bulunmaktadır.



Şekil 7. Ontoloji Sınıfları

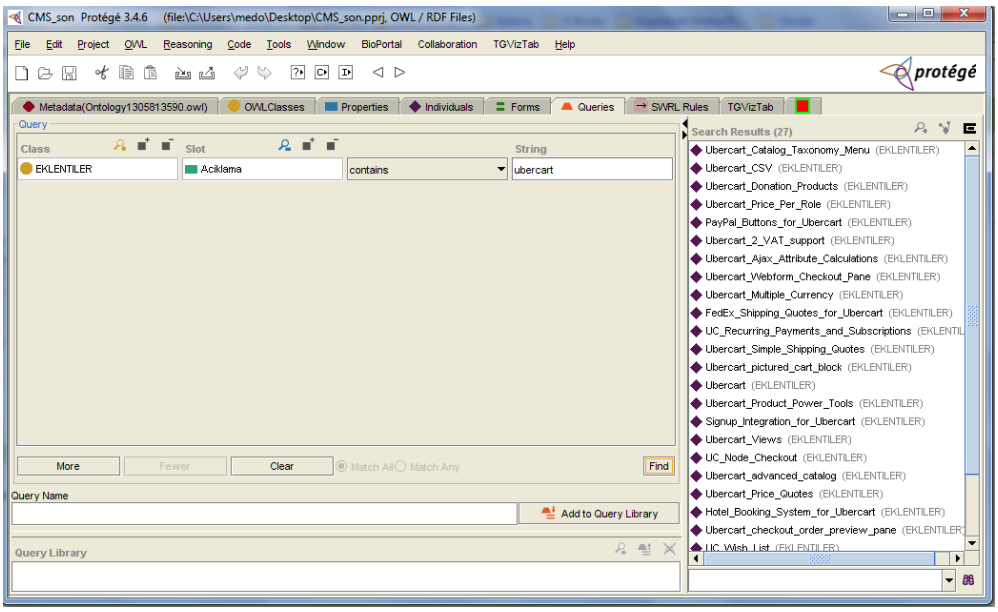


Şekil 8. Temel Yapısı

Oluşturulan ontolojide 8 sınıf bulunmaktadır. Bu sınıflardan İYS sınıfının 9 bireyi (individuals), Diller sınıfının 30 bireyi, Kategoriler sınıfının 50 bireyi, Eklentiler sınıfının 40 bireyi bulunmaktadır. Dolayısıyla oluşturulan ontoloji kalabalık bir yapıya sahiptir.

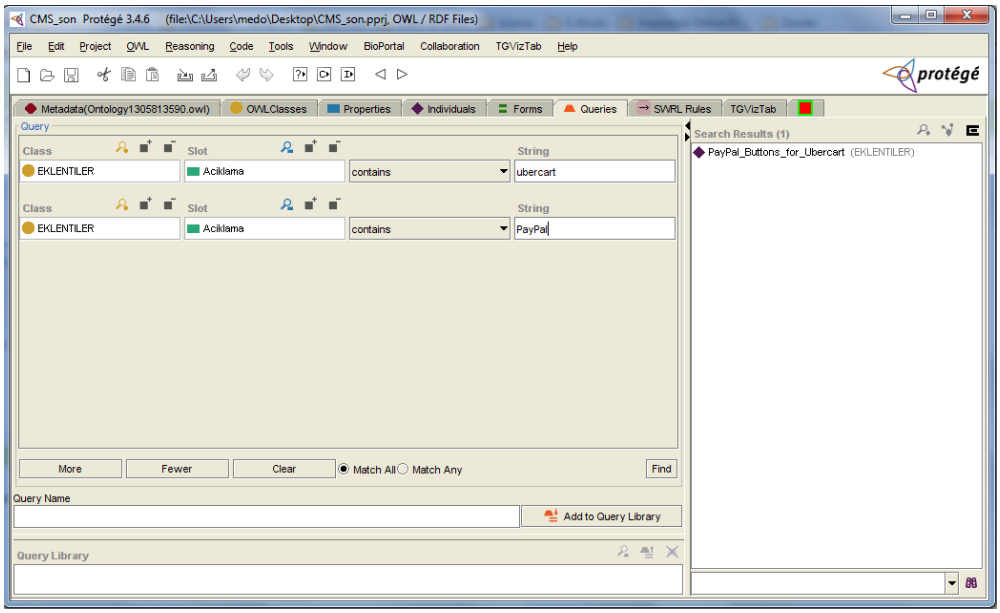
3.3. Anlamsal Arama İşlemi

Anlamsal arama işlemi oluşturulan ontoloji temel alınarak Protégé programı üzerinde bulunan Queries eklentisi kullanılmıştır.



Şekil 9.a Protégé Anlamsal Arama

Şekil 9.a'da görüldüğü gibi Eklentiler sınıfı üzerinde açıklama alanına göre bir sorgulama işlemi yapılmıştır. Yapılan sorgulama işlemine göre açıklama ananında "ubercart" anahtar kelimesi geçen 27 sonuca ulaşılmıştır.



Şekil 9.b. Protégé anlamsal arama

Şekil 9.b'de görüldüğü gibi yine eklentiler sınıfı üzerinde açıklama alanına göre çapraz bir sorgulama işlemi yapılmıştır. Yapılan sorgulama işlemine göre açıklama ananında "ubercart" ve "paypal" anahtar kelimesi geçen 1 sonuca ulaşılmıştır.

4. Sonuçlar (Result)

Bu çalışmayla ontoloji tabanlı, akıllı bir arama işlemi gerçekleştirilmiştir. Arama işlemi için açık kaynak kodlu içerik yönetim sistemlerinin eklentileri kullanılmıştır. Uygulama için standart (ilişkisel) ve semantik arama olmak üzere iki farklı sorgulama işlemi gerçekleştirilmiştir. Standart sorgulama işlemi ilişkisel veri tabanı özellikleri kullanılarak geliştirilmiştir. Anlamsal sorgulama ise Protégé programında oluşturulan ontoloji kullanılarak yine Protégé programında gerçekleştirilmiştir. Anlamsal web dilleri ve araçları aktif bir araştırma alanıdır. Anlamsal web ile ilgili yapılan araştırma çalışmaları anlamsal web (ontoloji) dilleri, ontoloji editörleri, araçları ve sistemleri, ontoloji sistem kütüphaneleri, değişik alanlar için geliştirilmekte olan ontoloji çalışmalarını kapsamaktadır. Alanda yapılacak çalışmalarla web uygulamalarının kendi aralarındaki iletişim artacaktır. Aynı zamanda insanların web uygulamalarında elde ettikleri fayda oranı da artmış olacaktır.

Kaynaklar (References)

[1] İnternet: http://wordpress.org/extend/plugins/, (Erişim Tarihi: 14.06.2017).
[2] Kayed, A., El-Qawasmeh, E., & Qawaqneh, Z. (2010). Ranking web sites using domain ontology concepts. Information & management, 47(7), 350-355.
[3] Chiang, R. H., Chua, C. E. H., & Storey, V. C. (2001). A smart web query method for semantic retrieval of web data. Data & knowledge engineering, 38(1), 63-84.
[4] Trillo, R., Po, L., Ilarri, S., Bergamaschi, S., & Mena, E. (2011). Using semantic techniques to access web data. Information Systems, 36(2), 117-133.

AN EXPERT SYSTEM APPLICATION WHICH USE IN DIAGNOSIS AND TREATMENT OF DISEASE FOR DOCTORS

DOKTORLAR İÇİN HASTALIK TEŞHİSİ VE TEDAVİSİNDE KULLANILABİLEN BİR UZMAN SİSTEM UYGULAMASI

Mehmet Emin Arslan[a], İsmail Şahin[b], M. Hanefi Calp[c,*], Alper Altunçekiç[d]
[a]Sağlık Bilişimi, Bilişim Enstitüsü, Gazi Üniversitesi, Ankara, Türkiye, E-posta: mehmeteminarslan@gazi.edu.tr
[b]Endüstriyel Tasarım Mühendisliği, Teknoloji Fakültesi, Gazi Üniversitesi, Ankara, Türkiye, E-posta: isahin@gazi.edu.tr
[c]Yönetim Bilişim Sistemleri, Bilişim Enstitüsü, Gazi Üniversitesi, Ankara, Türkiye, E-posta: mhcalp@gazi.edu.tr
[d]Uzaktan Eğitim Uygulama ve Araştırma Merkezi, Gazi Üniversitesi, Ankara, Türkiye, E-posta: altuncekic@gazi.edu.tr

Özet

Hastalık teşhisi ve tedavisinin doğru ve etkili bir şekilde gerçekleştirilmesi hekimler ve daha da ötesi hastalar için ciddi önem arzetmektedir. Bu konuda yapay zekâ, karar destek sistemleri veya uzman sistemler gibi birtakım teknikler kullanılmaktadır. Bu çalışmada, hastalıklara ait belirtiler sisteme girilerek uygun önerilerde bulunabilen bir tıbbi uzman sistem uygulaması geliştirilmiştir. Bu noktada, tıbbi uzman sistemlerinin amacı hekimin yerini almaktan çok hastaya ait verilere dayanarak hekime önerilerde bulunmaktır. Geliştirilen uygulama ile, aile hekimleri veya diğer branş doktorlarının, tedavi sürecini daha hızlı gerçekleştirmeleri ve hastalıkları daha kolay teşhis etmeleri amaçlanmıştır. Uygulamanın geliştirilmesinde, MS Visual Studio - Visual C# programlama dili ve veritabanının hazırlanmasında ise MS Office Access programı kullanılmıştır. Bu uygulama sayesinde doktorlar hasta belirtilerine göre ihtimal dahilindeki hastalıklar hakkında bilgi, tedavi süreci, dikkat edilmesi gerekenler ve kullanılabilecek ilaçları görebilmekte ve hastaya bu belirtiler sonucunda teşhis ettikleri hastalık hakkında da ayrıntılı bir rapor verebilmektedir. Aynı zamanda kullanıcılar, sistem üzerinde istedikleri bilgiyi veya kuralı ekleme veya güncelleme özelliklerini kullanabilmektedir. Sonuç olarak, uygulama ile doktorların karar verme süreçleri daha hızlı gerçekleşmekte ve böylece hastalar için daha etkin bir çözüm sunularak yanlış teşhislerin de önüne geçilmektedir.

Anahtar kelimeler: Doktor, Hastalık, Teşhis, Tedavi, Uzman sistem

Abstract

Accurate and effective diagnosis and treatment of the disease is of great importance to physicians and even more patients. In this context, some techniques such as artificial intelligence, decision support systems or expert systems are used. In this study, a medical expert system application was developed in which the symptoms of the diseases can be entered into the system to find appropriate suggestions. At this point, the medicinal expert system is to make proposals based on the patient's ownership rather than the intended physician's place. With the developed application, it is aimed that family doctors or other branch doctors make the treatment process faster and diagnose the diseases more easily. In the development of the application, MS Visual Studio - Visual C # programming language was used and MS Office Access program was used to prepare the database. With this practice, doctors are able to see information about possible diseases, the treatment process, the things to be cared for and the medicines that can be used according to the patient's symptoms, and the patient can report a detailed report about the disease they diagnosed as a result of these symptoms. At the same time, users can use the information they want on the system or add or update the rules. As a result, the decision-making process of doctors is faster with the application, thus providing a more effective solution for the patients and preventing misdiagnosis.

Key words: Doctor, Disease, Diagnosis, Treatment, Expert system

1. Giriş

Günümüzde doktorluk mesleğinin yoğun ve yorucu iş temposu dikkate alındığında, doktorların çalışma süreçlerinde birtakım teknolojik destekleri almalarının kaçınılmaz olduğu söylenebilir. Özellikle hastalıkların teşhis ve tedavisinde doktorların karar verme noktasında uzman sistemler gibi yapay zeka teknikleri kullanılmaktadır. Bu çalışmada da, kullanıcıya uygun önerilerde bulunabilen bir tıbbi uzman sistem uygulaması geliştirilmiştir. Bu noktada uzman sistemin tanımı ve görevlerinin ortaya konulması gerekmektedir.

Uzman sistemler, bilgi tabanlı bir karar destek sistemidir. Aynı zamanda, daha iyi karar vermeye yardım eden bir araçtır [1]. Uzman sistemler, belirli bir konuda uzman olan bir veya birçok insanın yapabildiği muhakeme ve karar verme işlemlerini modelleyen bir yazılım sistemidir [2,3]. Bir uzman sistem programı, belli bir algoritmaya dayanmayan, kendi bilgi tabanı içerisinde, girilen veya önceden belli olan verilere göre arama yaparak bu veriye veya verilere uygun olan bilginin (kuralın) aktifleşmesini sağlayan ve bu aktifleşme sonucu yeni bir veri elde ederek aramaya devam eden bir sistem şeklinde çalışmaktadır. Uzman sistemlerin tasarımındaki en zor taraf, uzmanın bilgilerinin bilgisayar ortamına uygun bir biçimde aktarılmasıdır. Uzman sistemi tasarlayacak olan bilgi mühendisinin, konusunda uzman olan kişiyi gözlemesi, onun problem çözüm yöntemlerini, kurallarını, stratejilerini ve prosedürlerini uygun biçimde alarak uzman sistem içerisine yerleştirmesi gerekmektedir [4].

Baykal ve arkadaşları, "uzman sistemler, bilgi tabanlı sistemler olup, problemleri daha geniş bir perspektifte inceleyip, çözümünde insan zekâsını taklit etmeyi hedefleyen yapay zekânın bir uygulama alanıdır. Bu taklit içerisinde algoritma ve çıkarım mekanizmaları etkileşimde bulunarak işlemektedir. Daha spesifik bir tanım yapmak gerekirse, bir uzmandan alınan bilgilere dayanarak oluşturulan, karmaşık problemleri çözmek için olayları ve deneyimleri kullanan etkileşimli bilgisayar destekli karar aracıdır [5] " tanımını yapmışlardır.

Uzman sistemler, kullanıcılara önemli faydalar sağlarlar. Bu faydalar ekonomik olabileceği gibi vakit kazandırıcı ve eğitici faydalar da olabilir. Bu faydalar arasında üretim artışı, süreklilik, maliyet tasarrufu, kalite düzeyinin yükselmesi, çalışılmayan sürenin azaltılması, uzmanlığın yaygınlaştırılması, mesleğe yeni girenlerin eğitilmesi, sağlıklı öneri üretilmesi, güvenilirlik ve kesin olmayan eksik bilgilerle çalışabilme gibi faydalar sayılabilir [4].

Uzman sistemler en güzel uygulama alanını tıbbî teşhis problemlerinde bulmuştur.

1.1. Uzman Sistemlerin Tıpta Uygulamaları

Tıp alanında uzmanlığın yaygınlaştırılması tıpta uzman sistem geliştirilmesinde en önemli nedenlerden biri olmuştur. 1970'li yıllarda MYCIN Stanford Üniversitesi' nde bakteriyel enfeksiyon hastalıkları ve özellikle menenjit tanı ve tedavisi için geliştirilmiş. İlk medikal us olup, uzman sistemler arasında en çok bilinenidir. Sistemin geliştirilmesindeki bir neden de aşırı antibiyotik kullanımının azaltmasıdır. MYCIN girdi olarak hasta kayıt bilgilerini, laboratuvar sonuçlarını ve semptom sorgularını alır, tanı koyma, reçete yazma ve tedavi planlama işlevlerini yapar. Sistem 400 ile 700 arasında kuraldan oluşmuştur. Tıpta birçok uzman sistem uygulaması mevcuttur. Bu çalışmada belli başlı birkaç tanesine değineceğiz. MYCIN, bulaşıcı hastalıkların periyotlarında kullanılmaktadır. Bu sistem, bulaşıcı hastalıklar konusunda uzmanlığı bulunmayan doktorlara çok yardımcı olmuştur. Sistem için ihtiyaç duyulan bilgi, kurallar temel alınarak tasarlanmıştır ve LISP' te yazılmıştır. MYCIN uzman hekimle karşılaştırıldığında bakteriemi ve menenjit tedavisinde daha başarılı olduğu gözlenmiş, anlatılan tüm özelliklerine rağmen hiçbir zaman gerçek uygulamaya konulmamıştır. Buna neden olarak etik sorunlar, örneğin - hata yapılırsa bundan kimin sorumlu olacağı gibi nedenler rol oynamıştır [4,6].

Tıp Alanında Bilinen Bazı Uzman Sistemler [4]:

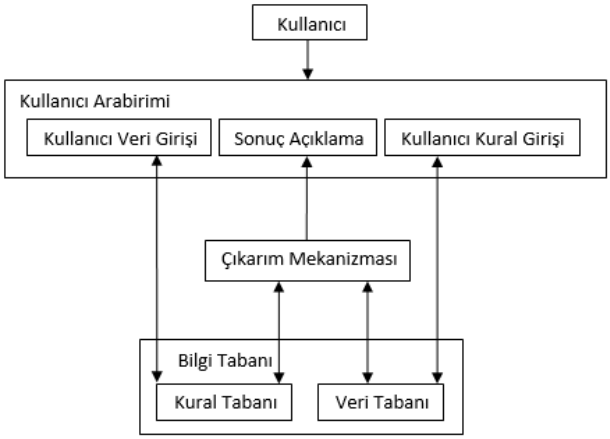
- **INTERNIST sistemi (1970):** dâhili hastalıkların teşhisi için tasarlanmıştır. Hastalığın klinik görünüşü, lab analizi sonuçları ve hastalığın geçmişi (tarihi) vb. sisteme girilir. Sistem olası teşhisleri

de verilere bağlı olarak tanımlar ve sonra en olası olanını bu hastalık için seçer. Internist' in daha yeni formu Internist-II 'dir ve 599'dan fazla dâhili hastalığın bilgisini bu sisteme girilmektedir. IRIS sistemi, Interlisp dilinde tasarlanmıştır, tıbbi alternatif vizyonları, klinik araştırma stratejileri ve uzmanlığı kolaylaştırmak vb. için kullanılır. Bu sistem glokom hastalar için danışman bir sistem olarak tasarlanmıştır.

- **PIP (mevcut hastalıklar programı)**: Böbrek bozukluğu olan hastaların teşhisi için tasarlanmıştır. Sistemin yapısı temel tıbbi bilgi, hastalık çeşitleri, klinik veriler ve hastaların fiziksel durumları gibi 36 temel başlıktan oluşur. Bu sistem, hekimlerin muhakeme işlemini modeller.
- **EXPERT (1980):** Sistem, tıbbi danışmanlık modellerinin etkilerinin kontrolünün ve araştırmasının incelenmesine yardım etmek için tasarlanmıştır. Günümüzde son derece modern uzman sistemler tıpta kullanılmıştır. Örneğin, AIDS' i teşhis edebilen uzman sistem dizayn edilmiştir ve kullanılmaktadır.
- **XDIS:** Hekimlere tanı koyma sürecinde yardımcı olan bir sistem olup 300 dâhili hastalık ve patolojik belirtiler hakkında bilgi içermektedir. Hasta ilk geldiğinde veya uzakta ise yararlı olabilecek bir sistemdir.
- **PHARMA-2:** İlaç tedavisinde karar desteği için kullanılan bir uzman sistemdir. Parmakoloji uzman grubu değerlendirme teknikleriyle kurulan veri tabanı kullanılarak tedavi seçimi yapılır. Uzman çalışmaları yeterli ilaç tedavisinin kesin fızyolojik geçmişini doktorlarla ortaya çıkarmıştır. Bu fızyolojik özellikler incelenip bilgisayar programına uygulanmıştır.
- **MEDICIS:** Bilgisayar destekli teşhis için kullanılan bütünleşik bir sistemdir. İki alt sistemden oluşur: Bilgi tabanını oluşturmak için uzman tarafından kullanılan modül ve bu tabanı kullanan konsültasyon modülü. MEDICIS, kesinlik faktörlerini kullanmadan mantıksal bir muhakemenin sonucudur. Sonuçta PROMETHEE çok kriterli analiz ile sonuçlarını geliştirir. MEDICIS, U.L.B. Tıp Fakültesinin Bilgi İşleme Departmanı 'nda geliştirilen bilgi tabanlı bir sistemdir. Bu araştırmanın amacı tıbbi teşhislere özellikle karışık durumlarda yardımcı olmaktır.
- **QUAWDS:** Yürüme analizi yaparak felç, kas kusurları gibi olguları açıklar. LISP ile geliştirilmiş, daha sonra C++ a dönüştürülmüştür.
- **SETH (1992):** Fransa'da uyuşturucu ilaç zehirlenmelerinde 1153 maddeyi 78 kategoriye bölerek kaydetmiş. 1994'e gelindiğinde 2099 zehirlenme olayı sisteme eklenmiştir.

2. Hızlı Teşhis Uzman Sistem (HTUS) Uygulaması – Yapısı ve İşleyişi

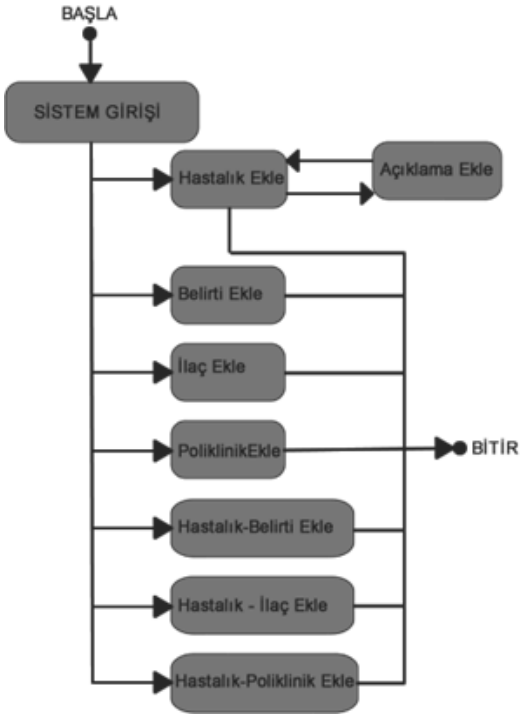
Bu çalışmada, hastalıklara ait belirtiler sisteme girilerek uygun önerilerde bulunabilen bir tıbbi uzman sistem uygulaması geliştirilmiştir. Uygulama, Microsoft Visual Studio 2012 ortamında .Net Framework 4.5 altyapısı üzerine C# programlama dili kullanılıp hazırlanmıştır. Ayrıca, verilerin saklanması ve işlenmesi için Microsoft Office Access 2007 veri tabanı programından yararlanılmıştır. Geliştirilen uygulama, doktorlara özellikle de aile hekimlerine başvuran hastaların, hastalık belirtilerini dile getirip, doktor tarafından bu belirtilerin sisteme girilmesi sonucu, sistemimiz doktora kişinin hastalığı ile ilgili sonuç veya sonuçları, kullanması gereken ilaçları ve dikkat etmesi gereken hususları rapor biçiminde sunmaktadır. Kullanıcı, sistemde yer alan "hastalık ekle" seçeneği ile veri tabanına yeni hastalıklar ve bu hastalıklar ile ilgili açıklama ve resim ekleyebilir. Ayrıca "belirti ekle", "ilaç ekle", "poliklinik ekle", "hastalık belirti ekle", "hastalık ilaç ekle", "hastalık poliklinik ekle" seçenekleri ile de sistemi her zaman güncel tutabilir. Çalışmada, eldeki kural tabanına göre hastalıklar, hastalık belirtileri, hastalıkla ilgili ilaçlar, hastanın yönlendirebileceği poliklinikler hakkında değerlendirme yapılmaktadır. Yürütülen bu çalışma kapsamında geliştirilen uzman sistemin genel yapısı Şekil 1'de gösterilmektedir.



Şekil 11. Geliştirilen uzman sistemin genel yapısı

2.1. Kullanıcı Arabirimi

Kullanıcı arabirimi, kullanıcı ile program arasında iletişimi sağlar. Kullanıcı ara birimi aracılığı ile uzman sistemin bilgi tabanını kontrol etme, kural ekleme ve çıkarma gibi işlemler gerçekleştirilir. Kullanıcılar, kullanıcı arabirimi kullanarak sisteme giriş yaparlar [7]. Çalışmada, hastalık ekle menüsü içerisinde yer alan hastalık adı alanına, hastalıkları, açıklama alanına girilen hastalıkla ilgili açıklamalar, resim alanına ise tanımlanan hastalıkla ilgili resim eklenebilir. Ayrıca daha önce girilen bilgiler güncellenebilir veya silinebilir. Hasta ile ilgili belirtiler sisteme girildikten sonra, arka planda kişinin hastalığının adı, hangi ilaçları kullanması gerektiği ve hastalık süresince dikkat etmesi gereken hususların neler olabileceği raporlanıp çıktı olarak kullanıcı ekranına sunulmaktadır. Doktorlar kullanıcı arabirimi yardımı ile HTUS'a; hastalıklar ile ilgili belirtiler, ilaçlar, dikkat etmesi gereken hususlar ve hastaları yönlendirebileceği ilgili poliklinikleri, ekleyebilir, daha önce girilmiş olan bu bilgileri silebilir veya güncelleyebilir. Bunlara ilaveten HTUS, kullanıcı tarafından girilen kuralları da listeleyebilmektedir. Kullanıcı arabiriminin aktivite diyagramı ve giriş sayfası görünümü Şekil 2'de ve Şekil 3'te sırasıyla gösterilmektedir.



Şekil 12. HTUS aktivite diyagramı



Şekil 13. HTUS ana sayfa görünümü

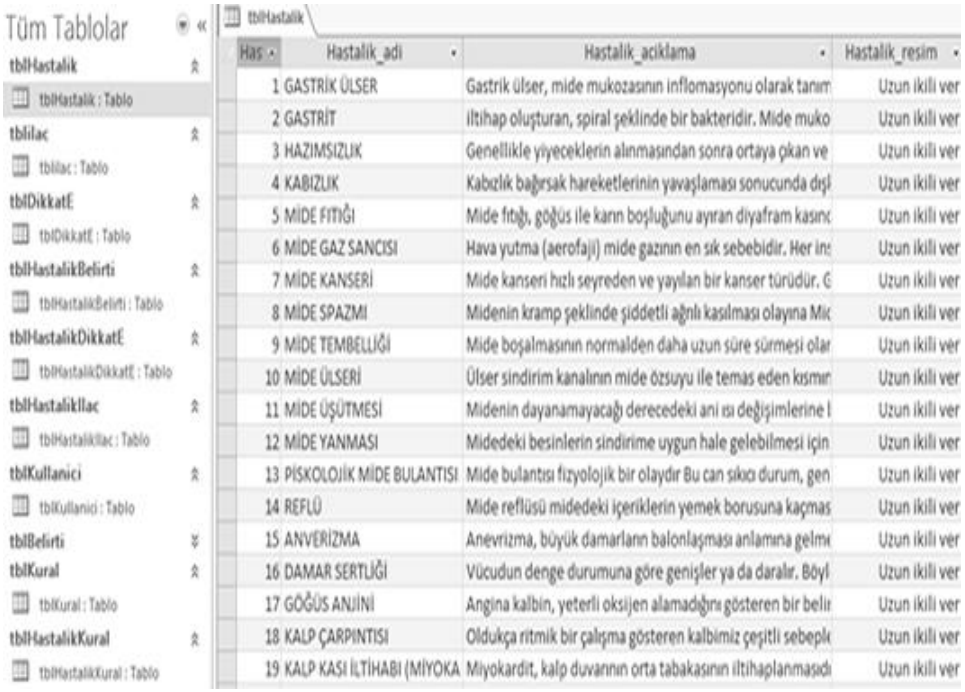
2.2. Bilgi Tabanı

Bilgi tabanı; uzmanlardan, yayınlanmış veya yayınlanmamış kaynaklardan, kitaplardan ve diğer literatürden elde edilen bilginin bulunduğu, saklandığı ve kullanılması gerektiğinde kolaylıkla erişilebilen bir yapıdır. Bilgi tabanı, sistem yapısı aynı kalmak koşuluyla konu kapsamı genişletilmek istenildiğinde kolayca güncelleştirilebilmeli ve eklemeler yapılabilmelidir [8]. Bilgi tabanının içerdiği bilgiler zamanla yaşanan tecrübelere bağlı olarak artış göstermektedir. Bilgi tabanı, veri tabanı ve kural tabanı olmak üzere iki bileşenden oluşur.

Veri Tabanı

Veri tabanı, kullanıcıların ihtiyaçlarını karşılamak için gerekli tüm bilgilerin depolandığı yerdir. Veri tabanı, düzenli bilgiler topluluğudur. Ayrıca, güncellenebilir, taşınabilir ve birbirleri arasında tanımlı ilişkiler bulunabilen bilgiler kümesidir. Bir bilgisayarda sistematik şekilde saklanmış, programlarca işlenebilecek veri yığınıdır [9].

Bu çalışmada, bilgilerin saklanması için Microsoft Office Access 2007 veri tabanı programı kullanılmıştır. Kullanıcı sistemin ana sayfasında bulunan menüleri kullanarak hastalıkları, hastalık belirtilerini, hastalıkların tedavisinde kullanılması gereken ilaçları ve kişilerin hastalıkları süresince dikkat etmesi gereken hususları içeren veriler veri tabanına kaydedilir ve istenildiği zaman bu verileri veri tabanında görüntüleyebilir (Şekil 4).

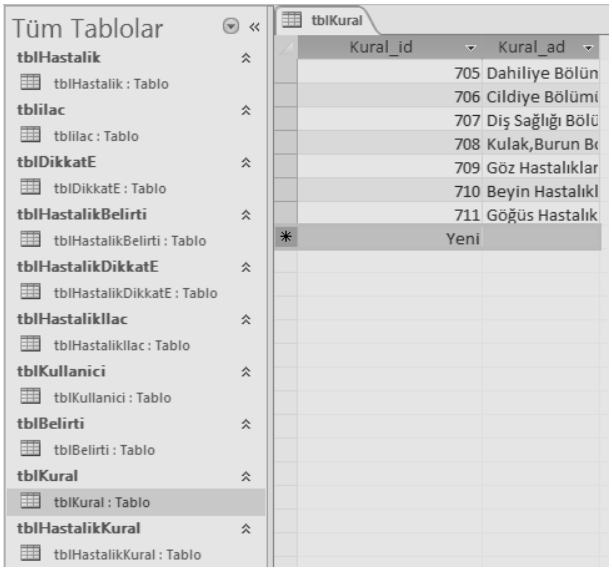


Şekil 14. Veri tabanından örnek bir görünüm

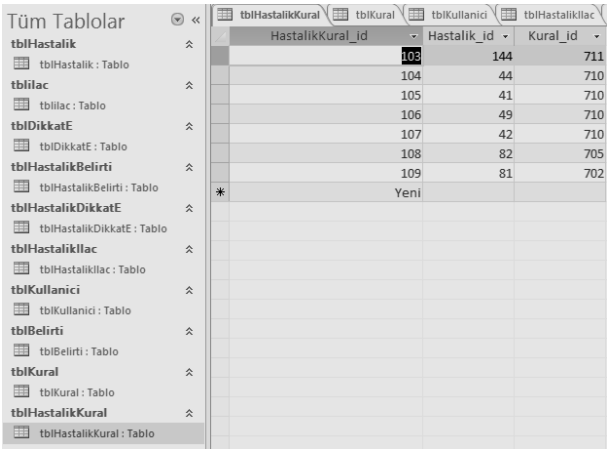
Kural Tabanı

Uzman sistem, belirli durumlarda çalışan ve "eğer-o halde" veya diğer bir yapıda tanımlanan kurallar topluluğunu depolamak için bir belleğe sahip olmalıdır [7]. Kurallar, problemin ve sonuca ulaştıracak şartların düzgün şekilde ifade edildiği cümlelerdir Sistemde kural tabanı "eğer-o halde" yapısında oluşturulmakta olup kurallar Microsoft Office Access 2007 veri tabanında tutulmaktadır.

HTUS iki adet kural tabanına sahiptir. İlk kural tabanı (Şekil 5), hastanelerde yer alan poliklinik isimlerinden oluşmaktadır. Ayrıca sistem üzerinden poliklinik ekle seçeneği ile kural tabanımızdaki verileri çoğaltabiliriz. İkinci kural tabanında ise (Şekil 6) sistem üzerinden, hastalık poliklinik ekle seçeneği ile hangi hastalıklar sonucunda kişinin sevk edileceği poliklinikler eşleştirilmiştir.



Şekil 15. tblKural Tablosu



Şekil 16. tblHastalikKural Tablosu

2.3. Çıkarım Mekanizması

Çıkarım mekanizması, bilgi tabanını yorumlayan ve kontrol eden birimdir [4]. Çıkarım mekanizması bilgi tabanındaki verileri ve kuralları kullanarak elde ettiği bu çıkarımları kullanıcıya aktarır. Çıkarım mekanizması kuralları yorumlamada, iki farklı yorumlama metodu kullanır. Bu yorumlama faaliyetlerinde ileri ve geriye zincirleme metotlarını kullanır [9]. Bu çalışmada, bilinen verilerden başlayarak uygun kural bulununca ilgili kuralın mevcut şartlarını tatmin etmeyi temel alan "ileri zincirleme" metodu kullanılmıştır (Şekil 5).



Şekil 17. HTUS ileri zincirleme metoduna göre çıkarım

2.4. Açıklama Ünitesi

Açıklama ünitesi, geliştirilen yazılım aracılığıyla elde edilen sonuçların kullanıcılara iletilmek üzere raporlandığı bölümdür. Raporun doğruluğu geri bildirim için önemlidir. Bu çalışmada, teşhis edilen teşhis edilen hastalığın tedavisi için kullanması gereken ilaçlar ve hastalığı süresince dikkat edilmesi gereken hususlar hastaya tavsiye veya öneri mahiyetinde rapor halinde sunulmaktadır. Şekil 6' da açıklama ünitesinden bir örnek gösterilmektedir.



Şekil 18. Açıklama ünitesinden örnek bir işlemin görünümü

3. Sonuç ve Öneriler

Bu çalışmada, aile hekimi tarafından girilen verilere göre aile hekimine başvuran hastanın hastalık teşhisi, kullanması gereken ilaçlar, hastalık süresince dikkat edilmesi gereken hususlar ve tedavinin uzun sürmesi durumunda devlet hastanesinde başvurması gereken poliklinik hakkında bilgilendirici bir sistemdir. HTUS tarafından kullanılan bilgi tabanı doktorlar tarafından sağlanmalı ve sisteme kaydedilmelidir.

Hastalık teşhisi ve tedaviler konusu ile ilgili geliştirilmesi gereken birçok alan mevcuttur. Sözkonusu alanlar için kriter sayısının arttırılması ve çeşitlendirilmesi uygulamanın performansının artmasında önemli derecede etkili olacaktır. Ayrıca bu kriterler için ağırlık tanımlanması yapılabilir. Kriterlere ağırlık tanımlama veya eşik değerlerini belirleme işlemlerini, bulanık mantık algoritmaları kullanarak sisteme yaptırılması söz konusu olabilir. Çalışma farkındalık oluşturması ve sonuçları bakımından önemli görülmektedir.

Kaynaklar

[1] Şahin, İ., "Uzman Sistem Kullanarak 2B'lu İzdüşümlerden Katı Model Oluşturma", Doktora Tezi, Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 2008.
[2] Nabiyev, V.V., "Yapay Zeka", Seçkin Yayıncılık, Ankara, 445, 2005.
[3] Calp, M.H., "Nesne Yönelimli Yazılım Testi ve Metrik Kümesi Değerlendiren Uzman Modülün Gerçekleştirilmesi", Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi, Bilişim Enstitüsü, Ankara, 2011.
[4] Allahverdi, N., "Uzman Sistemler: Bir Yapay Zeka Uygulaması", Atlas Yayıncılık, İstanbul, 16-20, 2002.
[5] Baykal, N., & Beyan, T. (2004). Bulanık mantık uzman sistemler ve denetleyiciler.
[6] P., S. (1982). Artificial Intelligence in Medicine, ed AAAS Selected Symposia Series,. http://groups.csail.mit.edu/medg/ftp/psz/AIM82/ch0.html 06.01.2017.
[7] Şahin, İ., Calp, M., & Akça, Ö. (2011). Kredibilite Notu Değerlendirmeye Yönelik Bir Uzman Sistem Yaklaşımı. Politeknik Dergisi, 79-83.
[8] Bozdemir, M., & Mendi, F. (2005). Yapay Zeka Destekli Sistematik Tasarım İçin Bilgi Yönetim Sistem Mimarisi. Gazi Üniversitesi Müh. Mim. Fak. Dergisi, Cilt2, No 2.
[9] Üstkan, S. (2007). Uzman Sitemler-Genel. Yönlendirilmiş Çalışma.

A FILM SUGGESTION SYSTEM DEVELOPED BY USING CLIPS

CLIPS KULLANARAK GELİŞTİRİLEN BİR FİLM TAVSİYE SİSTEMİ

Ali Karakaya[a], İsmail Şahin[b], M. Hanefi Calp[c,*] , Alper Altunçekiç[d]
[a]Bilişim Sistemleri, Bilişim Enstitüsü, Gazi Üniversitesi, Ankara, Türkiye, E-posta: alikrky@gmail.com
[b]Endüstriyel Tasarım Mühendisliği, Teknoloji Fakültesi, Gazi Üniversitesi, Ankara, Türkiye, E-posta: isahin@gazi.edu.tr
[c]Yönetim Bilişim Sistemleri, Bilişim Enstitüsü, Gazi Üniversitesi, Ankara, Türkiye, E-posta: mhcalp@gazi.edu.tr
[d] Uzaktan Eğitim Uygulama ve Araştırma Merkezi, Gazi Üniversitesi, Ankara, Türkiye, E-posta: altuncekic@gazi.edu.tr

Özet

Tavsiye sistemleri, bir kişinin herhangi bir konuda vereceği değerlendirme düzeyinin tespit edilmesini ve diğer konulardaki bu düzeylerin öngörülmesini hedeflemekte olup, birer bilgi filtreleme sistemleridir. Bu çalışmada, film ve sinema salonları ile ilgili kullanıcılardan alınan çeşitli girdi parametreleri ile mevcut film listesinden filmler tavsiye edebilen uzman bir sistem tasarlanmıştır. Tavsiye edilen filmler, sinemalarda gösterimde olan filmlerin yanısıra gösterimden kaldırılmış ve DVD olarak mevcut olan filmler de olabilmektedir. Gösterimde olan filmler için kullanıcıdan, sinema salonunun bulunduğu şehir ve filmin türü gibi parametreler alınırken; DVD türünde tavsiyeler için filmin türü, yayın yılı, oyuncular, yönetmenler ve yaş grubu gibi parametreler alınabilmektedir. Kullanıcıdan alınan girdi parametreleri kural kümesindeki kurallar ile kıyaslanmakta ve kural tabanlı uzman sistem tasarımında en çok kullanılan araçlardan birisi olan CLIPS sisteminden faydalanılarak sonuçlar elde edilmektedir. Sonuçlar, en çok tavsiye edilen filmden başlayarak sıralanmakta ve film ile ilgili diğer ayrıntılar kullanıcıya sunulmaktadır. Deney sonuçlarına göre, çalışmanın karar verme noktasında etkili olduğu görülmüştür.

Anahtar kelimeler: Film, CLIPS, Uzman sistem, Kural tabanı, Tavsiye sistemi

Abstract

Suggestion systems are aimed at determining the level of assessment that one person will give to any given topic and predicting those levels in other topics, and are information filtering systems. In this study, a expert system designed to recommend movies from the movie list and various input parameters from the users related to movie and movie theaters. Recommended films may be movies that have been removed from the show, as well as movies that are available on DVD. For movies that are on display, while taking parameters such as the user, the city where the movie theater is located, and for suggestions in the DVD type, parameters such as movie type, year of release, actors, directors and age group can be taken for the recommendations. The input parameters from the user are compared with the rules in the rule set and the results are obtained by using the CLIPS system which is one of the most used tools in rule based expert system design. The results are sorted starting from the most recommended movie and are presented to the user with further details about the movie. According to the results of the experiment, it was seen that the study was effective at the decision point.

Key words: Movie, CLIPS, Expert system, Rule base, Suggestion system

1. Giriş

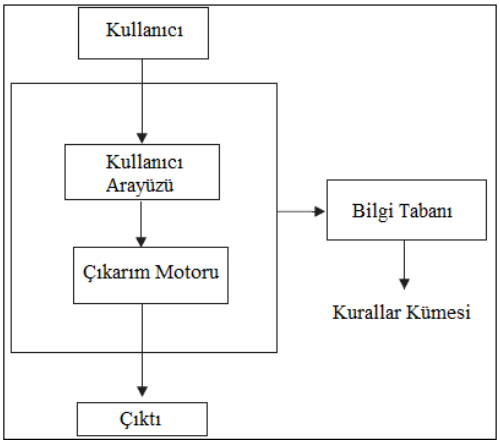
Tavsiye sistemleri, bir kullanıcının bir öğeye vereceği 'değerlendirme' ya da 'tercih' miktarının belirlenmesi ve diğer öğeler için bu miktarların öngörülmesini hedefleyen bilgi filtreleme sistemleridir [1,2]. Tavsiye sistemleri son yıllarda fazlaca yaygınlaşmış ve birçok farklı uygulamada kullanılmıştır. En popüler uygulamaları filmler, müzikler, haberler, kitaplar, bilimsel makaleler, arama sorguları, sosyal medya etiketleri ve genel anlamda ürünler üzerine yapılmıştır. Gelişen bilgi sistemleri, sosyal medyanın yaygınlaşması ve e-ticaret sitelerinin hayatımızda daha çok yer alması ile beraber kullanıcılar her konuda çok fazla bilgiye maruz kalmakta ve bu yoğun bilgi akışı arasında kendileri için özelleşmiş tavsiyelere ihtiyaç

duyabilmektedir. 2010 yılından itibaren dijital dünyada üretilen veri büyüklükleri incelendiğinde bu konuda ne kadar gelişme olduğu açıkça ortaya çıkmaktadır [3]. Bu çalışmada, CLIPS kullanılarak kullanıcıya film tavsiye edebilen bir uzman sistem geliştirilmiştir.

1.1. Uzman Sistemler

Uzman sistem, bir konuda uzman olan, birçok insanın yapabildiği muhakeme ve karar verme işlemlerini modelleyen bir yazılım sistemidir. Uzman sistemler, bilgi tabanlı bir karar destek sistemidir. Aynı zamanda, daha iyi karar vermeye yardım eden bir araçtır. Bir US programı, belli bir algoritmaya dayanmayan, kendi bilgi tabanı içerisinde, girilen veya önceden belli olan verilere göre arama yaparak bu veriye veya verilere uygun olan bilginin (kuralın) aktifleşmesini sağlayan ve bu aktifleşme sonucu yeni bir veri elde ederek aramaya devam eden bir sistem şeklinde çalışmaktadır [4-7].

İnsanlar nasıl zamanla yeni bilgiler edinip görüşlerini değiştirebilir ve olgunlaştırabilirse uzman sistemler de bilgi tabanını genişletebilir ve yeni durumlara hazır hale gelebilmelidir. Çeşitli alanlarda farklı uzman sistem tasarımları yapılabilmektedir. En çok kullanılan tasarım yöntemleri, kural tabanlı uzman sistemler, bulanık uzman sistemler, yapay sinir ağları ve genetik algoritma tabanlı uzman sistemlerdir [8]. Kural tabanlı uzman sistemler 4 temel parçadan oluşur [5,9-11]:



Şekil 1. Uzman sistemin genel yapısı

Kullanıcı Arayüzü

Kullanıcıların sistemi rahat olarak kullanabilmesi için sağlanan önyüz ekranları vasıtasıyla, çıkarım motoruna iletilecek girdi parametreleri alınabilir ve sonuçlar görüntülenebilir. Girdi parametreleri çıkarım motoruna iletilmeden önce çeşitli kontrollere tabi tutulabilir. Özetle, kullanıcı arayüzü kullanıcı ile program arasında iletişimi sağlar.

Bilgi Tabanı

Tüm bilgilerin yer aldığı ve çıkarım motorunun bu bilgiler üzerinde çalışarak sonuçlar ürettiği veri tabanlarıdır. Bilgi tabanı bir konuda bir veya birden çok uzmanın bilgilerinin bir araya getirilmesiyle oluşur. İyi bir bilgi bankası tasarımı, farklı kaynaklardan beslenecek şekilde uyumlu ve genişletebilir şekilde yapılmalıdır. Öğrenebilen sistemlerde bilgi tabanı, sistemin kendisi tarafından genişletilebilmektedir.

Kurallar Kümesi

Kuralların bir küme olarak topluca yer aldığı kısımdır. Uzman operatörler tarafından önceden belirlenerek sistemde bu kurallar tanımlanmalı ve güncellemeye uygun tasarlanmalıdır. Yapay zeka içeren uzman sistemler, kendi kural kümesine eklemeler yapabilir ve kuralları güncelleyebilir.

Çıkarım Motoru

Çıkarım mekanizması, kurallar tabanındaki kuralların kullanılarak anlamlı çıkarımların yapıldığı birimdir. Gelen girdiler ve kural kümesine bakarak, işlemleri yapan ve sonuçları arayüze gönderen motorlardır. Kuralları işleten, hem sonuçları hem de kuralları önceliklendiren, çeşitli kontrollerin yer aldığı kısımdır.

1.2. CLIPS

Üretim sistemlerine entegre olmuş C dilinin baş harfleri alınarak (C Language Integrated Production System) oluşturulan bu programlama dili, 1985 yılında NASA mühendisleri tarafından geliştirilmiş olup, 1990lı yılların ortalarından itibaren açık kaynak kodlu olarak tüm geliştiricilerin hizmetine sunulmuştur. CLIPS ilk dönemlerinde C programlama diline özel olarak tasarlanmış olsa da, farklı platformlara ve programlama dillerine özel kütüphaneler de geliştirilmiştir. Bu çalışmamızda Java programlama diline özel olarak geliştirilmiş CLIPS sürümü olan CLIPSJNI kütüphanesinden yararlanılmıştır. Bu kütüphane bir Java Archive (jar) dosyası ile CLIPS sistemine entegre olmaktadır [12].

CLIPSJNI Kullanımı

CLIPSJNI [13] kütüphanesinin kullanılabilmesi için ilk olarak *template* adı verilen tanım sınıflarının oluşturulması gerekmektedir. Tanım sınıfları oluşturulurken sınıf üyeleri net olarak belirlenmeli ve her bir üyenin tek bir değer mi yoksa birden çok değer mi tutacağı net olarak ifade edilmelidir.

```
(deftemplate MAIN::film
    (slot isim (default ?NONE))
    (slot yil)
    (multislot tur)
    (multislot oyuncular)
    (multislot yonetmen)
    (slot imdbPuan)
    (slot yasGrubu)
    (slot aciklama)
    (slot afisURL)
    (slot mod (type SYMBOL) (default DVD))
    (multislot sinemaSalonu))
```

Şekil 2. CLIPSJNI Template tanımı

Kural tabanı elemanları ve fonksiyonları bir dosya içinde belirtilmeli ve bunlar arasındaki ayrım net olmalıdır. Kurallar, sistemin karar verici en önemli parçasıdır ve sistemi uzman yapan en önemli etkendir.

```
(defrule MAIN::yila-gore-filtrele
    (ana-sorgu-parametre (parametre yil) (deger ?yil))
    (film (isim ?isim) (yil ?yil)) => (film-listele ?isim 1 yil))

(defrule MAIN::ture-gore-filtrele
    (ana-sorgu-parametre (parametre tur) (deger $? ?tur $?))
    (film (isim ?isim) (tur $? ?tur $?)) => (film-listele ?isim 1 tur))
```

Şekil 3. Kural Tabanı Örnekleri

Fonksiyonlar ise sonuçların listelenmesi, sonuçların sıralanması, girdilerin kontrol edilmesi gibi ana kurallar arasında yer almayan ve kuralların işletilmesine yardım eden parçalardır.

```
(deffunction MAIN::film-sirala (?m1 ?m2)
    (or (<  (fact-slot-value ?m1 sart)
            (fact-slot-value ?m2 sart))
        (and (= (fact-slot-value ?m1 sart)
                (fact-slot-value ?m2 sart))
             (<  (fact-slot-value ?m1 imdbPuan)
                 (fact-slot-value ?m2 imdbPuan)))))
```

Şekil 4. Yardımcı Fonksiyonlara Örnekler

CLIPSJNI kütüphanesinde, bilgi bankası *fact* adı verilen ve *template* sınıflarına uygun biçimde oluşturulmuş satırlardan oluşur. Bu satırlar, *template* sınıflarına uygun biçimden oluşturulmadığı durumlarda sistem hata vermektedir.

```
(deffacts MAIN::sinema-salonları-listesi
(sinema (sinemaSalonu "Başakşehir Merkez Kayaşehir") (sehir İSTANBUL))
(sinema (sinemaSalonu "Eyüp White Hill Cinestar") (sehir İSTANBUL))
(sinema (sinemaSalonu "Isparta Cinemarca Garden") (sehir ISPARTA))
(sinema (sinemaSalonu "Ankara Büyülü Fener Kızılay Sineması") (sehir ANKARA))
(sinema (sinemaSalonu "Isparta Prestige") (sehir ISPARTA))
(sinema (sinemaSalonu "İzmir Cinemaximum (Forum Bornova)") (sehir İZMİR))
(sinema (sinemaSalonu "İzmir Palmiye Avşar") (sehir İZMİR))
```

Şekil 5. Bilgi Bankası (Facts) Örnekleri

2. Önerilen Film Tavsiye Sistemi

Bu çalışmada, CLIPS kullanılarak kullanıcıya film tavsiye edebilen bir uzman sistem geliştirilmiştir. Geliştirilen sistem, kullanıcılara 2 tip tavsiyede bulunmaktadır. Gösterimde olmayan filmler için DVD modu ve gişesi devam eden filmler için ise Sinema modundan oluşan bu tavsiyelerde kullanıcılar için farklı girdi parametreleri yer almaktadır.

DVD modunda, filmin türü, gösterim yılı, oyuncular, yönetmenler ve hitap ettiği yaş grubuna göre filtrelemeler yer almaktadır. Birden çok girdi parametresi seçilmesi durumunda, en çok parametre ile eşleşen filmler tavsiye listesinde üstte yer almaktadır. Aynı miktarda parametre ile eşleşen filmler için, IMDB (Internet Movie Database) puanı yüksek olan filmler daha öncelikli olarak listelenmektedir.



Şekil 6. DVD modu filtreleme seçenekleri

Sinema modunda, filmin türü ve sinema salonunun yer aldığı şehre göre filtreleme seçenekleri mevcuttur. Kullanıcılar ister tek parametre ile isterlerse iki parametreyi de kullanarak tavsiye isteyebilirler. İki parametre ile eşleşen filmler tavsiye listesinde daha yukarıda yer almaktadır. Eşitlik durumunda yine IMDB puanına göre bir önceliklendirme mevcuttur.



Şekil 7. Sinema modu filtreleme seçenekleri



Şekil 8. Tavsiye edilen film örnekleri

Veri kümesi olarak, IMDB sisteminden alınan gerçek veriler kullanılmıştır. IMDB'nin sunduğu bir web servis aracılığıyla filmler ile ilgili pek çok bilgi çekilmiştir ve bilgi tabanı oluşturulmuştur. Aynı web servis ile, bilgi bankası güncel tutulacak şekilde tasarlanmıştır. Kural kümesi, CLIPS sisteminin özelliği olarak .clp uzantılı bir dosyada tutulmaktadır. Bu dosyaya vasıtasıyla, kural kümesine yeni kurallar eklenebilir veya mevcut kurallar güncellenebilir. Tavsiye sonuçları eşleşen kriter sayısına göre sıralanmaktadır eşleşme yüzdesine göre yeşil çizgilerle boyanmaktadır. Tavsiye edilen filmler seçildiğinde sol menüde eşleşme kriterleri ve film afişleri de dâhil olmak üzere film ile ilgili ayrıntılar geniş olarak listelenmektedir.

3. Sonuç ve Öneriler

Çalışmada, film ve sinema salonları ile ilgili kullanıcılardan alınan çeşitli girdi parametreleri ile mevcut film listesinden filmler tavsiye edebilen uzman bir sistem tasarlanmıştır. Sonuçlar incelendiğinde, özellikle sistem tarafından önerilen filmlerin; gösterimde, gösterimden kaldırılmış ve DVD olarak mevcut olan filmlerden oluşması çeşitliliği arttırmıştır. Dolayısıyla, film sayısı ve çeşitliliği bakımından tavsiye bekleyen kullanıcıların ihtiyaçlarını karşılar niteliktedir. Sonuçlar, en çok tavsiye edilen filmden başlayarak sıralanmakta ve film ile ilgili diğer ayrıntılar kullanıcıya sunulmaktadır. Bu noktada, uzman sistem çalışmalarında, geliştirilen sistemin üreteceği önerilerin etkili ve gerçeğe yakın olma gerekliliği sebebiyle kural tabanı mutlaka alanında uzman olan kişiler tarafından hazırlanmalıdır. Dolayısıyla, bu noktada etkili sonuçlar alınabilmesi için kural tabanının hassasiyetle hazırlanması gerekmektedir. Deney sonuçlarına göre, çalışmanın karar verme noktasında etkili olduğu görülmüştür.

Kaynaklar

[1] Ricci, F., Rokach, L., & Shapira, B. (2011). Introduction to recommender systems handbook (pp. 1-35). Springer US.
[2] Grossman, L. (2010). How Computers Know What We Want—Before We Do. TIME magazine, 27.
[3] Gantz, J., & Reinsel, D. (2012). The digital universe in 2020. IDC, December.
[4] Nabiyev V. V. 2012, Yapay Zeka, Seçkin Yayıncılık
[5] Şahin, İ., Calp, M. H., & Akça, Ö., (2011). Kredibilite Notu Değerlendirmeye Yönelik Bir Uzman Sistem Yaklaşımı. *Politeknik Dergisi*, *14*(1).
[6] Şahin, İ., "Uzman Sistem Kullanarak 2B'lu İzdüşümlerden Katı Model Oluşturma", *Doktora Tezi*, Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 2008.
[7] Calp, M.H., "Nesne Yönelimli Yazılım Testi ve Metrik Kümesi Değerlendiren Uzman Modülün Gerçekleştirilmesi", *Yüksek Lisans Tezi*, Gazi Üniversitesi, Bilişim Enstitüsü, Ankara, 2011.
[8] Leondes, Cornelius T. (2002). Expert systems: the technology of knowledge management and decision making for the 21st century. pp. 1–22.
[9] Hayes-Roth, F. (1985). Rule-based systems. Communications of the ACM, 28(9), 921-932.
[10] Başak, H., Şahin, İ., Gülen, M., "İnsansız hava aracı kazalarının önlenmesi için uzman sisteme dayalı risk yönetim modeli, Teknoloji, Cilt 11(3), 187-200, 2008.
[11] Erkalan, M., Calp, M. H., & Şahin, İ. (2012). Çoklu zekâ kuramından yararlanılarak meslek seçiminde kullanılacak bir uzman sistem tasarımı ve gerçekleştirilmesi. *International Journal Of Informatics Technologies*, *5*(2), 49-55.
[12] Web https://en.wikipedia.org/wiki/CLIPS
[13] Web https://www.csie.ntu.edu.tw/~sylee/courses/clips/clipsjn i.htm

AN EXPERT SYSTEM EVALUATING TUBITAK-TEYDEB PROJECT

TÜBİTAK –TEYDEB PROJE DEĞERLENDİREN BİR UZMAN SİSTEM

Burak Şişman[a], İsmail Şahin[b] , M. Hanefi Calp[c*], Alper Altunçekiç[d]
[a]Bilişim Sistemleri Anabilim Dalı, Bilişim Enstitüsü, Gazi Üniversitesi, Ankara, Türkiye, E-posta: buraksisman@gazi.edu.tr
[b]Endüstriyel Tasarım Mühendisliği, Teknoloji Fakültesi, Gazi Üniversitesi, Ankara, Türkiye, E-posta: isahin@gazi.edu.tr
[c]Yönetim Bilişim Sistemleri, Bilişim Enstitüsü, Gazi Üniversitesi, Ankara, Türkiye, E-posta: mhcalp@gazi.edu.tr
[d] Uzaktan Eğitim Uygulama ve Araştırma Merkezi, Gazi Üniversitesi, Ankara, Türkiye, E-posta: altuncekic@gazi.edu.tr

Özet

Ülkemizde firmaların araştırma, teknoloji geliştirme ve yenilik faaliyetlerinden oluşan projeler, TÜBİTAK Teknoloji ve Yenilik Destek Programları Başkanlığı (TEYDEB) tarafından değerlendirilerek desteklenmektedir. Projeler, konularında uzman hakemler tarafından firma ziyaretleri yapılarak değerlendirildikten sonra TÜBİTAK'a rapor edilmektedir. Değerlendirme raporları esas alınarak ve projeler ilgili teknoloji grubu yürütme komitesi tarafından değerlendirilerek nihai karar verilir. Bu çalışmada, proje için karar vermede esas alınan hakem değerlendirme raporlarına yönelik, mevcut değerlendirme sistemindeki problemleri azaltmak amacıyla hakem değerlendirmesinde yardımcı olacak bir uzman sistem tasarlanmıştır. Proje değerlendirmelerindeki puanlandırılan kriterler geliştirilen sistemin girişlerini oluşturmaktadır. Giriş kriterlerinin puanlandırılması sonucunda, sözkonusu puanlar kural tabanında yer alan kurallarla karşılaştırılarak projenin desteklenip desteklenmemesine yönelik bir öneri sunulmaktadır. Sonuç olarak, geliştirilen sistem mevcut proje değerlendirme sisteminde yer alan eksiklikleri ve zorlukları ortadan kaldırmaktadır.

Anahtar Kelimeler: TÜBİTAK, TEYDEB, Proje, Uzman sistemler, Veritabanı

Abstract

The projects consisting of research, technology development and innovation activities of the companies in our country are evaluated and supported by TÜBİTAK Technology and Innovation Support Programs Presidency (TEYDEB). Projects are reported to TUBITAK after they have been evaluated by expert referees on company visits. The final decision is based on the evaluation reports and the projects are evaluated by the executive committee of the relevant technology group. In this study, an expert system was designed for the referee evaluation reports based on decision for the project, which will help to evaluate the referee in order to reduce problems in the existing evaluation system. The scored criteria in the project evaluations constitute the entries of the developed system. As a result of scoring the entry criteria, the points are compared with the rules at the base of the rule and a proposal for supporting the project is provided. As a result, the developed system removes the shortcomings and difficulties inherent in the existing project evaluation system.

Key words: TUBITAK, TEYDEB, Project, Expert systems, Database

1. Giriş

Ülkemizde TÜBİTAK'ın temel işlevleri arasında yer alan endüstriyel araştırma ve teknoloji geliştirmek; yenilikleri desteklemek; özendirmek; izlemek ve üniversite-sanayi ilişkilerini geliştirmek için oluşturulan programlar ve planlanan faaliyetler Teknoloji ve Yenilik Destek Programları Başkanlığı (TEYDEB) tarafından yürütülmekte, desteklenmekte ve değerlendirilmektedir [1]. Değerlendirme süreci sonrasında hazırlanan raporlara göre olumlu veya olumsuz bir karar verilir. Bu çalışmada, mevcut değerlendirme sistemindeki problemleri azaltmak amacıyla hakem değerlendirmesinde yardımcı olacak bir uzman sistem tasarlanmıştır.

1.1. Uzman Sistemler

Uzman sistemler için literatürde birçok tanımlama bulunmaktadır. Uzman sistemler, bilgi tabanlı bir karar destek sistemidir. Aynı zamanda, daha iyi karar vermeye yardım eden bir araçtır. Başka bir tanıma göre uzman sistemler, belirli bir konuda uzman olan bir veya birçok insanın yapabildiği muhakeme ve karar verme işlemlerini modelleyen bir yazılım sistemidir. Bir uzman sistem programı, belli bir algoritmaya dayanmayan, kendi bilgi tabanı içerisinde, girilen veya önceden belli olan verilere göre arama yaparak bu veriye veya verilere uygun olan bilginin (kuralın) aktifleşmesini sağlayan ve bu aktifleşme sonucu yeni bir veri elde ederek aramaya devam eden bir sistem şeklinde çalışmaktadır [2-6].

1.2. Mevcut Değerlendirme Sistemi

Projeyi değerlendirmek üzere görevlendirilen hakemler, değerlendirmelerini destek programının Uygulama Esasları ve kendileriyle yapılan sözleşme çerçevesinde firmaların sundukları proje öneri dokümanını değerlendirme raporu ve kılavuzuna uygun olarak inceleyerek ve firmayı yerinde ziyaret ederek gerçekleştirmekte, raporunu PRODIS üzerindeki elektronik ortamda kılavuza uygun olarak hazırlayarak TÜBİTAK'a iletmektedirler.

Proje önerileri "İfade Bağlantılı Derecelendirme Ölçeği" yöntemi kullanılarak, aşağıda belirtilen üç boyuta göre değerlendirilmektedir:

I. Boyut: Endüstriyel Ar-Ge İçeriği, Teknoloji Düzeyi, Yenilikçi Yönü
II. Boyut: Proje Planının ve Kuruluş Altyapısının Proje İçin Uygunluğu
III. Boyut: Proje Çıktılarının Ekonomik Yarara ve Ulusal Kazanıma Dönüşebilirliği

Her bir boyut için "ÇOK İYİ", "İYİ" veya "İYİ DEĞİL/YETERSİZ" dereceleri kullanılmakta ve her bir derecenin altında yönlendirme amaçlı kriterler yer almaktadır. Örnek olarak Çizelge 1'de I. Boyut için "ÇOK İYİ" derecesinin altındaki kriterler gösterilmiştir.

Çizelge 19. I. Boyut için "Çok İyi" Derecesinde Yer Alan Kriterler

Çok İyi		
1	Günümüz teknoloji düzeyini ileri götüren bir projedir.	
2	Çalışma uluslararası bazda yenilik içermektedir.	
3	Proje sonuçları şartname, standart veya teknik regülasyonun geliştirilmesine yol açabilecek niteliktedir.	
4	Farklı teknoloji alanlarında yeni uygulamalara veya araştırma çalışmalarına yol açma potansiyeli vardır.	
5	Kendisinden yeni modellerin türetilebileceği temel bir ürün (firma için yeni bir ürün platformu) geliştirilmesi projesidir.	X
6	Proje çıktısının tasarımı ve geliştirilmesi için gereken teknoloji proje sonunda ülkemize kazandırılarak teknolojik dışa bağımlılık azalmakta veya kalkmaktadır.	X

Bu kriterlerin ağırlığı; teknoloji alanı, firmanın büyüklüğü, daha önce benzer ya da ilişkili projeler sunulmuş olması gibi etkenlere bağlı olarak projeden projeye değişebilmektedir. Hakem her boyut için, "ÇOK İYİ", "İYİ" veya "İYİ DEĞİL/YETERSİZ dereceleri altındaki kriterlerden uygun bulduklarını işaretler ve bu kriterlerden yola çıkarak, her boyut için nihai değerlendirmelerini yansıtan dereceyi işaretler. Gerekçe/Açıklama kısmında ise işaretlenmiş olan kriterlerin gerekçelerin belirtilmesi ve ilgili boyut ile ilgili nihai değerlendirmenin açıklanması beklenmektedir [7].

Mevcut proje değerlendirme raporlarında, I. Boyut için tüm dereceleri kapsayan toplam 23 kriter, II. Boyut için 30 kriter ve III. Boyut için toplam 29 kriter işaretlenebilmektedir. Projeler komite toplantısında

değerlendirilirken bu 88 kriterden ziyade, Şekil 2'de gösterilen boyut değerlendirme dereceleri ve açıklama kısımları dikkate alınmaktadır.

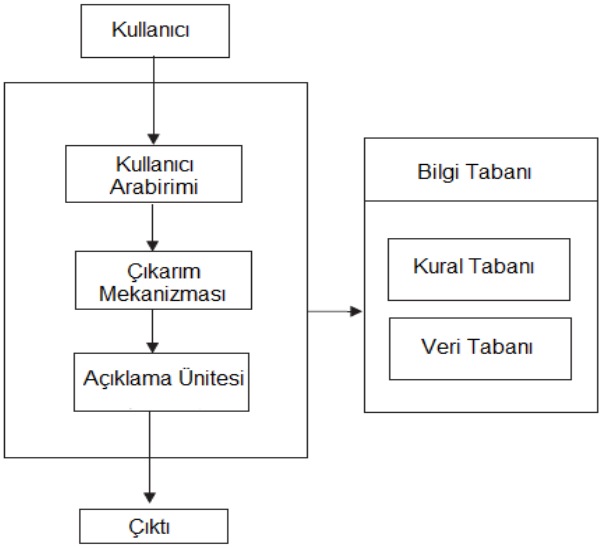
Çizelge 2. Proje Değerlendirmesi Boyut Tablosu (Komite Toplantısı)

Hakem İsmi	**Boyut**	**Boyut**	**Boyut**
Hakem	Çok İyi	Çok İyi	Çok İyi
Hakem	İyi	İyi Değil/Yetersiz	İyi
Hakem	İyi Değil/Yetersiz	İyi Değil/Yetersiz	İyi

Komite toplantılarında sıkça karşılaşılan problemlerin başında hakemlerin boyutlara vermiş olduğu dereceler ile açıklamaların uyumsuz olması gelmektedir. TEYDEB süreçlerinde değerlendirmeler kişiye bağlı olduğu için farklı durumlarla karşılaşılmaktadır. Örneğin, daha sakin mizaçta, notu bol bir hakemin proje değerlendirmesinde birçok olumsuz kriter işaretlenmiş olmasına rağmen, açıklamalar daha hafifletilmiş ve boyut derecesi de "İYİ" işaretlenmiş olabilmektedir. Bir başka durum olarak, rapor performansı düşük olan bir hakem olumlu/olumsuz birçok kriter işaretlemiş olmasına rağmen, açıklama kısmında istenilen noktalara değinmemiş olabilmektedir. Bu durumlarda komite toplantılarında proje ile ilgili kararların verilmesi çok zorlaşmaktadır. Bu problemleri aşmak için proje değerlendirmelerine hakemleri yönlendirecek şekilde bir uzman sistem bu çalışma çerçevesinde hedeflenmiştir.

2. Önerilen Uzman Sistem

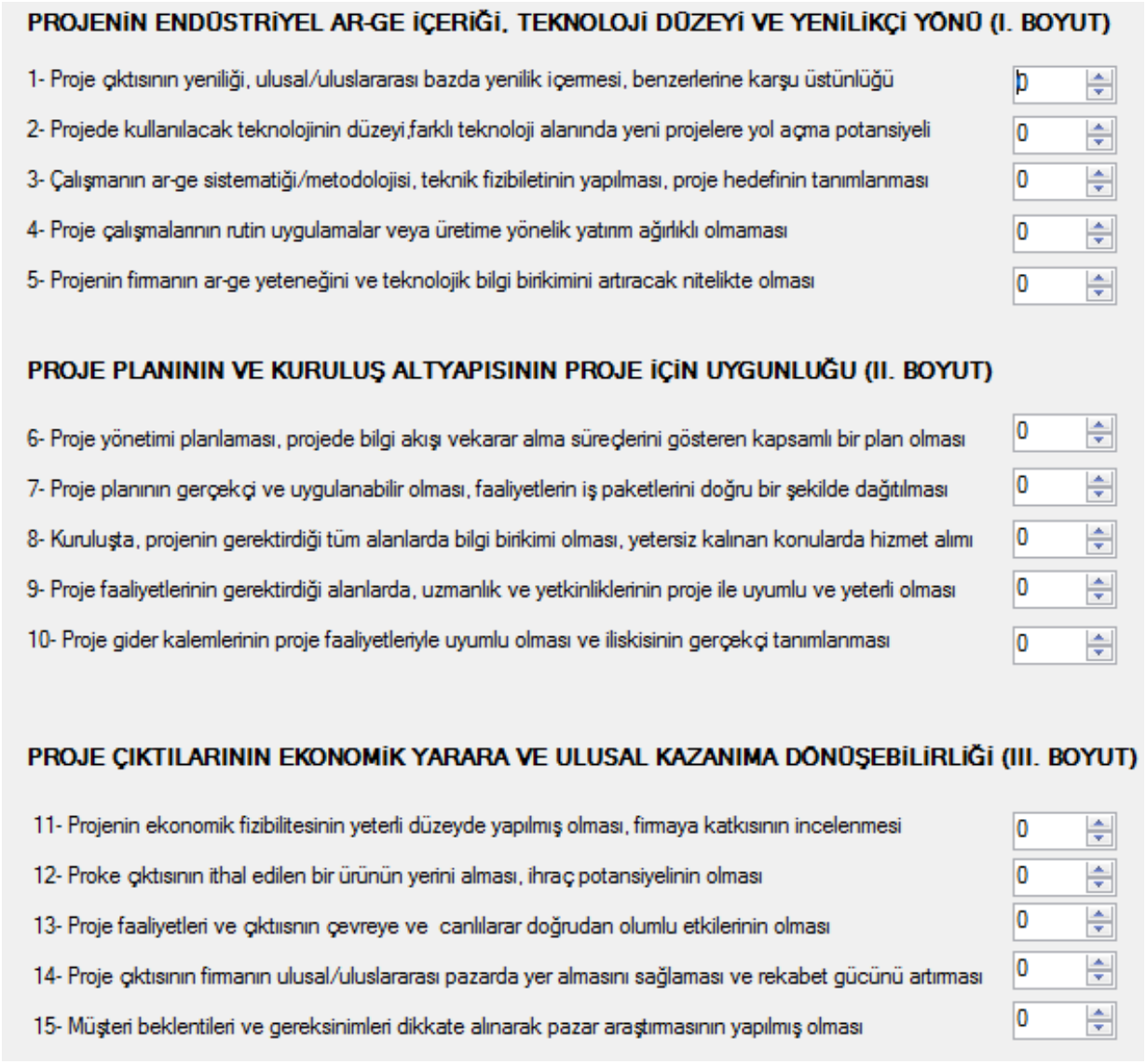
Mevcut değerlendirme sistemindeki problemleri azaltmak amacıyla hakemlere yönelik olarak bir uzman sistem tasarlanmıştır. Tasarlanan sistemin yapısı genel yapısı Şekil 1'de verilmiştir.



Şekil 1. Geliştirilen uzman sistemin genel yapısı

2.1. Kullanıcı Arabirimi

Kullanıcı arabirimi, kullanıcı ile program arasında iletişimi sağlar. Kullanıcı ara birimi aracılığı ile uzman sistemin bilgi tabanını kontrol etme, kural ekleme ve çıkarma gibi işlemler gerçekleştirilir. Kullanıcılar, kullanıcı arabirimi kullanarak sisteme giriş yaparlar [8]. Önerilen sistemde, hakem raporlarındaki kriter sayıları azaltılmış ve her bir boyut için 5 adet kriter belirlenmiştir. Bu kriterlere 0-5 arasında puan verilerek ilgili boyutun toplam puanı hesaplanmaktadır.



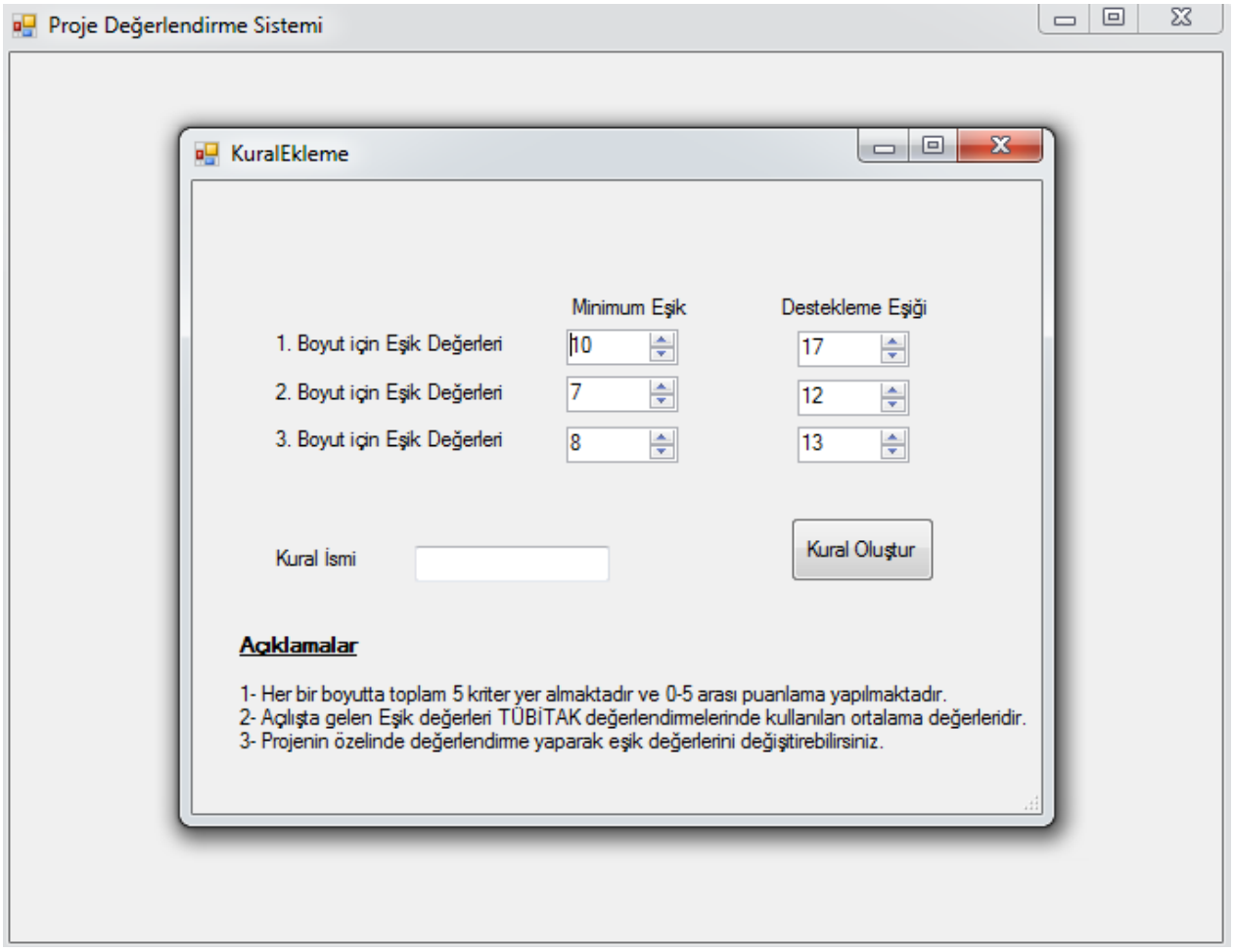
Şekil 2. Kriterlerin Puanlandırılması

Kriterlerin puanlandırılması tamamlandıktan sonra her boyut için toplam puan hesaplanmaktadır. Bu puanlar kural tabanında yer alan eşik değerleri ile kıyaslanarak projenin desteklenip desteklenmemesine ve desteklenecekse hangi boyutlarda açıklamaların detaylı yazılması gerektiği önerilmektedir.

2.2. Bilgi Tabanı

Bilgi tabanı, bir konuda bir veya birden çok uzmanın bilgilerinin bir araya getirilmesiyle oluşur. Bilgi tabanı, veri tabanı ve kural tabanı olmak üzere iki bileşeni içermektedir [8,9].

Çalışmada veritabanı, MSSQL programından yararlanılmıştır. Kural tabanında ise, eşik değerleri Şekil 3'te gösterildiği üzere her boyut için minimum eşik değeri ve destekleme eşik değeri olarak tanımlanmaktadır. TEYDEB projelerinde üç boyut eşit ağırlık taşımadığı için, her boyut için farklı eşik değeri belirlenmektedir. Projenin ekonomik getirisi güçlü olsa dahi ar-ge içeriğinin yetersiz olması durumunda proje desteklenmemektedir. Sistemi kullanacak olan hakem proje özelinde yapacağı değerlendirme neticesinde, eşik değerlerini değiştirebilmektedir.

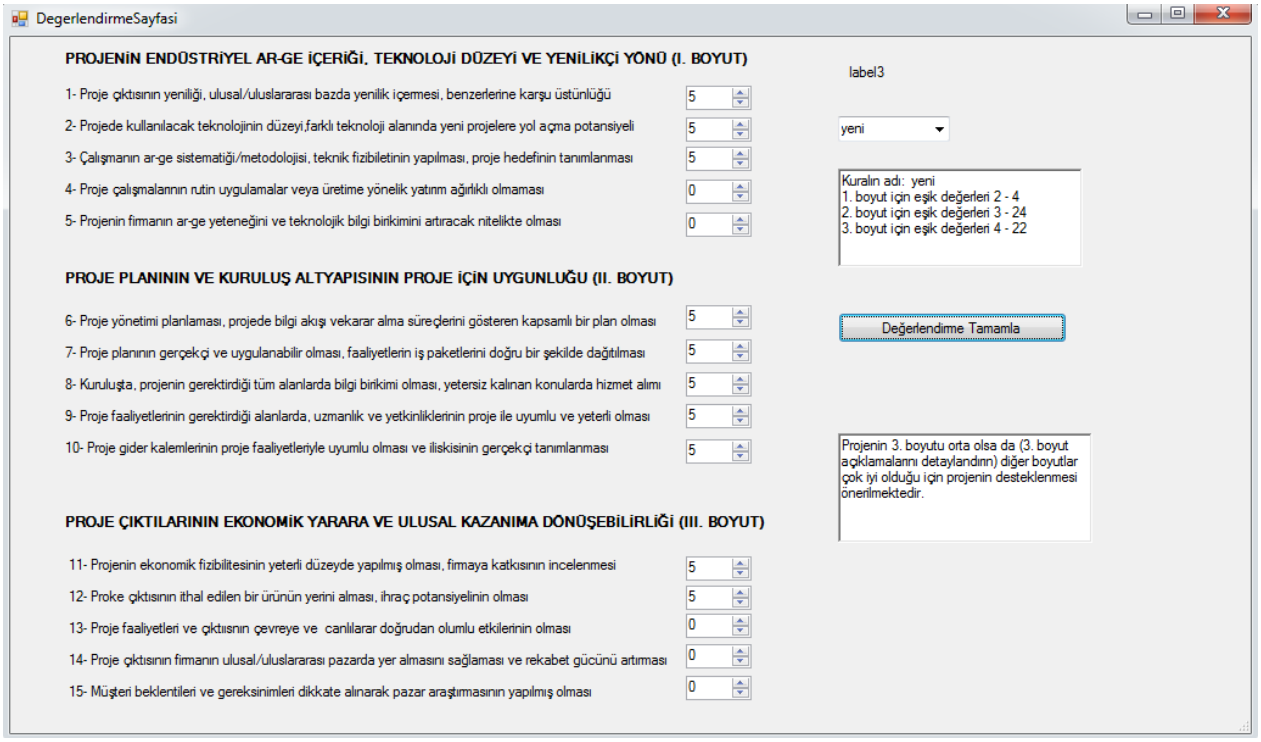


Şekil 3. Kural Ekleme Sayfası

2.3. Çıkarım Mekanizması ve Açıklama Ünitesi

Çıkarım mekanizmasında eşik değerleri ile kriterlerden gelen toplam puanlar kıyaslanmaktadır. Çıkarım mekanizmasındaki koşullar şu şekilde sıralanmıştır:

- Herhangi bir boyut puanı, minimum eşik değerini aşamıyorsa projenin desteklenmemesi ve bu boyut için detaylı açıklama yazılması hakeme önerilmektedir.
- Tüm boyutlar destek eşik değerini aşıyorsa, projenin desteklenmesi ve daha sade açıklama yazılması hakeme önerilmektedir.
- Üç boyuttan iki tanesinin destek eşik değerini aşması, diğerin boyutun minimum eşik ile destek eşiği arasında kalması durumunda, projenin desteklenmesi ve ortada olan boyut ile ilgili detaylı açıklama yazılması hakeme önerilmektedir.
- Üç boyuttan bir tanesinin destek eşik değerini aşması, diğer iki boyutun minimum eşik ile destek eşiği arasında kalması veya tüm boyutların eşikler arasında kalması durumunda, projenin desteklenip desteklenmemesine yönelik hakeme herhangi bir yönlendirme yapılmamakta, sadece ortada olan boyutlar ile ilgili detaylı açıklama yazılması önerilmektedir.



Şekil 4. Değerlendirme Sayfası

3. Sonuç ve Öneriler

Proje kapsamında hakemlere yönelik, proje değerlendirmesine yardımcı olacak bir uzman sistemi tasarlanmıştır. Hakem raporlarında kriterlerin puanlandırılması sonucunda projenin desteklenip desteklenmemesine yönelik hakeme öneri gelmektedir. Ayrıca kritik aralıklarda kalan boyutlar için detaylı açıklama yazılmasına yönlendirilmektedir. Bu sayede, komite toplantılarında projelerin değerlendirilmesinde daha sonuca yönelik hakem raporları esas alınacaktır.

Proje ile ilgili geliştirilmesi gereken birçok nokta bulunmaktadır. Boyutlar için kriter sayısının arttırılması gerekmektedir. Ayrıca bu kriterler için ağırlık tanımlanması yapılabilir. Kriterlere ağırlık tanımlama veya eşik değerlerini belirleme işlemlerini, bulanık mantık algoritmaları kullanarak sisteme yaptırılması söz konusu olabilir. Değerlendirilecek projenin bütçesi, sunan kuruluşun büyüklüğü, kuruluşun önceki projeleri, projenin sunulduğu teknolojik alanı… vs. bilgileri ile geçmiş proje bilgileri çeşitli algoritmalar ile değerlendirilerek eşik değeri otomatik olarak belirlenebilir. Deney sonuçları, uygulama performansının yüksek olduğunu ortaya koymuştur.

Kaynaklar

[1] İnternet: Teknoloji ve Yenilik Destek Programları Başkanlığı (TEYDEB), https://eteydeb.tubitak.gov.tr/teydebanasayfa.htm
[2] Erkalan, M., Calp, M. H., & Şahin, İ. (2012). Çoklu zekâ kuramından yararlanılarak meslek seçiminde kullanılacak bir uzman sistem tasarımı ve gerçekleştirilmesi. *International Journal Of Informatics Technologies*, *5*(2), 49-55.
[3] İ., Şahin, "Uzman Sistem Kullanarak 2B'lu İzdüşümlerden Katı Model Oluşturma", *Doktora Tezi*, Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 2008.
[4] V.V., Nabiyev, Yapay Zeka, *Seçkin Yayıncılık*, Ankara, 445, 2005.
[5] M.H., Calp, "Nesne Yönelimli Yazılım Testi ve Metrik Kümesi Değerlendiren Uzman Modülün Gerçekleştirilmesi", *Yüksek Lisans Tezi*, Gazi Üniversitesi, Bilişim Enstitüsü, Ankara, 2011.
[6] N., Allahverdi, Uzman Sistemler: Bir Yapay Zeka Uygulaması, Atlas Yayıncılık, İstanbul, 16-20, 2002.

[7] İnternet: Proje Öneri Değerlendirme Raporu Hazırlama Kılavuzu, 2013, www.tubitak.gov.tr/sites/default/files/agy205_kilavuz_060613_0.pdf .
[8] İ., Şahin, M.H., Calp, Ö., Akça, "Kredibilite Notu Değerlendirmeye Yönelik Bir Uzman Sistem Yaklaşımı", Politeknik Dergisi , Cilt:14 Sayı: 1 s. 79-83, 2011.
[9] H., Başak, İ., Şahin, M., Gülen, "İnsansız hava aracı kazalarının önlenmesi için uzman sisteme dayalı risk yönetim modeli, Teknoloji, Cilt 11(3), 187-200, 2008.

AN EXAMINATION OF DISTANCE EDUCATION TRENDS IN TERMS OF EDUCATIONAL PROGRAMS IN TURKEY

TÜRKİYE'DE UZAKTAN EĞİTİMDEKİ YÖNELİMLERİN EĞİTİM PROGRAMLARI AÇISINDAN İNCELENMESİ

Metin İskenderoğlu[a], Fatih Erdoğdu[b]
[a]Karadeniz Teknik Üniversitesi, Bilgisayar ve Öğretim Teknolojileri Eğitimi Bölümü, Trabzon, Türkiye, miskenderoglu@ktu.edu.tr
[b]Karadeniz Teknik Üniversitesi, Bilgisayar ve Öğretim Teknolojileri Eğitimi Bölümü, Trabzon, Türkiye, ferdogdu@ktu.edu.tr

Özet

Teknolojinin gelişmesi ile birlikte eğitim-öğretim süreçleri ve uygulamalarında da bir takım dönüşümler meydana gelmiştir. Bunların en açık örneği ise internet ve bilgisayar teknolojilerin yaygın kullanımıyla birlikte uzaktan eğitimin yaygınlaşmasıdır. Bu çalışmada amaç Türkiye genelindeki Uzaktan Eğitim Uygulama ve Araştırma Merkezlerinde açılan eğitim programlarının yönelimini belirleyip bir rapor oluşturmaktadır. Araştırma kapsamında 117 üniversite incelenmiş ve bunlardan uzaktan eğitim merkezine sahip olanların hangi programları yürüttüğü detaylı olarak analiz edilmiştir. Analiz sonuçlarında Türkiye'de bulunan üniversitelerin %60'ında (n=71) Uzaktan Eğitim Uygulama ve Araştırma Merkezi mevcuttur. Bu merkezlerin ise 31'inde yüksek lisans programları mevcut iken 15'inde sadece ortak dersler ve sertifika programları yürütülmektedir. Ayrıca sonuçlar detaylandırıldığında daha çok sosyal bilimler alanında programların yürütüldüğü ve ikinci olarak da fen bilimleri alanında programların yürütüldüğü görülmektedir. Bu merkezlerin açıldığı tarihler incelendiğinde ortak dersler ile yürütüldüğü görülmekte ve sonrasında sosyal alanlar ve mühendislik alanlarına doğru bir yönelim olduğu dikkati çekmektedir. Çalışmanın sonuçları doğrultusunda araştırmacılara bir takım öneriler sunulmuştur.

Anahtar Kelimeler: Uzaktan eğitim, Çevrimiçi öğrenme, Eğitim programları

Abstract

With the development of the technology, some radical changings have taken place in educational processes and practices. The most obvious example of these is the widespread use of internet and computer technologies and the spread of distance education. The purpose of this study is to determine the trends of the education programs in the Distance Education Application and Research Centers in Turkey and to create a report. In the scope of the research, 117 universities have been analyzed and the programs that are conducted by distance education centers have been analyzed in detail. In the analysis results, 60% of the universities in Turkey (n = 71) have Distance Education Application and Research Center. While there are 31 graduate programs in these centers, only 15 common courses and certificate programs are offered. Moreover, when the results are elaborated, it is seen that the programs in the social sciences field are mostly carried out and the second is the programs in the science field. When the dates of these centers are examined, it is observed that they are conducted with common courses and it is noteworthy that they are oriented towards social areas and engineering fields afterwards. A number of suggestions have been presented to the researchers in the direction of the results of the study.

Keywords: Distance education, Online learning, Educational programs

1. Giriş

Teknolojinin gelişmesi ve yaygınlaşması ile birlikte günlük hayatta yaşanan değişimlerin yanı sıra eğitim-öğretim süreçlerinde de dönüşümler meydana geldiği görülmektedir. Bu durumun en net örneği internet ve bilgisayar teknolojilerinin gelişmesi ile birlikte uzaktan eğitimin yaygınlaşmasıdır. İnternet, mobil teknoloji ve bilgisayar teknolojisi ile seyahat esnasında bile bilgiye erişim ve kişilerarası etkileşim kolaylıkla

sağlanmaktadır. Yaşanan bu gelişmeler ışığında ülkemizde üniversiteler bünyesinde Uzaktan Eğitim Uygulama ve Araştırma Merkezleri kurulmuştur. Kurulan ve hala devam eden bu merkezler aracılığı ile eğitim-öğretim süreçleri devam ettirilmektedir.

90'lı yıllarda Türkiye'de yaygınlaşmaya başlayan bilgisayar ve internet teknolojileriyle birlikte uzaktan eğitim kavramının doğduğu bilinmektedir. Uzaktan eğitim kavramı çevrimiçi öğrenme, web tabanlı öğrenme, internet temelli öğrenme vb. gibi kavramlar için çerçeve niteliğindedir (Keegan, 1996). Uzaktan eğitimin yaygınlaşmasının nedenleri arasında ülkelerin ihtiyaçları doğrultusunda kurumsal nedenler gösterilmekte olup bu nedenler sırası ile erişimi yaygınlaştırma, öğrencilere esneklik sağlama, maliyetleri düşürme, farklı pazarlara ulaşma ve yeni teknolojileri ve yöntemleri uyarlama olarak ifade edilmektedir (Oblinger, 2000; Cavanaugh, 2001). Bu nedenler düşünüldüğünde uzaktan eğitimin en önemli avantajlarından biri, öğrencileri fiziksel olarak bir mekâna toplamadan daha az maliyetle ve esneklikle eğitim-öğretim süreçlerini devam ettirebilmesi olarak görülmektedir.

Uzaktan eğitim farklı tanımlara sahip olmakla birlikte sıklıkla kabul gören tanımı öğrencilerin fiziksel olarak bir arada olmadığı, öğrenci-öğrenci, öğrenci-kaynak, öğrenci-öğretmen etkileşimin teknolojiler aracılığı ile gerçekleştiği kurum merkezli formal eğitim olarak tanımlanmaktadır (Simonson, Smaldino, Albright & Zvacek, 2006). Ayrıca, uzaktan eğitim disiplinlerarası bir bilim dalı olarak da kabul edilmektedir (Özkul & Aydın, 2013). Fakat ülkemizde yaygın olarak uzaktan eğitim, üniversite bünyesinde devam ettirildiği bilinmekle birlikte ayrı bir bilim dalı olarak değil bir öğretim şekli olarak uygulandığı dikkatleri çekmektedir. Dünya genelinde uzaktan eğitime yönelik ilginin ve uygulamanın arttığı görülmekte fakat ülkemizde de yaygınlaşmasına rağmen uzaktan eğitime yönelik ortak bir anlayışın ya da modelin gelişmediği ileri sürülmektedir (Özkul & Aydın, 2013). Ortak bir anlayışın sergilenememesine rağmen günümüzde üniversiteler bünyesinde sertifika ve kurslar, tezsiz yüksek lisans, ön lisans ve lisans tamamlama programları ve örgün öğrencilere yönelik olarak verilen ortak dersler (Atatürk İlke ve İnkılapları, Türk Dili ve Edebiyatı) yürütülmektedir. Bu programların yürütülmesinde Uzaktan Eğitim Uygulama ve Araştırma Merkez'lerinin rolü teknik olarak altyapı imkânı sunmak ve eğitim-öğretimin sağlıklı şekilde yürütülmesini sağlamaktır. Bu destek, e-içerik tasarımı, öğreten ve öğrencilere oryantasyon eğitimi verme, uzaktan eğitime yönelik araştırmalar yapmak vb. olarak düşünülebilmektedir.

Uzaktan eğitimin istenilen kalitede yürütülmesi için öğrenci-öğrenci, öğrenci-öğretmen ve öğrenci-kaynak etkileşiminin kolaylıkla sağlanabilmesi gerekmektedir (Al & Madran, 2004). Ayrıca organizasyonun yapısına ve kurumun ihtiyaçları dikkate alınarak eğitim verilecek olan hedef kitleye ve içeriği uygun öğrenme yönetim sistemleri kullanılmalıdır (Özarslan, 2008). Kaliteli bir uzaktan eğitimin yürütülmesi bir takım avantajları da beraberinde getirmektedir. Geniş bir hedef kitlesine ulaşabilme, uzak bölgelerdeki uzmanlara ulaşabilme, farklı sebeplerden dolayı okula gelme imkânı olmayan öğrencilere eğitim verebilme ve kişilere istediği hız ve yöntemle öğrenme sağlama gibi avantajları mevcuttur (Şen, Atasoy &Aydın, 2010). Bunlara ek olarak ülkemizdeki öğrenci sayısının fazla oluşu ve her öğrencinin ekonomik sebeplerden dolayı eğitim amaçlı uygun bir okula gidememesi gibi sorunlar göz önüne alındığında uzaktan eğitimin fırsat eşitliği yaratabilecek bir potansiyele sahip olduğu anlaşılmaktadır (Şen, Atasoy &Aydın, 2010). Bu potansiyele sahip olan uzaktan eğitimin Türkiye genelinde ne derece yaygın olduğu ve hangi programların yaygın olarak yürütüldüğü sorusu önem kazanmaktadır. Bu nedenle çalışmadaki amaç Türkiye genelindeki Uzaktan Eğitim Uygulama ve Araştırma Merkezlerinde açılan eğitim programlarının yönelimini belirleyip bir rapor oluşturmaktadır. Bu amaç doğrultusunda aşağıdaki sorulara cevap aranmıştır:

Uzaktan Eğitim Uygulama ve Araştırma Merkezleri bünyesinde;

1. Çeşitli programları yürüten üniversite sayıları nedir?
2. Lisansüstü program türlerinin sayıları ve eğilimleri nasıl değişmektedir?

2. Yöntem

Araştırma kapsamında Türkiye genelinde 117 üniversitenin uzaktan eğitim merkezlerine sahip olup olmadıkları web sayfaları detaylı olarak incelenerek ortaya konulmuştur. Bu doğrultuda üniversitelerin Uzaktan Eğitim Uygulama ve Araştırma Merkezlerinin web sayfalarında yer alan menüler yürütülen program türlerine göre incelenmiştir. Bu inceleme süreci iki ayrı araştırmacı tarafından yapılarak yürütülmüştür. İnceleme kapsamında bir tablo oluşturulmuş ve bu tablo içerisine üniversitelere göre uzaktan eğitim merkezlerinin var olup olmadığı, var ise hangi program türlerinin yürütüldüğü bilgisi girilmiştir. Fakat araştırmaya açıköğretim dâhil edilmemiş çünkü ülkemizde açıköğretim, uzaktan eğitim gibi merkezler aracılığı ile değil ayrı bir fakülte olarak yürütülmektedir.

3. Bulgular

3.1. Birinci Alt Probleme İlişkin Bulgular

Araştırma kapsamında, Türkiye genelinde üniversitelerin uzaktan eğitim merkezlerine sahip olma durumları ve program türlerine göre dağılımları incelenmiştir. İnceleme sonucunda ulaşılan dağılım bilgileri Çizelge 1'de gösterilmiştir.

Çizelge 1. Üniversitelerin UZEM Bünyesinde Yürüttüğü Programların Genel Dağılımı

	f
İncelenen Üniversite Sayısı	117
Uzaktan Eğitim Merkezi Olan Üniversite Sayısı	71
UZEM Bünyesinde YL Programı olan Üniversite Sayısı	31
Sadece Ortak Dersler, Sertifika vb. Yürüten UZEM Sayısı	15

Çizelge 1 incelendiğinde Türkiye'deki üniversitelerin (n=117) sadece %60,6'sında uzaktan eğitim merkezinin mevcut olduğu dikkatleri çekmektedir. Ayrıca uzaktan eğitim merkezi bünyesinde en çok lisansüstü programların yürütüldüğü de diğer dikkati çeken bir bulgudur (n=31). Bu durum yetişkinlerin uzaktan eğitimi sağladığı avantajlardan dolayı daha çok tercih ettikleri ve bu talebe uygun olarak lisansüstü programların yürütüldüğü düşünülebilir. Son olarak ise 117 üniversitenin 25'inde herhangi bir program aktif olarak yürütülmemesine rağmen resmi olarak uzaktan eğitim merkezi bulunmaktadır.

3.2. İkinci Alt Probleme İlişkin Bulgular

Uzaktan Eğitim Uygulama ve Araştırma Merkezleri bünyesinde yürütülen lisansüstü programları enstitü temelinde daha detaylı incelenmiş ve türlerine göre dağılımları ortaya konulmuştur. Türkiye genelinde uzaktan öğretim programlarına sahip olan enstitü sayıları ve dağılımları Çizelge 2'de gösterilmiştir.

Çizelge 2. UZEM bünyesine YL Programına Sahip Enstitü Sayısı

Enstitüler	**f**
Sosyal Bilimler Enstitüsü	19
Fen Bilimleri Enstitüsü	10
Eğitim Bilimleri Enstitüsü	8
Sağlık Bilimleri Enstitüsü	5
Diğer	2
Toplam	**44**

Çizelge 2 incelendiğinde uzaktan eğitim aracılığı ile eğitim-öğretim süreçlerinin en fazla sosyal bilimler alanında yürütüldüğü görülmektedir. Ayrıca enstitüler kapsamında yüksek lisans programlarının dağılımı ve sayıları da ortaya konulmuştur. Toplamda 19 UZEM'in Sosyal Bilimler Enstitüsü kapsamında yükseklisans

programları mevcuttur. Bu 19 UZEM bünyesinde toplamda sosyal bilimler alanında 49 yükseklisans programı vardır. Çizelge 3'te bu programlar gösterilmiştir.

Çizelge 3. Sosyal Bilimler Enstitüsü YL Programı Dağılımı

Program Adı	**f**
İşletme	13
Kamu Yönetimi	5
İktisat	4
Pazarlama	2
Maliye	2
Yönetim Bilişim Sistemleri	2
Finans Ekonomisi	2
Gazetecilik	1
İnsan İlişkileri	1
Güvenlik Adli Bilimler	1
İnternet ve Bilişim Teknolojileri Yönetimi	1
Sağlık Yönetimi	1
Yöneticiler İçin İşletme	1
Yönetim ve Organizasyon	1
İşletme ve Teknoloji Yönetimi	1
Kalite Yönetimi	1
Lojistik Yönetimi	1
Sağlık Kurumları İşletmeciliği	1
Dış Ticaret ve Kambiyo	1
Türkiye Finansal Raporlarma Standartları ve Bağımsız Denetim Uzmanlığı	1
Yerel Yönetimler	1
Türkiye Cumhuriyeti Tarihi	1
Mahalli idareler ve Şehircilik	1
Toplumsal Yapı ve Sosyal Değişim Analizleri	1
Turizm İşletmeciliği	1
Uluslararası İlişkiler ve Avrupa Birliği	1
Toplam	**49**

Çizelge 3 incelendiğinde sosyal bilimler alanında sırasıyla İşletme, Kamu ve İktisat yükseklisans programlarının en fazla yürütüldüğü dikkat çekmektedir. Ayrıca Çizelge 3 sosyal bilimler alanında çeşit açısından farklı türde programların fazla olduğunu da göstermektedir. Bu bulguların yanı sıra toplamda 10 UZEM'in Fen Bilimleri Enstitüsü kapsamında yükseklisans programları mevcuttur. Bu 10 UZEM bünyesinde toplamda fen bilimleri alanda 15 yükseklisans programı vardır. Çizelge 4'te bu programlar gösterilmiştir.

Çizelge 4. Fen Bilimleri Enstitüsü YL Programı Dağılımı

Program Adı	**f**
Mühendislik Yönetimi	3
İSG	3
Bilgisayar ve Bilişim Sistemleri	2
Taşınmaz Değerleme ve Geliştirme	2
İnternet ve Bilişim Teknolojileri Yönetimi	1
Enformatik	1
Matematik	1
Bilişim Teknolojileri	1
Kalite Yönetimi	1
Toplam	**15**

Çizelge 4 incelendiğinde en fazla YL programının sırasıyla Mühendislik Yönetimi, İş Sağlığı ve Güvenliği ve Bilgisayar ve Bilişim Sistemleri programlarına ait olduğu bulgusuna ulaşılmıştır. Bunlara ek olarak toplamda 8 UZEM'in Eğitim Bilimleri Enstitüsü kapsamında yüksek lisans programları mevcuttur. Bu 8 UZEM bünyesinde toplamda eğitim bilimleri alanda 13 yüksek lisans programı vardır. Çizelge 5'te bu programlar gösterilmiştir.

Çizelge 5. Eğitim Bilimleri Enstitüsü YL Programı Dağılımı

Program Adı	**f**
EYTEPE	5
Eğitim Programları ve Öğretim	3
Sınıf Öğretmenliği	2
Eğitim Teknolojileri	1
Kariyer Psikolojik Danışmanlığı	1
Önleyici Rehberlik	1
Toplam	**13**

Çizelge 5 dikkatle incelendiğinde eğitim bilimleri alanında en fazla tercih edilen programlar sırası ile EYTEPE (Eğitim Yönetim, Teftişi, Planlaması ve Ekonomisi), Eğitim Programları ve Öğretim ve Sınıf Öğretmenliği olarak ortaya çıkmıştır.

Genel olarak bulgular incelendiğinde uzaktan eğitim merkezleri aracılığı ile daha çok sosyal bilimler alanındaki programların yürütüldüğü dikkat çekmektedir. Bu alan içerisinde en çok tercih edilen program ise İşletme YL programıdır. İkinci olarak tercih edilen alan ise fen bilimleri alanıdır. Uzaktan eğitim aracılığı ile yürütülen bu alanda en fazla tercih edilen program mühendislik yönetimidir. Son olarak ise eğitim bilimleri alanında uzaktan eğitim yaygın görülmektedir. Bu alanda ise EYTEPE programı ilk olarak tercih edilmektedir.

4. Sonuç ve Öneriler

Araştırma kapsamında Türkiye genelinde üniversite bünyesindeki Uzaktan Eğitim Uygulama ve Araştırma Merkezleri sunmuş oldukları program hizmeti türü açısından incelenmiştir. Bu inceleme sonucunda uzaktan eğitim aracılığı ile en çok sosyal bilimler alanında yüksek lisans programları yürütüldüğü sonucuna ulaşılmıştır. Bu alan içerisinde ise en çok tercih edilen YL programın İşletme olduğu da bir diğer sonuç olarak dikkatleri çekmektedir. Türkiye genelinde üniversitelerin İşletme bölümü öğrenci sayılarının çok olması, bu programa yönelik talebin fazla olması sonucuna neden olduğu düşünülmektedir. Diğer sonuç ise sosyal bilimler alanından sonra uzaktan eğitim aracılığı ile yürütülen programların fen bilimler alanında olması dikkatleri çekmiştir. Bu alan içerisinde ise en fazla mühendislik yönetimi yüksek lisans programı tercih edilmektedir. Fakat sosyal bilimler alanı ile karşılaştırıldığında bu alanın tercih edilme oranı arasında büyük farkların olduğu görülmektedir. Son olarak ise eğitim bilimleri alanı ise uzaktan eğitimde üçüncü tercih edilme oranına sahiptir. Bu alan içerisinde ise en fazla tercih edilen program EYTEPE'dir. Bu programın Milli Eğitim Bakanlığı bünyesinde çalışan öğretmenler açısından mesleki kazanımlarının (terfi, müfettişlik vb.) fazla olması, talebin artmasına neden olduğu düşünülmektedir.

Uzaktan Eğitim Uygulama ve Araştırma Merkezleri'nin sunduğu hizmet türleri açısından değerlendirildiğinde daha çok yetişkin eğitimine yönelik ve sosyal bilimler alanında hizmet sunduğu görülmektedir. Fakat uzaktan eğitim alanındaki değişimlerin açık kaynağa doğru ilerlediği dikkate alınırsa bu merkezlerin daha çok asenkron ve uygulamalı olarak çevrimiçi derslerini yürütmesi gerekeceği düşünülmektedir. Daha çok kaynak ve uygulama temelli bir uzaktan eğitimin daha çok fen bilimleri için bir avantaj olacağından dolayı bu yöne doğru bir eğilim olabileceği düşünülmektedir. Ayrıca ülkemizde uzaktan eğitim sadece bir öğretim şekli olarak görülmekte olup ortak bir anlayış içerisinde hareket edilememektedir. Bu nedenle uzaktan eğitim için uzmanlar tarafından farklı alanlara yönelik bir takım ilkeler oluşturulabilir. Bu ilkeler aracılığı ile uzaktan eğitimin kalitesi yönetim, içerik tasarımı ve eğitim süreci açısından artacağı düşünülmektedir. Ayrıca teknolojinin hızla ilerlemesiyle üç boyutlu sanal ortamlar yaygınlaşmaktadır. Üç

boyutlu sanal ortamlar ile uzaktan eğitim yürütülüp öğrenenlere daha gerçekçi bir his verilebilir. Bu durum öğrenenlerin yüz yüze eğitim alıyormuş gibi hissetmelerini sağlayarak uzaktan eğitimi daha fazla aktif katılım göstererek etkileşim içerisinde olmalarını sağlayabilir.

Kaynaklar

Cavanaugh, C.S. "The effectiveness of interactive distance education technologies in K-12 learning: A meta-analysis.", International Journal of Educational Telecommunications, 7(1), 73-88, 2001.

Keegan, D." Foundations of distance education" Psychology Press, 1996.

Oblinger, D.G. "The Nature and Purpose of Distance Education.", The Technology Source, Michigan Virtual University, 2000.

Özarslan, Y. "Uzaktan eğitim uygulamaları için açık kaynak kodlu öğrenme yönetim sistemleri." XIII. Türkiye'de İnternet Konferansı, ODTÜ, Ankara, 55-60, 2008.

Özkul, A.K., & Aydın, C.H. " Öğretim Teknolojilerinin Temelleri: Teoriler, Araştırmalar ve Eğilimler", Çağıltay K., Göktaş Y., Ankara, 513-534, 2013.

Simonson, H., Smaldino, S., Albright, M. & Zvacek, S. "Teaching and learning at a distance: Foundations of distance education.", New Jersey, 2006.

Şen, B., Atasoy, F., & Aydın, N. "Düşük maliyetli web tabanlı uzaktan eğitim sistemi uygulaması", Akademik Bilişim, 10-12, 2010.

Umut, A. L., & Madran, R. O. "Web tabanlı uzaktan eğitim sistemleri: Sahip olması gereken özellikler ve standartlar.", Bilgi Dünyası, 5(2), 259-271, 2004.

Biyomedikal Mühendisliği

(Biomedical Engineering)

COMPARING DATA MINING CLASSIFICATION ALGORITHMS USING MEDICAL DATA WAREHOUSES

TIBBİ VERİ AMBARI KULLANARAK VERİ MADENCİLİĞİ SINIFLANDIRMA ALGORİTMALARININ KARŞILAŞTIRILMASI

Mehmet İbrahim Talan[a], Mehmet Rahmi Canal[b], Murat Zinnuroğlu[c] ,Veysel Alcan[d]
[a] MEB Abidinpaşa Mes. Ve Tek. And.Lisesi, Ankara, Türkiye, m.ibrahimtalan@gmail.com
[b] Gazi Üniversitesi Teknoloji Fakultesi,Bilgisayar Müh., Ankara, Türkiye,mrcanal@gazi.edu.tr
[c] Gazi Üniversitesi Tıp Fakultesi,FTR A.D, Ankara, Türkiye, muratz@gmail.com
[d] MEB Dikmen Mes. Ve Tek. And.Lisesi, Ankara, Türkiye, alcanveysel@gmail.com

Özet

Karpal Tunel Sendromu (KTS), median sinirin bilek hizasındaki kompresyonu ile ilgili yaygın görülen bir tuzak nöropatidir. KTS'nin tanısı; öykü, belirti ve çeşitli klinik testlerinde kullanıldığı fiziksel muayeneye göre yapılmakta ve elektrofizyolojik yöntemlere dayalı sinir ileti çalışmaları (NCS) ile doğrulanmaktadır. Ön tanının doğruluğu ve klinik ölçütlerin standardizasyonu, elektrofizyolojik testlerin değerlendirilmesinde önemli bir adımdır. Ön tanıdaki düşük doğruluk oranı, hekim, klinisyen, hasta ve sağlık sistemi açısından ciddi bir zaman ve finansal maliyete yol açabilmektedir. Bundan dolayı, daha doğru tanı konulması desteklemek için klinik karar destek sistemleri araştırılmaktadır. Bu çalışmada, KTS şüphelisi 1079 hastadan oluşan tıbbi veri ambarı kullanılarak KTS'nun daha doğru ön tanısı için veri madenciliğinde yaygın olarak kullanılan Naive Bayes, J48, Id3, k-en yakın komşu (IBk algoritması) ve Multilayer Perceptron sınıflandırma algoritmaları karşılaştırılmıştır. Rutin klinik uygulamalarda KTS şüphelisi hastalardan %50,2'si KTS olarak doğrulanırken, bu oran Naïve Bayes algoritmasına sahip veri madenciliği yöntemi kullanılarak %77,1 doğruluk, %71,8 kesinlik ve %71,7 duyarlık oranına yükselmiştir. Sonuç olarak, KTS'nin ön tanısında yüksek doğruluk oranına sahip bir klinik karar destek sisteminin, gereksiz tetkik ve tedavi uygulamalarından kaçınılmasına ve hastanın tedavi planlarının daha doğru yapılmasına katkı sunması beklenmektedir.

Anahtar kelimeler: Veri madenciliği, Klinik karar destek sistemleri, Karpal tunel sendromu

Abstract

Carpal Tunnel Syndrome (CTS) is a common entrapment neuropathy associated with the compression of the median nerve at the wrist. The diagnosis of CTS is made according to the physical examination used in history, symptoms and various clinical tests and is confirmed by nerve conduction studies (NCS) based on electrophysiological methods. The accuracy of pre-diagnosis and standardization of clinical criteria is an important step in the evaluation of electrophysiological tests. Low accuracy rate in pre-diagnosis can lead to both a serious time cost and financial cost in terms of physician, clinician, and patient and health system. Therefore, clinical decision support systems are conducted to improve more accurate diagnosis. In this study, using data warehouse from 1079 patients with suspected CTS, Naive Bayes, J48, Id3, k-nearest neighbors (IBk algorithm) and Multilayer Perceptron classification algorithms used widely in data mining were compared to get more accurate rate in pre- diagnosis of KTS While 50.2% of the patients with suspected CTS were confirmed as CTS in routine clinical practice, this rate increased to 77.1% accuracy, 71,8% precision and 71,7% precision sensitivity rate using the data mining method with Naïve Bayes algorithm. Consequently, it is expected that a clinical decision support system with high accuracy in the pre-diagnosis of the CTS will contribute to avoid unnecessary examination and treatment applications and to make the treatment plan of the patient more accurate.

Keywords: Data mining, Clinical decision support systems, Carpal tunel syndrome

1. Giriş

Bilgisayarlardaki veri saklama kapasitelerinin artması ve bilgisayarlı sistemlerinin tıp alanında çok yaygın kullanılması ile birlikte çok büyük miktarlardaki tıbbi veriler büyük öneme sahip olmuşlardır. Hastalardan alınan tahliller, tanı bilgileri ve yapılan girişimler sonucunda oluşturulan tıbbı verilerden, çeşitli algoritmalar ve yöntemler aracılığıyla klinik karar desteği sistemleri (KKDS) oluşturmak mümkündür. Bu bağlamda veri madenciliği, büyük miktarlardaki verinin içinden geleceği tahmin edilmesinde yardımcı olacak anlamlı ve yararlı bağlantı ve kuralların bilgisayar programlarının aracılığıyla aranması ve analizlerini yapılmasında kullanılan etkili bir yöntemdir [1,2]. Veri madenciliği tıp alanında; hastalık belirtilerinin tanısında, var olan belirtilerden şablon ortaya çıkarılmasında, veri ambarının oluşturulmasında, kronik hastalar için erken uyarı sinyallerinin tespitinde, KKDS'nde, hizmet sunumunu optimize etmek için risk analizleri gibi işlemlerde kullanılabilmektedir [3-5].

KTS, median sinirin bilek hizasındaki kompresyonu en sık görülen tuzak nöropatidir ve genel nüfus içerisindeki prevalansı, % 1-5 arasındadır [6,7]. KTS tanısı; hastanın vaka geçmişi, mevcut belirtileri ve çeşitli elektrofizyolojik bulguları bir arada kullanarak temel belirtileri ortaya çıkarılmasını ve sinir ileti çalışmaları (NCS) verilerin analizini içermektedir [8]. KTS'de ön tanı, öykü, belirti ve çeşitli klinik testlerinde kullanıldığı fiziksel muayeneye göre yapılmaktadır. Son tanı ise bir anlamda altın standart olarak ta kabul edilen elektrofizyolojik yöntemlere dayalı NCS ile yapılmaktadır.

Ön tanının doğruluğu ve klinik ölçütlerin standardizasyonu, elektrofizyolojik testlerin değerlendirilmesinde önemli bir adımdır. KTS'nun genelde idiyopatik olması ve semptomlarının diğer kas ve sinir hastalıklarıyla benzer özellikler taşıması ön tanı üzerinde doğruluğu azaltıcı büyük bir etkiye sahip olabilmektedir. Ayrıca farklı polikliniklerde farklı ana bilim dallarında KTS ön tanısı da konulabilmekte ve farklı sezgisel yaklaşım ve deneyimlere dayalı bu ön tanılarda, subjektiflik oranı çok yüksek olabilmektedir. Bu durum kanıta dayalı tıp açısından problem teşkil edebilmektedir. Özellikle, iğne EMG'ye dayalı NCS'de hastayı rahatsız edici girişimsel testler göz önüne alındığında yanlış ön tanı, finansal maliyetin yanı sıra hasta, hekim, klinisyen ve sağlık sistemi açısından ciddi zaman maliyetine yol açabilmektedir.

Bu çalışmada, KTS'na ait veri ambarı kullanılarak KTS'nun daha doğru ön tanısı için veri madenciliğinde yaygın olarak kullanılan Naive Bayes, J48, Id3, k-en yakın komşu (IBk algoritması) ve Multilayer Perceptron sınıflandırma algoritmaları karşılaştırılmıştır.

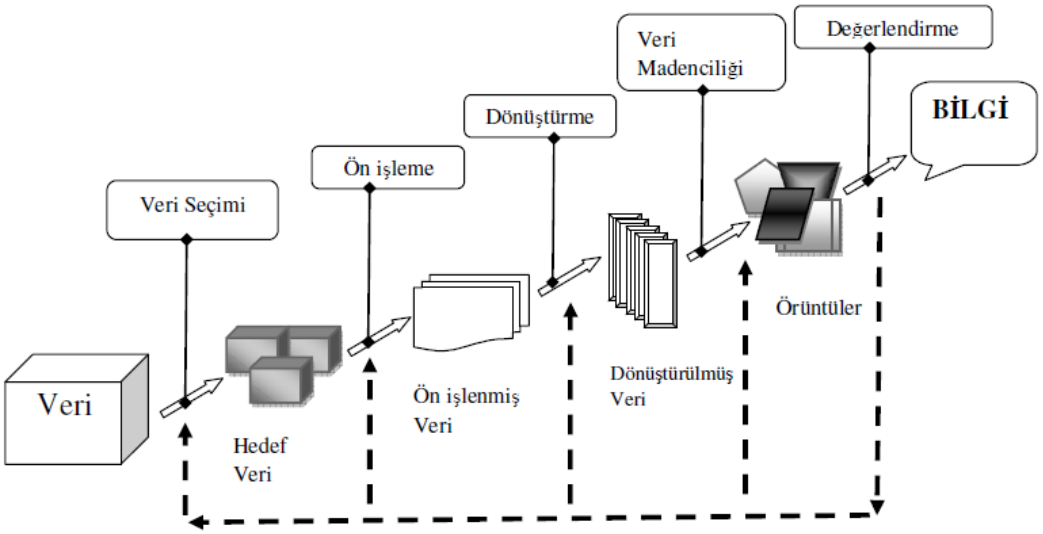
2. Metodoloji

2.1. Çalışma Grubu

Bu retrospektif çalışmaya, 05.01.2011 ile 20.05.2015 tarihleri arasında Gazi Üniversitesi Tıp Fakültesi Fiziksel Tıp ve Rehabilitasyon Anabilim Dalına KTS şüphesi ile sevk edilmiş elde uyuşma, karıncalanma, parestezi, median sinir dağılım alanında gece ağrı ve Tinel testi sonucu pozitif gibi belirtilere sahip olan 181 erkek ve 898 kadın olmak üzere toplam 1079 kişi dâhil edilmiştir. Double-crush hasarı, diyabet, kronik böbrek yetmezliği, gut, romatoid artrit, tiroit hastalıkları, diğer sistemik hastalıkları olanlar ve etkilenen elin bilek fraktürü veya herhangi bir cerrahi öyküsü olanlar çalışmadan dışlanmıştır. Çalışma için Gazi Üniversitesi Klinik Araştırmalar Etik Kurulu'ndan etik kurul onayı ve ilgili anabilim dalından izin alınmıştır.

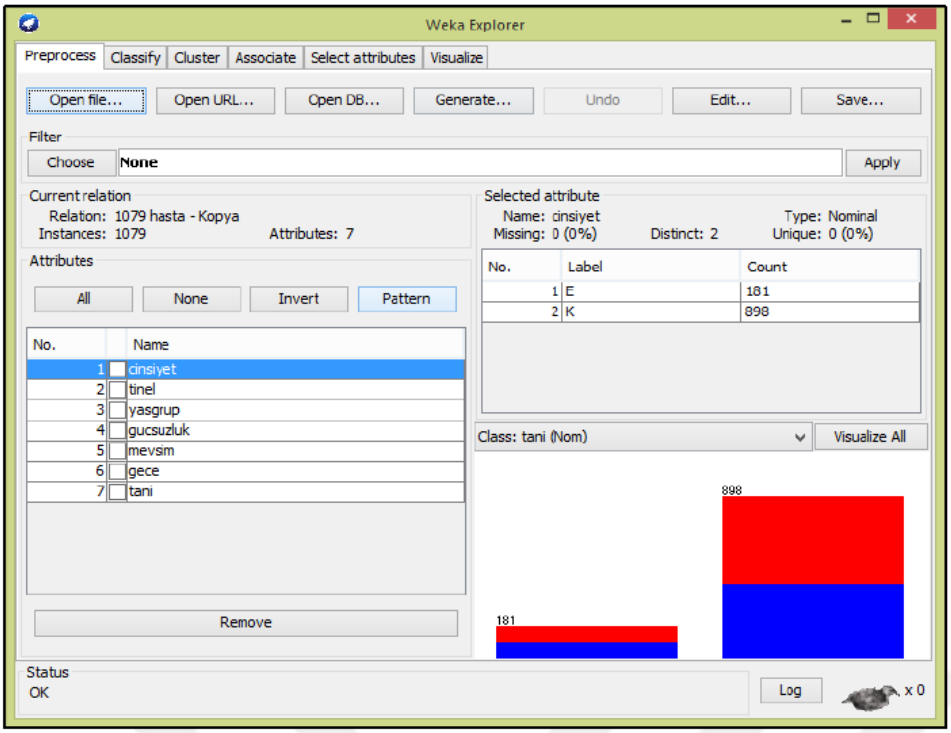
2.2. Veri Madenciliği Sınıflandırma Algoritmaları

Geliştirilecek KKDS için veri madenciliği sürecinde izlenen adımlar Şekil 1'de gösterilmiştir.



Şekil 1. Veri madenciliği süreci şematik gösterimi [9].

Veri madenciliği yöntemi olarak sınıflandırma modeli kullanılmıştır. Sınıflandırma modeli aynı özelliklere fakat farklı değerlere sahip yeni kayıtların hangi sınıfa ait olduğunu bulmak için tercih edilmiştir. Literatür taramasında veri madenciliği çalışmalarında sınıflandırıcı model üzerinde Naive Bayes, J48, Id3, k-en yakın komşu (IBk algoritması) ve Multilayer Perceptron algoritmalarının kullanıldığı görülmüştür [10,11]. Hangi algoritmanın en iyi sonuç verdiğini tespit etmek için sınıflandırma modeline ait olan algoritmaların başarım testleri WEKA yazılımı aracılığıyla karşılaştırılmıştır. Şekil 2. de WEKA programının ön ara yüzü görülmektedir.



Şekil 2. WEKA progamının ana menüsü

IBk algoritması WEKA yazılımında IBk adıyla yer almaktadır. Bu algoritmanın çalışması için gerekli k değeri en iyi başarımı tespit etmek için denenerek bulunmuştur [12].

Hasta dosyaları incelendiğinde bazı dosyalarda eksik ve tutarsız bilgilerin olduğu tespit edilmiştir. Verilerin

ham haliyle veri madenciliği için uygulanmasının mümkün olmaması üzerine veri önişleme teknikleri kullanılmıştır.

Model algoritmasının kullanacağı özelliklerden ikisi güçsüzlük ve gece şikayetlerinde artış olup olmamasıdır. Hasta dosyalarının büyük çoğunluğunda hastanın güçsüzlük yaşayıp yaşamadığı veya şikayetlerinde geceleri artış olup olmadığı belirtilmiştir. Dosyasında bu iki özellik hakkında bilgi yer almayan bireylerin ise bu şikayetleri yaşamadığı varsayılmıştır.

Veri birleştirme aşamasında, veri madenciliği için uygun formata getirilen 1079 adet Excel biçimindeki hasta dosyasından çalışmada kullanılacak ilgili özellikler C# programlama dili kullanılarak oluşturulan yardımcı bir yazılım ile Microsoft Access yazılımında hazırlanan veri tabanına aktarılmıştır.

Veri dönüştürme aşamasında veri tabanında yer alan yaş verileri, Naive Bayes algoritmasının kategorik verilerle çalışması sebebiyle standart sapma değeri kullanılarak kategorik veriye dönüştürülmüştür. Veri madenciliği için hiçbir anlam ifade etmeyen hasta adı soyadı, protokol numarası, hasta öyküsü gibi alanlar veri tabanından çıkarılarak veri indirgeme işlemi yapılmıştır.

Sınıflandırıcı model üzerinde çalışan algoritmaların başarımlarını ölçmek için çapraz geçerlilik yöntemi kullanılmıştır. Bu yöntem test verisi ve öğrenme verisini değerlendirme aşamasında birbirinden ayıran ve sınıflandırma modelinde sıklıkla kullanılan bir yöntemdir. Literatürde önerildiği üzere test verisi toplam verinin %33'lük bir bölümü olarak seçilmiştir [13-15].

Veri madenciliğinde kullanılacak özellikler sayıca fazla olduğunda algoritmanın en iyi başarımını sağlayacak özelliklerin seçilmesi yapılabilir. Fakat çalışmamızda kullanılan hasta dosyaları sınırlı sayıda özellik barındırması ve mevcut özelliklerin her birisinin aynı derecede öneme sahip olması nedeniyle özellik seçimi yapılamamıştır. Tüm özellikler kullanılarak oluşturulan sınıflandırıcı model, hastanın tinel şikâyeti, gece şikâyeti, güçsüzlük şikâyeti, kliniğe başvuru mevsimi, yaş ve cinsiyet özelliklerine bakarak kişinin hasta veya normal sınıflarından birine atamasını yapar.

Tanı ve sınıflandırma performansı için Alıcı işlem karakteristikleri (Receiver Operating Characteristic (ROC)) eğrisi yöntemi ve hata matrisi yöntemi kullanılmıştır. Bu yöntemlerden elde edilen ROC eğrisi altında kalan alan (AUC), kesinlik ve duyarlılık parametreleri ile algoritmalarının başarım performasları değerlendirilmiştir [13,16].

3. Bulgu ve Tartışmalar

Çizelge 1'de veri madenciliği uygulanmadan klinikte rutin olarak gerçekleştirilen ön tanı ve son tanı arasındaki karşılaştırma sonuçları gösterilmiştir. Ön tanı ile KTS şüphesi olan hastalardan %50.2 'sine NCS ile gerçekleştirilen Elektrofizyolojik değerlendirmeler sonucunda KTS tanısı konulmuştur.

Çizelge 1. Klinikte uygulanan rutin KTS değerlendirmelerinde ön tanı ve son tanı arasındaki karşılaştırma

Ön Tanı		**Son Tanı**		
Açıklama	**Sayı**	**Hasta**		**Normal**
		Açıklama	**Sayı**	
Sağ KTS	217	Sağ KTS	97	120
Sol KTS	171	Sol KTS	63	108
Bilateral KTS	616	Bileteral KTS)	243	271
		Sağ KTS	64	

		Sol KTS	38	
Diğer	75	Diğer	75	-
Toplam	1079	Toplam	580	499

Çizelge 2'de ise veri madenciliği yönteminde yaygın olarak kullanılan beş ayrı sınıflandırma modelinin karşılaştırma sonuçları gösterilmiştir. IBk algoritmasının en iyi başarımı k değeri 7 olarak alındığında elde edilmiştir.

Çizelge 2. Model başarım sonuçları

Algoritmaları	**Kesinlik**	**Duyarlılık**	**ROC Area**	**Kappa**
Naive Bayes	0,718	0,717	0,771	0,430
J48	0,689	0,684	0,720	0,368
Id3	0,679	0,670	0,705	0,344
IBk (k=7)	0,688	0,681	0,730	0,365
Multilayer Perceptron	0,697	0,687	0,734	0,377

WEKA yazılımı aracılığıyla gerçekleştirilen model başarım testlerinde en yüksek başarım Navie Bayes algoritması ile elde edilmiştir. Model başarımlarının test edildiği Weka yazılımından elde edilen sonuçlara göre Kappa değerinin 0,40'dan yüksek olması modelin yaptığı tahminlerin tutarlı olduğunu göstermektedir. Literatürde sağlık alanında geliştirilen sistemlerin başarımını değerlendirmekte sıklıkla kullanılan ROC area (AUC) değeri ise 0,77'lik sonucuyla modelin sınıflandırma da yüksek ayrım gücü olduğunu göstermektedir [13]. Kesinlik ve duyarlılık değerlerinin 0,70 üzerinde olması da model başarımının yüksek olduğunu ortaya koymaktadır [16].

Rutin klinik uygulamalarında KTS ön tanısına sahip hastalardan yaklaşık % 50'sinin KTS tanısı ile doğrulanması tartışmalı bir konudur. Ön tanıdaki bu düşük oranın bir çok sebebi olabilir. Farklı alan uzmanı ve deneyimlere sahip hekimlerin ön tanısı ile farklı polikliniklerden hastaların gelmesi, ön tanıdaki fiziksel incelemede kullanılan test ve ölçümlerde eksikliklerin olması veya bir standardın olmaması başta olmak üzere KTS'ye etki eden diğer fizyolojik etkilerin ön tanıda her bir hekim veya klinikte standart olarak incelenmemesi gösterilebilir.

Veri madenciliği yöntemi ile elde edilen KTS'nin ön tanısı çok daha yüksek başarıya sahip olmuştur. Bütün bu başarım değerleri modelin verileri sınıflandırmada rastgele bir karar vermediğini, yapılan tahminlerin şansa dayalı olmadığını göstermiştir. Fakat bu oranın daha yüksek çıkmamasının sebepleri olarak hasta dosyalarının bir standartta tutulmaması, dosyaların hastalara ait fazla özellik içermemesi ve buna bağlı olarak özellik seçiminin gerçekleştirilememesi sıralanabilir. Mevsim, meslek, gebelik, uyuşukluk, karıncalanma, çocuk sayısı, kilo, boy, kronik hastalık, alkol, sigara tüketimi ve obezite gibi özelliklerin yanı sıra Boston testi, Tinel Testi ve Fonksiyon Skala Testleri gibi önemli testlerin standart olarak yer aldığı bir veri ambarından daha yüksek bir başarım elde edilebilir

4. Sonuç

Veri madenciliği ile geliştirilen bir KKDS'nin, KTS gibi nedeni çoğunlukla idiyopatik olan veya semptomları diğer hastalıklarla benzer olan hastalıklara yönelik yapılacak ön tanı destek çalışmalarında yol gösterici olması beklenmektedir. Ayrıca, KTS'nin ön tanısında yüksek doğruluk oranına sahip bu KKDS, gereksiz tetkik ve tedavi uygulamalarından kaçınılmasına ve hastanın tedavi planlarının doğru yapılmasına katkı sunacaktır

Kaynaklar

[1] Hand, D.J., "Data Mining: Statistics and More?", The American Statistician, 52;112-118, (1998).
[2] Kitler R. ve Wang W**.,** "The Emerging Role of Data Mining", Solid State Technology, 42(11); 45, (1998).
[3] Danacı, M., Çelik, M. ve Akkaya, A.E., "Veri Madenciligi Yöntemleri Kullanılarak Meme Kanseri Hücrelerinin Tahmin ve Teshisi", Akıllı Sistemlerde Yenilikler ve Uygulama Sempozyumu, Kayseri, 9-12. (2010),
[4] Doğan, S. ve Türkoğlu,.), "Iron-Deficiency Anemia Detection From Hematology Parameters By Using Decision Trees", International Journal of Science & Technology, 3(1); 85-92, , (2008).
[5] Yıldırım, P., Uludağ, M. ve Görür, A., "Hastane Bilgi Sistemlerinde Veri Madenciligi", Akademik Bilisim 2008, Çanakkale, 429-434. (2008).
[6] Roquelaure, Y., Ha, C., Pelier-Cady M.C., et al., "Work increases the incidence of carpal tunnel syndrome in the general population," Muscle Nerve, 37; 477-482, (2008).
[7] Atroshi, I., Gummesson, C., Johnsson, R., Ornstein, E., Ranstam, J., Rosen, I., "Prevalence of carpal tunnel syndrome in a general population" JAMA, 282: 153-8, (1999).
[8] You, H., Simmons, Z., Freivalds, A., Kothari, M. J. and Naidu S.H., "Relationships between clinical symptom severity scales and nerve conduction measures in carpal tunnel syndrome," Muscle Nerve 22;497–501, (1999).
[9] Shearer, C., "The Crisp-DM Model: The New Blueprint for Data Mining" Journal of Data Warehousing, 5(4);13-23, (2000).
[10] Hand, D.J. "Data Mining: Statistics and More?", The American Statistician, 52(2);
112-118, (1998).
[11] Silahtaroğlu, G., "Veri Madenciliği Kavram ve Algoritmaları" (2.Baskı). İstanbul, Papatya Yayıncılık Eğitim, 12-80, (2013).
[12] Han, J. and Kamber, M., "Data Mining: Concept and Techniques", (2nd Edition). ABD, Morgan Kaufmann Publications, 5-131, (2006).
[13] Akpınar, H., "Veri Tabanlarında Bilgi Keşfi ve Veri Madenciliği", İstanbul Üniversitesi İşletme Fakültesi Dergisi, (29)1;1-22, (2000).
[14] Koyuncugil, S.,A. , Özgülbaş, N., "Veri Madenciliği: Tıp ve Sağlık Hizmetlerinde Kullanımı ve Uygulamaları", Bilişim Teknolojileri Dergisi, 2(2);21-32, (2009).
[15] Dirican, A., "Tanı testi performanslarının değerlendirilmesi ve kıyaslanması", Cerrahpaşa Tıp Dergisi, 32(1);25-30, (2001).
[16] Inmon, W. H. , "Building the Data Warehouse" (3rd Edition), ABD: John Wiley &Sons, 53, (2002).

Çevre Bilimleri ve Mühendisliği

(Environmental Sciences and Engineering)

GELECEĞİMİZ VE ÇEVRE KİRLİLİĞİ

Meryem Nakiboğlu, Merve Kocabaş
Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Yabancı Diller Yüksekokulu, Van, Türkiye, meryemnakiboglu@yyu.edu.tr
Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Van, Türkiye, mervekcbs.35@gmail.com

Özet

Çevre kirliliği hem ülkemiz hem de dünyamız için en önemli sorunlardan birini oluşturur. Oluşan bu kirlilik özellikle sanayileşmeden sonra ortaya çıkan dünya nüfusunun artmasıyla paralellik gösteren bir olgudur. Milletlerin refah seviyesinin yükselmesi sonucu lüks tüketimde öngörülenin çok üstünde artış olmuş, bu tüketim doğaya atık olarak geri dönmüştür. Tüm bu atıklar denizlerin, toprağın, havanın, akarsuların ve doğanın kirlenmesine neden olmuştur. Kirlenen çevre tüm canlılar için olumsuz sonuçlar doğurmakta ve ekolojik dengede bozulmalara neden olmaktadır. Doğaya en büyük zararı ise insan vermektedir. İnsanoğlu doğal çevreye zarar vermeye devam ettiği sürece geleceğimizde zarar görecektir. Geleceğimizi korumak ve daha sağlıklı, mutlu nesiller yetiştirmek için doğayı koruyup daha yaşanabilir kılmak zorundayız. Son yıllarda çevre sorunlarının giderek artması nedeniyle, çok sayıda kurum ve kuruluşlar, sivil toplum örgütleri tarafından çevrenin korunması adına çözüm arama çalışmaları artırılmıştır. Bu çalışmanın amacı çevreyi kirleten maddelerin doğaya verdiği zararların tespiti ve alınması gereken önlemleri ortaya koymaktır. Bu çalışmada sürdürülebilir çevre dengesi için muhtemel çözüm yolları, literatür taraması ile araştırılıp durum tespiti yapılacaktır.

Anahtar Kelimeler: Çevre, Kirlilik, Ekolojik Denge, Gelecek, Tedbirler.

Abstract

Environmental pollution poses important problems for our country and the World. This consisted pollution is a fact which is generated after industrialization and shows parallelism with increasing of World population. Because of increasing welfare level, luxury consumption increased over prevenient. The consumption returned as effluent to nature. All these effluents caused to be pollutions of seas, land, air, rivers. Deteriorative environment affects negative outcomes for all creatures and causes some deteriorations on ecological balance. People harm the nature substantially. Our future will be damaged during humankind damage the natural habitat. We must preserve the nature and make it liveable to be able to protect our future and raise healthier and happier generations. In recent years, by the reason of increasing of environmental problems, different foundations, institutions, non-governmental organizations put more effort forth for protection of environment and increased solution seeking. In this study, presumptive solutions will be given for sustainable ecological balance with literature review.

Keywords: Environment, Pollution, Ecological Balance, Measures, Future.

1. Giriş

İnsan yaşamı çeşitli dengeler üzerine kurulmuştur. Bu denge insanın yaratılışından itibaren çeşitli etkileşimlerin sonucunda oluşmuştur. Çevre-insan döngüsünde oluşan doğal dengeyi oluşturan yaşam zinciri halkalarında meydana gelen kopmalar, yaşam zincirinin tümünü etkileyip, bu dengenin bozulmasına yol açmakta çevre sorunlarını meydana getirmektedir.

Çevre, tüm canlıların hayatları boyunca ilişkilerini sürdürdükleri ve karşılıklı olarak etkileşimde bulundukları fiziki, biyolojik, sosyal, ekonomik ve kültürel bir ortamdır. Bu ortamda daha iyi şartlar altında yaşayabilmek için çevre ve çevre sorunlarına daha duyarlı olunmalıdır.

Kirlilik, kısaca çevrenin doğal olmayan bir şekilde insan eliyle bozulması olarak tanımlanabilir. Kirlilik, atık maddelerin hava, toprak ya da suya karışarak oluşturduğu durumdur. Bu durum öncelikle insanların ve hayvanların sağlığını, bitkilerin gelişimini, tüm bunların içinde bulunduğu çevreyi olumsuz yönde etkiler.

İnsanoğlu yaratılışından itibaren, çevresini değiştirerek devamlılığını sürdüre gelmiştir. İlk çağlarda insanlar fiziksel ihtiyaçlarını doğayla mücadele ederek karşılamışlardır. Zamanla insanın daha ileri uygarlıklara ulaşma çabasının sonucu yarattığı tüm olumlu gelişmeler doğal kaynakların sınırsızca kullanılması ile sağlanmıştır. Ancak bu kaynaklardan bazılarının yenilenemez özellikte olması, bazılarının da bilinçsizce kullanılması sonucu dünyanın pek çok yerinde insan yaşamına elverişli olmayan bir çevre ortaya çıkmıştır. Doğal kaynakların aşırı tüketilerek yok olma derecesinde kullanımı, çevrenin kirlenmesi, insan-doğa dengesinin bozulmasına yol açacak bir yoğunlukta yaşanmasına neden olmuştur. Bu durum doğanın bir parçası olan insanın ve dünyanın geleceğini tehdit eder boyutlara gelmiştir.

Dünyada yeni teknolojilerin akıl almaz bir hızda gelişimi, insanoğlunun yaşamında yeni değişikliklere neden olmuştur. Özellikle 19. Yüzyıldan itibaren sanayileşmeyle birlikte insanın hayatı değişmiştir. Nüfusun hızla artmasına paralel olarak ekonomik seviyenin yükselmesi, kişi başına enerji tüketimindeki hızlı artış son dönemde çevre kirliliği açısından önemli sorunlar oluşturmaya başlamıştır. Ozon tabakasının delinmesi, havadaki karbondioksit oranının artmasıyla ortaya çıkan sera etkisi ve uzun yıllardır süregelen kuraklık gibi çeşitli doğal dengesizlikler hep insanlar tarafından ortaya çıkarılan sorunlardır. Bu tür sorunlar yalnızca tek bir ülkeyi değil, tüm dünyayı etkilemektedir. Yeryüzünde yaşayan tüm insanların ortak sorunu çevre kirliliğidir.
Günümüzde çevreyle ilgili sorunlar özellikle sanayileşme, kırsaldan kente göç, refah seviyesi ve hızlı nüfus artışı, çevre sorunlarının artmasıyla paralellik gösterir. Son yıllarda küreselleşmenin de etkisiyle çevre sorunları 70'li ve 80'li yıllarda uluslararası boyutta konuşulmaya başlanmış ve "Birleşmiş Milletler Çevre ve İnsan Konferansı" Stockholm'de toplanarak ilk defa çevre sorunları küresel boyutta tartışılmıştır. Ozon tabakasının delinmesi, buzulların erimesi, mevsimlerin değişmesi, ormanların azalması gibi çevreyi tehdit eden tehlikelerin farkına varılmasıyla çevre konusunda ülkeler sorumluluk üstlenmiş ve bunun sonucunda küresel boyutta önlemler alınmaya başlanmıştır. Dünyamızı tehdit eden bu çevre sorunlarının çözülmesi için uluslararası işbirliği sağlanması bir gereklilik olmuştur (Baykal&Baykal, 2008:2).

Çevre kirliliği hem ülkemiz hem de dünyamız için önemli sorunlardan biridir. Doğanın temel fiziksel unsurları olan hava, su ve toprak üzerinde olumsuz etkilerin oluşması ile ortaya çıkan ve canlı öğelerin hayati aktivitelerini olumsuz yönde etkileyen çevre kirliliği sorunlarına bu çalışmayla dikkat çekmek istiyoruz.

2. Temel Çevre Sorunları

Temel çevre sorunlarını çevre kirliliği, hızlı nüfus artışı, küresel ısınma ve iklim değişimi, biyolojik çeşitliliğin azalması, ozon tabakasının tahribi, tarım arazilerinin azalması, toprak kaynaklarının tahribi, doğal bitki örtüsünün tahribi, kişi başına düşen tarım alanlarının azalması, su kaynaklarının azalması oluşturur.

Bir ülkede çevreyle ilgili yaşanan herhangi bir olumsuzluk başka ülkeleri de doğrudan etkiler. Örneğin asit yağmurları bir ülkedeki kirliliği diğer bir ülkeye kolaylıkla taşıyabilmektedir. Çevreye ilişkin bir çalışmadaki verilere göre Rusya'da doğaya salınan toplam 2.7 milyon ton sülfür asidin 2.2 milyon tonu kendisinde kalırken, kalan 0.5 milyon tonu asit yağmurlarının etkisiyle İskandinav ülkeleri, AB ve diğer komşu ülkelere taşınmaktadır (Karabıçak&Armağan, 2014: 205).

Çevre kirliliğine sebep olan başlıca kirleticiler katı, sıvı ve gazlardır. Katı atıklardan denizlere yüzde 50'si plastik olmak üzere saatte 675 bin kilogram çöp atılmaktadır. Denize atılan bir cam şişe 1 milyon yılda, 1 plastik şişe ise 450 yılda ancak doğada yok olmaktadır (Çopur, Bir Plastik Şişenin Yıllara Meydan Okuyuşu).
Biz bu çalışmamızda bahsettiğimiz sorunlardan yalnızca dört önemli çevre sorununa değineceğiz. Bu sorunlar hava kirliliği, su kirliliği, toprak kirliliği ve gürültü kirliliği olarak sınıflandırılmaktadır.

2.1. Hava Kirliliği

Hava kirliliği, insan faaliyetlerinin ve doğal faaliyetlerin içerisinde gerçekleştiği atmosferin en küçük hacimli tabakası olan troposferde meydana gelen kirlenmedir (Atabek Yiğit, 2009:145-146).

Hava kirliliğine yol açan temel beş madde karbon monoksit, parçacık halindeki maddeler, kükürt oksitleri, hidrokarbonatlar ve azot oksitleridir. Kirleticiler fabrika bacaları, maden ocakları, motorlu araçlar ve barınaklar gibi belli bir kaynaktan sürekli olarak çevre atmosferine bırakılan sülfürdioksit, karbondioksit ve diğer oksitler, azot oksitleri, aldehidler, klorürler, fotokimyasal duman, fluorürler, amonyak ve tuzlar, polisik hidrokarbonlar, organik ve inorganik parçacıklar ile diğer toz ve dumanlardan oluşan birinci derecede kirleticiler ile atmosferdeki çeşitli kimyasal tepkimeler sonucu meydana gelen doymamış hidrokarbonlar, ozon, aromatik ve polisik hidrokarbonlar gibi ikinci derecede kirleticiler olarak ikiye ayrılır (Şanlı, 1984:19).

2.2. Su Kirliliği

Su kirliliği, organik, inorganik, radyoaktif, kimyasal ve biyolojik maddelerin karışımı sonucu kullanılma seçeneklerinin sınırlanması veya kalitesinin bozulması olarak tanımlanır. Su hayattır, hayatın devamlılığı için de temiz su vazgeçilmezdir. Sağlıklı yaşamın sürdürülebilirliği için suyun saf ve kaliteli olması gerekir. Aksi takdirde tüm canlıların hayatı tehdit altındadır.

Sular birçok nedenden dolayı kirlenmektedir. Endüstri kuruluşları ve tarımsal sanayi atık suları, termik santraller, gübreler, konutlar, kimyasal mücadele ilaçları, nükleer santrallerden çıkan sıcak sular ve toprak erozyonu gibi maddeler su kirliliğini meydana getirir. Bunların hepsi doğrudan ve dolaylı olarak canlı ve cansız varlıkları etkiler.

Ülkemizde su kirliliği önemli boyutlardadır. Çevre ve Şehircilik Bakanlığının 2014 raporuna göre su kirliliğinin öncelikli olduğu birinci illerin sayısı 32'dir. Su kirliliğinin ikinci öncelikli olduğu illerin sayısı 34'tür. Su kirliliğinin üçüncü öncelikli olduğu illerin sayısı ise 9'dur (Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, 2014:15). Verilerden de görüldüğü gibi ülkemizde su kirliliği oldukça fazladır ve bu olumsuz tablo canlı yaşamını olumsuz yönde etkilemektedir.

2.3. Toprak Kirliliği

Toprağın verim gücünü düşürecek, toprak özelliklerini bozacak her türlü teknik ve ekolojik baskılar ve olaylar toprak kirliliği veya toprak kirlenmesi olarak nitelendirilir. Toprak kirliliği, hava ve suları kirleten maddeler tarafından meydana gelmektedir. Toprak kirliliğini, çöp yığınlarından toprağa sızan sular, kirli sulama suları, gübre çözeltileri, radyoaktif maddeler, uçucu küller, toprağı kirleten maddeler ve kaynaklar oluşturur.

Toprakla ilgili en büyük sorunlar toprağın betonla örtülmesi, erozyondan kaynaklanan telafisi olmayan toprak kayıpları, yerel, dağınık kaynakların neden olduğu kirlilik, tuzlanma ve toprağın pekişmesidir. Toprak üzerindeki olumsuz baskılar yerleşim bölgelerinde nüfus ve faaliyet yoğunluğundan, ekonomik faaliyetlerden, iklim ve arazi kullanımı değişikliklerinden kaynaklanmaktadır. Tüketici alışkanlıkları ve sanayi sektörü özellikle yerleşim bölgelerinde belediye atıkları, enerji üretimi ve ulaşım gibi potansiyel kirlilik kaynaklarının artmasına neden olmaktadır. Özellikle Akdeniz kıyılarında turizm toprağın bozulmasının önemli nedenlerinden biridir (Akdur, 2005:61).

2.4. Gürültü Kirliliği

İnsanlarda sağlık bakımından geçici bir zaman veya sürekli olarak rahatsızlık veren, zarar meydana getiren seslere gürültü kirliliği denir. Gürültü insanların kan dolaşımı sistemlerine, sinir sistemlerine, kas gerilimlerine, fizyolojik ve psikolojik yönlerden yıkıcı zararlar verir. Gürültü kirliliğini yaratan başlıca kaynaklar ulaşım araçları, sosyal donatım araçları, eğlence ve sanayi kuruluşlarıdır.

Özellikle hızlı büyüyen şehirlerde, mesken ve sanayi alanlarının plansız ve iç içe gelişmesi, trafik yoğunluğunun artması, elektrik, elektronik ve mekanik aletlerin günlük hayatımıza daha çok girmesiyle birlikte gürültüden oluşan rahatsızlıklar artmakta ve giderek insanlarımızın dinlenebilecekleri, çalışabilecekleri kısaca huzurlu şekilde yaşayabilecekleri mekânlar azalmaktadır. Diğer taraftan, başkalarının istirahat hakkına saygının ve çevre hassasiyetinin yeterince gelişmediği durumlarda, eğlence ve diğer günlük faaliyetlerden kaynaklanan gürültü, yoğun şikâyetlere ve başta işitme kaybı ve uyku bozukluğu olmak üzere ciddi fiziksel ve ruhsal rahatsızlıklara sebep olabilmektedir (Adana Çevre ve Şehircilik İl Müdürlüğü, 2016:28).
Görüldüğü gibi hava, su, toprak ve gürültü kirliliği yaşadığımız yeri dolayısıyla da dünyamızı etkilemektedir.

Tıpkı vücudun bir bölgesindeki ağrının tüm vücudu etkilemesi gibi felaketler de tüm evreni etkiler boyuta gelmiştir. Felaketlerin ilk sinyalleri son bir kaç yıldır bütün dünyada görülmektedir. Aşırı yağmurlar, sıcaklar, seller, kasırgalar, deprem ve toprak kaymaları oldukça artmıştır. Bu nedenlerden dolayı büyük mal ve can kayıpları yaşanmaktadır. Bütün bunlara neden olan ise, kirlilik nedeniyle değişen iklim şartları ve insanoğlunun bilinçsizce doğayı tahrip etmesinden kaynaklanmaktadır. Tahrip olan bu çevrede sağlıklı nesillerin devamlılığının sağlanması için öncelikle sağlıklı bir çevrenin oluşturulması zorunludur. Bunun içinde çocuklara çok küçük yaştan itibaren doğa sevgisi ve çevreyi koruması gerektiği öğretilmelidir. Ancak bilinçli nesillerle sürdürülebilir bir yaşam sağlanabilir.

3. Sonuç

Çevre kirliliğinin önlenmesi konusunda tüm dünya ülkeleri sorumluluk üstlenmeli ve küresel boyutta önlemler alınmalıdır. Dünyamızı tehdit eden bu çevre sorunlarının çözülmesi için uluslararası işbirliği sağlanması bir zorunluluk olmuştur.

Hava kirliliğinin önüne geçilebilmesi için bazı tedbirler alınmalıdır. Şehirlerde hava kirliliğine neden olan yakıtların, kalitesiz kömürlerin yerine bu bölgelerde doğal gaz, kaliteli kömürler ve diğer temiz yakıtların kullanımı teşvik edilmelidir. Bunun yanı sıra binaların yerleşim planlarının hava akımının daha iyi olmasına yönelik düzenlenmesi büyük önem taşımaktadır. Ayrıca kirliliği önleyici teknolojilerin kullanılması, hava kalitesini artırmada önemlidir. Enerji tasarrufunu yaygınlaştırmak lakin mümkünse enerji üretiminde güneş, rüzgâr, su gibi doğal kaynakların kullanımını arttırma yoluna gidilmelidir. Çevre konularında sanayiciler, iş adamları, sivil toplum kuruluşları ve halk bilinçlendirilmelidir. Akarsular, insan ve hayvan artıkları ile kirletilmemeli, biriken çöpler hemen kaldırılmalı, zararlı hayvanların, böceklerin özellikle, karasinek ve sivrisineklerin üreyip çoğalmaları engellenmeli, kanalizasyon borularındaki patlamalar hemen ilgililere bildirilmeli, yakıtların tam yakılması sağlanmalıdır. Böylece hem enerji kaybı, hem de hava kirliliği önlenmiş olur.

Su kirliliğini önlemek için alınabilecek önemlerin başında kirlenmiş suların arıtılması için atık su arıtma tesisleri kurulması gelmektedir. Tasarruflu su kullanımını sağlamak için tarımsal sulama, sanayide su kullanımı, konutlardaki su kullanımının miktarı azaltılmalıdır. Kentleşme planı düzenli yapılarak alt yapı çalışmaları arıtma tesislerine yönelik olmalıdır. Kimyasal tarım ilaçları kullanımı durdurularak olası sorunlar önlenmelidir.

Toprak kirliliğini önlemek için çeşitli teknik, ekolojik ve hukuksal önlemler alınmalıdır. Evsel atıklar toprağa zarar vermeyecek şekilde toplanmalı, imha edilmeli ve geri dönüşümü sağlanmalıdır. Verimli tarım alanlarına sanayi tesisleri ve yerleşim alanları kesinlikle kurulmamalıdır, tesisler ve yerleşim alanları verimsiz alanlara ya da yamaçlara kurulmalıdır. Sanayi atıkları arıtılıp toprağa verilmelidir. Tarım ilaçlarında ve gübrelemede yanlış uygulamalar önlenmelidir. Ambalaj sanayisinde cam, karton, kağıt gibi yeniden kullanılabilir maddeler seçilmelidir. Toprağı yanlış işleme ve yanlış sulama uygulamaları durdurulmalıdır. Meralar ve ormanlar korunmalı ve çoğaltılmalıdır. Nükleer santraller toprağa zarar vermeyecek yerlere kurulmalıdır. Ağaç sevgisi ve ormanların korunması konusunda toplum eğitilmelidir. Doğa sevgisi çocuklara çok küçük yaşlarda öğretilmelidir.

Havaalanları, endüstri ve sanayi bölgeleri yerleşim bölgelerinden uzak yerlere kurulmalıdır. Motorlu taşıtların gereksiz korna çalmasının önüne geçilmelidir. Açık alanlarda elektronik olarak sesi yükselten müzik aletlerinin çevreyi rahatsız etmeyecek şekilde düzenlenmesi sağlanmalıdır. İşyerlerinde çalışanların maruz kalacağı gürültü seviyesi minimum seviyeye indirilmelidir. Binaların içinde gürültüyü azaltmak için yeni inşaatlar ses yalıtımına uygun şekilde yapılmalıdır. Radyo, televizyon ve müzik aletlerinin ses düzeyleri evlerde rahatsızlık vermeyecek şekilde kullanılmalıdır.

Yaşanabilir ve sürdürülebilir bir çevre için eğitim ve bilinçlendirme programlarının yaygınlaştırılması ve bu çalışmaların çevre ile etkileşimli bir şekilde geliştirilebilmesi sağlanmalıdır. Bunun için AR-GE çalışmaları desteklenmelidir. Çocuk ve gençlerimizin kendilerinden sonra gelecek kuşaklara tutarlı ve sürdürülebilir bir çevre farkındalığını ve bilincini aktarabilmeleri için öncelikle onları eğiten ve kendilerine yol gösteren kişilerin donanıma sahip olmaları gerektiğine inanıyoruz.

Kaynakça

Adana Şehircilik Ve İl Müdürlüğü, (2016). Adana İli 2015 Yılı Çevre Durum Raporu.

Akdur, R., (2005). Avrupa Birliği Ve Türkiye'de Çevre Kanunu Politikaları Türkiye'nin Avrupa Birliğine Uyumu, Ankara Üniversitesi Avrupa Topluluğu Araştırmaları ve Uygulama Merkezi Araştırma Dizisi:23.

Atabek Yiğit, E.(2009). Çevre Sorunları Bölüm 6, https://www.researchgate.net/publication/292539740.

Baykal, T., Baykal H., "Küreselleşen Dünyada Çevre Sorunları", Mustafa Kemal Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi.,9(5):2,(2008).

Çopur, Ö, Bir Plastik Şişenin Yıllara Meydan Okuyuşu, www.kimyaegitimi.org/sites/default/files/kontekst fen ve çevre kirliliği.

Karabıçak, M., Armağan, R. (2004). Çevre Sorunlarının Ortaya Çıkış Süresi, Çevre Yönetiminin Temelleri Ve Ekonomik Etkileri, Süleyman Demirel Üniversitesi, İktisadi Ve İdari Bilimler Fakültesi, C.9, S.2, ss.203-228.

Şanlı, Y. (1984). Çevre Sorunları ve Besin Kirlenmesi, Selçuk Üniversitesi Veterinerlik Fakültesi Dergisi, Özel Sayı (17-37).

Türkiye Cumhuriyeti Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, (2014). Türkiye Çevre Sorunları Ve Öncelikleri Değerlendirme Raporu, Yayın No: 23, Ankara.

EFFECTS OF HEAVY METAL, SOIL POLLUTION ON HUMAN HEALTH

AĞIR METAL, TOPRAK KİRLİLİĞİNİN İNSAN SAĞLIĞINA ETKİLERİ

Suzan Karagöz[1a], Feran Aşur[2b], Sema Sancak[3ş] Zeynel Boynukara[4d]
[a]VAN YYÜ. Çevre Sorunları Araştırma Uygulama Merkezi,Van, Türkiye, [a]suzan_karagoz98@hotmail.com
[b]VAN YYÜ. Gevaş Meslek Yüksekokulu, Van, Turkey, [b]feranekasur@gmail.com
[c]VAN YYÜ. Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksekokulu, Van, Turkey, [c] semasancak@hotmail.com
[d]VAN YYÜ. Eğitim Fakültesi, İlköğretim BL. Van, Turkey, [d] bzeynel@yahoo.com

Özet

Ağır metaller yerkabuğunda doğal olarak bulunan bileşiklerdir. Küçük bir miktara kadar vücudumuza gıdalar, içme suyu ve hava yolu ile girerler. İz elementler gibi bazı ağır metaller (örneğin bakır, selenyum, çinko) insan vücudunun metabolizmasını sürdürmek için elzemdirler. Bununla birlikte yüksek konsantrasyonlarda toksik olabilirler. Ağır metal toprak kirliliği gerek hava kirliliği, gerekse su kirliliğinin doğada son noktasını oluşturmaktadır. Toprak kirliliğine yol açan madencilik çalışmaları, gübre ve pestisitler, sanayi atıkları ve hidrokarbon yanma ürünleri ile toprağa ulaşabilmektedir. Sonuçta ağır metaller, kontamine olmuş topraklarda yapılan bitkisel üretimler ve meraların da kirlenmesi ile gıda zincirine dahil olmakta, tüm canlı sistemlerini etkilediği gibi insan sağlığını da olumsuz olarak etkilemektedir. Toprak kirliliğine sebep olan başlıca ağır metaller arasında kurşun (Pb), civa (Hg), arsenik (As), çinko (Zn), bakır (Cu), krom (Cr) ve kadmiyum (Cd) sayılabilir.

Anahtar kelimeler: Ağır metal, Toprak, İnsan sağlığı, Gıda

Abstract

Heavy metals are naturally found compounds on earth crust. And they penetrate into human body through foods, drinking water and air. Some heavy metals like trace elements (e.g. bakır, selenyum, çinko) are necessary for body metabolism to maintain its activity. However, heavy concentrations of heavy metals may prove to be toxic. Heavy metal pollution implies the highest degree of soil, air an water water pollution. Mining, soil fertilizers, pesticides, industrial residues and hydrocarbon products are the possible reasons of metal pollution. As a result heavy metals enter into food chain through the polluted meadows and the vegetative products obtained from the contaminated soils, and hence affect the whole living systems and human health negatively. The main heavy metals causing soil pollution are lead (Pb), mercury (Hg), arsenic (As), zinc (Zn), copper (Cu), chromium (Cr) and cadmium (Cd).

Key words: Heavy metal, Soil, Human health, Food

1. Giriş

Çevre kirliliği hava, toprak ve su kirliliği olarak üçlü bir çember içerisinde doğada oluşmakta ve sonuçta insanın da dahil olduğu tüm ekosistemi etkilemektedir. Toprak ise kirliliği doğada giderilemeyen ve dönüşümü olmayan kirliliktir.Kirli toprakta tarım yapılamamakta, bu tür topraklar atıl kalmaktadır.Toprak kirliliği gerek hava kirliliği, gerekse su kirliliğinin doğada son noktasını oluşturmaktadır. Günümüzde toprakta ağır metal kirliliği önemli çevresel problemlerden birisidir [1]. Ağır metallerin çevreye yayılmasına neden olan etmenlerin başında endüstriyel faaliyetler, motorlu taşıtların egzozları, maden yatakları ve işletmeleri, volkanik faaliyetler, tarımda kullanılan gübre ve ilaçlar ile kentsel atıklar gelmektedir [2]. Ağır metallerin toprakta birikmesinin sadece toprak verimliliği ve ekosistem fonksiyonları üzerinde değil aynı zamanda besin zinciri yoluyla havyan ve insan sağlığı üzerinde de önemli etkileri vardır. Çeşitli yollarla çevreye bulaşan ağır metaller; çevreden tahıllara, metallerle kirlenmiş otlarla beslenen hayvanlardan süt ve etlerine, kirlenmiş sulardan avlanılan balıklara veya yiyecek üretimi esnasında kullanılan araç ve gereçlerden bulaşabilmektedir. Ayrıca endüstriyel atıklar ile yer altı ve içme sularına, toprağa ve havaya

karışabilmektedirler[3].Bu derlemede ağır metallerin tarım ürünleri ve meraları kirletmesi sonucu insan sağlığına olan olumsuz etkileri gıda zinciri dahilinde incelenmiştir [1].

Ağır metallerin sebep olduğu çevre kirliliği, su, hava ve doğrudan toprak kirliliğine yol açan madencilik çalışmaları, gübre ve pestisitler, sanayi atıkları ve hidrokarbon yanma ürünleri ile toprağa ulaşabilmektedir. Toprak kirliliğine sebep olan başlıca ağır metaller arasında kurşun (Pb), civa (Hg), arsenik (As), çinko (Zn), bakır (Cu), krom (Cr) ve kadmiyum (Cd) sayılabilir. Bu ağır metaller bitki dokularında birikerek gıda zinciri içerisinde hayvan yemi ve gıdalara girmektedir. Ağır metal bulaşan bitkiler de hayvanların besin zincirine girerek hayvan etine ve sütüne de geçerek dolaylı yönden gıdalara dahil olmaktadır [1].

Macaristan'da yapılan bir çalışmada ağır metal kirliliğinden kaynaklanan toprak kirliliğinin toprak mikroorganizmalarına olan etkisi araştırılmıştır. Kirli toprakta gerçek ağır metal kirliliği düşük seviyelerde saptanırken Cr ve Cd değerleri Macar Toprak Kirliliği Yönetmeliği'ne göre yüksek bulunmuştur. Kirli topraklarda gözlemlenen Zn miktarı (123 mg/kg) kirli olmayan topraklardaki miktar ile benzer olmakla birlikte, Cr (83.6 mg/kg) ve Cd (2.3 mg/kg) değerleri önemli oranda yüksek belirlenmiştir. Toprak mikroorganizmalarının metabolik aktivitelerini topraktaki ağır metal kirliliği etkilemektedir [4].

Çin'de yapılan bir çalışmada; tarım, endüstri ve maden faaliyetleri ile trafik yoğunluğu gibi çeşitli nedenlerle kirlenen toprakta yetiştirilen 268 sebze örneğinin ağır metal içerikleri belirlenmiştir. Kolza, kereviz, lahana, havuç, kuşkonmaz, marul, domates ve kırmızıbiberde Pb, Cd, Cr, Hg ve As seviyelerinin Çevre Koruma Ajansı'nın (EPA) belirlediği sağlık için risk teşkil etmeyen seviyeden daha yüksek olduğu ve kontaminasyon miktarlarının sebze türüne göre değişiklik gösterdiği saptanmıştır [5].

Polonya, Bulgaristan ve İtalya'da belirli bölgelerde yetiştirilen ve pestisit ile gübre kullanılan meyvelerden elde edilen şarap ve alkollerde ağır metal seviyesi Avrupa Birliği'nin yasal olarak izin verdiği sınırlardan yüksek bulunmuştur [6]. Aynı şekilde; durum buğdayında kullanılan pestisitlerin kadmiyum, kurşun ve arsenik kirliliğine neden olduğu saptanmıştır [7].

Gelişmiş ülkelerde bu olumsuz durumlar göz önüne alınarak doğal arıtma sistemi planlanmış ve sonuç olarak "Bitkisel Islah (phytoremediation), Sistemleri" ortaya konulmuştur. Bitkisel ıslah, süs bitkileri dahil bazı bitkilerin doğal yetenekleri olmaktadır. Bu bitkilerin kirlenmiş bölgeleri stabilize veya onarılması için kullanımı kirliliğin bitkiler tarafından seçilerek alınması, arındırılması ve ayrılması bu sorunların giderilmesinde bir avantajdır. Peyzaj düzenleme çalışmalarında bu bitkilerin kullanılabilirliğinin saptanması çevresel kirliliğin arındırılmasında önemli bir temel oluşturabilir.

2. Ağır Metallerin İnsan Sağlığı Açısından İncelenmesi

2.1. Kurşun

Kurşun, gıdalarda hem doğal hem de kontamine olarak bulunmaktadır. Tahıllar, meyve ve sebzeler, et ve deniz ürünleri, su ve bazı içecek türleri ile baharatlar doğal veya kontamine olarak Pb içerebilmektedir[8]. Gıda Standartları Otoritesi (FSA) tarafından yapılan bir çalışmada, gıdaların ortalama 0.065 mg/kg seviyesinde Pb içerdiği saptanmıştır. Diyetle kurşun alımına en çok katkıda bulunan dolayısıyla da kontaminasyonlara en çok maruz kalan gıdaların sırasıyla; içecekler (%17.0), ekmek (%16.0) ve sebzeler (%16.0) olduğu belirtilmiştir. Aynı şekilde Pb seviyesinin en yülksek av hayvanlarında (1.63 mg/kg) olduğu belirtilmiştir[9]. Kurşunun yüksek konsantrasyondaki maruziyeti akut olarak proksimal renal tübüler hasara, kronik olarak sinir sistemi bozuklukları, anemi, kronik böbrek yetmezliği, körlük, kolik, D vitamini metabolizmasında bozukluklara neden olabilmektedir [10].

2.2. Arsenik

Yüzey ve içme sularında 0.5-1.0 mg/L arsenik bulunması insan zehirlenmelerine neden olmaktadır [1].Tarımda kullanılan ve arsenik içeren kimi pestisitlerin kullanımı son yıllarda yasaklanmış olmakla birlikte, gıda maddelerinin arsenik ile kontaminasyonunda önemli etkenlerdir. Arsenik ile kontamine sütten

zehirlenen bebeklerde, karaciğer büyümesi ve kansızlık belirtileri, bazılarında deride kahve renkli pigmentler, tırnaklarda çizgiler ve anormal elektrokardiyogram saptanmıştır. Sudan zehirlenen yetişkinlerde deri dökülmesi, deride nasır şeklinde kalınlaşma, idrarda protein ve reflekslerde yavaşlama görülmüştür. Bira zehirlenmelerinde, acı veren sinirsel krizler, kas zayıflığı, kol ve bacaklarda uyuşma, iştah kaybı, karaciğer rahatsızlığı, deride kahve renkli pigmentler ve deri altında aşırı derecede sıvı toplanması gözlenmiştir. Kemik ve solunum sistemi kanseri de görülebilir [11,12].

2.3. Civa

İnsanlar ve hayvanlar için yüksek toksisite riski nedeniyle Hg, en çok araştırılan ve gündeme gelen ağır metallerden birisidir. Çevrede doğal olarak ya da antropojenik kaynaklarda elemental, inorganik ve organik formda bulunmaktadır Organik civa ise insanlar için en toksik olan formudur [13].

Oluşan civalı bileşikler, su ürünlerinde özellikle suyu filtre ederek beslenen midye ve istiridye gibi kabuklular ile ton balığı, kılıç balığı, morina, mezgit ve turna balıklarında birikmektedir [14].

Civa maruziyeti sonucunda akut olarak; merkezi sinir sistemi, kardiyovasküler ve gastrointestinal sistem, akciğer, böbrek, karaciğer, iskelet sistemi hasarları meydana gelmektedir. Kronik olarak ise Hg, bu sistemlerde dejeneratif bozukluklara ve bazı kanser türlerindeki risk artışlarına neden olabilmektedir [15].

2.4. Kadmiyum

Kadmiyum: Maden, çinko tasfiye fırınları ve sanayi atıklarının çevreye boşaltılmasıyla toprak ve nehirlerde yüksek düzeyde kadmiyum kirlenmesi oluşabilmektedir. Kadmiyum ve bileşikleri; porselen, fotoğrafçılık ürünleri, boya (boyar madde ve mürekkep üretimi), cam, tekstil, plastik, flöresanlı boya, elektrik malzemeleri, piller, fungusit, insektisit ve metal alaşımlar ile sentetik polimerlerin üretiminde kullanılmaktadır [16,17].

Kadmiyumun gıda ambalajı yapımında kullanıldığında asitliği yüksek gıdalarda çözünerek gıdalara geçebildiği saptanmıştır.

Kadmiyumdan en fazla etkilenen organ böbreklerdir. Yapılan araştırmalarda; böbrekte biriken kadmiyum miktarının 200 mg/kg'a ulaşması durumunda, böbrek fonksiyonlarının bozulduğu belirtilmiştir. Kadmiyum insanlarda mide ve karaciğer zedelenmesi, kemik erimesi, hipertansiyon, mide bulantısı, kusma ve ishal gibi rahatsızlıklara neden olabilmektedir. Kadmiyumun neden olduğu diğer bir rahatsızlık "İtai-İtai" hastalığıdır. Bu hastalığın belirtileri bel ve kas ağrıları, kemik yumuşaması ve zedelenmesi, kemik kırıkları, kilo kaybı ve görme bozukluklarıdır [18].

2.5. Çinko

Civa birçok sanayi dalında kullanıldığı için, çevresel kontaminasyon ile balık ve deniz hayvanlarından, yapısında civa bulunan tarım ilaçlarının sık kullanımı sonucu, tarım ürünlerinin yapısından beslenme döngüsüne girerek etkisini göstermektedir. Yapılan çalışmalar balık, et ve bazı süt ürünlerinde yüksek düzeyde civa bulunabildiğini göstermiştir [11, 19].

Yapılan araştırmalarda çinko ile ilgili endüstriyel üretimin yapıldığı çevredeki toprak, bitki, ağaç, meyvelerde ve sularda yüksek oranda çinko tespit edilmiştir. Çinko endüstrisi tesisleri gibi sanayi kuruluşlarının sulara boşaltılan atıklardan deniz ürünleriyle ve galvanize kaplardaki içeceklerden insanlara çinko geçebilmektedir [10].
Çinkonun toksikolojik belirtileri; bulantı, karın ağrısı, mide krampları, kusma, ishal, ateş, uykusuzluk, terleme, bağışıklık sisteminin zayıflaması, kötü kolesterolün yükselmesi, yorgunluk, uyuşukluk şeklindedir[16,20]. Deney hayvanları üzerinde kanserojenik etkisi saptanmıştır[12].

2.6. Bakır

Endüstriyel faaliyetler ve tarım ilaçları gibi çeşitli kaynaklardan meydana gelen kontaminasyon sonucunda Cu içeriği artmaktadır. Yapılan bir çalışmada, bakır içerikli fungisidlerin uzun süreli kullanımı sonucunda kahve meyvesinin Cu içeriğinde önemli bir artış meydana gelmiştir . Bakır kaplardan yiyeceklere, özellikle karbonatlı ve asidik olanlara önemli miktarda Cu geçişi olmaktadır. Bakır tavada pişirilen yemeklerin paslanmaz çelik ya da Al kaplarda pişirilen yemeklere oranla yaklaşık iki kat daha fazla Cu içerdiği bildirilmiştir.

Wilson hastalığına neden olan genetik bozuklukları olmayan sağlıklı bireylerde, diyetle alınan Cu miktarlarının sağlık üzerine çoğunlukla olumsuz etkileri bulunmamaktadır. Nispeten daha düşük dozlarında ise akut olarak baş ağrısı, abdominal ağrı, bulantı, kusma, diyare gibi tipik gıda zehirlenmesi vakaları görülebilmektedir. Yüksek dozlarda Cu maruziyeti sonucunda gastrointestinal kanama, hematüri, intravasküler hemoliz, methemoglobinemi, hepatosellüler toksisite, akut böbrek yetmezliği ve oligüri semptom ve vakaları görülebilmektedir [21].

2.7. Krom

Krom paslanmaz çelik üretimi, çeşitli lehim ve pas engelleyicilerin üretimi ile ilgili metalurji endüstrisinde, boya, cila, cam ve seramik malzemelerinde, deri endüstrisinde kullanılmaktadır. Doğal olarak toprakta bulunmaktadır [22].

Kromun fazla miktarda insan vücuduna girmesi ile birlikte oluşan akut zehirlenme (1–5 g krom tuzu alınması sonucu); gastrointestinal bulgular, kanama bozukluğu, nöbetler, kalp damar sisteminde şoka bağlı ölüm görülebilmektedir [23].

Ağır metallere karşı dirençli ve bitkisel ıslahta kullanılan bitkilerde, ağır metaller bitkideki küçük peptidlere bağlanarak kofullarında depo edilip bu şekilde bitkiye zarar vermemektedirler. Ağır metalleri depolayan bu bitkilerin hasadıyla metaller geri kazanılabilir ve ya görevlerini yapan bu bitkiler daha sonra toksik atıklara ayrılan depolama alanlarında gömülebilir[24].

3. Sonuç

Ağır metaller küresel kirlilik faktörleri olarak insan ve tüm canlı yaşamında tehlike ve risk oluşturmaktadır. Maruz kalınan doz, genetik, kişinin bağışıklık direnci ve genel sağlık hali, yaş, beslenme düzeyi gibi faktörlere bağlı olarak insanlarda en başta kanser olmak üzere çeşitli hastalıklara sebep olmaktadırlar. Gıda zincirinden başka, solunum ve deri yoluyla canlılara geçerek zarar verdikleri açık ve nettir. Dünyada ve ülkemizde tehlike oluşturan ağır metallerin neden olduğu toprak kirliliğini en aza indirmek için acil önlemler alınmalıdır. Dünyada tarıma elverişli toprak miktarı çok düşük düzeydedir. Ağır metal kirliliği topraklar yitirilmiş topraklar anlamına gelir. Kirli toprakta sağlıksız yetişen bitkisel ürünler ise insan ve hayvan hayatını doğrudan olumsuz etkilemektedir. Ağır metal toprak kirliliği doğadan yok edilememekte sürekli kalabilmektedir. Bu durumda öncelikle ağır metal maden işletmeciliği ve diğer endüstri üretimleri ve/veya diğer toprak kirletici faaliyetler ve üretim yöntemleri toprak kirliliğine en az zarar verecek hatta hiç zarar vermeyecek koşullarda yapılmalıdır. Özel olarak kentsel alanlarda ortaya çıkan kirliliğin artması ile, çevre estetiğini sağlayacak şekilde aynı zamanda iyileştirmede de önemli sayılan süs bitkilerinden doğru tür seçimleri yaparak, toprak kirliliğinin ortadan kaldırması için kullanımı uygun olacaktır.

Kaynaklar

[1] Çağlarırmak N, Hepçimen AZ, Ağır Metal Toprak Kirliliğinin Gıda Zinciri Ve İnsan Sağlığına Etkisi. Akademik Gıda, 8(2), 31-35 (2010).
[2] Stresty, T.V.S. and Madhava Rao, K.V., Ultrastructural alterations in response to zinc and nickel stress in the root cell of pigeonpea, Environ Exp Bot., 41, 3-13 (1999).

[3] Erkmen, O., , ‘’Gıda kaynaklı tehlikeler ve güvenli gıda üretimi, Çocuk Sağlığı ve Hastalıkları Dergisi’’ 53(3):220-35 (2010).
[4] Mathe-Gasper, G., Mathe, P., Szabo, L., Orgovanyi, B., Uzinger, N., Anton, A., Heavy methal pollution. Acta Biologica Szegediensis, 49(1-2): 71-73 (2005).
[5] Liu, X., Song, Q., Tang, Y., Li, W., Xu, J., Wu, J., et al., Human health risk assessment of heavy metals in soil–vegetable system: A multi-medium analysis, Science of the Total Environment, 463:530-40. (2013).
[6] Formicki G., Stawarz R., Greń A., Muchacka R.,‘’Cadmium, Copper, Lead and Zinc concentrations in low quality wines and alcohol containing drinks from Italy, Bulgaria and Poland, Journal of Microbiology’’ Biotechnology and Food Sciences, 1(February Special issue):753-7, (2012).
[7] Atafar, Z., Mesdaghinia, A., Nouri, J., Homaee, M., Yunesian, M., Ahmadimoghaddam, M., et al., 2010, Effect of fertilizer application on soil heavy metal concentration, Environmental monitoring and assessment, 160(1-4):83-9 (2010).
[8] Tayfur M., Zehirli Ağır Metaller, In Gıda Kaynaklı Enfeksiyonlar ve Zehirlenmeler, s.243-77, 1. Baskı, Kuban Matbaacılık, Ankara (2009).
[9] http://multimedia.food.gov.uk/multimedia/pdfs/fsis0109metals.pdf],(2009).
[10] Ärup, L., ‘’Hazards of heavy metal contamination’’ British medical bulletin, 68(1):167-82 (2003)
[11] Vural, H., 1993. ‘’Ağır metal iyonlarının gıdalarda oluşturduğu kirlilikle’’ Çevre Dergisi 8: 3-8, (1993).
[12] Beliles, R. V.,‘’Metals, in Toxicology.’’, The Basic Science of Poisons. L.J. Casarett &.J. Ditil (Editors) Macmillan Publ. Co, Inc., New York, USA (1975).
[13] Chan, H. M., 2011, ‘’Mercury in Fish: Human Health Risks, In Encyclopedia of Environmental Health,’’(Nriagu JO, ed.), pp:697-704, Elsevier, Burlington. (2011)
[14] European Food Safety Authority (EFSA), Scientific Opinion on the risk for public health related to the presence of mercury and methylmercury in food, EFSA Journal, 10(2):2985, (2012).
[15] US Environmental Protection Agency, Human Health,http://www.epa.gov/hg/health.htm, (2014).
[16] Omaye ST. Food and nutritional toxicology. New York: CRC Press, (2004)
[17] Hisil Y. Gıda Maddelerinde Kimyasal Komaminantlarm Saplanması. TOK Bakanlığı Koruma Kontrol Genel Müdürlüğü, İzmir İl Kontrol Lab. Md. Genel Yayın No: 103, (1987)
[18] Erkmen O., Çocuk Sağlığı ve Hastalıkları Dergisi, 53: 220-235, (2010)
[19] Anon.,Ağır Metallerin Đnsan Sağlığına Etkileri. http://www.doktorre.net/forum/arsiv-konu- 18053.0-agir-metallerin-insan-sagligina-etkiler.html **(**2008**).**
[20] Gad SC. Mercury. In: Wexler P (ed). Encyclopedia of Toxicology (2nd ed) Vol. 3. New York: Elsevier Inc.,36-39, (2005).
[21] Türközü D., Şanlıer N., ‘’Gıdalardaki Ağır Metal Kontaminasyonları: Bulaşma Kaynakları, Sağlık Riskleri ve Ulusal/Uluslararası Standartlar’’,Gıda Teknolojileri Elektronik Dergisi Cilt: 9, No: 3, (29-46), (2014).
[22] Özbek, H., Kaya, Z., Gök, M ve Kaptan, H., Toprak Bilimi. Çukurova Üniversitesi Ziraat Fak. Genel Yayın No: 73 Ders Kitapları Yayın No:16, Adana (1995).
[23] Tunçok, Y., İçme Suyunda Ağır Metaller ve İnsan Sağlığına Etkileri. http://izmir.kalder.org/Yesim_Tuncok.pdf. DEÜTF 31-35,35,(2008).
[24] Işık K, 2004. Bitki Biyolojisi, Palme Yayıncılık, 497 s. + Ekler 71 s . (ISBN: 975-8624-90) Ankara.

THE IMPORTANCE OF CONSCIOUSNESS TO ENVIRONMENTAL PROTECTION IN TURKEY

TÜRKİYE'DE ÇEVREYİ KORUMAYA YÖNELİK BİLİNÇLENMENİN ÖNEMİ

Sema Sancak[a], Suzan Karagöz[b], Feran Aşur[c], Zeynel Boynukara[d]
[a]VanYYÜ Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksekokulu, Van, Türkiye, semasancak@hotmail.com
[b]Van YYÜ Çevre Sorunları Araştırma ve Uygulama Merkezi, Van.Türkiye, suzan_karagoz98@hotmail.com
[c]Van YYÜ Gevaş Meslek Yüksekokulu, Van, Türkiye, feranekasur@gmail.com
[d]Van YYÜ Eğitim Fakültesi, Van, Türkiye, bzeynel@hotmail.com

Özet

Çevre, canlıların hayatlarını devam ettirdikleri bir ortamdır. Dünyanın oluşumundan bu güne kadar insan doğal denge içinde canlı türleri ile yaşamıştır. Ancak son yüzyılda teknolojik gelişmeler, sanayinin ilerlemesi ve hızlı nüfus artışı, insanın doğayı bilinçsizce kullanması, beraberinde çevre sorunlarını getirmiştir. Doğanın kötü kullanımının doğal kaynakları bozduğu, su, hava toprak kirlenmesine yol açtığı, bitki ve hayvan varlığına zarar verdiği görülmektedir. Bu nedenle; toplumları çevre konusunda bilinçlendirmek, kalıcı tutum ve davranışlara yöneltmek çok önemlidir. Yaşam boyu sürecek çevre eğitimlerinin devamına ağırlık verilmesi ve sürdürülebilir olması elzem bir gerekliliktir. Okul öncesinden başlayarak hayat boyu verilecek çevre eğitimi ile çevre bilincinin oluşturulacağı düşünülmektedir. Çevre eğitimi çalışmalarının gerçekçi ve ihtiyaca yönelik olarak yapılması gerekmektedir. Çevre bilinci, bugün sağlıklı ve dengeli bir çevrede yaşamayı desteklemekte ve çevre sorunları karşısında insan davranışlarındaki değişimin önemli bir göstergesini oluşturmaktadır.

Sonuç olarak, gelecek nesillerin yaşamalarını sağlamak için çevreyi korumaya duyarlı bireyler yetiştirmenin yanında yasal düzenlemelerle çevrenin korunması sağlanmalıdır.

Anahtar kelime: Çevre, Çevre bilinci, Çevre eğitimi

Abstract

Environment is the medium in which the living entities sustain their lives. Since the formation of the Earth, humankind has lived in a natural balance with other living entities. Yet in the last century, due to technological advancements, improving industry and rapid population growth along with unconscious utilization of natural resources, has brought forth some environmental issues. It is evident that mistreatment of nature has spoiled natural resources, has caused contamination of water, soil and air, and damaged overall health of plants and animals. For these reasons, it is imperative to increase awareness of populations to environmental matters and to direct them to a lasting attitude. Increasing the attention to life-time environmental educations, and making sure these are sustainable, are of paramount importance. It is a general consensus that it is possible to create environmental consciousness in individuals through life-time education, starting from pre-school training. Such environmental consciousness education programs need to be prepared in a realistic way and be aimed to the purpose. Environmental consciousness today helps us live in a healthy and balanced environment, and is considered a significant indicator of human reactions to environmental problems.

As a result, protection of nature with official regulations, along with raising of individuals with environmental consciousness, is imperative in ensuring the lives of the future generations.

Keywords: Environment, Environmental consciousness, Environmental education.

1. Giriş

Çevre sorunları, dünyadaki bütün ülkeleri olumsuz etkilemekte ve hızla yayılma göstermektedir. Çevre sorunları hem yeryüzünde hem de atmosferde büyük hasarlara yol açmaktadır. Günümüzde günlük yaşamımızda çevrenin yarattığı olumsuzluklar hissedilmeye başlanmıştır. İnsanların refah seviyesi yükseldikçe çevre sorunlarının arttığı görülmektedir. Çünkü artan tahribatlar iyileştirelemez sorunlara yol açmaktadır. Küresel ısınma, iklim değişiklikleri, buzulların erimesi, dünya nüfusunun artışı, insanlar için gerekli olan temel gıda kaynaklarının azalması ve yenilenebilir enerji kaynaklarının tükenmesi tehlikeli boyutlara ulaşmış, tüm dünyada acil önlem alma gerekliliğini arttırmıştır. Yenilenebilir enerji kaynaklarının bulunması yönündeki çalışmaların artması çevre tahribatı tehditlerini beraberinde getirmektedir. Doğayı ve dengesini korumak gelecek nesillere yaşanılacak yer bırakmak açısından çok önemlidir. Son yıllarda ülkemizde çevre sorunları önemli bir yer tutmaktadır. Sanayileşmenin artmasına bağlı olarak atıkların arıtmasız doğaya salınımı, nüfus artışına bağlı göç ve buna bağlı olarak çarpık yapılaşma, alt yapı sorunları, bölgeler arası dengesizlikler, su, toprak ve hava kirliliği, doğal kaynakların tahribi, kıyı alanlarının yok olması, ormanların bilinçsizce yok edilmesi, ormansızlaşma ve erozyon gibi birçok çevre sorunu ülkemiz gündemini de meşgul etmektedir.

Çevre eğitimi, "bireylerde çevre bilincinin geliştirilmesi, çevreye duyarlı, olumlu ve kalıcı davranış değişikliklerinin kazandırılması ve doğal, tarihi, kültürel, sosyo-estetik değerlerin korunması, aktif katılımın sağlanması ve sorunların çözümünde görev alma" şeklinde tanımlanmaktadır [1]. Çevre bilincinin öneminin anlatılması ve çevreyle ilgili konuların yaygınlaşması, hızlı gelişen teknolojik ve iletişim araçları sayesinde çok çabuk dünyaya yayılmaktadır. Çevre sorunları ve çevrenin korunması ile ilgili sivil toplum kuruluşlarının sayıları ve etkinlikleri de hızla artmaktadır [2]. STK' ların çevre konusundaki faaliyetleri dünyada ve ülkemizde dikkat çekmek açısından son derece önemlidir. Son yıllarda toplumun önemli bir kesiminde çevre duyarlılığı artmış ve doğanın tahribatına karşı yerel girişim ve etkinlikler gelişmeye başlamıştır [3]. Gelecek nesiller için yeryüzünü tüm canlılara yaşanılır kılmak insanoğluna düşen önemli görevlerden birisidir. Çevre sorunlarına sürdürülebilir çözümler getirecek, insanlığın yararına hizmetler edecek ve bunlardan faydalanacak nesillerin çevre bilinci ile yetiştirilmesi, çevre sorunlarının çözümünde çok önemli ilerlemeler sağlayacaktır. Çevreye duyarlı bireyler yetiştirmek, bir zorunluluk haline gelmiştir. Çevre eğitiminin önemi de buradan kaynaklanmaktadır. Çocuklar bizim geleceğimizdir. Toplumun en büyük görevlerden biri, sürdürülebilir bir gelecek sağlamak için gerekli olan tutum, değer, bilgi ve becerileri çocuklara kazandırmaktır [4].

Okul öncesi eğitimi, çocuklarda çevreyle ilgili tutum ve davranış geliştirmeleri açısından oldukça önemli bir yere sahiptir. Araştırmalar çevre bilgisi ve çevreye yönelik tutumun okul öncesi dönemde şekillenmeye başladığını, okul öncesi dönemde kazandırılan çevre bilincinin ileriki yıllarda da çevreye karşı olumlu tutum geliştirmede etkili olduğunu ifade etmektedir [5]. Çevre eğitimi toplumun tüm kesimlerinde çevre bilincinin geliştirilmesi ve çevreye duyarlı bireylerin yetiştirilerek bu bireylerde kalıcı davranış değişikliğinin yapılmasının ve çevre sorunlarına yönelik faaliyetlere aktif olarak katılımın elzem olduğu görülmektedir.

Sosyo ekonomik statüleri ne olursa olsun günümüzde insanlar, yaşadığı çevreye yanlızca uyum sağlamakla kalmayıp kendisi ile birlikte çevreyi de değiştirmesi gerekmektedir. Bunun için insan çevrenin sorunlarını bilmeli, hem çevreyi korumaya yönelik etkinlik yapmalı hem de çevreye eleştirel gözle bakabilmelidir [6].

2. Çevresel Sorumluluk Bilincine Yönelik Çalışmalar

Günümüzde eğitim gören bireylerin başarılı olmaları tek başına yeterli değildir. İnsan toplum ve doğa kavramlarını birlikte ele almalıdır. Özellikle çocukların yaşam becerilerini geliştirme noktasında, çevre bilincini geliştirme ve çevresindeki kaynakları etkili kullanma becerisi önem kazanmaktadır. Çocuklar yaşadıkları çevre ile bir bütün olduklarını fark edenlerin çevreye daha duyarlı oldukları bilinmektedir. Çevre konusuna duyarlı öğretmenin ders işlemesi de çocukta çevre bilincinin gelişmesi amacına katkı sağlamaktadır.

"Sosyo-Ekonomik Durumun Çevre Bilinci ve Çevre Akademik Başarısı Üzerindeki Etkisi" konulu bir araştırma da bu durum tespit edilmiştir. Bu araştırmada, sosyo-ekonomik faktörlerin etkisini araştırmak için Ankara ilindeki bazı orta öğretim kurumların da öğrenim gören 258 lise öğrencisine "Çevre Bilinci Ölçeği" ve "Çevre Başarı Testi" uygulanmıştır. Öğrencilerin, aile gelir seviyesi, ailedeki birey sayısı, ebeveynlerinin eğitim durumları dikkate alınarak yüksek, orta ve düşük sosyo-ekonomik gruplar oluşturulmuş ve gruplar arasında da çevre bilinci ve çevre akademik başarısı yönünden anlamlı bir fark olup olmadığı araştırılmıştır. Elde edilen sonuçlara göre en yüksek çevre bilinci "Orta Sosyo-Ekonomik" statüdeki okullarda çevre duyarlılığı ile ilgili davranışların daha fazla sergilendiği görülmüştür. "Yüksek ve Alt Sosyo-Kültürel" statüdeki okullarda daha az çevre bilincine sahip oldukları belirlenmiştir. Aileninin eğitimli olması, doğayı korumaya söz verme ve çevre dostu konularında etkili olduğu ortaya çıkmıştır. Annesi üniversite mezunu olan öğrencilerin, ilkokul mezunu olan annelere kıyasla çevre sorunlarına daha gönüllü oldukları, çevre dostu davranışı sergileme sıklığının daha fazla olduğu ifade edilmiştir [7].

Günümüz tüketim toplumu anlayışının gittikçe yaygınlaştığı bu dönemde, ihtiyaç fazlası kaynak kullanımının çevre bozulmasında önemli bir yer tuttuğu bilinmektedir. Tutumluluk konusunda çevre eğitimi yönteminin, gerektiği kadarıyla ihtiyacı gidermeye yönelik kaynak kullanımı anlamına geldiği, ihtiyaç fazlasının aşırı tüketime girdiği ve çevreye zarar veren bir faaliyet haline geldiği görülmektedir. Diğer yandan ise, tüketici davranışlarının, çevre eğitiminin öncelikli konularından biri olduğu dikkate alındığında, eğitim süreçlerine yön verecek stratejinin bilinçli tüketime odaklanmasının gerekli olduğu görülmektedir [1].

Artan çevresel sorumluluk bilincinin tüketim alışkanlıklarına yansıması sonucu ortaya çıkan bir kavram da çevreci/yeşil tüketicidir. Yeşil tüketici, "satın alma davranışlarının her aşamasında, çevreye karşı duyarlı olan ve çevre bilinciyle hareket eden, çevre şartlarının sağlanması için satın alma gücünü ve tüketici haklarını kullanan, aynı zamanda içinde bulunduğu toplum ve gelecek nesillerin yaşama ortamına karşı sorumlu olduğunu düşünen bireyler" olarak tanımlanmaktadır [8]. Yeşil reklamlar, kurum ve kuruluşların çevreci ürün, hizmet ve faaliyetlerini tüketicilere duyurmalarında önemli bir iletişim aracıdır. Bunun yanında gerçek çevreci duyarlılıkla ortaya konulan yeşil reklamlar çevre sorunlarına çözüm sunmakta ve tüketicilere çevresel sorumluluklarını hatırlatmaktadır.

Eskişehir'de, 362 tüketiciye uygulanan bir araştırmayı yapılmıştır. Araştırmanın sonucuna göre, gelir ve eğitim durumuyla doğru orantılı olarak çevre sorumluluğu yüksek bireylerin, çevreci ürünleri, hizmetleri, kurum ve kuruluşları takip etmesi nedeniyle, bu konuda önemli bir bilgilenme aracı olan yeşil reklamlara yönelik olumlu bir tutum geliştirdikleri söylenebilir. Çevre sorumluluğu ile yeşil reklamlara karşı tutum arasındaki ilişki incelendiğinde çevre sorumluluğu düşük olanların yeşil reklama karşı tutumlarının olumsuz olduğu, çevre sorumluluğu yüksek olanların yeşil reklamlara karşı tutumlarının olumlu olduğu görülmektedir.

3. Sonuç ve Öneriler

Günümüzde çevre sorunlarının sosyo-kültürel, ekonomik ve politik alanlarla içiçe geçtiği görülmektedir. Sorunun doğru bir şekilde anlaşılması ve çözümü yönünde hangi önlemlerin alınması gerektiğinin farkına varılması, daha gerçekçi ve kapsayıcı bir eğitim anlayışının benimsenmesi açısından önemlidir. Diğer taraftan, çevre eğitimine yönelik öne çıkan görüşlerin geçirdiği evrim açısından konuya yaklaşıldığında, doğanın tanınması ve anlaşılması, koruyucu duyarlılığın oluşturulması ve insan-doğa etkileşiminin bütün yönlerini kapsayan sürdürülebilir gelişmeyi sağlayacak duyarlı insanların yetiştirilmesine kadar genişlediği görülmektedir. Çevre bilincinin oluşmasın da eğitimin ne denli önemli olduğu bilinmesine karşılık toplumumuzda yeterli düzeyde çevreyi korumaya yönelik faaliyetlerin yapılması yeterince sağlanamamaktadır. Çevre sorunlarının çözümünde, etkili olan politikaların acil önlem alma konusunda gerekli düzeyde yaptırım gücünün olmadığını bilmemize rağmen, daha etkili bir yöntem bulma konusunda fazla duyarlı olmadığımız bilinmektedir. Sık sık televizyon programlarında bazı işletmelerin derelere dökülen atık sularının insan sağlığını nasıl tehdit ettiği görülse de, cezai işlem yapmak yıllarca zamanı almaktadır. En çabuk müdahale alanlarından birisi çevre sorunlarına yaptırım alanlarında olmalıdır. Bazı Avrupa ülkelerinde insanlar bahçelerindeki çimleri biçmediklerinde dahi cezai yaptırımlarla karşılaştıkları

düşünülürse, ülke olarak politikamızı yeniden düzenlememiz ve iyileştirmemiz kaçınılmaz görülmektedir. Toplum bireylerini çevre sorunları ve çevre eğitimi konusunda bilinçlendirerek bireylerde kalıcı davranış değişiklikleri meydana getirmek bir zorunluluk haline gelmiştir. Çevre sorunlarının kalıcı çözümünde bugüne kadar "eğitim yönünün" üzerinde gerektiği gibi durulmadığı ancak günümüzde çevre eğitiminin yaşam boyu sürdürülmesi gerektiği bilinmektedir. Çevre eğitiminin, çevreyi korumaya yönelik sürdürülebilir olması zaman içinde en etkili araç olduğu yaşanılan deneyimlerle görülmektedir. Çevre eğitiminde, bireylere yeni davranışlar kazandırmada birçok faktörün etkili olacağı düşünülmektedir. Bu faktörlerin bazıları, okul öncesinden başlayarak orta öğretim ve yükseköğretimi içine alan, ders programı müfredatında zorunlu ders haline getirilerek ve bütünlük gösteren bir programa dayalı olarak verilmelidir. Çevre eğitimlerin kalkınma planlarında etkili bir şekilde yer alması, çeşitli çevre eğitim programlarının hazırlanması, görsel materyallerin hazırlanması ve zenginleştirilmesi, eğitim kurumlarında sık sık çevre konularında seminer, konferans, çalıştay düzenlenmesi, iletişim araçlarından çevre konulu sohbetler ve farkındalık arttırıcı uzman görüşlerine yer verilmesi, bu konuya dikkat çekmek açısından önemlidir. Çağın gerektirdiklerine uygun çevre eğitimi süreçlerinin, sürdürülebilir olması, toplum da sosyal hayata yerleşmesini sağlayabilecek yeni bir bakış açısı oluşturmaya çaba harcanmalıdır. Çevreyi korumaya yönelik önlemlerin alınması yalnız ülke politikası ile değil çevre eğitiminin ve farkındalığın ülke geneline yaygınlaştırılarak yapılmasının etkin bir yol olacağı düşünülmektedir.

Kaynaklar

[1] Özdemir, O., Yeni Bir Çevre Eğitim Perspektifi: Sürdürülebilir Gelişme Amaçlı Eğitim, Eğitim ve Bilim Education and Science, Cilt 32, Sayı 145, s.25-32, 2007.
[2] Çevre Bakanlığı Çevre notları. Ankara: Çevre Eğitimi ve Yayın Dairesi Başkanlığı.
[3] Yılmaz, G., Çevre Bilinci Ve Geleceğimiz, TMMOB Makine Mühendisleri Odası Dergisi, 39(461):32-39 Ref: 4, 1998.
[4] Davis, J. M., Young Children, Environmental Education and The Future. In: Graves, Norman (Ed) Education and the Environment. World Education Fellowship, s. 141-154, 1998.
[5] Smith, A. Early childhood- A Wonderful Time for Science Learning. Australian Primary & Junior Journal, 17(2):52–55, 2001.
[6] Nas, R., Hayat Bilgisi ve Sosyal Bilgiler Öğretimi, Ezgi Kitapevi, 2001.
[7] Uzun, N. ve Sağlam, N., Sosyo-Ekonomik Durumun Çevre Bilinci Ve Çevre Akademik Başarısı Üzerindeki Etkisi, Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi (H.U. Journal of Education) s. 200, 2005.
[8] Nakıboğlu, Mehmet Ali Burak ve Çabuk, S. "Çevreci Pazarlama Anlayışı ve Tüketicilerin Çevreci Tutumlarının Tüketici Davranışları Üzerindeki Etkisi ile İlgili Bir Uygulama", Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi, SBE., Adana, s. 55, 2003.

CARBON FOOTPRINT IN TERMS OF TOURISM SECTOR: CASE OF HOTELS

KARBON AYAK İZİ AÇISINDAN TURİZM SEKTÖRÜ: OTEL ÖRNEĞİ

İsmet Faruk Yaka[a], Abdülkadir Koçer[b], Erokan Canbazoğlu[b] Afşin Güngör[a]
[a] Akdeniz Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Makine Mühendisliği Bölümü Dumlupınar Bulvarı 07058 Kampüs, Antalya, ismetfarukyaka@hotmail.com, afsingungor@hotmail.com
[b]Akdeniz Üniversitesi, Teknik Bilimler Meslek Yüksekokulu, Dumlupınar Bulvarı 07058 Kampüs, Antalya, akocer@akdeniz.edu.tr, erokan@akdeniz.edu.tr

Özet

Karbon ayak izi, kullanımı son yıllarda yaygınlaşan ve insan tüketim faaliyetlerinin doğa üzerindeki kalıcı etkisini ifade etmede kullanılan bir terimdir. Karbon ayak izi genellikle, bir ürün, hizmet veya bölge ile ilişkili etkinlik ya da işlemin bir sonucu olarak yayılan CO_2 ya da eşdeğer sera gazı olarak tanımlanır. İşletmelerin karbon ayak izi hesabı, son yıllarda en çok ilgi duyulan araştırmalardan biridir. Günümüzde özellikle işletmelerin karbon ayak izi hesabının yapılması ve karbon ayak izinin azaltılması oldukça önemli bir hal almıştır. Bu çalışmada iki farklı otel tipinin karbon ayak izi hesabı otellerin enerji ve su tüketimleri göz önüne alınarak, DEFRA Annex 2016 kriterlerine göre hesaplanarak incelenecektir. Hesaplanan karbon ayak izinin azaltılması için gerekli yöntemler incelenecektir.

Anahtar kelimeler: Turizm, Karbon Ayak İzi, Çevre

Abstract

Carbon footprint is a term that has become widespread in recent years and is used to express the lasting effect of human consumption activities on nature. A carbon footprint is often defined as CO2 or equivalent greenhouse gas emitted as a result of an activity or process associated with a product, service, or region. Businesses' carbon footprint account is one of the most sought-after researches in recent years. Today, it has become especially important that businesses make carbon footprint calculations and reduce carbon footprint. In this study, the carbon footprint of two different hotel types will be examined according to the DEFRA Annex 2016 criteria considering the energy and water consumption of the hotels. The methods needed to reduce the calculated carbon footprint will be examined.

Keywords: Tourism, Carbon Footprint, Environment

1. Giriş

İnsanın tüketim faaliyetleri doğa üzerine kalıcı bir etki oluşturmaktadır. Karbon ayak izi, bu etkininin büyüklüğünü ifade etmenin bir yoludur. Literatüre baktığımızda karbon ayak izi kavramı ile ilgili farklı tanımlamalar yapılmıştır. Karbon ayak izi, insan faaliyetleri sonucu oluşturulan bir ürünün yaşam evresi boyunca doğrudan ya da dolaylı bir şekilde biriktirdiği karbondioksit emisyonlarının toplam miktarıdır [1].

Bir başka tanıma göre ekolojik ayak izinin en büyük bileşenini oluşturan "karbon ayak izi", küresel ısınmaya neden olan sera gazları arasında yer alan karbondioksit gazının emisyonunun absorbe edilmesi için gerekli biyolojik üretken alan miktarıdır [2]. İhtiyaçlarımızı karşılamak üzere gerçekleştirdiğimiz her türlü tüketim faaliyetimizin doğa üzerinde oluşturduğu etkiye ve küresel ısınmadaki paya "karbon ayak izi" denilmektedir [3]. Karbon ayak izi tanımlarında sera gazlarından sadece karbondioksit gazı miktarının göz önüne alınmasındaki sebep, diğer sera gazları için gerekli biyolojik kapasite ölçümlerinde yeterli bilginin sağlanmasında zorluk yaşanmasıdır. Bu yüzden bazı çalışmalarda yer alan hesaplamalarda diğer sera gazları karbondioksit eşdeğerliğine çevrilerek yorumlanmaktadır [1,4].

Gıdadan ulaşıma, ısınmadan aydınlanmaya kadar geniş bir alanı kapsayan karbon ayak izi, bireylerin oluşturdukları Çizelgeyu daha net anlayabilmeleri açısından belirli parametreler altında incelenmektedir [5]. Bu parametreler, karbon ayak izinin hesaplanmasında, ülkelerin sosyoekonomik ve sosyokültürel durumlarına göre değişiklik gösterebilmektedir. Karbon ayak izi parametreleri Çizelge 1'deki şekilde sunulmuştur [6].

Çizelge 1. Karbon Ayak İzi Sınıflandırma

Parametre	**Birincil Ayak İzi**	**İkincil Ayak İzi**
Ulaşım	- Yakıt	-Toplu taşıma -Hava ulaşımı -Otomobil
Barınma	- Doğalgaz	-Elektrik -Su ve atık -Isınma
Gıda		-Tahıl -Sebze -Meyve -Et
Ürün		-Giyim -Ev ürünleri -Kişisel bakım
Hizmet		-Sağlık -Eğlence -Eğitim

Çizelge 1'de evsel kaynaklı karbon ayak izi, birincil ve ikincil ayak izi olmak üzere iki ana grupta toplanmıştır. Birincil ayak izi, evsel enerji tüketimi ve ulaşım dahil olmak üzere fosil yakıtlarının yanmasından ortaya çıkan doğrudan salınımlarının, ikincil ayak izi ise kullandığımız ürünlerin tüm yaşam döngüsüyle (ürünlerin imalatı ve en sonunda bozulmaları) ilgili olan dolaylı salınımlarının ölçüsüdür.

Öte yandan karbon ayak izinin belirli kategorilere ayrılması bireylerin kaynak kullanımlarının ve sürdürülebilirliklerinin takibinde kolaylık sağlamaktadır. Bununla beraber bu kategoriler, bireylerin hangi bileşen açısından daha çok sorumluluk almaları gerektiği konusunda farkındalık oluşturmaktadır. Ayrıca bireyler, bu kategoriler altında bireysel ve toplumsal durumlarını Kyoto protokolü ile belirlenen salınım standartları çerçevesinde değerlendirerek diğer ülkeler ile kıyaslama şansı bulmakta ve yerel çözümler oluşturma fırsatını yakalamaktadırlar [7].

Turizm, ülkelerin gelir kaynakları arasında önemli bir yere sahiptir. Oteller turizmde en önemli unsurlardır. Turistlerin kaldıkları ve zamanlarının çoğunu harcadığı yer burasıdır. Bu nedenle otellerde yüksek enerji tüketimi var. Otellerin karbon ayak izinin hesaplanması ve azaltılması, turizmin geleceği ve sürdürülebilir bir çevre açısından çok önemlidir.

2. Materyal ve Metod

Antalya Türkiye'nin ve Dünya'nın popüler turistik merkezlerinden birisidir bundan dolayı bu çalışmada Karbon ayak izi hesabı için Antalya ilinden bir tatil köyü ve 5 yıldızlı bir otel seçilmiştir. Karbon ayak izi hesabında doğal gaz, kömür, elektrik, su tüketimi ve otelin ulaşım değerleri kullanılmıştır. Otellerin genel bilgileri Çizelge 2'de verilmektedir.

Çizelge 2. Otel Bilgileri

Özellikler	5 Yıldızlı	Tatil Köyü
Bina Yaşı	10	28
Oda Sayısı	445	534
Şehir Merkezine Uzaklık (km)	20	50
Ağaç Sayısı	35	600

Çalışmada Karbon ayak izini hesaplamak için DEFRA karbon kriterleri kullanıldı. DEFRA, Birleşik Krallık hükümetinin Gıda ve Kırsal İşleri Bakanlığı'nın çevresel bir birimidir. Bu birim, her yıl karbon emisyonu miktarının hesaplanması ve hesaplama yöntemleri için raporlar yayınlamaktadır. Çalışma kapsamında parametrelerin karbon emisyon miktarları Çizelge 3'de verilmiştir.

Çizelge 3. Tüketim Türüne Göre Karbon Emisyonu Miktarı

Tüketim Malzemesi	Birim	Kg CO_2	Kg CO_2e	Toplam CO_2
Doğalgaz	m^3	2,02451	2,02838	4,05289
Elektrik	Kw	0,52664	-	0,52664
Kömür	Ton	2634,15432	2856,70260	5490,85692
Su	Ton	-	0,708	0,708
Ulaşım	lt	2,65464	2,67620	5,33084

3. Sonuçlar ve Tartışma

Tatil köyünün ve 5 yıldızlı otelin tüketim verileri ay ve toplama göre aşağıdaki çizelgelerde verilmiştir. Otellerin aylık ve yıllık karbon ayak izi hesaplanmıştır.

Çizelge 4. Otellerin Doğalgaz Tüketimi (m^3) ve Karbon Emisyonu

Aylar	Tatil Köyü		5 Yıldızlı Otel	
	Tüketim	Kg CO_2	Tüketim	Kg CO_2
Ocak	1415	5734,8	78800	319367,7
Şubat	1415	5734,8	66000	267490,7
Mart	1415	5734,8	56000	226961,8
Nisan	1866	7562,6	50000	202644,5
Mayıs	10377	42056,8	40000	162115,6
Haziran	13207	53526,5	34000	137798,2
Temmuz	19810	80287,7	34000	137798,2
Ağustos	20754	84113,6	35000	141851,1
Eylül	12263	49700,5	33000	133745,4
Ekim	7548	30591,2	39000	158062,7
Kasım	2830	11469,6	42000	170221,4
Aralık	1415	5734,8	64000	259384,9
Yıllık Toplam	94315	382247,7	571800	2317442

Çizelge 4 tatil köyünün ve 5 yıldızlı otelin doğalgaz tüketimini göstermektedir. Yıllık olarak tatil köyünün 94315 ton'luk ve 5 yıldızlı otelin 571800 tonluk bir tüketim mevcuttur. En yüksek değerin Ağustos ayında olduğu görülmektedir. Bu durumun sebebi yaz aylarında turist yoğunluğundan dolayı otellerin tam kapasite çalışmasıdır. Kış ve ilkbahar aylarında ise yoğunluğun azalmasından dolayı tüketim en düşük seviyeleri görmektedir. Sonuç olarak yıllık doğalgaz tüketimine bağlı karbon emisyon miktarı tatil köyü için 382247,7 kg ve 5 yıldızlı otel için 2317442 kg'dır.

Çizelge 5. Otellerin Elektrik Tüketimi (Kw) ve Karbon Emisyonu (kg)

Aylar	Tatil Köyü		5 Yıldızlı Otel	
	Tüketim	Kg CO_2	Tüketim	Kg CO_2
Ocak	70870	37322,9	354000	186430,6
Şubat	70870	37322,9	311000	163785
Mart	70870	37322,9	337000	177477,7
Nisan	94494	49764,3	375000	197490
Mayıs	519719	273704,8	500000	263320
Haziran	661460	348351,3	590000	310717,6
Temmuz	992191	522527,5	808000	425525,1
Ağustos	1039483	547433,3	877000	461863,3
Eylül	614213	323469,1	709000	373387,8
Ekim	377977	199057,8	520000	273852,8
Kasım	141741	74646,4	350000	184324
Aralık	70870	37322,9	275000	144826
Yıllık Toplam	4724758	2488246	6006000	3163000

Çizelge 5 tatil köyünün ve 5 yıldızlı otelin elektrik tüketimini göstermektedir. Yıllık olarak tatil köyünün 4724758 Kw'lık ve 5 yıldızlı otelin 6006000 Kw'lık bir elektrik tüketimi mevcuttur. En yüksek değerin Ağustos ayında olduğu görülmektedir. Bu durumun sebebi yaz aylarında turist yoğunluğundan dolayı otellerin tam kapasite çalışmasıdır. Kış ve ilkbahar aylarında ise yoğunluğun azalmasından dolayı tüketim en düşük seviyeleri görmektedir. Sonuç olarak yıllık elektrik tüketimine bağlı karbon emisyon miktarı tatil köyü için 2488246 kg ve 5 yıldızlı otel için 3163000 kg'dır.

Çizelge 6. Otellerin Kömür Tüketimi (Ton) ve Karbon Emisyonu (kg)

Aylar	Tatil Köyü		5 Yıldızlı Otel	
	Tüketim	Kg CO_2	Tüketim	Kg CO_2
Ocak	0,2175	1194,2	-	-
Şubat	0,2175	1194,2	-	-
Mart	0,2175	1194,2	-	-
Nisan	0,29	1592,3	-	-
Mayıs	1,595	8757,9	-	-
Haziran	2,03	11146,4	-	-
Temmuz	3,045	16719,6	-	-
Ağustos	3,19	17515,8	-	-
Eylül	1,885	10350,2	-	-
Ekim	1,16	6369,3	-	-
Kasım	0,435	2388,5	-	-
Aralık	0,2175	1194,2	-	-
Yıllık Toplam	14,5	79617,4	-	-

Çizelge 6 Tatil köyü ve 5 yıldızlı otelin kömür tüketimini göstermektedir. Yıllık olarak tatil köyünde 14,5 ton'luk bir tüketim mevcuttur aksine 5 yıldızlı otelde tüketim yoktur. En yüksek değerin Ağustos ayında olduğu görülmektedir. Bu durumun sebebi yaz aylarında turist yoğunluğundan dolayı otelin tam kapasite çalışmasıdır. Kış ve ilkbahar aylarında ise yoğunluğun azalmasından dolayı tüketim en düşük seviyeleri görmektedir. Sonuç olarak yıllık kömür tüketimine bağlı karbon emisyon miktarı tatil köyü için 79617,4 kg'dır.

Çizelge 7. Otellerin Su Tüketimi (Ton) ve Karbon Emisyonu (kg)

Aylar	Tatil Köyü		5 Yıldızlı Otel	
	Tüketim	Kg CO_2	Tüketim	Kg CO_2
Ocak	1716	1214,9	7000	4956
Şubat	1716	1214,9	7000	4956
Mart	1716	1214,9	8000	5664
Nisan	2288	1619,9	11000	7788
Mayıs	12585	8910,1	11500	8142
Haziran	16017	11340	11500	8142
Temmuz	24026	17010,4	15000	10620
Ağustos	25170	17820,3	15000	10620
Eylül	14873	10530	13000	9204
Ekim	9153	6480,3	13000	9204
Kasım	3432	2429,8	9000	6372
Aralık	1716	1214,9	9000	6372
Yıllık Toplam	114408	81000,8	130000	92040

Çizelge 7 tatil köyü ve 5 yıldızlı otelin su tüketimini göstermektedir. Yıllık olarak tatil köyünün 114408 ton'luk ve 5 yıldızlı otelinde 130000 ton'luk bir tüketimi mevcuttur. En yüksek değerin Ağustos ayında olduğu görülmektedir. Bu durumun sebebi yaz aylarında turist yoğunluğundan dolayı otelin tam kapasite çalışmasıdır. Kış ve ilkbahar aylarında ise yoğunluğun azalmasından dolayı tüketim en düşük seviyeleri görmektedir. Sonuç olarak yıllık su tüketimine bağlı karbon emisyon miktarı tatil köyünün 81000,8 kg ve 5 yıldızlı otelin 92040 kg'dır.

Çizelge 8. Ulaşım Kaynaklı Yakıt Tüketimi (Lt) ve Karbon Emisyonu (kg)

Yakıt Tüketimi	Tatil Köyü		5 Yıldızlı Otel	
	Tüketim	Kg CO_2	Tüketim	Kg CO_2
Aylık Ortalama	2100		2000	
Yıllık Ortalama	25200	134337	24000	127940

Çizelge 8 tatil köyünün ve 5 yıldızlı otelin yıllık ulaşım kaynaklı yakıt tüketimini göstermektedir. Bu tüketim içerisinde otelin binek araçları, günlük havalimanına düzenlemiş olduğu servisler ve personel servisleri yer almaktadır. Tatil köyünün yıllık ortalama 25200 Lt'lik ve 5 yıldızlı otelin ise 24000 Lt'lik bir tüketimi mevcuttur. Bu tüketimlere bağlı olarak tatil köyünün 134337 kg'lık ve 5 yıldızlı otelin 127940 kg'lık bir karbon emisyonu meydana gelmiştir.

Çizelge 9. Toplam Karbon Emisyonu (ton)

Tüketim Malzemeleri	Tatil Köyü Yıllık Toplam CO_2 (ton)	5 Yıldızlı Otel Yıllık Toplam CO_2 (ton)
Doğalgaz	774,6	2317,4
Elektrik	2488	3163
Kömür	79,6	-
Su	81	92
Ulaşım	134,3	128
Toplam	3557,5	5700,4

Çizelge 9'da tatil köyü ve 5 yıldızlı otelin toplam karbon emisyonu hesaplanmıştır. Yıllık bazda tatil köyünün 3557,5 ton'luk ve 5 yıldızlı otelin 5700,4 ton'luk bir karbon emisyonu vardır. En yüksek emisyon miktarı elektrik tüketimi kaynaklı karbon emisyonudur. Elektrik kaynaklı emisyon değerinin en yüksek çıkması elektriğin hayatımızın her anında yoğun bir şekilde kullanılmasından kaynaklanmaktadır.

Karbon ayak izini azaltmak için çeşitli önlemler alınmalıdır. Bu yöntemler üç bölüme ayrılmıştır: enerji tasarrufu, temiz enerji üretimi ve yeşil alan geliştirme. Öncelikle enerji tasarrufu:

• Yüksek elektrik tüketimi, ısıtma, soğutma, aydınlatma, ofis ekipmanları ve asansörden kaynaklanır. Binalarda ısıtma ve soğutma için klima kullanılır. Klimalar, yüksek enerji verimliliği sağlayan, klimalar ile değiştirilmelidir. Ayrıca, ısıtma ve soğutmadan kaynaklanan elektrik tüketimini azaltmak için binaya ısı yalıtımı uygulanmalıdır.

• Bir başka enerji tasarrufu aydınlatma kısmında olmalıdır. Bunun için enerji tasarrufu yüksek verimli lambalar kullanılmalıdır. Ofis araçları, eski araçlara göre enerji açısından verimli ofis ekipmanlarıyla değiştirilmesi gerekmektedir. Diğer aletler stand-by konumunda olmamalı kapatılmalı ve gerektiğinde kullanılmalıdır. Özellikle personelin asansör kullanımı azaltılmalı hem sağlık hem çevre açısından asansör yerine merdiven tercih edilmelidir.

• Yüksek doğalgaz tüketimi bina ve havuz ısıtması bunun yanında da mutfak kullanımından kaynaklanmaktadır. Isıtmadan kaynaklanan doğal gaz tüketimini azaltmak için, bina ve havuza ısı yalıtımı uygulanmalı bunun yanı sıra sistemlerin bakımları düzenli olarak yapılmalıdır. Havuz ısıtması için yenilenebilir enerji sistemleri kullanılmalıdır. Örneğin: güneş kaynaklı su ısıtma sistemi.

• Yüksek yakıt tüketimi ulaşımdan kaynaklanmaktadır. Düşük hacimli motorlar ve enerji tasarrufu sağlayan otomobiller ile yakıt tüketimi azaltılabilir. Personel ve müşterilere yönelik yapılan servisler mesafe, sefer sayısı ve doluluk oranı gözönüne alınarak yeniden düzenlenmeli ve minimum enerji tüketimiyle maksimum fayda sağlanmalıdır.

İkinci yöntem ise temiz enerji üretimi. Otelin kendi enerjisini üretmesi karbon ayak izini ve fosil kaynaklı enerji tüketimini azaltacaktır. Enerji tüketimi azaltıldığında otel hem enerji açısından hem de mali açıdan tasarruf sağlayacaktır. Bunun için fotovoltaik güneş enerjisi sistemleri ve güneş ısıtma sistemleri kullanılabilir. Çünkü bu sistemler çok yaygındır ve uygulamak kolaydır. Örneğin güneş ısıtma sistemi kullanıldığında:

• Su kullanımı

• Havuz Isıtma

• Spa ve Sauna,

Enerji ihtiyaçları sağlanabilir. Bu, doğalgaz ve elektrik tüketimini azaltacaktır. Ayrıca fotovoltaik güneş panelleri kullanılarak elektrik enerjisi ihtiyaçları karşılanabilir.

Üçüncü ve son yöntem ise üretilen bu karbon emisyonuna karşı yeşil alan miktarını arttırmaktır. Çizelge 10, bu amaçla otellerin karbon ayak izinin azaltılması için ekilmesi gereken yıllık ağaç sayısını göstermektedir.

Çizelge 10. Yıllık dikilmesi gereken ağaç sayısı

Otel Tipi	Yıllık Toplam CO_2 (ton)	Ağaç Sayısı
Tatil Köyü	3557,5	163188
5 Yıldızlı Otel	5700,4	261486

4. Sonuç

Bu çalışmada Antalya ilinde bir tatil köyü ve 5 yıldızlı bir otelin enerji ve su tüketimine bağlı olarak karbon ayak izi hesaplanmıştır. Tatil köyü yıllık 3557,5 ton ve 5 yıldızlı otel 5700,4 ton CO_2 salınımı yapmaktadır. Karbon ayak izi ne kadar azaltılırsa çevre açısından o kadar iyidir. Bu yüzden enerji tasarrufu, yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanılması ve yeşil alanların arttırılması bu açıdan büyük önem arz etmektedir. Gelecek nesillere daha yaşanabilir ve sürdürülebilir bir dünya bırakmak için karbon ayak izimizi düşürmeli ve dünya kaynaklarını tasarruflu olarak kullanmalıyız.

Kaynaklar

[1] Wiedmann, T., ve Minx, J., "A definition of 'carbon footprint", Hauppauge NY: Nova Science Publishers, (2008).
[2] http://www.wwf.org.tr/
[3] Lynas, M., "Karbon ayak iziniz", Neşet Kutluğ (Çev.), Açık Radyo Kitapları. İstanbul, (2009).
[4] Kitzes, J., Peller, A., Goldfinger S. ve Wackernagel, M., "Current methods for calculating national ecological footprints accounts", Science for Environment and Sustainable Society, 4(1):1-9 (2007).
[5] Kitzes, J., Galli, A., Rizk, S.M., Reed, A. ve Wackernagel, M., "Guidebook to the national footprint accounts", Global Footprint Network, Oakland, (2008).
[6] Jones, C.M., ve Kammen D.M., "Quantifying carbon footprint reduction opportunities for U.S. households and communities. Environmental Science and Technology", 45(9): 4088-4095, (2011).
[7] Mattila, T., Kujanpaa, M., Dahlbo, H., Soukka, R., ve Myllymaa, T., "Uncertainty and sensitivity in the carbon footprint of shopping bags", Journal of Insdustrial Ecology, 15(2):217-227, (2011).

ASSESSMENT OF SOLID WASTE POLLUTION IN BORÇKA DAM LAKE, ARTVİN, TURKEY

Koray Ozseker[1], Coskun Eruz[2]
[1]KTU, Institute of Marine Sciences and Technology, Trabzon, Turkey
[2]KTU, Faculty of Marine Science, Trabzon, Turkey
E-mail: koray_ozseker@mynet.com

Abstract

Technological developing and increasing production resulted an increment at the amount of waste and environmental pollutions. Terrestrial and aquatic environment of the world are under threat of the solid waste as water, soil and air pollution. In this study, accumulation of land based solid waste at the Borçka dam lake and Murgul stream were analyzed qualitatively and quantitatively. A total of seven stations have been selected, including three station in the stream and four stations in the dam lake. Data for the study area were obtained during January to June 2017. Difference between stations, solid waste types (plastic, metal, glass, and textile) and accumulation in the sampling areas analyzed. According to the type of solid waste deposited in study area (stream and lake), the distribution of the total accumulation is as follows: plastic 38,49 %, textile 34,96 %, metal 16,98 % and glass 9,56 %. The highest solid waste values in the study area were observed at the B4 station which is closest to Artvin city center. Solid waste in stations decrease in the order B4>B3>M3>B2>M2>M1>B1. It is remarkable that the highest values of solid waste are concentrated in the stations near the city centers and industrial establishments.

Keywords: Solid Waste, Pollution, Aquatic ecosystem, Dam lake

1. Introduction

In parallel to its urbanized life style, human is producing increasingly more litter [1]. Increasing population, growing urban settlement, technological developments, industrialization, living standards have led to rapid and sustained increases in production of solid waste. Artvin province attracts attention in terms of increasing urbanization and tourism activities. Especially, in the case of increased tourism activities, pollution in terms of solid wastes negatively affects fresh water ecosystems such as lakes and streams. Solid wastes are non-soluble, discarded solid materials, including sewage sludge, municipal garbage, industrial wastes, agricultural refuse, demolition wastes and mining residues [2].

The solid waste types are domestic wastes, medical wastes, industrial wastes, commercial and institutional waste, special waste, hazardous waste, agricultural and garden waste. Solid wastes are the most common type of pollutant that causes river, sea and land pollution. Solid wastes left alone of the nature uncontrolled, it's contaminating the soil, air, groundwater and surface water sources and pollution of the sea and lakes, causing the unpleasant odor, many environmental problems [3].

Solid waste is an environmental, economical, human health and aesthetical problem. It poses a complex and multi-dimensional challenge with significant implications for the aquatic environment and human activities all over the world. The solid waste problem is closely linked to major problems of public health, conservation of the environment and sustainable development in the Black Sea region. Solid waste originates from various land- and sea-based sources as a result of diverse human activities, and evidently causes a wide variety of negative impacts on the human population, wildlife, landscape and some sectors of the economy [4]. Aquatic debris is more than an unsightly inconvenience for beach-bound vacationers or pleasure boaters. It also affects the inhabitants and economies of aquatic communities worldwide. Durable and slow to degrade, plastic and synthetic materials , including those used to make beverage bottles, packing straps, tarps, fishing line and gear , can all become aquatic debris [5]. Accumulation of solid waste in the aquatic environment is a growing problem worldwide. Particularly plastic, the most utilized and persistent material arises as the primary contaminant in the marine environment [6,7,8]. Plastics are synthetic organic polymers,

and though they have only existed for just over a century by 1988 in the United States alone, 30 million tons and of plastic were produced annually [13] and 32 million tons of plastic waste were generated in 2011 [9] .

The versatility of these materials has lead to a great increase in their use over the past three decades, and they have rapidly moved into all aspects of everyday life [10]. Especially in the last quarter of the century, began to be seen as a major problem in all the land and aquatic environment. Last ten years, the accumulated waste on beaches has increased by 80%. This problem is growing rapidly as a result of various factors; main factor is rapid population growth and lack of public awareness, insufficient garbage collecting and separation in rural areas [11]. Due to technological developing a lot of new product and packaging materials has revealed to more pollution.

The Borçka Dam Lake, which is our study area, is located on the Coruh basin in the area where the Murgul stream is discharged, about 25 km northwest of the Artvin. The Borçka Dam Lake is a deposit area that is under the pressure of, aquaculture activities and polluter as anthropogenic. Morever, our study area, the stream of Murgul, which is exposed to densely anthropogenic pollution, is discharged in lake, thus affecting the ecosystem of the lake. As well as, the lake we work with is very close to Artvin city center and therefore it is continuously exposed to human pollutants. By collecting from the basins of lakes, especially those with no outflow, pollutant such as solid waste, both streams and surface streams, accumulate in the lake.

In the region, solid waste types which are seen on the river basins and coastal areas depend on the cultural structure and consumption patterns. A large portion of the solid wastes produced in Turkey are paper / cardboard and plastic forms. These wastes are not broken down in short time, while non-organic origin, or as structural deterioration resistant organics (e.g., plastic) for many years in nature, mold creates pollution. Human caused waste is left to nature cause physical effects to the natural environment, as well as both a biological and chemical pollution effects. These effects vary depending on the nature of the waste.

2. Material and Method

Study was done at coastal zone of the Borçka Dam Lake at 35 km coast line. The study area was identified as a stream (Murgul streams) and a dam lake (Borçka Dam Lake) to represent district of Artvin center, Murgul and Borçka. A total of seven stations have been selected, including three station in the stream and four stations in the dam lake Fig.1.

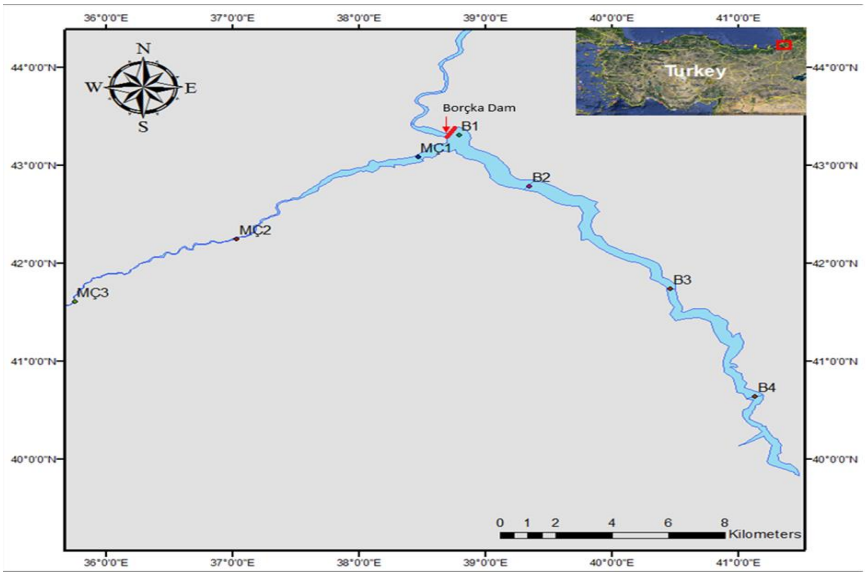


Figure 1. Map of study area

In this study, it was assumed that solid wastes were dumped into river collecting areas and transported to lakes by rivers. Data for the study area were obtained during January to June 2017 to identification and quantification of solid waste. The sampling points were chosen to represent the entire between Artvin center and Borçka districts (Table 1). . Selected points are near the river mouths, aquaculture production facilities, and marina of lake, industrial areas such as auto industry and petrol stations, and the surrounding areas.

Table 1. Coordinate of sampling points

Station	Boçka Dam Lake		Station	Murgul Stream	
	Latitude	Longitude		Latitude	Longitude
1	41°20'53,29"	41°41'20,69"	1	41°20'20,77"	41°40'34,00"
2	41°19'37,22"	41°42'42,08"	2	41°18'18,36"	41°37'04,83"
3	41°17'04,74"	41°45'24,57"	3	41°16'45,62"	41°33'58,42"
4	41°14'24,75"	41°47'02,33"			

For measuring amount and type of solid waste, in sampling area randomly selected 50 or 100 m^2 square or rectangular areas of adjacent shoreline are used for sampling. Solid wastes separately counted and weighted. Difference between, districts, stations, solid waste types (plastic, metal, glass, and textile) and accumulation in the sampling areas analyzed. In order to determine statistical differences PRIMER 5 packs was used to analyze the similarities of the cities for different type of the litter.

3. Results and Discussion

Solid wastes from rural areas were removed by households burning or disposing to the creeks basin or hills in an irregular manner. In this region, the garbage collection work was done by provincial administration, but it did not meet the need. In the present study, amount of solid waste along the lake and stream of the province of Artvin which is 750 km^2 with a 50 km total length and width of 15 m identified as a total of 18.77,8 tons. Total weight and number of the litter which were collected from the lake and stream of the districts are given in Table 2.

Table 2. The distribution of solid waste along the coast of the districts

Station	Solid waste	Solid waste	plastic		metal		glass		textile	
	kg	number	kg	number	kg	number	kg	number	kg	number
M1	150,8	439	86,5	411	14,4	20	4,5	2	45,4	6
M2	155,9	749	110,1	724	18,6	17	7,1	4	20,1	4
M3	409	920	112,7	800	89,7	82	122,3	24	84,3	14
B1	140,3	157	65	112	23,1	16	15,5	18	36,7	11
B2	175,8	198	73,1	154	20,4	16	14,2	11	68,1	17
B3	321,3	791	120,4	708	44,7	25	8,9	4	147,3	54
B4	524,7	1122	155	987	108	61	7,1	6	254,6	68
Total	1877,8	4376	722,8	3896	318,9	237	179,6	69	656,5	174
% value			38,49		16,98		9,56		34,96	

In the region, current direction is mainly east to west (From the province of Artvin towards the Borçka district). The router physical conditions, in which the accumulation of litter on the region, are currents. It was found that between Murgul stream and Borçka dam lake are not shown important differences. When the solid waste pollution in the study area according to the total weight amount, it is observed that the highest amount is in B4 station. The highest value of plastic, metal and textile are observed as 155 kg, 108 kg and 254,6 kg respectively, in station of B4. But, the highest value of glass is observed as 24 kg in station of M3 (Figure 2).

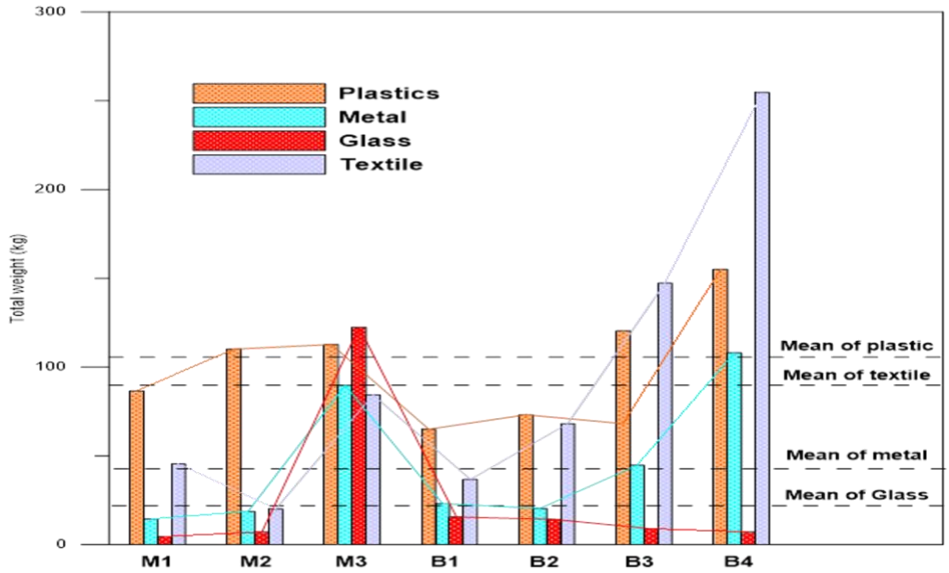


Figure 2. Distribution of deposited solid waste on coast of the districts. According to the types and weight of litter

According to the type of solid waste deposited in coastal area, the distribution of the total accumulation is as follows: plastic 56%, textile 23%, metal 14 % and glass 7% (Figure 3). The highest solid waste values in the study area were observed at the B4 station which is closest to Artvin city center. Solid waste in stations decrease in the order B4>B3>M3>B2>M2>M1>B1. It is remarkable that the highest values of solid waste are concentrated in the stations near the city centers and industrial establishments. Most of these wastes are plastic wastes, and are thrown into natural areas without any treatment. These areas are picnic areas, recreational areas, riversides, meadows, forests, and shores etc. which are used for social purposes. An important problem that arises in work and that must be taken into consideration is the concentration of hygiene products such as children and sick cloths. Among the solid wastes, hygiene products which started to occupy an important place in recent years constitute 24% of the total wastes. This ratio indicates that this waste type should be avoided by absolute consideration.

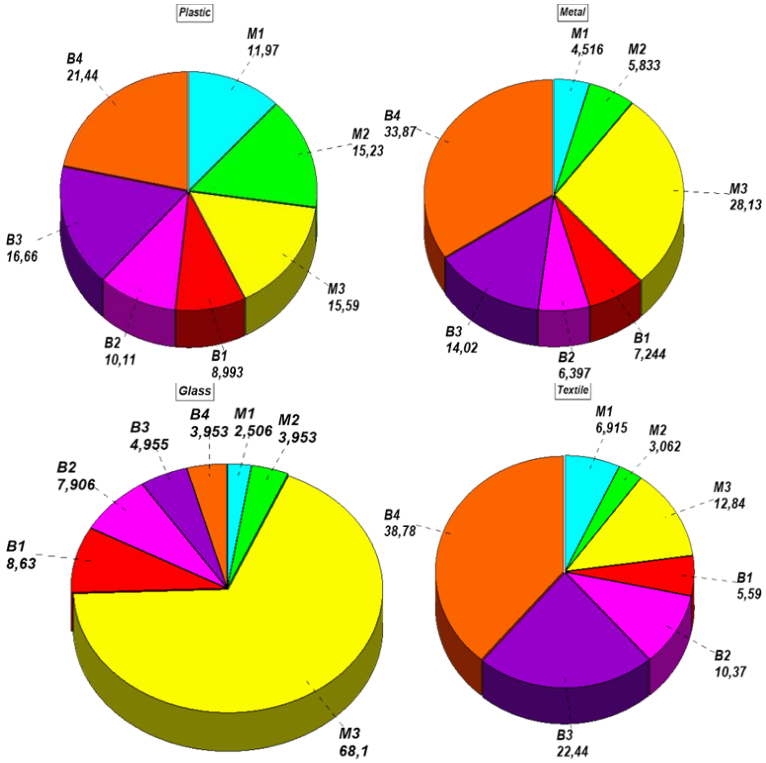


Figure 3. Distribution of solid waste derivative as percentage

Bray-Curtis analyses were done to identify similarities and clustering between districts, results of these were given in Figure 4. According to the type of solid waste according to stations, there were 3 groups observed and they showed more than 50 % similarities. The first group was between plastic and textile. The similarity of first group was observed as 87,7 %. The second group was between first group and metal. The similarity of this group was found as 81,11 %. The third group was between second group and glass. The similarity of third group was found as 65,6 %.

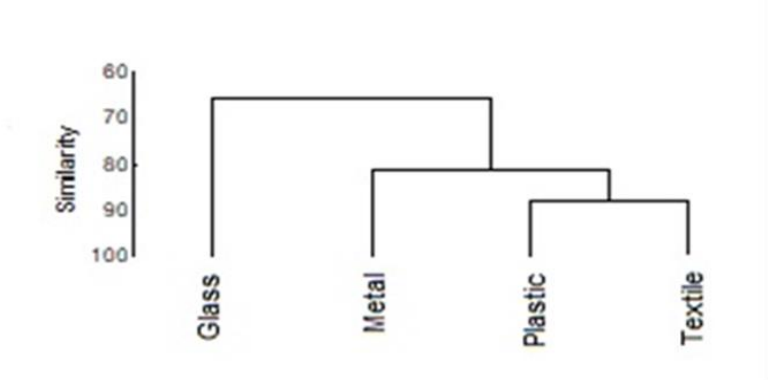


Figure 4. The similarity between the ratios of solid waste

Artvin province, a part of the Southeastern Black Sea, give us an idea to understand the litter pollution situation of the different type fresh water ecosystem of the Black Sea. As a result of the study, it was concluded that, 50 km long lake and stream of Artvin, which consists of river mouths, aquaculture production facilities, marina of lake, industrial areas such as auto industry and petrol stations, and the surrounding areas were totally under the influence of the solid waste pollution. Therefore, it was concluded that this pollutions are due to waste disposal to the aquatic environment, because of not enough training and supervision of the local people. Because of the regular solid waste storage system in the province of Artvin and the lack of waste collection systems in rural areas, wastes are discharged into freshwater areas such as rivers and lakes. As a result, the accumulated wastes are transported to the sea, increasing the size of your

pollution. It was determined that visual pollution of the litter is an important cause of physical and chemical pollution on the aquatic ecosystems. As other site of the Black Sea and others fresh water, careless garbage and recycling collection and poor landfill management have been blamed for some of debris, particularly plastic bags and bottles.

As a result of distribution of solid waste analysis on coasts, it was observed that pollutants were intense at near river mouths and the places where wave effect is minimum. These results show us the origin of the non-soluble waste is rural areas of river basin. The most of the wastes, especially rural areas (scattered villages, mezra, highlands), which do not fall into regular storage areas, are transported to riverside with rivers. The results of the study show similarities with Topçu et al. [12], Morris [13], Martin and Sobral [14] and McCoy [15] that most of the debris is plastic. Although, Topçu et al. [12] reported that the solid wastes of the Western Black Sea bed originated from Turkish domestic and foreign discharges, on the contrary all wastes of the study area are originated by Turkish domestic wastes. As identified Santoes et al.[16] in the coastal areas and fresh water ecosystem, solid waste is now recognized as a major form of marine and fresh water pollution and key factor for coastal managers and ecology. Studies in the region have shown that solidification of solid wastes in the entire zone is an important problem that must be taken into consideration as an increasing problem.

Solid waste problem on the fresh water ecosystem of the Artvin province is a sample of the understanding the present situation and threat for the future of the Black Sea's fresh water ecosystems. Solving the problems, garbage collecting systems should be effective not only at central settlements, but also at the rural areas as include as upper mountains to coastal settlement. Furthermore, citizen awareness and education for local pollution should be more effective. In addition to these, to reduce solid waste pollution, Manufacture and use of plastic products, especially plastic bottles, such as bags, etc., should be restricted. Recognition and training programs should be implemented to raise awareness of waste recovery and nature conservation. Individual liability and objective criminal sanctions should be made absolutely effective for on-site disposal, reduction and recovery of wastes. The production and disposal of hygienic products, which are difficult to break down in the nature such as children's clothing, should be controlled.

References

[1] URL- 1, (2013): http://www.blacksea-commission.org/_publ-ML.asp,
[2] Anonymous, (2008), EPA's Report on the Environment 2008, U.S. Environmental Protection Agency Washington, EPA/600/R-07/045F, 366p.
[3] Koçer, N, Öbek E, Uslu G. (2003) Cost of Solid Waste and Waste Collection ,Transportation in the City of Elazig; Condition of waste deposition areas. F. Ü. Journal of Science and Engineering, 15(2), 27-36.
[4] Meith N., (2009) Marine Litter: A Global Challenge, United Nations Environment Programme, Marine and Coastal Ecosystems Branch (MCEB) DEP/1176/NA, 232p.
[5] S heavly, S.B. (2007) "National Marine Debris Monitoring Program: Final Program Report, Data Analysis and Summary." Prepared for U.S. Environmental Protection Agency by Ocean Conservancy, Grant Number X83053401-02. 76 pp.
[6] Ryan, P.G., Moore, C.J., van Franeker, J.A., Moloney, C.L., (2009) Monitoring the abundance of plastic debris in the marine environment. Philosophical Transactions of the Royal Society B 364, 1999e2012.
[7] Derraik, J.G.B., (2002) The pollution of the marine environment by plastic debris: a review. Marine Pollution Bulletin 44, 842e852.
[8] Topçu, E., N., Tonay A., M., Dede A., Öztürk A. A., Öztürk B., (2013) Origin and abundance of marine litter along sandy beaches of the Turkish Western Black Sea Coast, Marine Environmental Research 85 21-.28.
[9] URL- 2, (2013) : http://earth.google.com,
[10] Hansen, J.,(1990) Draft position statement on plastic debris in marine environments, J. of Fisheries, 15, 16–17.

[11] Erüz C., Özşeker K.,(2010) Solid Waste Pollution of Eastern Black Sea Coast, Proceedings of the National Conference of V. Coastal and Marine Areas in Turkey, Volume III, 1495-1503, K.T.Ü., Trabzon.
[12] Topçu, E., N., Tonay A., M., Dede A., Öztürk A. A., Öztürk B., (2013) Origin and abundance of marine litter along sandy beaches of the Turkish Western Black Sea Coast, Marine Environmental Research 85 21-.28.
[13] Morris, J.R. (1980) Floatining Plastic Debris İn the Mediterranean, Marine Pollution Bulletin,vol 11, 5,p 125.
[14] Martins, J., Sobral, P., (2011) Plastic Marine Debris on the Portuguese Coastline: Amatter of Size?, Marine Pollution Bulletin , Vol 62, 12, 2649-2653.
[22] McCoy, F., (1988), Floating Megalitter in the Eastern Mediterranean, Marine Pollution Bulletin, Vol 19, 1, 25-28.
[16] Santos, I. R,. Friedrich , A. C., Kersanachb, M., W., Fillmannb, G., Influence of socio-economic characteristics of beach users on litter generation, Ocean & Coastal Management, Vol 48, 9–10, 2005, 742–752.

Elektrik-Elektronik Mühendisliği

(Electrical and Electronic Engineering)

COMPARISON OF DIFFERENT DC MOTOR MODELING TECHNIQUES

Farzin Asadi[*,1], Nurettin Abut[2], Mehmet Keskin Kılıç[3]
[1]Mechatronics Engineering Department, Kocaeli University, Kocaeli, Turkey.
[2]Electrical Engineering Department, Kocaeli University, Kocaeli, Turkey.
[3]Kocaeli Vocational School, Kocaeli, Turkey.

Abstract

A DC motor is the most widely used actuator in the industry, especially for robotic applications such as position control of robot manipulators. When motor is used in high performance close loop motion control systems, an accurate model of motor is required for control system design [1,2]. Mathematical description of DC motor is divided into two subsystems: Electrical and mechanical subsystems. Electrical subsystem of a DC motor is simple. It consist of a resistor, an inductor and a back-EMF source. Nowadays, digital RLC meters can be found in nearly all labs. This paper study the reliability of model obtained by using a digital RLC meter. Results shows that although RLC meters can measure impedances easily and quickly, obtained values are not precious because RLC meter's output current is in the range of mA while motor works with several Ampers.

Key words: DC motor, electrical machines, modeling, motion control systems.

1. Introduction

A DC motor is a rotary machine that converts DC currents into mechanical energy. DC motors can be divided into different types although their working principles are the same. DC motor types are: Brushed, brushless and un commutated. Transferring energy from outside world to the spinning rotor is done via carbon brushes and commutators. Brushed DC motors have advantages like: High reliability, low cost and simple control of motor speed. Disadvantages are high maintenance requirement which is cleaning or replacing the carbon brushes and commutators. Brushless DC motors have no such problems. Brushless motor's rotor is composed of one or more permanent magnets. Stator is composed of an electromagnets. Rotor position is sensed with the aid of Hall effect sensor. Based on the information taken from the sensors, controller decides to activate the required electromagnets. Brushless motors advantages are: High efficiency, little or no maintenance, better speed versus torque characteristic, high speed ranges and long life span. Disadvantages are: High motor cost, more complicated motor speed controller (Motor is driven bay a DC/AC converter). Un commutated motors require no commutation. They can be categorized as: Homopolar and ball bearing motors. Both, have restricted practical applications. Homopolar motors, can operate with very low level voltages. Despite of aforementioned disadvantages brushed DC motors have wide application range. Some, typical examples are robotics and electric locomotives. Developing a close loop control system for this type of motors requires the dynamical model of motor. Nowadays, digital RLC meters can be found in nearly all labs. Extraction of DC motor's model using a digital RLC meter is the aim of this paper. Digital RLC meter's output provides a low level current in the range of mA. Motor's working condition, i.e. current in motor's winding, is too different, in the range of Ampers. This paper want to answer this question: "Does the model extracted using a digital RLC meter coincide with model obtained using other methods?".This paper is organized as follows: DC motor's model is introduced in the second section. Laboratory results are given in the third section and finally conclusion are drawn.

2. Motor Description

The electric equivalent circuit of the armature and free body diagram of the rotor is shown in Fig. 1:

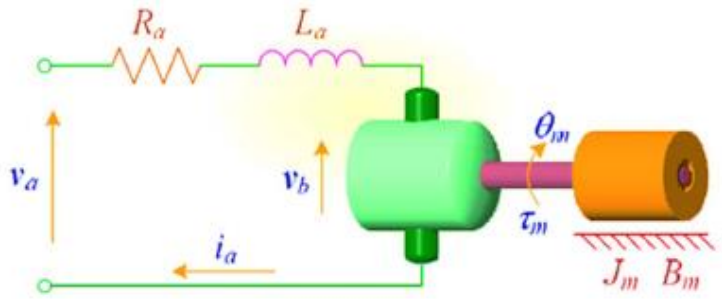


Figure 1. Schematic representation of a DC motor system.

Using Newton's second law and Kirchhohff's Voltage Law(KVL) one can write:

$$J_m \frac{d^2\theta}{dt^2} = \tau(t) - B_m \frac{d\theta}{dt} \qquad (1)$$

$$L_a \frac{di_a}{dt} = v_a(t) - R_a\, i_a(t) - v_b(t) \qquad (2)$$

Where $J_m, \theta, \tau, B_m, L_a, R_a, i_a, v_a$ and v_b shows moment of inertia, angle of motor's shaft, developed torque, friction coefficient, armature inductance, armature resistance, armature current, input voltage and back EMF voltage, respectively.

Using Laplace transform, $\frac{\omega(s)}{v_a(s)} = \frac{k_a}{(L_a s+R_a)(J_m s+B_m)+k_a k_b}$. Where k_a and k_b shows torque constant and back EMF constant, respectively. Fig. 2, shows the feedback block diagram of a DC motor.

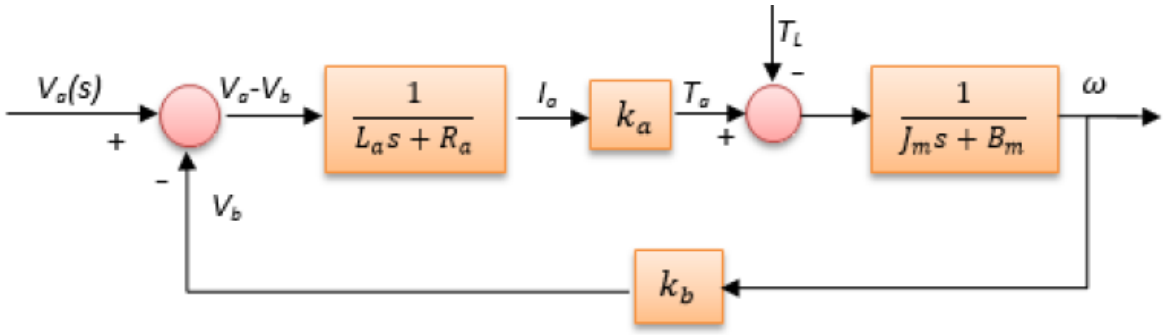


Figure 2. Block diagram of DC motor.

3. Laboratory Results

Under test DC motor is shown in Fig. 3.



Figure 3. Motor under test.

Motor is used as a separately excited machine. Field current is set to 0.25 A. When a digital RLC meter is connected to armature winding, L=107.3 mH and r= 6.9221 Ω is measured.



Figure 4. Impedance of armature winding as seen by RLC meter(f=20Hz).

Voltage waveform across the armature winding during the measurement is shown in Fig. 5:

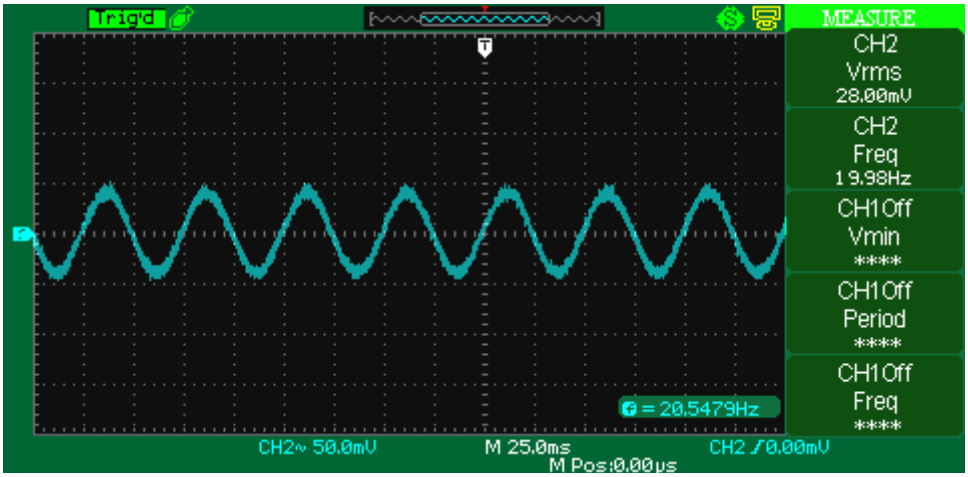


Figure 5. Voltage across the armature during the measurement(28 mV_{rms}, 20Hz).

As shown in Fig. 5, RLC meter produce a very small voltage across the armature winding. Motor works with very higher voltages and currents. Verification of results taken from the previous measurement is done by analyzing the motor's current waveform. Armature current is recorded using a digital storage scope and a current probe. Fig. 6, shows the current through armature winding.

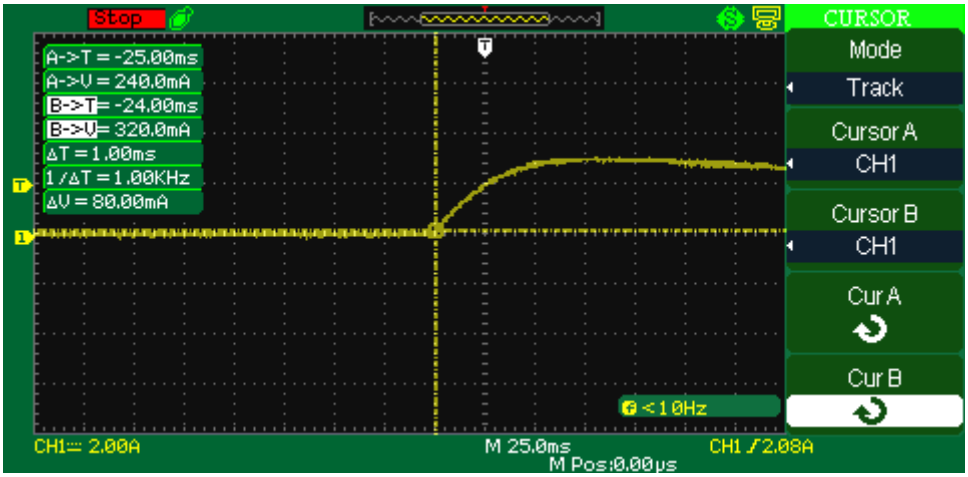


Figure 6. Current through armature winding ($V_{armature}$=20 V).

It can be easily shown that the slope around t=0 is equal to $\frac{v_{armature}}{L}$. The armature current goes from 240 mA to 320 mA in 1 mS. Thus, the slope is $\frac{320mA-240mA}{1ms} = 80\ \frac{A}{S}$. So, L=250 mH. Results shows that obtaining the electrical subsystems parameters using RLC meter does not lead to correct values of parameters.

3. Conclusion

DC motors have been used in different applications such as industrial automation, automotive, aero space and instrumentation. When motor is used in precious motion control systems, it's mechanical and electrical subsystems must be modeled carefully. Wide spread use of RLC meters may be tempt one to use RLC meter to measure motors parameters. This paper shows that using RLC meter does not lead to exact values of parameters so it must avoided.

References

[1] R. S. Ortigoza, J. N. A. Juárez, J. R. G. Sánchez, M. A. Cruz, V. M. H. Guzmán and H. Taud, "Modeling and Experimental Validation of a Bidirectional DC/DC Buck Power Electronic Converter–DC Motor System", IEEE Latin America Transactions, 2017.
[2] M. A. Akbar, T. Naniwa, Y. Taniai, "Model Reference Adaptive Control for DC Motor Based on Simulink", International Annual Engineering Seminar (InAES), Yogyakarta, Indonesia, 2016.
[3] A. Tashakori, M. Ektesabi, N. Hosseinzadeh, "Modeling of BLDC Motor with Ideal BackEMF for Automotive Applications", Proceedings of the World Congress on Engineering, London, 2011.
[4] V. Singh Patel, A.K. Pandey, "Modeling and Performance Analysis of PID Controlled BLDC Motor and Different Schemes of PWM Controlled BLDC Motor", International Journal of Scientific and Research Publications, 2013.
[5] A. E. Fitzgerald, Charles Kingsley and Stephan D. Umans, "Electric machinery", Mc Graw-Hill, 2003.
[6] Stephan J. Chapman, "Electric machinery Fundamentals", Mc Graw-Hill, 2003.
[7] P. C. Sen, "Principles of electric machines and power electronics", Wiley, 2013.
[8] Slobodan N Vukosavic, "Electrical machines", Springer, 2012.
[9] Theoder Wildi, "Electric machines, drives and power systems", Pearson, 2005.
[10] Charles I. Hubert, "Electric machines: theory, operating applications and control", Pearson, 2001.

STUDIES ON DETERMINATION OF RADON CONCENTRATIONS IN AFYONKARAHİSAR

Hüseyin Ali Yalım[a,*], Ayla Gümüş[a], Rıdvan Ünal[b], Ahmet Yıldız[c]
[a]Afyon Kocatepe University, Physics Department, Afyonkarahisar-TURKEY
[b] Uşak University, Health Services Vocational School, Uşak- TURKEY
[c]Afyon Kocatepe University, Engineering Faculty, Geology Engineering, Afyonkarahisar-TURKEY

Abstract

Radon is known as the main source of natural radiation. Exposure to radon and its progenies in everyday life is more than 50% of the total natural radiation. Therefore, studies on determination of radon concentrations in water, soil gas and air have been widely conducted by the scientists. The similar studies have also been carried out in Afyonkarahisar province in last decade. In those studies, radon concentrations were determined in ground water, soil gas and indoor air. The results were compared with the maximum permissible limits recommended by the international agencies, and as well as they were discussed in terms of the relationship between radon anomalies and seismic activities. In this article, we are going to review those studies.

Keywords: Radon concentration, Ground water, Soil gas, Indoor air, Afyonkarahisar

1. Introduction

Radon (^{222}Rn) is a naturally occurring radioactive gas generated by the alpha decay of radium (^{226}Ra) in the decay chains of uranium series. Radon is present both in all types of soil and rock and in groundwater since it is soluble in water. Its concentration in groundwater is proportional to presence uranium in adjacent rocks and soil in an aquifer [1]. In the open air, radon is diluted to low concentrations and is not considered a health concern, but it escapes easily from rocks and soil into the air and tends to concentrate in enclosed spaces, such as underground mines, houses, and other buildings. It is well known that radon and its short-lived progeny in the atmosphere are the most significant contributors to human exposure from natural sources as reported by United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation (UNSCEAR) [2]. The epidemiological studies have established the fact that radon and its progenies are associated with increased incidence of lung cancer due to the most important component of public exposure to natural radiations is inhalation [3]. Beside health concerns, radon is an important consideration in other fields such as prediction of earthquake, detection of geological fault lines, uranium deposits, hydrological research and oil exploration. Therefore, radon is being extensively measured in various environments all over the world due to its hazardous health effects as well as for different geological applications.

Due to both the health concern and the geological applications we have been studying on the determination of radon concentrations in indoor air, soil and water since 2004. These studies were conducted in Afyonkarahisar city mainly along the Ahşehir Fault Zone (AFZ).

2. Radon Activity Concentration Measurements

2.1. Groundwater Measurements

Radon (^{222}Rn) concentrations in 10 different State operated deep wells of 150 meter-depth located near the Akşehir Fault Zone were carried out by the ref. [4] for the first time in Afyonkarahisar with the aim of the determination a possible connection between eventual radon anomalies and active geological faults between August 2003 and February 2004. The measured values ranged from 0.7 to 31.7 Bq/L, while the average values were in the range from 2.2 to 7.7 Bq/L (Table 1). Even though one well's radon concentration exceeded the recommended radon level in water (11 Bq/L provided by USEPA), in general the radon concentrations in the wells were below the recommended radon level [5].

Table 1. The radon concentration ranges and the average concentrations of the sources in sampling period.

Sources	Concentration Range (Bq/L)	Average Concentration (Bq/L)	Mean Deviation (Bq/L)
1	1.0-31.7	7.7	±1.6
2	0.7-9.2	2.7	±0.7
3	0.7-6.3	2.2	±0.8
4	0.7-3.8	2.4	±0.9
5	0.9-8.7	3.4	±0.8
6	1.1-4.8	2.5	±1.0
7	1.3-8.0	3.0	±0.8
8	1.5-5.7	2.8	±1.0
9	1.2-6.1	2.9	±1.2
10	1.1-7.9	4.1	±1.5

The radon and radium concentrations in drinking water for ten different water supplies in Afyonkarahisar province were measured and the annual dose rates were calculated and compared with other values obtained from different places in Turkey by the ref. [6]. It was found that the concentration ranged from 0.42–28.82 $Bq \cdot L^{-1}$ for radon and from 0.07–7.16 $Bq \cdot L^{-1}$ for radium. A 99% correlation between radon and radium concentrations was found. From these data the average annual effective dose equivalent from radon and radium in the water were estimated to about 73.8 and 778.96 $\mu Sv.y^{-1}$, respectively (Table 2).

It can be seen that some of the samples exceed the limit of US Environmental Protection Agency [7]. On the other hand when the values obtained are compared with the European Commission Recommendations on the protection of the public against exposure to radon in drinking water supplies [8], which recommends action levels of 100 $Bq \cdot L^{-1}$ for public water supplies and $Bq \cdot L^{-1}$ for private water supplies, it can be seen that the levels we measured were below these limits.

Table 2. The average radon concentration and the related annual doses in well water samples

	Radon		Radium	
Sample	Concentration (Bq/L)	Annual effective dose ($\mu Sv.y^{-1}$)	Concentration (Bq/L)	Annual effective dose ($\mu Sv.y^{-1}$)
1	4.8	28.0	0.9	235.2
2	6.7	40.3	1.2	330.4
3	7.6	45.7	1.6	450.8
4	4.8	28.6	0.8	229.6
5	3.2	19.4	0.6	154.0
6	10.2	60.9	2.2	610.4
7	21.0	125.9	5.2	1453.2
8	22.0	131.1	4.9	1338.4
9	22.7	136.1	5.6	1576.4
10	20.3	121.8	5.0	1411.2

Radon concentrations were measured in water of 4 wells on the Akşehir-Simav Fault System (ASFS) in Afyonkarahisar province from August 2009 to September 2010 and the relationship between radon anomalies and earthquake magnitudes was examined by the ref. [9]. Anomalous decreases in radon concentrations in the wells were observed to precede the earthquakes of magnitudes ranging from 2.6*M* to 3.9*M* which were similar to those obtained by the ref. [10]. The correlation coefficients (R^2) were 0.79, 0.93, 0.98 and 0.90 for the wells from 1 to 4, respectively, indicating that radon minima and earthquake magnitude were well correlated and suggesting that the groundwater radon, when observed at suitable sites, could be a sensitive tracer for strain changes in crust associated with earthquake occurrences.

2.2. Indoor Measurements

The indoor radon activity concentrations were measured in 74 dwellings (46 houses and 28 workplaces) spread over geologically different four parts of Afyonkarahisar and these measurements were repeated four times in different seasons of a year. In the study, the authors aimed to obtain the seasonal variation of the indoor radon levels and the effective dose rates of radon exposure, and to show the geological structure effect on indoor radon activity concentrations [11]. The authors assumed the study area to be divided into four regions according to the rock types and tectonic structure for the purpose of showing the geological structure effect on indoor radon activity concentrations. The annual effective dose received by the occupants were assessed in light of guidelines given by International Commission on Radiological Protection (ICRP) [12].

The minimum indoor radon activity concentration was measured as 13 $Bq.m^{-3}$, whereas the maximum measured value was 2494 $Bq.m^{-3}$. The seosonal and regional average radon activity concentrations were calculated using the measured results for each sampling period and the annual geometric mean value of radon concentrations was determined as 165,57±12,86 $Bq.m^{-3}$ for Afyonkarahisar province. Although the seasonal and regional indoor radon activity concentration values are higher than the maximum allowed limit of 100 $Bq.m^{-3}$ defined by World Health Organization (WHO) [13], they are well below the limit of 400 $Bq.m^{-3}$ recommended by the Turkish Atomic Energy Authority (TAEA) [14] and also below the limit of 300 $Bq.m^{-3}$ by the Ref. [15] for radon in dwellings. The associated annual effective dose equivalent of the geometric mean (165,57±12,86 $Bq.m^{-3}$) is estimated to be 4,18±0,32 $mSv.y^{-1}$ for Afyonkarahisar province. Although this value is higher than both the world average annual effective dose of 1 $mSv.y^{-1}$ for radon and its decay products [16] and the value of 2.4 $mSv.y^{-1}$ for the worldwide annual effective dose from natural sources [17]. Fortunately, it is well below the action level of 10 $mSv.y^{-1}$ recommended by the ref. [12] for radon in dwellings. The obtained values of the study are shown in Table 3.

Table 3. The average and mean radon activity concentrations and corresponding annual effective doses

	Average Radon Activity Concentrations ($Bq.m^{-3}$)						**Annual Effective Doses ($mSv.y^{-1}$)**	
	1st Reigon	*2nd Reigon*	*3rd Reigon*	*4th Reigon*	***Seasonal Mean***	±σ	***Seasonal Mean***	±σ
Summer	142,03	134,44	200,64	113,18	**147,57**	8,99	**3,72**	0,23
Autumn	98,84	150,40	171,22	88,00	**127,11**	15,76	**3,21**	0,40
Winter	218,61	314,17	274,46	168,95	**244,05**	17,22	**6,16**	0,43
Spring	124,40	196,70	163,63	89,44	**143,54**	9,46	**3,62**	0,24
Annual Mean	**145,97**	**198,93**	**202,49**	**114,89**	***165,57***	***12,86***	***4,18***	***0,32***

The present study is the most inclusive survey carried out to determine the indoor radon activity concentrations and corresponding annual effective dose rates in Afyonkarahisar province. Moreover, it is the only study focusing on seasonal and regional effects on indoor radon concentrations in the area. The mean indoor radon activity concentration values were higher than the maximum allowed limit of 100 $Bq.m^{-3}$ defined by the WHO [2007], but they are below the limit of 400 $Bq.m^{-3}$ recommended by the TAEA [14] and the limit of 300 $Bq.m^{-3}$ by the ref. [12] for radon in dwellings. The annual mean effective dose equivalent of 4,18±0,32 $mSv.y^{-1}$ obtained in the present study carried out in Afyonkarahisar province is much higher than the value of 1 $mSv.y^{-1}$ recommended by the UNSCEAR for radon and its decay products as world average annual effective dose [16]. Although the mean dose equivalent value obtained in winter season is very close to the action level of 10 $mSv.y^{-1}$ recommended by the ICRP [12] for radon in dwellings, both the the annual mean value and the values of the other seasons are well below this level.

2.3. Soil Gas Measuremnets

The radon concentration in soil gas was determined in 243 drilled holes by sucking the soil gas out from the surrounding ground area of a 0,7-m depth hole using AlphaGUARD radon monitor. In the study, the area was also assumed to be divided into four regions according to the type of rock content and tectonic and the radon concentration measurements were measured in the geologically different parts (Figure 1). The average soil gas radon concentration values of the four regions are given in Table 4. The detailed knowledge is going to be found in the article recently being processed for publication.

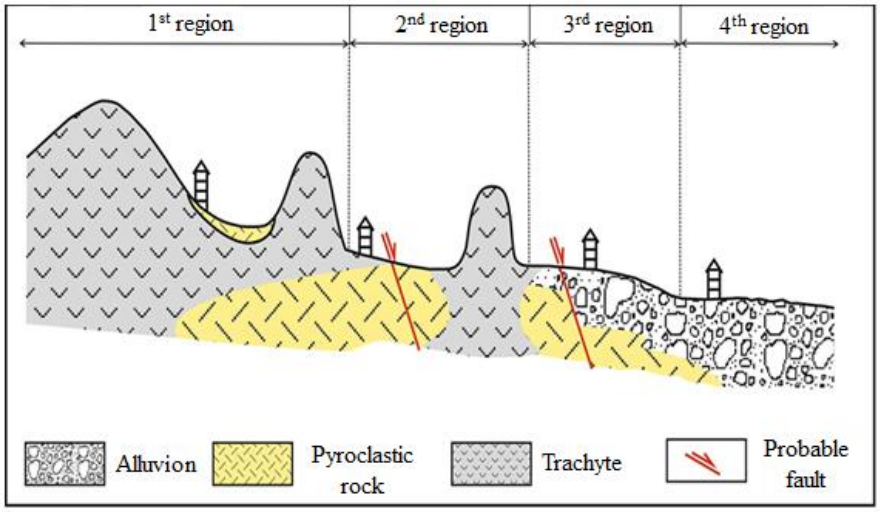


Figure 1. Types of soil and rock in the regions

Table 4. The average soil gas radon concentration values of the regions

	1st Reigon	*2nd Reigon*	*3rd Reigon*	*4th Reigon*
Soil gas radon *(kBq.m^{-3})*	34.270	57.840	72.340	35.550

The minimum radon concentrations were obtained in the first region of the study area, since the region was encrusted by trachyte rocks having the lowest permeability off all geological content. The radon concentrations were the maximum in the third region, since the high permeable pyroclastic rock and alluvion are the geological content in the region. Furthermore, the probable fault may be increasing the permeability of the zone.

3. Conclusion

Radon has been extensively measured in various environments all over the world due to its hazardous health effects as well as for different geological applications in Afyonkarahisar city mainly along the Ahşehir Fault Zone (AFZ). The results obtained in the studies have been published in various journals since 2007. They were also used for graduate students' desertations.

Acknowledgements

These works were supported either by either Turkish Atomic Energy Authority or by Afyon Kocatepe University Science Research Projects Coordination Unit, or both.

References

[1] Kito, M.E., Kuhland, M.K. and Dansereau, R.E., 1996. Direct comparison of three methods for the determination of radon in well water. *Health Phys*, 70, 358-362.

[2] United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation (UNSCEAR), 2000a. Sources and Effects of Ionizing Radiation. In: Report to the General Assembly with Scientific Annexes, vol. I. *United Nations*, New York.

[3] World Health Organization (WHO), 2009. Handbook on Indoor Radon: A Public Health Perspective. *WHO press*, Geneva.

[4] Yalım, H.A., Sandıkcıoğlu, A., Ünal, R., Orhun, Ö., 2007a. Measurements of radon concentrations in well waters near the Aksehir fault zone in Afyonkarahisar, Turkey. *Radiat. Meas.*, 42, 505-508.

[5] United States Environment Protection Agency (USEPA), 1999. Radon in drinking water health risk reduction and cost analysis. Washington, *Federal Register*, 64, pp 9559–9599.

[6] Yalım, H.A., Akkurt, İ., Özdemir, F.B., Ünal, R., Sandıkcıoğlu, A., Akkurt, A., 2007b. The Measurement of Radon and Radium Concentrations in Well Water in the Afyonkarahisar area of Turkey. *Indoor Built Environ.*, 16 (1), 77–81.

[7] United States Environment Protection Agency (USEPA), 1991. National Primary Drinking Water Regulations for Radionuclides, Washington, DC, US: Government printing Office, EPA/570/9–91/700.

[8] Euratom: 2001/928/Euratom, http://europa.eu. int/comm/energy/nuclear/radioprotection/doc/ legislation/01928_en.pdf.

[9] Yalım, H.A., Sandıkcıoğlu, A., Ertuğrul, O., Yıldız, A., 2012. Determination of the relationship between radon anomalies and earthquakes in well waters on the Aksehir-Simav Fault System in Afyonkarahisar province, Turkey. *Journal of Environmental Radioactivity*, 110: 7-12.

[10] Kuo T., Su C., Chang C., Lin C., Cheng W., Liang H., Lewis C., Chiang C., 2010. Application of recurrent radon precursors for forecasting large earthquakes (Mw > 6.0) near Antung, Taiwan. *Radiat. Meas.*, 45, 1049-1054.

[11] Yalım, H.A., Gümüş, A., Yıldız, A., Açil, D., Özçelik, M., Ünal, R., 2017. Seasonal and Regional Effects on Indoor Radon Levels and Effective Dose Rates in Afyonkarahisar Province. International Journal of Innovative Research in Science, *Engineering and Technology*, 6, 5, 2017.

[12] International Commission on Radiological Protection (ICRP), 1993. Protection Against Radon-222 at Home and at Work, ICRP Publication, Annals of the ICRP Publication 65, 23(2), *Pergamon Press*, Oxford, 1-262.

[13] World Health Organization (WHO), 2007. International Radon Project Survey on Radon Guidelines, Programmes and Activities. *WHO press*, Geneva.

[14] Turkish Atomic Energy Authority (TAEA-TAEK in Turkish acronym), 2012. Radon gas in the indoor environment. *Technical report 2012/3*, Ankara. (in Turkish).

[15] International Commission on Radiological Protection (ICRP), 2009. The 2009 Recommendations of the International Commission on Radiological Protection Statement on Radon. ICRP Ref 00/902/09 (1–2).

[16] United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation (UNSCEAR), 2000b. United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation. Effects and Risks of Ionizing Radiations. *United Nations*, New York.

[17] United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation (UNSCEAR), 2000c. United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation. Ionizing Radiation: Exposure due to Natural Radiation Sources. *United Nations*, New York.

DESIGN AN INTERACTIVE MATLAB/SIMULINK BASED EDUCATIONAL GUI FOR SENSORLESS CONTROL OF BLDC

FIRÇASIZ DOĞRU AKIM MOTORU İÇİN MATLAB / SİMULİNK TABANLI İNTERAKTİF BİR EĞİTİM KULLANICI ARAYÜZÜ TASARIMI

Semih Özden[a], Gökhan Manav[b]
[1]Gazi University, Technical Sciences Vocational College, Ankara, Turkey, semihozden@gmail.com
[2]Ankara University, Elmadag Vocational College, Ankara, Turkey, gmanav@ankara.edu.tr

Özet

Elektrik makinaları dersi elektrik mühendisliği bölümü için ana ve önemli derslerden biridir. Bu ders çok farklı tipte motorları içermektedir ve bunlardan en kilit nokta fırçasız doğru akım motorlarıdır (FSDAM). FSDAM, diğer elektrik makinalarından birçok avantajı olması sebebiyle endüstride yaygın olarak kullanılmaktadır. Görsellikten uzak bir eğitimile FSDAM'nun çalışmasını anlamak zordur. Laboratuvvar ve uygulama tabanlı öğrenme yöntemleri, zaman, mekan ve ekipman anlamında ciddi kayıplar oluşturması ve öğrenci güvenliği sebebiyle bazı sınırlamalara sebep olmaktadır. Bilgisayar tabanlı öğrenme yöntemi bu dezavantajları ortadan kaldıran en iyi yöntemlerden biridir. Bu çalışmada, MATLAB/Simulink'te FSDAM için bir eğitim amaçlı kullanıcı arayüzü geliştirilmiştir. FSDAM'un ve çevirici parametreleri değiştirilebilirdir. Geliştirilen bu arayüzün önceki çalışmalardan farkı, motor çalışırken referans hız ve tork bilgileri değiştirilebilir. Bu da makinanın anlık olarak tepkisinin anlaşılmasını kolaylaştırmaktadır.

Anahtar kelimeler: FSDAM, MATLAB, Simulink, Eğitim arayüzü, Mühendislik eğitimi

Abstract

The electric machinery lectures are main and important topic for electrical engineering department. It includes many types of machines however, it is obvious that brushless DC motor (BLDC) is key topic. BLDC has widespread application in industry with many advantages than other classical machines. The teaching lacking visually makes it difficult to understand of the BLDC. Experimental and laboratory teaching methods have some limitations such as serious losses in terms of time, place and material, student safety. Computer assisted learning method is one of the best solution to overcome these disadvantages. In this study, an educational graphical user interface (GUI) was developed for (BLDC) in MATLAB/Simulink. The parameters of control, converter and BLDC are modifiable. The main difference of the presented GUI from previous studies is that the parameters of the motor (speed and torque) are changeable while motor is running. This makes it easier to understand the response of the motor simultaneously.

Keywords: BLDC, MATLAB, Simulink, Educational Tool, Engineering Education

1. Introduction

The education of electrical & electronic engineering needs experiment to understand of the system response and details. Experimental applications might be costly and time consuming for both instructors and students. The best solution is using computer based simulation and real time applications. This method increases the efficiency of traditional educational approaches (lectures, exercises, and laboratories). It is also useful some lectures such as electrical machines [1].

The researchers have been developed several software and tools for electrical machines and its control techniques. Karakas and Tekindal compared the use of computer based with the traditional learning methods by using questionnaire in the teaching of permanent magnet synchronous motors (PMSMs). They figured out that the computer assisted teaching method was more effective in increasing student success than the

traditional method [2]. Liyanagedera and Kulatunga developed a cost effective educational tool for advanced drives courses in graduate and undergraduate level. The tool has the capability to control DC, BLDC and AC induction motors with closed loop speed and torque control [3].

In the electric machinery lectures includes different type of motors. It is obvious that BLDC has special topic for industrial applications and academic side through speed - torque characteristics, high dynamic response, long operating life, noiseless operation [4, 5]. BLDC motors have several advantages over brushed DC motor such as high efficiency, long life, noise immunity, small size and less maintenance due to absence of brush and commutator arrangement. As the name implies, BLDC motors do not use brushes for commutation; instead, the BLDC motor employs electronic commutation that makes it a virtually maintenance-free motor [6-8].

The BLDC is important topic in the electric machinery lectures as given above. Different type of control techniques and optimization algorithms have been studied for years to improve their efficiency, decrease cogging torque and increase more accurate speed control etc. It is not impossible to teach them experimentally. Causes of this reason, educational tools were developed to teach BLDC operation and parameter tuning for control. Akcayol et al. developed educational tool for fuzzy logic controlled BLDC [9]. Rubaai and Young focused on the parameter tuning for fuzzy neural network (FNN). The FNN combined fuzzy logic with the learning capabilities of an artificial neural network namely, backpropagation, extended Kalman filter, genetic, and particle swarm optimization [10]. DSP based real time motor control applications were studied and realized to enhance understanding for using a new generation of programming tools [11, 12]. A developed educational tool for neural network control of BLDC presented in the study [13].

In this study, interactive educational tool for sensorless control of BLDC was developed in MATLAB software. It is most important part of the developed tool is that parameters of the BLDC are changeable during motor is running.

2. BLDC (Brushless DC Motor)

BLDC was designed to eliminate lack of classical direct current machines as wear, heating, needing maintenance cause of commutation and brushes. Since the switching operation is performed electronically in the BLDC, it does not require maintenance from the brush and collector. In recent years, brushless direct current motors have gained importance in the industry as the development of magnets, production systems, semiconductor technology and microcontrollers. Three-phase equivalent circuit of BLDC is given in Figure 1.

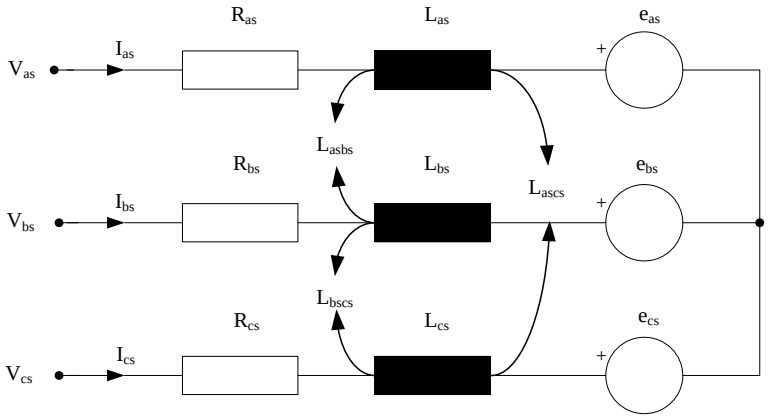


Figure 1. Three phase equivalent circuit of BLDC

Where V_{as}, V_{bs}, V_{cs} is voltage of the stator phases, $i_{as,}$ i_{bs}, i_{cs} is current of the stator phases, R_{as}, R_{bs}, R_{cs} is resistor of the stator phases, L_{as}, L_{bs}, L_{cs} is inductance of the stator phases, L_{asbs}, L_{bscs}, L_{bscs} is inductance between stator phases and e_{as}, e_{bs}, e_{cs} is back emf of the stator phases.

The voltage equation of the three phases BLDC in matrix form can be written below from equivalent circuit is given in Figure 1.

$$V_{abcs} = R_{abcs}\, i_{abcs} + L_{abcs} \frac{di_{abcs}}{dt} + e_{abcs} \tag{1}$$

Resistor, self and mutual inductances of windings of the balanced electric machinery are equal to each other's. It means $R_s = R_{as} = R_{bs} = R_{cs}$, $L_s = L_{as} = L_{bs} = L_{cs}$, $M_s = L_{asbs} = L_{ascs} = L_{bscs}$, the equation can be written as below

$$\begin{bmatrix} V_{as} \\ V_{bs} \\ V_{cs} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} R_s & 0 & 0 \\ 0 & R_s & 0 \\ 0 & 0 & R_s \end{bmatrix} \begin{bmatrix} i_{as} \\ i_{bs} \\ i_{cs} \end{bmatrix} + \frac{d}{dt} \begin{bmatrix} L_s & M_s & M_s \\ M_s & L_s & M_s \\ M_s & M_s & L_s \end{bmatrix} \begin{bmatrix} i_{as} \\ i_{bs} \\ i_{cs} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} e_{as} \\ e_{bs} \\ e_{cs} \end{bmatrix} \tag{2}$$

The back EMF for sinusoidal flux distributed BLDC is related with radial speed, magnetic flux provided from permanent magnets.

$$\begin{bmatrix} e_{as} \\ e_{bs} \\ e_{cs} \end{bmatrix} = -\omega_r\, \psi_m \begin{bmatrix} \sin\theta_r \\ \sin(\theta_r - \frac{2}{3}\pi) \\ \sin(\theta_r + \frac{4}{3}\pi) \end{bmatrix} \tag{3}$$

The voltage equation of the motor can be expressed as by merging Equation 2 and 3

$$\begin{bmatrix} V_{as} \\ V_{bs} \\ V_{cs} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} R_s & 0 & 0 \\ 0 & R_s & 0 \\ 0 & 0 & R_s \end{bmatrix} \begin{bmatrix} i_{as} \\ i_{bs} \\ i_{cs} \end{bmatrix} + \frac{d}{dt} \begin{bmatrix} L_s & M & M \\ M & L_s & M \\ M & M & L_s \end{bmatrix} \begin{bmatrix} i_{as} \\ i_{bs} \\ i_{cs} \end{bmatrix} - \omega_r\, \psi_m \begin{bmatrix} \sin\theta_r \\ \sin(\theta_r - \frac{2}{3}\pi) \\ \sin(\theta_r + \frac{4}{3}\pi) \end{bmatrix} \tag{4}$$

The equation of dynamic system (electromagnetic torque) is summarized below.

$$T_e = -\left(P * \psi_m\right)\left[i_{as} \sin\theta_r + i_{bs} \sin(\theta_r - \frac{2}{3}\pi) + i_{cs} \sin(\theta_r - \frac{4}{3}\pi) \right] \tag{5}$$

The equation of electromagnetic torque for motor dynamic equations is given in Equation 6.

$$T_e = \frac{J}{P}\frac{d}{dt}\omega_m + \frac{1}{P} B\omega_m + T_l \tag{6}$$

The mechanical speed of the BLDC in state space form is given in Equation 7.

$$\frac{d}{dt}\omega_m = \left(\frac{P}{j}\right)\left[T_e - B\left(\frac{1}{P}\right)\omega_m - T_y \right] \tag{7}$$

3. Developed User Interface

The developed user interface is given in Figure 2. Stator current, rotor speed, electromagnetic torque and DC bus voltage are graphed versus time in second. The speed is set 300 rpm and torque is 6 Nm. On the left side, there are two slider of speed and load torque. These are changeable during motor is running and observable on the graphs.

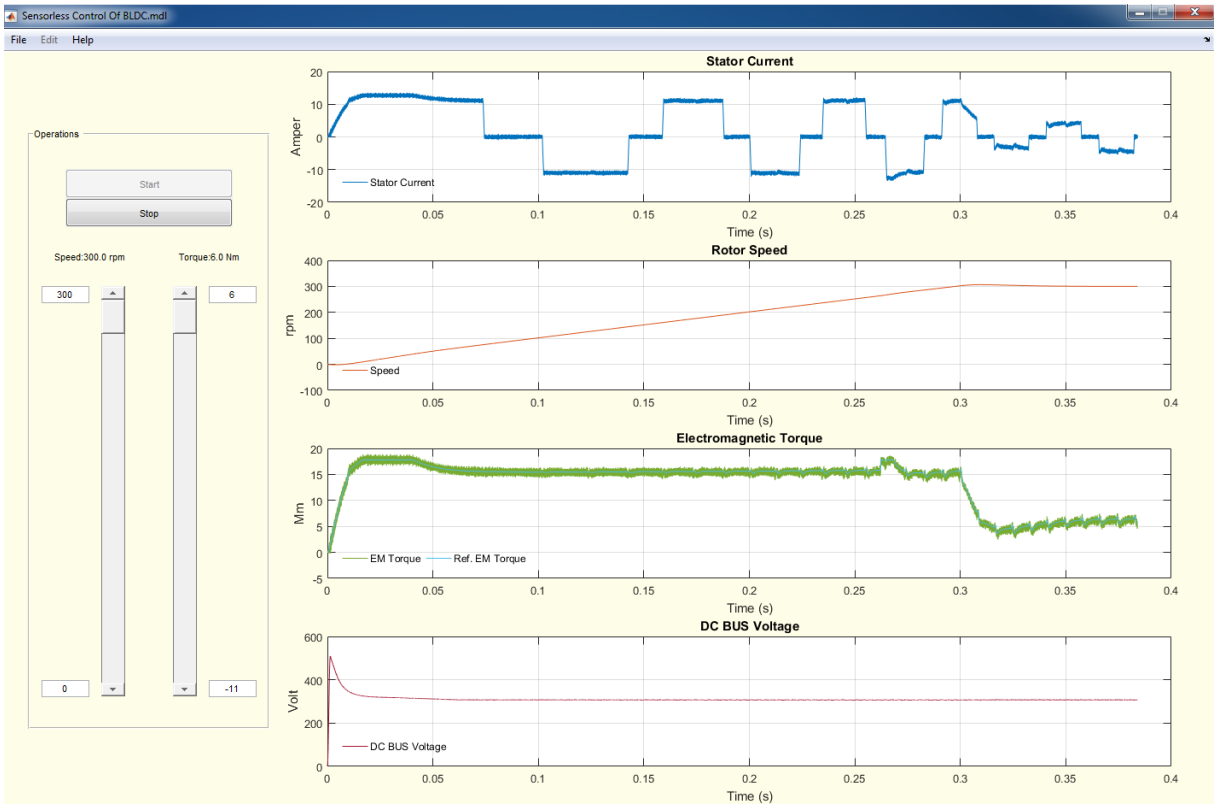


Figure 2. The screenshot of the developed software and graphs of the BLDC under 6 Nm load torque and 300 rpm reference speed

The developed user interface has three menus at the bottom as File, Edit and Help. In the Figure 3(a) and (b) represent these subsections of the menus. The File section includes the BLDC parameters selection and data inspector. The edit section allows to user for selection of the graphing parameters of the BLDC. It is available just the simulation is stopped.

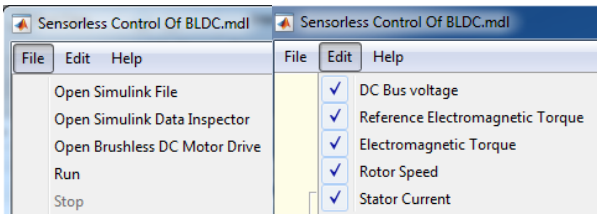


Figure 3. File and Edit section menu for setting parameters

The speed is set 150 rpm and torque is 2 Nm until 260th millisecond then it is 4 Nm. The simulation is stopped at 0.3 seconds. The produced torqued over 10 Nm until motor speed is reached to reference speed at 0.15 second then it decreased to load torque (2 Nm). Around 260th millisecond, load torque is increased to 4 Nm. The speed of the motor decreased a bit then it is back to reference speed.

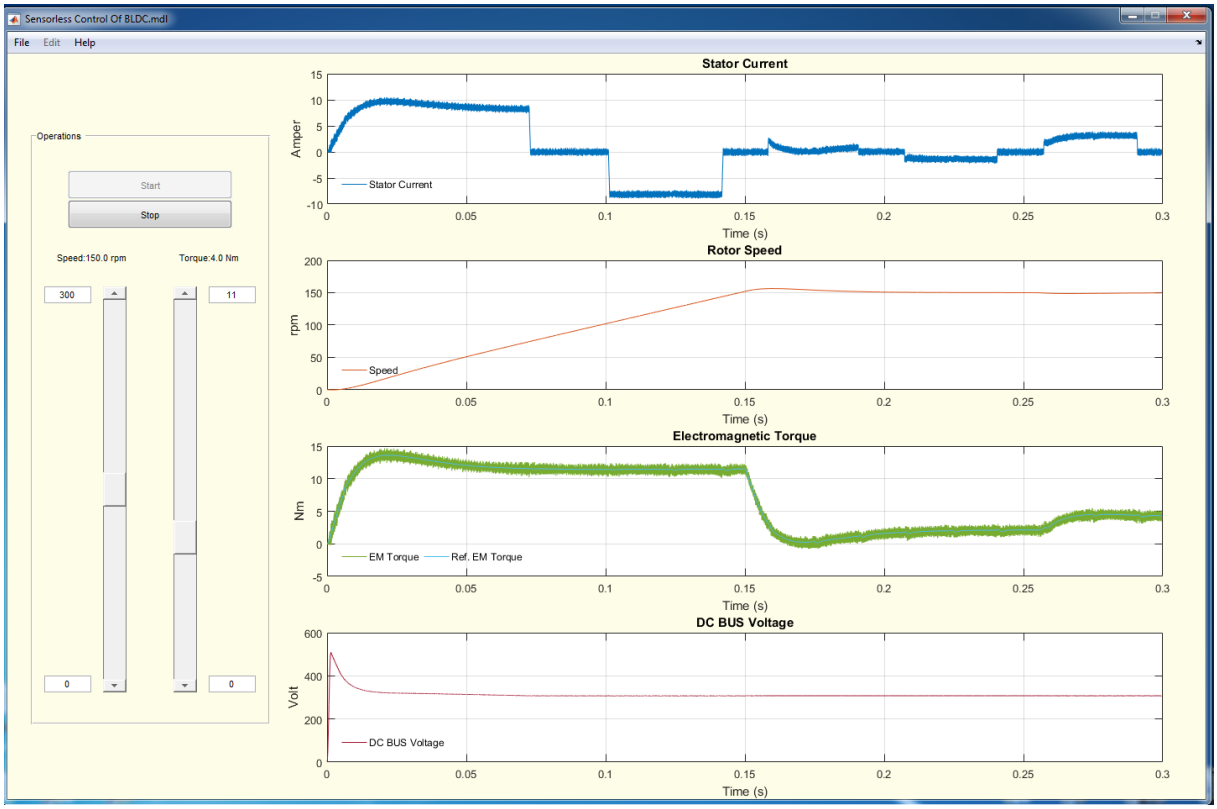


Figure 4. The screenshot of the developed software and graphs of the BLDC under different load torque conditions and 150 rpm reference speed

4. Conclusion

In this study, the user interface developed for educational purpose for the BLDC electrical machine that have been become popular last decades. This educational tool makes easier to understand BLDC for engineering students. It is important that the motor and control parameters effects on motor's speed torque production. This computer based educational GUI allow changing load torque and speed parameters simultaneously. The other parameters could bring front of the interface easily when needs. It is based on training of sensorless control of a BLDC. In addition, it has a data inspector which provides save and compare data previous ones.

References

[1] Huczynski, A., and Johnston, S. P., "Engineering students' use of computer assisted learning (CAL)", European Journal of Engineering Education, 30(2): 287-298, (2005).

[2] Karakas, E., and Tekindal, S., "The Effects of Computer-Assisted Learning in Teaching Permanent Magnet Synchronous Motors", IEEE Transactions on Education, 51(4): 448-455, (2008).

[3] Liyanagedera, C. M. and Kulatunga, N. A., "Multi-Motor Controller as an Educational Tool", IEEE International Electric Machines & Drives Conference, USA, 1348-1351, (2013).

[4] Lyshevski, S. E. and Menozzi, A., "Control of permanent-magnet brushless DC motors", American Control Conference, USA, 2150-2155, (2001).

[5] Siong, T. C., Ismail, B., Mohammed, M. F., Naim Tajuddin, M. F., Rafidah, S. "Study of Fuzzy and PI controller for Permanent-Magnet Brushless DC motor drive", 4th International Power Engineering and Optimization Conference, Malaysia, 517-521, (2010).

[6] Neethu, U. and Jisha, V. R., "Speed Control of Brushless DC Motor: A Comparative Study", IEEE International Conference on Power Electronics, Drives and Energy Systems, India, 1-5, (2012).

[7] Singh Patel, V. K. and Pandey, A. K., "Modeling and Simulation of Brushless DC Motor Using PWM Control Technique", Inter. Journal of Eng. Research and App, 3(3): 612-620, (2013).

[8] Devi, K. S., Dhanasekaran, R., and Muthulakshmi, S., "Improvement of speed control performance in BLDC motor using fuzzy PID controller", International Conference on Advanced Communication Control and Computing Technologies, India, 380-384, (2016).
[9] Akcayol, M. A., Cetin, A. and Elmas, C., "An educational tool for fuzzy logic-controlled BDCM", IEEE Transactions on Education, 45(1): 33-42, (2002).
[10] Rubaai, A. and Young, P. "Hardware/Software Implementation of Fuzzy-Neural-Network Self-Learning Control Methods for Brushless DC Motor Drives", IEEE Transactions on Industry Applications, 52(1): 414-424, (2016).
[11] Tadrist, N., Zeroug, H. and Boukais, B., "Development of brushless DC motor drive system for teaching purposes using various PWM control techniques", International Journal of Electrical Engineering Education, 49(3): 210-231, (2012).
[12] Montesinos-Miracle, D., Galceran-Arellano, S., Sudria-Andreu, A., Gomis-Bellmunt, O., "A new low-cost DSP educational tool for a laboratory for motor control", International Journal of Electrical Engineering Education, 46(2): 183-197, (2009).
[13] Gokbulut, M. and Tekin, A., "An educational tool for neural network control of brushless DC motors," International Journal of Engineering Education, 22(1): 197-204, (2006).

DESIGN AND PERFORMANCE COMPARISON OF DIFFERENT CONFIGURATION OUTER ROTOR BRUSHLESS DC MOTORS FOR ELECTRIC VEHICLES

ELEKTRİKLİ ARAÇLAR İÇİN FARKLI KONFİGÜRASYONA SAHİP DIŞ ROTORLU FIRÇASIZ DA MOTORLARININ TASARIM VE PERFORMANSLARININ KARŞILAŞTIRILMASI

Cemil Ocak
Gazi Üniversitesi, Teknik Bilimler Meslek Yüksekokulu, Ankara, Türkiye, E-posta: cemilocak@gazi.edu.tr

Özet

Bu çalışmada, şehir içi elektrikli araçlarda yaygın kullanıma sahip küçük güçlü (<1500W) teker içi fırçasız doğru akım motorlarının elektromanyetik tasarımları ve performansları karşılaştırılmıştır. Dış rotorlu fırçasız doğru akım motorları gerek yüksek verimlilikleri, gerekse uygun sürücü maliyetleri ile çamaşır makinelerinden elektrikli bisikletlere kadar pek çok farklı alanda kendine yer bulmuştur. Doğrudan tahrikli bu motorun kullanımı ile dişli kutusu, kayış-kasnak gibi çeşitli aktarma organlarına olan ihtiyaç ortadan kaldırılabilir. Doğrudan tahrik uygulamalarında, düşük hızlardaki yüksek tork gereksiniminden dolayı yüksek stator oluk ve rotor kutup sayısına sahip farklı konfigürasyonlar motorun hız, tork, güç yoğunluğu, termal yük ve verim ihtiyacına göre tasarım safhasında belirlenmektedir. Bu konfigürasyonlardan yaygın olarak kullanılan ikisi (51 oluk/46 kutup ve 36 oluk/ 32 kutup) aynı sac paketi hacminde, aynı nominal hızda ve aynı çıkış gücünü verecek şekilde ayrı ayrı tasarlanmış ve performans değerleri karşılaştırılmıştır. Böylelikle, küçük güçlü bir elektrikli araç için hedeflenen hız ve güç değerinde hangi konfigürasyonun seçilmesi gerektiği, hem uygulama hem de tasarım açısından karşılaştırmalı olarak sunulmuştur.

Anahtar kelimeler: Elektrikli araç, Fırçasız doğru akım motoru, Dış rotor, Teker içi, Doğrudan tahrik

Abstract

Instructions In this study, the electromagnetic designs and performances of small power (<1500W) brushless DC motors with widespread use in urban electric vehicles are compared. Outer rotor brushless direct current motors have found themselves in many different areas, from washing machines to electric bikes, with high efficiency and the appropriate drive costs. With the use of this direct-drive motor, the need for various gearboxes such as gearbox, belt-pulley can be eliminated. Due to the high torque requirement at low speeds, different configurations with high number of stator slots and rotor poles are determined at the design stage in terms of speed, torque, power density, thermal load and efficiency requirements in direct drive applications. Two commonly used configurations (51 slots/46 poles and 36 slots/32 poles) were designed and compared in the same core volume, with the same nominal speed and same output power, and the performance values were compared. Thus, which configuration should be selected for the target speed and power for a small powered electric vehicle is presented in terms of both application and design.

Keywords: Electric vehicles, Brushless dc motor, Outer rotor, In-wheel, Direct drive

1. Giriş

Son yıllarda gerek sundukları performans gerekse hava kirliliğinin azaltılması amacıyla elektrikli araç kullanımı giderek artmaktadır. Elektrikli araçların verimliliğini arttırmak için batarya, elektrik motoru, motor sürücüsü, güç aktarım organları ve tüm sistemin boyutu ve sağlamlığı gibi pek çok alt bileşenin optimize edilmesi gerekir [1]. Elektrikli araçlar, içten yanmalı motora sahip geleneksel araçlarla kıyaslandığında birincil tahrik kaynağı olarak elektrik motorlarını kullanarak sıfır emisyon, yüksek verim,

fosil yakıtlara bağımlılığın ortadan kalkması ile sessiz ve konforlu sürüş gibi pek çok avantaja sahip olurlar. Elektrikli araçlarda tahrik sistemi genel olarak ikiye ayrılır. Bunlardan ilki, dişli kutusu ve diferansiyel gibi elemanlara sahip olan merkezileştirilmiş bir veya iki elektrik motorlu araçlardır. Diğeri ise bağımsız olarak kontrol edilebilen teker içi elektrik motorlarına sahip doğrudan tahrikli araçlardır [2].

Elektrikli araç üreticileri genel olarak güç ağırlık oranını ve dolayısı ile güç yoğunluğunu arttırabilmek adına yüksek hız-düşük tork profiline sahip merkezileştirilmiş tek bir motor üzerinden tahrik sağlamaktadırlar. Fakat bu konfigürasyon, yukarıda da bahsi geçen güç aktarım organlarından dolayı sistem verimini yaklaşık olarak %20 oranında düşürmektedir. Bu sebeple, düşük hız-yüksek tork profiline sahip doğrudan tahrikli teker içi elektrik motoru önemli bir alternatif çözüm olarak öne çıkmaktadır. Bu çözüm, yukarıda bahsi geçen mekanik aktarım organlarının ortadan kaldırarak daha yüksek verime ve daha düşük araç ağırlığına imkan sağlamaktadır. Böylelikle araç üzerinde kazanılan alan daha yüksek bir batarya kapasitesi için veya yolcularının konforunu arttırmaya yönelik olarak kullanılabilir. İfade edilen avantajların aksine, teker içi elektrik motorları da bir takım dezavantajlara sahiptir. Toplam tekerlek ağırlığının arttırılması, sürüş konforu ve güvenlik açısından önemli olmakla birlikte çoğu zaman sınırlıdır [3-4].

Teker içi elektrik motorlarının doğrudan tahrik uygulamalarında kullanılabilmesi için yüksek tork yoğunluğuna sahip bir elektrik motorunun geliştirilmesine ihtiyaç vardır. Nispeten mütevazi sayılabilecek hız gereksinimi sayesinde yüksek kutup sayılarına sahip sürekli mıknatıslı motorlar hem faydalı alan hem de güç yoğunluğu açısından en iyi faydayı sağlamaktadır. Tek bir oluk üzerinde gerçekleştirilen toplu sargı ve kesirli sarım ile birlikte yüksek oluk doluluk oranları ve kısa sargı sonu uzunlukları sayesinde motorun tork yoğunluğu maksimuma çıkartılabilir [5-6].

Elektrik makinaları uygulamalarında kullanılan sürekli mıknatıslar gün geçtikçe daha rekabetçi hale gelmektedir. Sahip oldukları yüksek verim ve kompakt boyutlar gibi avantajları sayesinde sürekli mıknatıslar akı kaynağı olarak alan sargılarının yerini almışlardır. Bu mıknatısların kullanıldığı en popüler motor uygulamalarının başında sürekli mıknatıslı fırçasız doğru akım motorları(SMFDAM) gelmektedir. SMFDAM motorları yüksek güç yoğunlukları, yüksek verimleri ve aşırı yüklenme kabiliyetleri gibi elektrikli araçlar için çok uygun olan avantajları sebebiyle elektrikli araçlarda kendilerine geniş bir kullanım alanı bulmuşlardır [7]. Dış rotorlu SMFDAM motorlarını pek çok uygulama için mükemmel kılan diğer özelliklerden başlıcaları şunlardır;

- Yüksek atalet ve optimize edilmiş dış rotor yapısının manyetik tasarımı sonucunda vuruntu torku minimuma indirilir.
- Dış rotor sayesinde daha büyük hava aralığı çapı sonucunda tork yoğunluğu maksimuma çıkarılır.
- Yüksek kutup sayısı ve atalet daha istikrarlı düşük hız performansı sunar.
- Büyük atalet ve düşük vuruntu torku sayesinde daha düşük gürültü seviyesine sahiptir.
- Dış rotorlu tasarımlar iç rotorlu tasarımlara göre daha düşük eksenel uzunluğa sahiptir.

Bu çalışmada, yukarıda verilen bilgiler doğrultusunda elektrikli araçlar için farklı oluk/kutup kombinasyonlarına sahip doğrudan tahrikli teker içi SMFDAM motorları tasarlanmış ve performansları karşılaştırılmıştır. Karşılaştırma için hâlihazırda tercih edilen en popüler kombinasyonlar olan 51/46 ve 36/32 oluk/kutup oranları referans alınmıştır. Farklı oluk-kutup sayısı kombinasyonları karşılaştırılarak doğrudan tahrikli teker içi motorlar için en önemli tasarım parametrelerinden olan yüksek tork yoğunluğu ve verim değerleri üzerindeki etkileri araştırılmıştır. Karşılaştırmaların sağlıklı yapılabilmesi adına tasarlanan motorlar aynı paket hacmine, aynı çıkış gücüne ve yaklaşık olarak aynı hıza sahiptir.

Boyutlandırma hesaplamaları gerçekleştirilen motor modelleri öncelikle analitik, daha sonra ise sonlu eleman analizlerine(SEA) tabii tutulmuştur. Analiz sonuçlarına göre karşılaştırmalı olarak akı dağılımları, çıkış torkları, sargı akımları, indüklenen gerilimler, nüve kayıpları, verim, vuruntu torku gibi tasarlanan motorlara ait önemli mekanik, elektriksel ve elektromanyetik parametreler olarak ilerleyen bölümlerde sunulmuştur.

2. Tasarım ve Analiz Süreci

SMFDAM motorlarının tasarımı farklı kombinasyonların seçimine dayalı bir dizi yinelemeli hesaplamalar gerektirir. Bunlara geometrik ölçüler, malzemeler ve parametrelerin hesaplanması eklenebilir. Tasarımcı gerçek ölçüleri ve malzemeleri dikkate alıp tasarlanan motora ait performansı hesaplamaya ihtiyaç duyar. Daha sonra motor performansı istenilen özelliklerle karşılaştırılır. Şayet sonuçlar istenilen değerler ile uyuşmuyor ise tasarımcı motor performansını arttırmak için tasarımı değiştirmek zorundadır. Başlangıç motor tasarımını elde etmek için öncelikle boyutlandırma eşitliklerinden yararlanılır ve akabinde çeşitli analitik ve SEA analizleri gerçekleştirilerek performans değerlendirmesi yapılır.

SMFDAM motorlarının başlangıç boyutlandırması tipik olarak motorun aktif hacmi ile birlikte spesifik elektrik ve manyetik yükleme değerleri üzerinden yapılan varsayımlara dayalıdır [7]. Motorun hızı ve soğutma tipi ilgili varsayımlar üzerinde etkindir. Ayrıca sargı akım yoğunluğu ve nüve manyetik akı yoğunluğu dikkate alınması gereken diğer varsayımlar olarak ifade edilebilir. Başlangıçta dikkate alınan bu kritik tasarım varsayımları, motorun elektromanyetik ve termal davranışlarını büyük ölçüde etkilediğinden, varsayımlar genellikle tasarımcının uzun yıllar sonucu elde ettiği tecrübeler sonucunda belirlenir. Ayrıca motorun aktif hacmi (D^2L) ile çıkış gücü (P_o) arasındaki ilişki de benzer şekilde kutup sayısı, soğutma tipi, motor tipi vb. diğer tasarım kriterlerine bağlı olduğundan basit birkaç katsayı ile bu ilişkiyi optimal olarak ortaya koymak çoğu zaman oldukça zordur. Bu varsayım ve kabullerin daha iyi anlaşılabilmesi adına, tasarım üzerinde büyük öneme sahip olan bazı parametreler ve etkileri aşağıda açıklanmaya çalışılmıştır.

Spesifik Manyetik Yükleme
Spesifik manyetik yükleme değeri motora ait konfigürasyon tipine ve sürekli mıknatıslı malzemenin özelliklerine bağlıdır.

Spesifik Elektrik Yükleme
Spesifik elektrik yükleme değerinin yüksek değerleri bakır kayıplarının artmasına yol açacağı gibi diğer taraftan sürekli mıknatıslı malzeme miktarını azaltarak toplam maliyetin düşmesine yardımcı olur.

Sürekli Mıknatıs Malzemesi
Motorda kullanılan mıknatıslar motorun dâhili birer parçası olduklarından hem mekanik hem de elektriksel özellikleri dikkate alınmalıdır. NdFeB mıknatıslar yüksek enerji çarpımları (BHmax) ve remanans değerlerinden dolayı günümüzde sıklıkla tercih edilmektedir. Bu tercih malzemenin maliyetine ve sıcaklığa bağlı davranışına göre değişebilmekle birlikte NdFeB tipi mıknatıslarda sıcaklık 230C'ye, SmCo tipi mıknatıslarda ise 350C'ye kadar tercih edilebilmektedir. Bu çalışmada ise N40UH sınıfı bir NdFeB sürekli mıknatıs kullanılmıştır.

Hava Aralığı Akı Yoğunluğu Dağılımı
Kullanılan sürekli mıknatıslı malzemenin şekli ve düzeni hava aralığı akı yoğunluğu dağılımı, vuruntu torku, toplam harmonik değeri ve manyetik malzemelerin doyumu üzerinde büyük etkiye sahiptir.

Sargı Düzeni
Bu motorlardaki zıt elektromotor kuvvet ve stator manyetomotor kuvvet değerlerinin büyüklüğü ve şekli sargı düzeni ve motorun geometrik yapısına bağlıdır. Bu düzenleme motordaki yeterli boş alan ve malzeme türüne göre belirlenir.

Hava Aralığı
Hava aralığının artması relüktansı arttırarak faz indüktanslarının azalmasına, endüvi reaksiyonunun etkilerinin ve vuruntu torkunun da azalmasına yol açar. Diğer taraftan hava aralığının artması daha büyük mıknatıslara ihtiyaç duyularak maliyetin artmasına sebep olur. Çalışmada mekanik sınırlamalar da dikkate alınarak hava aralığı 1mm olarak belirlenmiştir.
Oluk Şekli

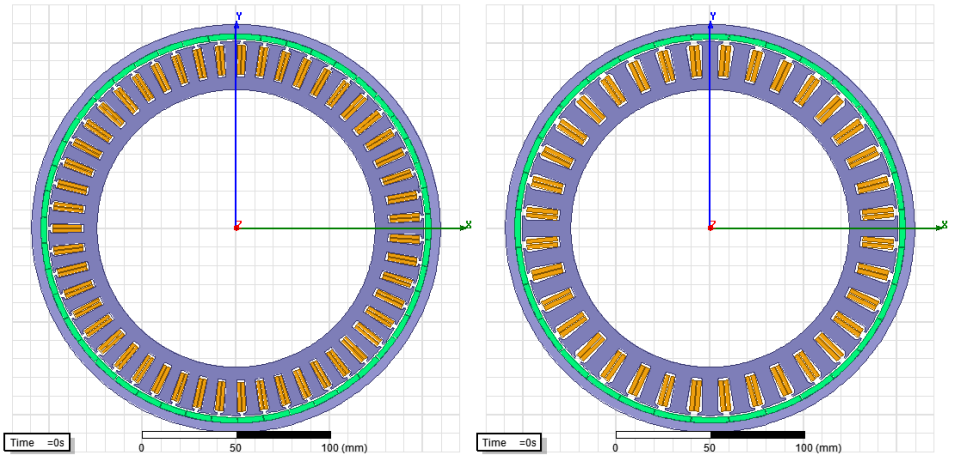
Çoğu zaman dar ve derin yapılı oluklara sahip olmak tercih edilir. Oluk derinliği ve genişliği arasındaki oran genel olarak 4 olarak belirlenebilir. Oluk alanının sınırlı olduğu uygulamalarda bu oran mümkün olan en yüksek kuvvet yoğunluğu elde edilecek şekilde optimize edilmelidir.

Kutup Yayı-Kutup Adımı Oranı
Kutup yayı/kutup adımı oranı bazı harmonikleri ve vuruntu torkunu azaltacak biçimde belirlenebilir. Ayrıca bu oran farklı oluk/kutup konfigürasyonuna göre her seferinde optimize edilmelidir.

SMFDAM motorlarının boyutlandırma çalışmaları için gerçekleştirilen çeşitli yöntemler ve kullanılan hesaplamalara literatürde genişçe yer verilmiştir. Hesaplamalar için kullanılan genel yaklaşımlardan bazıları, alanda kullanılan güncel yöntemlerle birlikte literatürde özetlenmiştir [8-21]. Çalışmada, karşılaştırmalı olarak tasarımları gerçekleştirilen 51 oluk 46 kutup (O51K46) ve 36 oluk 32 kutup (O36K32) konfigürasyonlarına ait geometrik ölçüler, malzeme türleri ve motorlara ait ana özellikler Çizelge 1'de verilmiştir.

Çizelge 1. O51K46 ve O36K32 konfigürasyonlarına sahip motorlara ait özellikler

Parametre	O51K46	O36K32
Anma Gücü (W)	1500	
DC Kaynak Gerilimi (V)	48	
Anma Devir Sayısı (d/d)	500-550	
Stator Oluk Sayısı	51	36
Kutup Sayısı	46	32
Stator Nüvesi	M400-50A	
Rotor Nüvesi	ST37	
Mıknatıs Sınıfı	N40UH	
Stator Dış Çapı (mm)	201	
Stator İç Çapı (mm)	148	
Paket Uzunluğu (mm)	45	
Hava Aralığı (mm)	1	
Oluk Kesit Alanı (mm^2)	88	134
Mıknatıs Kalınlığı (mm)	3	
Kutup Yay/Adım Oranı	0.98	
Bağlantı Şekli	Yıldız	

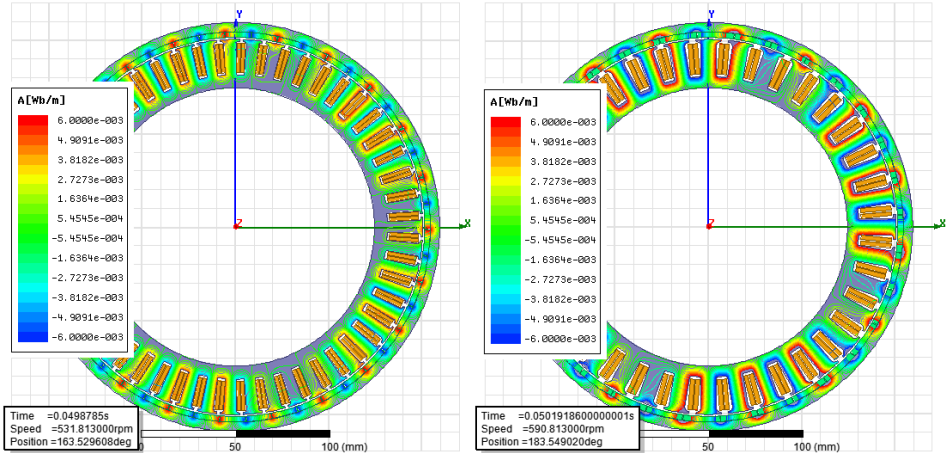


Şekil 1. Tasarlanan motorlara ait 2B SEA modelleri (O51K46 solda, O36K32 sağda)

Karşılaştırma için tasarlanan motorlara ait 2B modelleri Şekil 1'de gösterilmiştir.

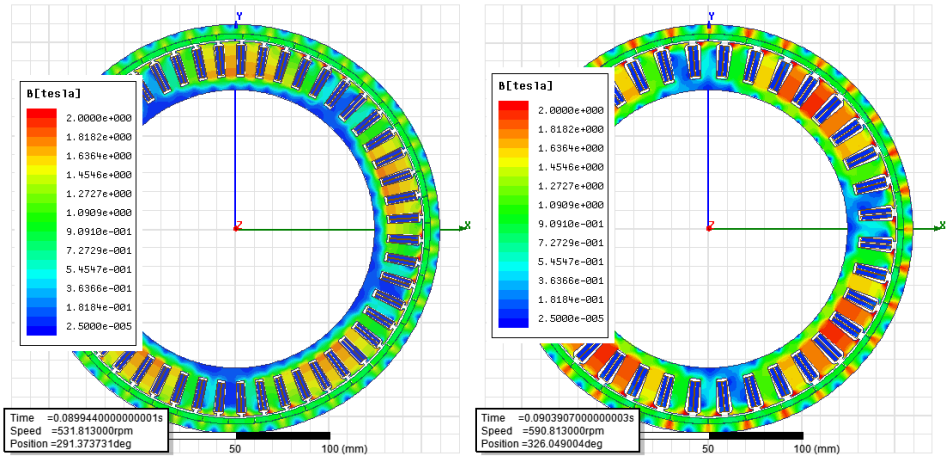
3. Analiz Sonuçları ve Karşılaştırma

Daha önce de ifade edildiği üzere, O51K46 ve O36K32 konfigürasyonlarının adil olarak karşılaştırılabilmesi için aynı malzemeleri kullanmaları, aynı paket hacmini paylaşmaları ve ortalama olarak aynı hızlarda çalışacak biçimde tasarlanmaları gerekmektedir. Bu sebeple Çizelge 1'de verilen parametrelerin bir çoğu her iki konfigürasyon için de aynıdır. Tüm analizler 100ms'ye kadar geçici durum çözüm metodu kullanılarak elde edilmiştir. Konfigürasyonlar arasındaki farkların daha net gözlemlenebilmesi için her bir konfigürasyon farklı zaman adımlarında elde edilen çözümleri içerecek şekilde çözdürülmüştür.



Şekil 2. 2B SEA sonucunda elde edilen akı dağılımları (50ms için O51K46 solda, O36K32 sağda)

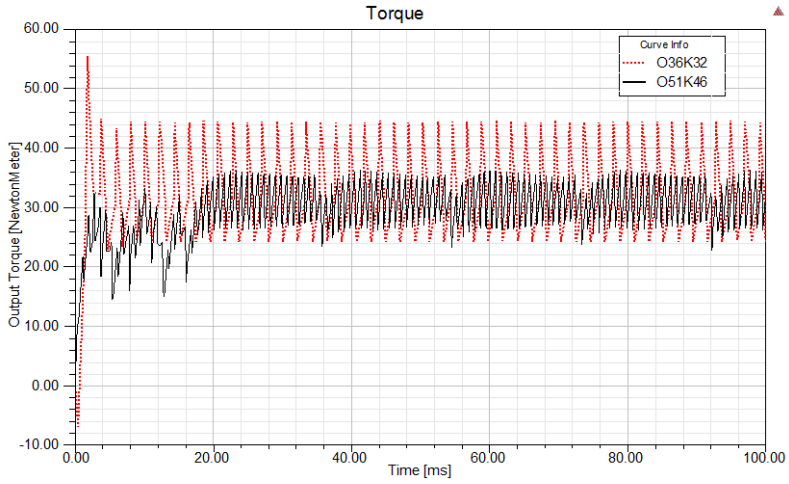
2B SEA sonucunda elde edilen akı dağılımları Şekil 2'de verilmiştir. Renk skalasının alt ve üst sınırları her iki analiz için de eşit olacak şekilde tanımlanmıştır. Şekilde de görüleceği üzere O36K32 konfigürasyonunda O51K46'e göre daha yoğun bir akı dağılımı elde edilmektedir. Bu farkı doğrudan ifade edebilmek için akı yoğunluklarına bakmak faydalı olacaktır. Şekil 3'de her iki konfigürasyon için elde edilen akı yoğunlukları dağılımı verilmiştir.



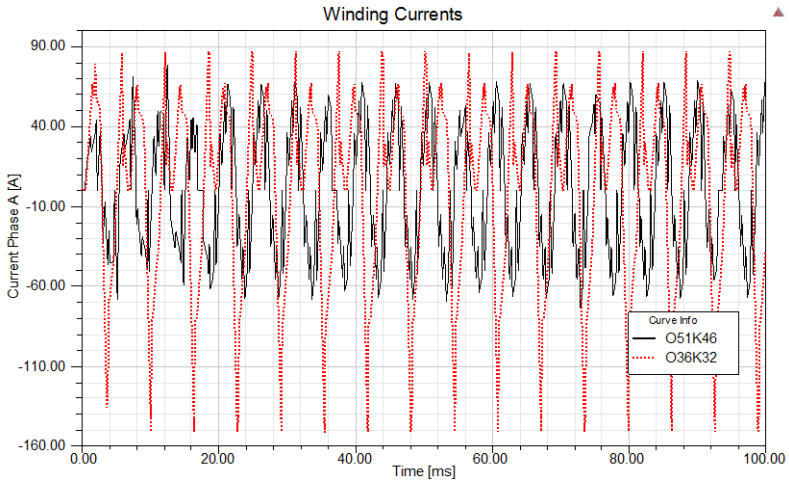
Şekil 3. 2B SEA sonucunda elde edilen akı yoğunlukları (90ms için O51K46 solda, O36K32 sağda)

Şekil 3'de verilen akı yoğunlukları incelendiğinde, O36K32 konfigürasyonunda, ilgili uyartım zamanlamasında stator dişlerinde ve rotor nüvesinde daha yüksek bir akı yoğunluğu gözlenmektedir. Kullanılan nüve malzemesinin izin verdiği ölçüde yüksek akı yoğunluğu, genel olarak daha yüksek nüve kayıpları ile sonuçlanır. Doğrudan nüve kayıplarının karşılaştırmasını yapabilmek için uyartım

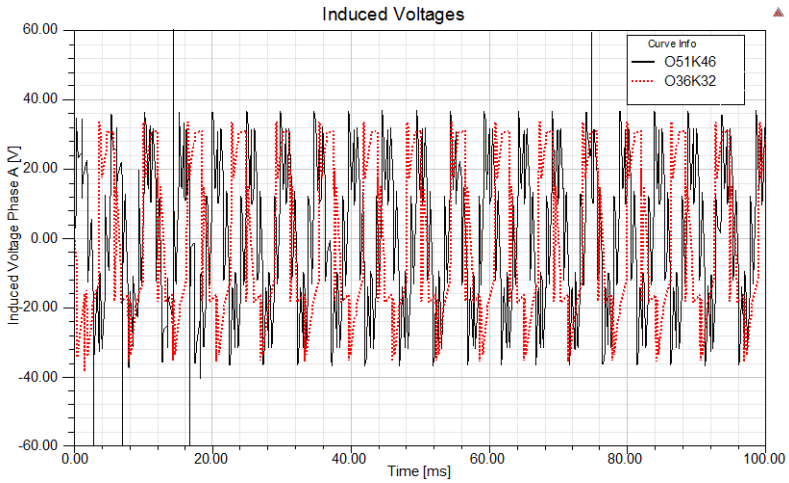
akımının frekansı da dikkate alınmalıdır. O51K46'nın, yüksek kutup sayısından ötürü uyartım frekansı daha yüksek olacaktır.



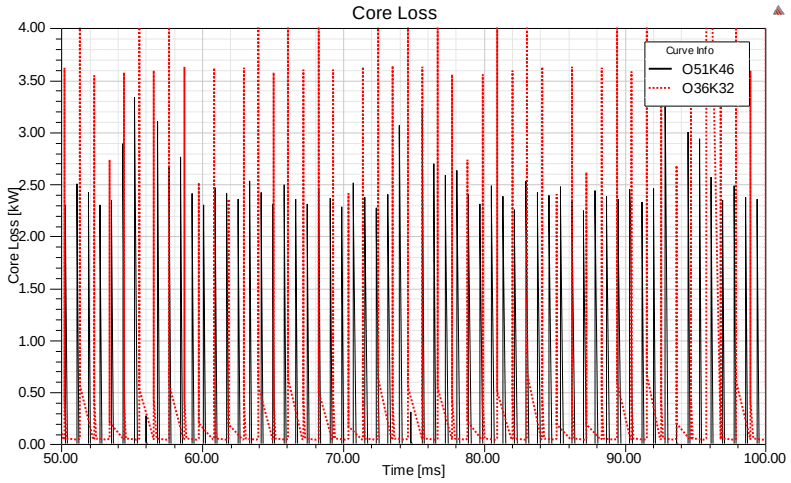
Şekil 4. 2B SEA sonucunda elde edilen çıkış torklarının değişimi



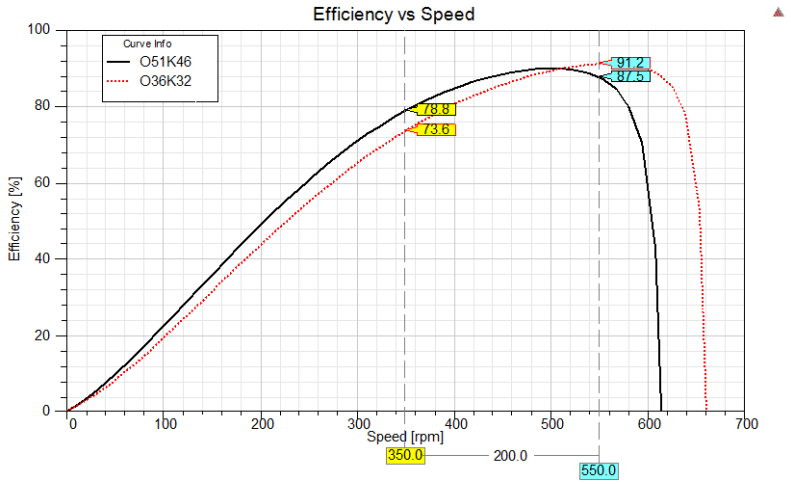
Şekil 5. 2B SEA sonucunda A fazına ait akımların değişimi



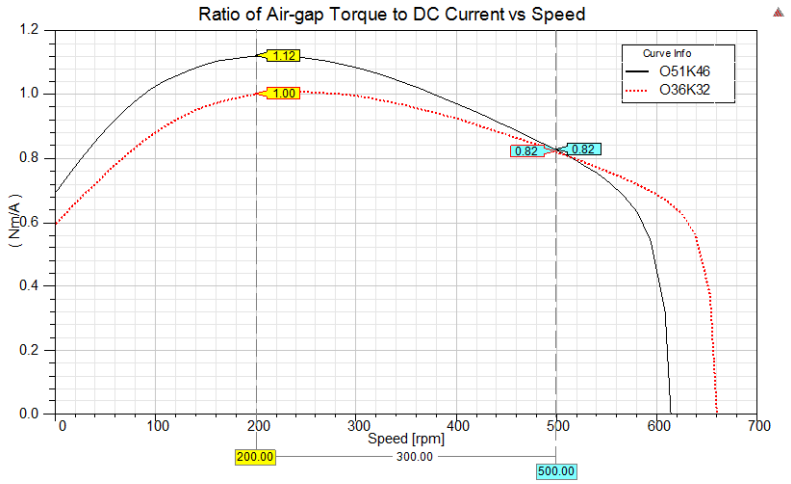
Şekil 6. 2B SEA sonucunda A fazında indüklenen gerilimlerin değişimi



Şekil 7. 2B SEA sonucunda nüve kayıplarının değişimi



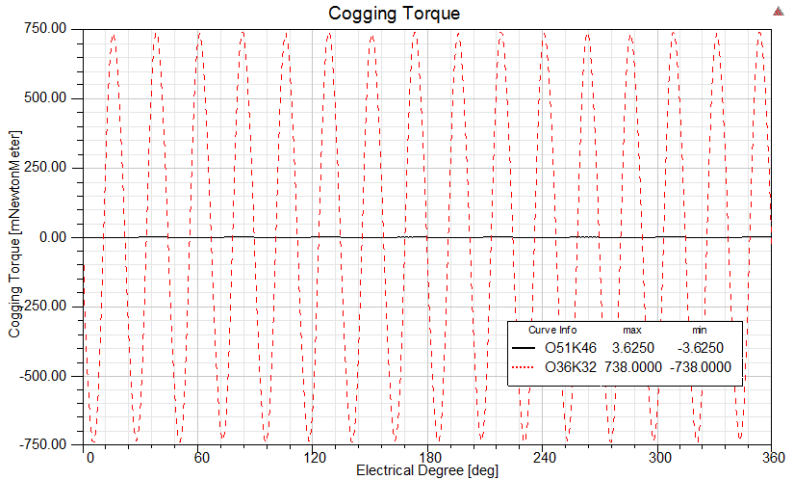
Şekil 8. Motor hızına karşılık verimin değişimi



Şekil 9. Motor hızına karşılık amper başına düşen elektromanyetik tork oranının değişimi

Şekil 4, 5 ve 6'da sırasıyla çıkış torklarının, A fazı akımlarının ve A fazı gerilimlerinin değişimleri verilmiştir. Şekil 4'de O51K46 motoru 531 d/d'da dönerken O36K32 590 d/d'da dönmektedir. O36K32

motorunda elde edilen çıkış torku daha yüksek dalgalanma faktörüne sahiptir. Ortalama olarak benzer tork değerlerini üreten iki motordan O51K46, düşük hızlarda daha düzgün tork üretim profiline sahiptir. Şekil 7'de her iki motor için SEA sonucunda elde edilen nüve kayıplarının değişimi verilmiştir. Şekil 8'de motor hızlarına karşılık verim değerlerinin değişimi görülmektedir. Düşük hızlarda O51K46 daha yüksek verimlilik sunarken 500 d/d üzerindeki hızlarda ise O36K32 daha yüksek verimlilik sunmaktadır. Ortalama 350 d/d ve 550 d/d'daki verimlilikler kıyaslandığında, 350 d/d'da O51K46 yaklaşık % 5 daha yüksek verime sahipken, 550 d/d'da ise O36K32 yaklaşık olarak %5 daha yüksek verime sahiptir. Dolayısı ile motorların ağırlıklı olarak çalıştığı hız aralığının düzgün belirlenerek uygun bir motorun seçilmesi verimlilik açısından büyük öneme sahiptir.



Şekil 10. Vuruntu torku değerinin değişimi

Şekil 9'da Motor hızına karşılık amper başına üretilen tork oranının değişimi sunulmuştur. 500 d/d'da her iki motorda amper başına aynı tork değerini üretirken, daha düşük hızlarda O51K46, O36K32'ya kıyasla ortalama %10 daha yüksek amper başına tork üretme yeteneğine sahiptir. Bu değerler yüksek tork yoğunluğunun dikkate alındığı uygulamalarda kritik role sahiptir. Şekil 10'da her iki motora ait vuruntu torku değerleri verilmiştir. Aynı kutup yay/adım oranları için O51K46 çok daha düşük vuruntu torkuna sahiptir.

Çizelge 2. O51K46 ve O36K32 konfigürasyonlarına ait performans değerleri

Parametre	O51K46	O36K32
Çıkış Gücü (W)	1500	
Anma Hızdaki Verimi (%)	89.2	90.5
Anma Hızı (d/d)	531	590
RMS Sargı Akımı(A)	29.4	28.5
Yüksüz Hız (d/d)	620	667
Anma Torku (Nm)	26.95	24.24
Nüve Kayıpları (W)	130	113
Sargı Kayıpları (W)	52	47
Mekanik Kayıplar (W)	İhmal Edildi	
Spesifik Elektrik Yüklemesi (A/m)	14265	13020
Sargı Akım Yoğunluğu (A/mm^2)	4.55	3.92
Hava Aralığı Akı Yoğunluğu (T)	0.83	0.79
Vuruntu Torku (mNm)	3.62	738
Sargı Katsayısı	0.943	0.945
Oluk Doluluk Oranı (%)	56	55
Gövde ve Şaft Hariç Net Ağırlık (kg)	5.95	5.97

Çizelge 2'de gerçekleştirilen analizler sonucunda her iki motora ait performans değerleri verilmiştir. Analizlerde mekanik kayıplar ve sürücü kayıpları ihmal edilmiştir. Motorlara ait sarım değerleri, aynı paket hacminde yaklaşık olarak motorları 500-600 d/d aralığında döndürecek biçimde belirlenmiştir. Motorlar farklı hava aralığı akı yoğunluklarına sahip olduklarından, paket uzunluklarını veya kullanılan sürekli mıknatıs özelliklerini değiştirmeksizin birebir aynı hızlarda dönecek biçimde spir ayarlaması yapmak mümkün değildir. Uygulanan gerilim seviyesinden kaynaklı olarak ortalama her bir spir hızda 100-150 d/d'lık bir değişime sebep olmaktadır. Bu sebeple her iki motor hızlarının 500-600 d/d aralığında olması hedeflenmiştir.

3. Sonuçlar

Bu çalışmada, şehir içinde küçük güçlü elektrikli araçlarda kullanıma uygun olan doğrudan tahrikli teker içi elektrik motorları O51K46 ve O36K32 konfigürasyonlarında tasarlanarak performansları karşılaştırılmıştır. Düşük hız yüksek tork gereksinimi olan uygulamalarda, yüksek kutup sayılı bu iki farklı konfigürasyon sahip oldukları özellikleri nedeniyle tercih edilmektedir. Çalışmada, konfigürasyonlar arasındaki performans farklılıklar, çeşitli analitik ve sonlu eleman analizleri kullanılarak elde edilmiştir. Özellikle hıza bağlı verimlilik ve tork yoğunluğu motor konfigürasyonunun seçiminde büyük öneme sahiptir. Çalışma sonrasında elde edilen verilen aşağıdaki şekilde özetlenebilir:

- 500-600d/d anma hız değerine sahip olan bu iki motordan O51K46 konfigürasyonu, 0-500 d/d aralığında daha yüksek verimlilik ve tork yoğunluğuna sahiptir.
- 500 d/d üzerindeki hızlarda ise işler tersine dönmekte ve O36K32 konfigürasyonu hem verimlilik hem de tork yoğunluğu açısından daha yüksek değerler sunmaktadır.
- Bu motorların sahip olduğu etiket değerleri, sizin uygulamanız için yanıltıcı olabilir. Önemli olan motorların ağırlıklı olarak çalıştığı hız bölgesinde ortalama verimlerinin daha yüksek olmasıdır.
- Motorların etiket değerleri, anma hızları ve yükleri için geçerlidir.
- Benzer şekilde motoru etiket değerinin altındaki veya üzerindeki yüklerde çalıştırmak, etikette verilen verim değerinde düşüşe sebep olacaktır.
- Farklı konfigürasyonlara göre motorların tork üretim becerileri değişmektedir. Kullanılan farklı motor sürücüleri de bu beceriler üzerinde söz sahibidir.
- Motorların nominal çalışma hızları ile boyutları arasında doğrudan bir ilişki vardır. Aynı güç için yüksek hızda dönen motor daha kompakt boyutlara sahip olacaktır.
- Yüksek spesifik elektrik yüklemesi değerleri, daha etkin bir soğutma ihtiyacını gerektirir.
- Spir sayısı azaltılarak veya kaynak gerilimi arttırılarak (sürücü limitleri dahilinde) devir sayısı arttırılabilir. Bununla birlikte nominal devri artan motor için artık aynı paket hacminden daha fazla güç alınabilir.
- Unutulmamalıdır ki nominal devri değiştirilen motorun verim-hız eğrisi de değişecektir.
- Elektrikli araçlar gibi sık dur-kalk döngüsüne sahip değişken hızlı motorların kullanıldığı uygulamalarda, motorun anma hız değeri, aracın ortalama hız çevrimine yakın olacak biçimde seçilmelidir. Böylelikle daha yüksek verimlilik elde edilebilir.

Kaynaklar

[1] Zhu, J., Cheng, K. W. E., Xue, X. and Zou, Y. "Design of a New Enhanced Torque In-Wheel Switched Reluctance Motor With Divided Teeth for Electric Vehicles", IEEE Transactions on Magnetics, vol. 53, no. 11, pp. 1-4, 2017.
[2] Liu, H. and Zhang, H. "Dual-mode operation of in-wheel brushless DC motor driver for micro all-electric vehicle", IEEE 2nd International Future Energy Electronics Conference, Taipei, pp. 1-6, 2015.
[3] Cordopatri, A. and Cocorullo, G. "A hub motors choice strategy for an electric four independent wheel drive vehicle", International Conference of Electrical and Electronic Technologies for Automotive, Torino, pp. 1-6, 2017.
[4] Borchardt, N., Kasper R. and Heinemann, W. "Design of a wheel-hub motor with air gap winding and simultaneous utilization of all magnetic poles",IEEE International Electric Vehicle Conference, Greenville, SC, pp. 1-7. 2012.

[5] Ifedi, C. J., Mecrow, B. C., Widmer, J. D., Atkinson, G. J., Brockway, S. T. M. and Kostic-Perovic, D. "A high torque density, direct drive in-wheel motor for electric vehicles", 6th IET International Conference on Power Electronics, Machines and Drives, Bristol, pp. 1-6. 2012.
[6] Ocak, C Tarımer, İ, Dalcali, A and Uygun, D, "Investigation Effects of Narrowing Rotor Pole Embrace to Efficiency and Cogging Torque at PM BLDC Motor", Tem Journal-Technology Educatıon Management Informatıcs, Vol 5(1), pp. 25-31, 2016.
[7] Norhisam, M., Nazifah, A., Aris, I., Wakiwaka, H. and Nirei, M. "Effect of magnet size on torque characteristic of three phase permanent magnet brushless DC motor", IEEE Student Conference on Research and Development, Putrajaya, , pp. 293-296, 2010.
[8] Singh, B., and Goyal, D. "Computer Aided Design of Permanent Magnet Brushless DC Motor for Hybrid Electric Vehicle Application", International Conference on Power Electronic, Drives and Energy Systems, New Delhi, , pp. 1-6, 2006.
[9] Ocak, C., Dalcali, A, Celik, E and Uygun, D, "3D FEA-Based Cogging Torque Minimization of Small Power Battery-Fed BLDCMs Considering Magnet Thickness and Embrace", In Proc. of Recent Trends in Engineering and Technology (RTET-17), Paris, France, 2017.
[10] Goss, J., Wrobel, R., Mellor, P. and Staton, D., "The design of AC permanent magnet motors for electric vehicles: A design methodology", IEEE IEMDC, pp. 871–878, 2013.
[11] Pyrhonen, J., Jokinen, T. and Hrabovcova, V., Design of Rotating Machines. Hoboken, NJ, USA: Wiley, 2008.
[12] Binns, K. J. and Shimmin, D. W. "The relationship between performance characteristics and size of permanent magnet motors", 7th Int. Conf. Elect. Mach. Drives, pp. 423–427, 1995.
[13] Wrobel, R. and Mellor, P. H. "Design considerations of a direct drive brushless machine with concentrated windings", IEEE Trans. Energy Convers., vol. 23, no. 1, pp. 1–8, 2008.
[14] Duan, Y. and Ionel, D. M. "A review of recent developments in electrical machine design optimization methods with a permanent magnet synchronous motor benchmark study", IEEE ECCE, pp. 3694–3701, 2011.
[15] Hafner, M., Schoning, M. and Hameyer, K. "Automated sizing of permanent magnet synchronous machines with respect to electromagnetic and thermal aspects", 18th Int. Conf. Elect. Mach., pp. 1–6, 2008.
[16] Aubry, J., Ahmed, H. B. and Multon, B. "Sizing optimization methodology of a surface permanent magnet machine-converter system over a torque-speed operating profile: Application to a wave energy converter", IEEE Trans. Ind. Electron., vol. 59, no. 5, pp. 2116–2125, 2012.
[17] Hanselman, D. C., Brushless Permanent Magnet Motor Design, Cranston, RI, USA: Writers' Collective, 2003.
[18] Ocak, C Tarımer, İ, and Dalcali, A, "Advancing Pole Arc Offset Points in Designing an Optimal PM Generator", Tem Journal-Technology Educatıon Management Informatıcs, Vol 5(2), pp. 126-132, 2016
[19] Bianchi, N., Electrical Machines Analysis Using Finite Elements. Boca Raton, FL, USA: CRC Press, 2005.
[20] Figueroa, J., Cross, J. and Viarouge, P. "Relative sizing of inverter and surface mount PM motor for traction applications," IEEE Int. Symp. Ind. Electron., pp. 2254–2259, 2006.
[21] Surong, S., Luo, J., Leonardi, F. and Lipo, T. A. "A general approach to sizing and power density equations for comparison of electrical machines," IEEE Trans. Ind. Appl., vol. 34, pp. 92–97, 1998.
[22] Gieras, J. F. and Wing, M., Permanent Magnet Motor Technology, New York, NY, USA: Marcel Dekker, 2009.
[23] Duan, Y. and Ionel, D. M. "Non-linear scaling rules for brushless pm synchronous machines based on optimal design studies for a wide range of power ratings," IEEE ECCE, pp. 2334–2341, 2012.
[24] Hendershot, J. R. and Miller, T. J. R., Design of Brushless Permanent-Magnet Motors. London, U.K.: Oxford Univ. Press, 2010.

MINE DETECTOR TEST SIMULATOR DESIGN AND APPLICATION

MAYIN DEDEKTÖRÜ TEST SİMÜLATÖRÜ TASARIM VE UYGULAMASI

Cemal Yılmaz[1], Salih Söyler[2], Hamdi Tolga Kahraman[3], Mehmet Fatih Işık[4], Yusuf Sönmez[5]
[1]Gazi Üniversitesi Teknoloji Fakültesi Elektrik Elektronik Mühendisliği Bölümü, Ankara cemal@gazi.edu.tr
[2]Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, salih_sogler@yahoo.com
[3]Karadeniz Teknik Üniversitesi Teknoloji Fakültesi Yazılım Mühendisliği Bölümü, Trabzon, htkahraman@yahoo.com
[4]Hitit Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Elektrik-Elektronik Mühendisliği Bölümü, 19030, Çorum, Türkiye, mehmetfatih@hitit.edu.tr
[5]Gazi Üniversitesi, Teknik Bilimler MYO, Makin ve Metal Teknolojileri. Bölümü, Ankara, Türkiye, ysonmez@gazi.edu.tr

Özet

Bu çalışmada geliştirilen dedektörlerin optimizasyonu için laboratuvar ortamında test edilmesini sağlamak için simülatör geliştirilmiştir. Tasarlanan simülatör, test, veri toplama ve veri değerlendirme olmak üzere üç bölümden oluşmaktadır. Tasarlanan simülatör ile dedektörlerin test edilmesi ve elde edilen bulgular ışığında optimizasyon çalışmalarının yapılması, bu çalışmalar yapılırken gerçeğe yakın şartlar oluşturularak düşük maliyetli ve kısa süre içerisinde tamamlanabilen deneyler ile dedektörlerin tasarım ve optimizasyon çalışmalarının tamamlanması hedeflenmektedir. Bu amaca yönelik olarak yapılan çalışmalar sonucunda test simülatöründe yapılan deneysel çalışmaların gerçeğe uygun sonuçlar verdiği, dedektör tasarım ve optimizasyon işlemlerinin amaca uygun olarak gerçekleştirilebildiği görülmüştür.

Anahtar Kelimeler: Mayın dedektörü, Test simülatörü, Yapay zeka, Optimizasyon

Abstract

In this study, a simulator has been developed to enable testing of the detectors developed in the laboratory for optimization. The designed simulator consists of three parts; test, data collection and data evaluation. It is aimed to complete the design and optimization studies of the detectors with the tests that can be completed with low cost and short time by creating the conditions that are close to the reality while testing the detectors with the designed simulator and performing the optimization studies in the obtained findings. As a result of the studies aimed at this aim, it has been seen that the experimental studies performed in the test simulator give reasonable results and the detector design and optimization processes can be carried out appropriately.

Keywords: Mine detector, Test simulator, Artificial intelligence, Optimization

1. Giriş

Günümüzde mayın tespiti için farklı algılama yöntemlerinin kullanıldığı çok farklı dedektörler geliştirilmiştir. Mayın tespitinde hangi tip dedektörün kullanılması gerektiğine karar vermek önemli bir aşamadır [1].

Gömülü bir mayının iki boyutlu görüntüsünün elde edilmesi [2], Yer etkili radar (GPR) ile mayının tespit edilmesi [3, 4], Elektromanyetik indüksiyon ile nesnelerin kendilerine has bir sinyal yaymaları ve bu sinyalin tespiti ile yeraltındaki nesnelerin algılanmaları mümkündür [5-9]. Ayrıca Kızılötesi (IR) görüntülemede, çevrenin doğal ısı değişimleri sırasında mayında oluşan sıcaklık farklılıklarını termal kameralar ile ölçmek ve bu sayede mayını tespit etmek mümkündür [10-12].

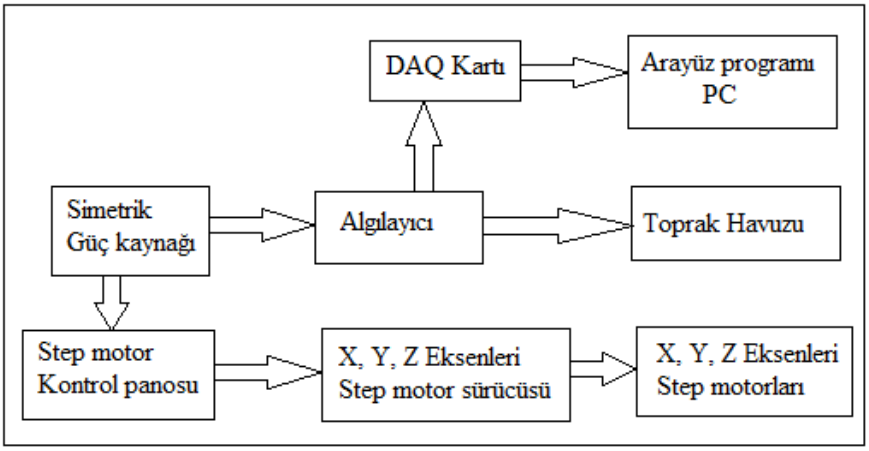
Birçok patlayıcı maddenin yapısında bulunan azot izotopunun (14N) tespit edilmesine dayalı, Manyetik Rezonans (MR) tekniğine benzeyen özgün bir radyo frekansı (RF) tekniği olan "Çekirdek Dört kutup Rezonansı-Nuclear Quadrupole Resonance, NQR" yöntemi ile patlayıcının miktarını ve cinsini tespit etmek mümkündür [13, 14].

Mayın tespitinde kullanılan bu yöntemlerin ve diğer birçok yöntemin ortak özelliği yer altındaki bir nesneyi tespit etmeye çalışmalarıdır. Bu çalışmada, yeraltındaki nesnelerin tespiti için tasarlanan algılayıcıların test ve optimizasyon çalışmalarını deneysel ortamda yapılabilmesini sağlayan "Test Simülatörü" tasarlanmıştır. Farklı toprak içinde gömülü olan farklı mayınların tespiti için gerçeğe yakın bir tasarım yapılmış olup, farklı algılayıcıların algılama testlerinin yapılması ve bu algılayıcıların geliştirilmesi mümkündür.

2. Tasarım

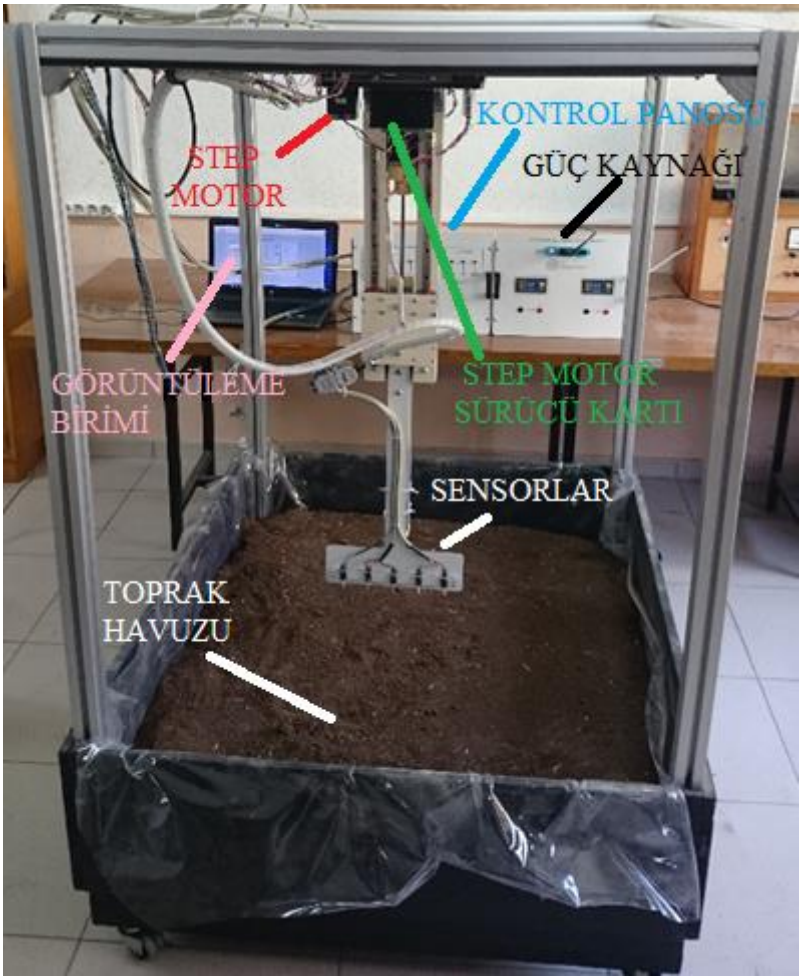
Bu çalışmada geliştirilen dedektörlerin optimizasyonu için laboratuvar ortamında test edilmesini sağlamak için simülatör geliştirilmiştir. Tasarlanan simülatör, test, veri toplama ve veri değerlendirme olmak üzere üç bölümden oluşmaktadır.

Test bölümü, mayın dedektörünün gerçeğe yakın olarak oluşturulan ortamda çalıştırılması işlemlerinin yapıldığı yerdir. Burada dedektörün kullanılacağı arazi şartlarına uygun toprak çeşidi, nem oranı ve toprak içinde olabilecek diğer durumların (taş, ağaç parçası, plastik ve diğer atıklar vb.) dikkate alındığı farklı senaryolar oluşturulmuştur. Oluşturulan bu senaryoların her birinde ayrı ayrı deneyler yapılması mümkün kılınmıştır. Veri toplama bölümünde, mayın dedektörü çalışırken detektöre bağlı arabirim üzerinden ölçülen değerler anlık, zaman aralıklı veya konum değişimine bağlı olarak farklı şekillerde verilerin toplanması sağlanmaktadır. Bu işlem için tasarlanan arabirim detektörden gelen sinyali yükseltme ve güçlendirme işlemlerini gerçekleştirmektedir. Verilerin değerlendirilmesi bölümünde ise, toplanan verilerin yapay zeka teknikleri kullanılarak (Yapay sinir ağları, KNN vb.) analiz edilmesi ve dedektörün algılama yetisinin tespit edilmesi işlemleri gerçekleştirilmektedir. Tasarlanan simülatör'ün blok şeması Şekil 1'de verilmiştir.



Şekil 1. Tasarlanan düzeneğin blok diyagramı.

Tasarlanan sistemin görüntüsü Şekil 2'de verilmiş olup şekil üzerinde bütün birimler ayrı ayrı tanımlanmıştır. Bu tasarım, tüm sistemin enerji ihtiyacını karşılayabilecek kapasitede ayarlanabilen 0-30 V. 0-5 A. Simetrik bir güç kaynağı, x,y,z eksenlerinde sensörleri hareket ettiren 3 adet step motor ve sürücü kartları, 1 adet step motorlara sinyal gönderen kontrol panosu, 1 adet sayısal işaretleri analog işaretlere dönüştüren ve bilgisayar ile kontrole imkân veren DAQ kartı, Sensör, 110*80*30 cm. ebatlarında toprak havuzu ve ara yüz ile görüntüleme biriminden oluşmaktadır.



Şekil 2. Tasarlanan Test Simülatörü

Güç Kaynağı: 0-30 V.- 0-5 A. Simetrik Güç Kaynağı, Tüm sistemin gerilim ve akım ihtiyacını karşılamaktadır. Güç kaynağı programlanabilir özellikte olup, ihtiyaç halinde başka yerlerde kullanılabilecek yapıda tercih edilmiştir. Deneylerde sistemin ihtiyaç duyduğu ± 15 V. Gerilim değerine ayarlanmıştır.

Kontrol Panosu: Step motor kontrol panosu, X,Y,Z ekseninde hareketin kontrol edilmesini sağlar.

Bunun dışında, NI DAQ 6800 aracılığıyla görüntüleme ekranında bilgilerin kayıt edilmesini ve işlenmesini sağlar.

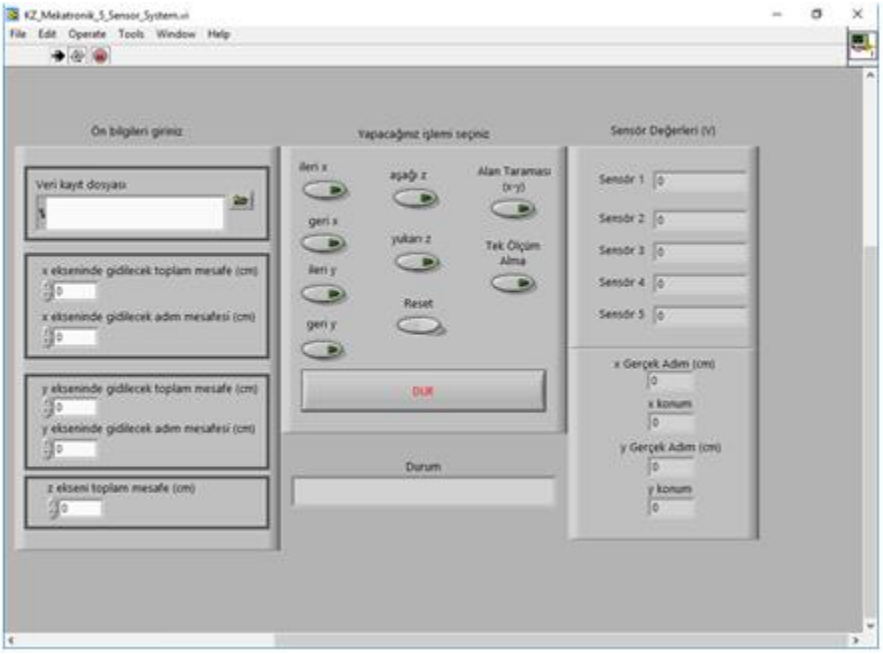
Step Motor Sürücü Kartı: Kartezyen koordinatlarda hareket eden deney düzeneğindeki step motorların hareketini bilgisayar kontrollü gerçekleştirmek için step motor sürücü kartı kullanılmıştır.

Görüntüleme Birimi: Sensörlerden gelen verilerin hangi aralıklarla alındığını, alınan verilerin hangi dosyada saklandığını ve sistemin çalışmasına kumanda edilen bütün parametrelerin bulunduğu kısımdır.

Toprak Havuzu: Patlayıcıların gömüldüğü ve farklı toprak tipleri ile doldurulan 110*80*30 ölçülerinde bir alandan oluşmaktadır.

3. Arayüz Ekranı

Sistemin çalıştırılması, başlangıç parametrelerinin belirlenmesi ve deney verilerinin kaydedilmesini sağlamak için NI USB-6008 DAQ kullanılarak tasarlanan veri alma - işleme ve ekran kontrol görüntüsü şekil 3'te verilmiştir.



Şekil 3. Arayüz ekran görüntüsü

NI USB-6008 DAQ cihazından gelen komutlar bilgisayarın USB girişi üzerinden şekil 3'te görülen ara yüz vasıtasıyla bilgisayara kaydedilmektedir. Aynı zamanda simülatörün dışarıdan verilen komutlarla hangi aralıkta nasıl çalışacağı da bu ara yüz vasıtasıyla gerçekleştirilmektedir. Bu arayüz kullanılarak sensörü 3 eksende hareket ettiren motorların her bir eksen için adım ölçüleri (milimetrik seviyede) belirlenerek sistemin kontrolü sağlanmaktadır.

4. Sonuç

Tasarlanan simülatör ile mayın dedektörlerinin gerçek çalışma şartları oluşturulmuştur. Tasarlanan herhangi bir mayın dedektörü farklı çalışma ortamlarının oluşturulabildiği simülatöre bağlanarak gerçek çalışma şartlarına uygun ortamda test edilmesi sağlanmaktadır. Bu tasarım da test edilen dedektörlerin optimizasyonu için ihtiyaç duyulan veriler elde edilmekte ve dedektörün hassasiyet, tespit başarısı ve hızı analiz edilebilmektedir. Elde edilen veriler dedektörlerin optimizasyonunda kullanılabildiği gibi algılama yöntemlerinin kıyaslanması, çoklu algılama yöntemlerinin tasarımı gibi yeni çalışmalar için önemli bir altyapı oluşturmaktadır.

Kaynaklar

[1] Kalender, O., ¨Geçmişten günümüze mayın belirleme çalışmaları ve Manyetik Anomali Yöntemi ile Kara Mayınlarının Belirlenmesi" politeknik dergisi, 11(1): (2008).
[2] Behboodian, A., Scott, W.R., McClellan, J.H, "Signal Processing Of Elastic Surface Waves For Localizing Buried Land Mines", Signals, Systems and Computers, IEEE Conf, 2: 827-830, (1999).
[3] Brooks, J.W., Maier, M.W., "Application Of System Idendification And Neural Networks To lassification Of Land Mines", "Detection of abandoned land mines" Conference Publication IEEE, 431: 46-50, (1996).
[4] Langer, K., "A Guide To Sensor Design For Land Mine Detection", "Detection of abandoned land mines" Conference Publication IEEE, 431: 30-32, (1996).
[5] Spouse, K.G., "The Dedection Of Buried Plastic Land Mines By Electro-Magnetic Induction", "Detection of abandoned land mines" Conference Publication IEEE, 431: 72-74, (1996).
[6] Zeng, Y.Q., "Acoustic Detection Of Buried Object In 3-D Fluid Saturated Porous Media: Numerical Modeling", IEEE Transaction On Geoscience And Remote Sensing, 39(6): 1165-1173, (2001).

[7] Gao, P., Collins, L., Garber, P.M., Geng, N., Carin, L., "Classification Of Landmine-Like Metal Targets Using Wideband Electromagnetic Induction", IEEE Transaction On Geoscience And Remote Sensing, 38(3): 1352-1361, (2000).
[8] Huang, H., Won, I.J., "Characterization Of UXO-Like Targets Using Broadband Electromagnetic Induction Sensors", IEEE Transaction On Geoscience And Remote Sensing, 41(3): 652-663, (2003).
[9] Schulze, S., Rienen, U.,, "Computation Of Land Mine Signatures Using Domain Decomposition With Lagrange Multipliers", IEEE Transactions On Magnetic, 43(4): 1189-1192, (2007).
[10] Svensson, L., Lundberg, M.,"Dual-Band Land Mine Detection Using A Bayesian Approach", Acoustic, Speech and Signal Processing, IEEE Conf., 2: 1297-1300, (2002).
[11] Lopez, P., Vilarino, D.L., Cabello, D., Sahlı, H., Balsı, M., "CNN Based 3D Thermal Modeling Of The Soil For Antipersonnel Mine Detection", 7th IEEE International Workshop conf., 307-314, (2002).
[12] Jakobsson, A., Mossberg, M., Rowe, M.D., Smith, J.A.S., "Exploiting Temperature Dependency In The Detection Of NQR Signal",Int.Conf. Acoustics, Speech Signal Processing (ICASSP), Philadelphia, 653-654, (2005).
[13] Jakobsson, A., Mossberg, M., Rowe, M.D., Smith, J.A.S., "Exploiting Temperature Dependency In The Detection Of NQR Signal", IEEE Transactions On Signal Processing, 54(5): 1610-1616, (2006).
[14] Sato, M., "Bistatic GPR System For Landmine Detection Using Optical Elektric Field", Geoscience and Remote Sensing Symposium, IEEE Conf, 1: 207-210, 21-25 July (2003).

MODULAR DESIGN AND IMPLEMENTATION OF THE INVERTER FOR BLDC APPLICATIONS AND CONTROLLER BY USING ARDUINO

FSDAM UYGULAMALARI İÇİN ARDUINO DENETLEYİCİ İLE MODÜLER EVİRİCİ TASARIMI VE UYGULAMASI

Semih Özden[a], Gökhan Manav[b], Mahir Dursun[c]
[a]Gazi University, Technical Sciences Vocational College, Ankara, Turkey, semihozden@gmail.com
[b]Ankara University, Elmadag Vocational College, Ankara, Turkey, gmanav@ankara.edu.tr
[c]Gazi University, Faculty of Technology, Ankara, Turkey, mdursun@gazi.edu.tr

Özet

Bu makale fırçasız doğru akım motorları için pratik ve modüler bir gerilim kaynaklı evirici ve denetleyici tasarımını sunmaktadır. Güç anahtarı olarak IGBT seçilmiştir ve anahtarların sinyalleri Arduino Mega 2560 ile üretilmiştir. IGBT'nin kapı (gate) sürücüsü tasarlanmış ve uygulanmıştır. Bunlara ek olarak, snubber devresi ve devrede kullanılan elemanların hesapları sunulmuştur. Snubber devresi anahtarların korunması, kayıpların azaltılması ve verimliliğin arttırılması için anahtar rol oynamaktadır. Tasarlanan baskılı devreler modüler bir yapıya sahiptir, bu da fazların kolaylıkla arttırılabilmesini sağlamaktadır. Bu durum çok seviyeli evirici uygulamaları için değerli bir durumdur.

Anahtar Kelimeler: Evirici tasarımı, Snubber tasarımı, FSDAM

Abstract

This paper presents a modular and practical design of voltage source inverter for BLDC motor and its controller hardware. The power switches are selected as IGBT and its control signals are generated by Arduino Mega 2560. A gate driver was designed and implemented. Additionally, design of snubber circuit and calculation of its components are represented. The snubber has key role to improve efficiency, decrease loses and protect power switches. The designed PCB of inverter has a modular structure that allow easily increase number of phases. It is substantial design for multilevel inverter applications.

Keywords: Inverter design, Snubber design, BLDC

1. Introduction

In last decades, the BLDC motor have been become popular in the all type industrial applications under different load and working conditions. The main reason of the popularity is that it has several advantages compared to induction, switched reluctance and classical DC motors. Its efficiency, high power/size ratio, lower maintenance make it important for wide speed range applications. Additionally, products for innovative technologies prefer BLDC such as electric vehicles because of better speed versus torque characteristics, higher speed range and noiseless operation [1]. The problems related to mechanical commutator and brushes assembly such as sparking, noise and EMI issues are eliminated in BLDC motor [2].

A BLDC motor needs an inverter and a position sensor to commutate so that the motor line current is in phase with the corresponding back EMF [3]. The motor position must be known to energize phase currents. Rotor shaft mounted position sensors or magnetic field based Hall Effect sensors prefer to sense motor position. Additionally, some studies focused on increasing efficiency of the motor using sensor [4, 5]. On the contrary, in literature there are several studies about position sensorless to overcome problems related with position sensor [6]. Using sensor may have some disadvantages; however, it cancels failures and improves motor robustness. Especially, the position sensor is almost mandatory for high torque applications.

Krishnaveni et.al introduced new structure of four-switch three-phase inverter with reduced number of switches for to fed BLDC motor drive. The proposed topology was analyzed using MATLAB/Simulink [7]. Another study, which is developed in MATLAB, represents an advanced simulation model for brushless dc (BLDC) motor drives. The dynamic characteristics of speed and torque as well as voltages and currents of PWM inverter components have been effectively monitored, analyzed [8]. Cunkas and Aydogdu presented an efficient simulation model for fuzzy logic controlled BLDC drives using MATLAB/Simulink. They controlled BLDC by using fuzzy logic and PID and results were compared [9].

Neaca and Neaca developed a methodology for estimating the losses occurring inside an inverter with fully controlled bridge supply for supplying a BLDC motor in MATLAB/Simulink environment [10]. In study [11], a SEPIC converter was represented to feed BLDC for air conditioning application in MATLAB/Simulink. Mahendran et.al analyzed a hybrid inverter that is known as a combination of current and voltage source inverter. They used fuzzy logic to control of the output voltage of DC-AC inverter under BLDC Motor load in MATLAB and trying to improve an efficiency of the hybrid inverter through transient operation [12]. In this study, the design of inverter, snubber and controller and its implementation in MATLAB/Simulink is represented.

2. Methodology

The design of proposed system units are represented in this section.

2.1. Design of Inverter

BLDC has classical DC motor characteristic and cancels disadvantages of classical DC motor cause of commutation. The phase windings' commutation is performed electronically depending on rotor positions. In the Figure 1, the designed three-phase voltage inverter is given, which designed to energize phase windings of brushless direct current motor. This simple topology is most common in the several applications. The KiCad software are preferred in the design of the circuit schematics and printed circuit board.

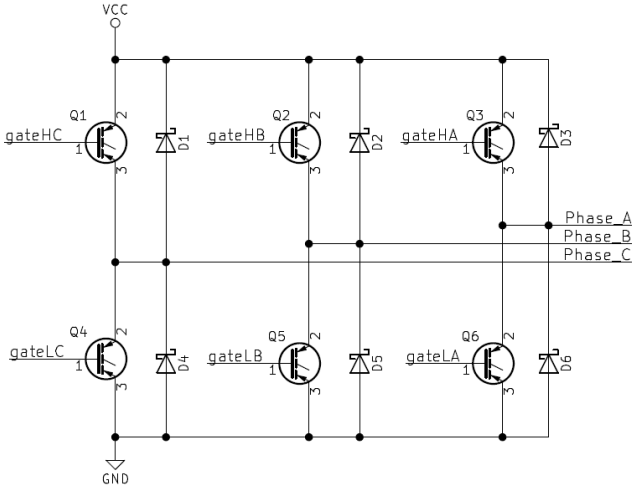


Figure 1. Power switches of the BLDC driver

IXYS CORPORATION HiPerFast class IXGX120N60B IGBT switches are used in the design of driver, which are enumerated from Q1 to Q6 in the schematic. The fast diodes used in the circuit were selected as DSEI60-12A diodes of the same company.

2.2. Design of Gate Driver

The IGBT was selected as power switches to energize of phase wingdings of BLDC. Arduino generates gate signals of IGBT depending on rotor position. The IGBTs need +15 / - 7.5V for on/off. There are several topologies to produce this voltage levels. Most common method is using a hybrid driver for power switches.

The drivers that include two different chips. First one (VLA106-15242) generates dual voltage, DC-DC converter. Other one is M57962CL-01 that hybrid driver for n-channel IGBTs. It provides electrical isolation. Additionally, it has short circuit protection and fault signal when short-circuit occurred. In the Figure 2, the design of the gate driver that recommended by components' manufacturer is given.

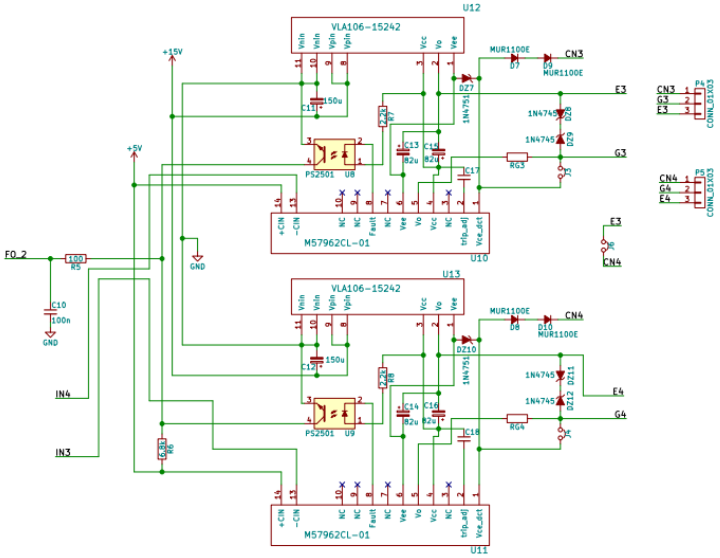


Figure 2. Gate driver of the IGBTs

2.3. Design of Snubber

In Figure 3, a circuit is given to calculate value of snubber components. The calculation of components are referenced in [13].

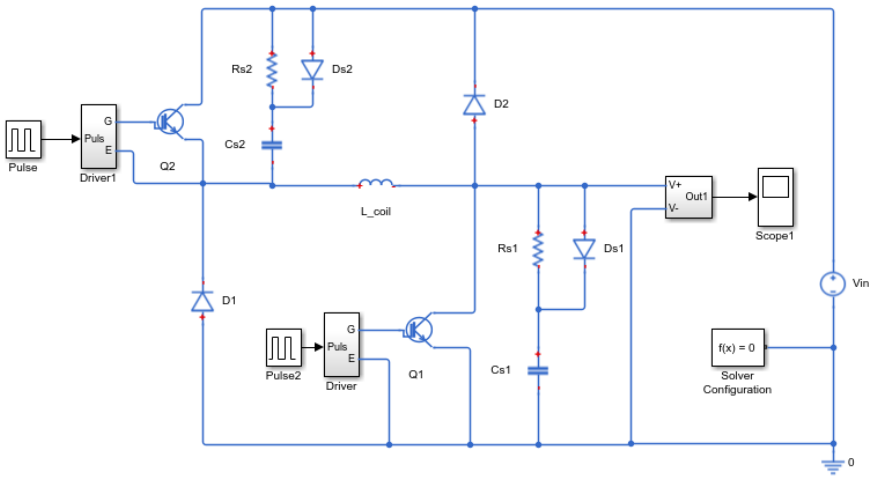


Figure 3. Test circuit for design of using MATLAB/Simulink

Table 1. Test circuit components

Reference	Device Value
Q1,Q2	IXGX120N60
D1,D2	DSEI60
D_s1, D_s2	MUR1560
L_{coil}	8.5mH, 4.5Ω

The frequency of the fluctuation of the voltage on power switch is 124.391 kHz. The frequency of the fluctuation decreased to 27.268 kHz in case of adding 3800 pF capacitance. The ratio of these frequencies is given Equation 1. In Equation 2 gives leakage capacitance. The leakage inductance is calculated in Equation 3.

$$x = \frac{f_{ring0}}{f_{ring1}} = \frac{124.391\ kHz}{27.268\ kHz} = 4.562 \quad (1)$$

$$C_{LK} = \frac{C_{add}}{x^2-1} = \frac{3800\ pF}{(4.562)^2-1} = 191.823\ pF \quad (2)$$

$$L_{LK} = \frac{1}{(2\pi f_{ring0})^2 C_{LK}} - L_{coil} = \frac{1}{(2\pi\ x\ 124.391\ x\ 10^3)^2 - 191.823\ x\ 10^{-12}} - 8.5\ x\ 10^{-3} = 34.19\ \mu H \quad (3)$$

The resistance value of snubber is calculated in Equation 4 as below by using leakage inductance and capacitance, when the damp factor ς is taken one.

$$R_s = \frac{1}{2\varsigma}\sqrt{\frac{L_{LK}}{C_{LK}}} = \frac{1}{2}\sqrt{\frac{34.19\ \mu H}{191.823\ pF}} = 211\ \Omega \quad (4)$$

The capacitance value of snubber is calculated in Equation 5 as below by using fluctuation frequency of the voltage on the power switch.

$$C_s = \frac{1}{2\pi R_s f_{ring0}} = \frac{1}{2\pi\ x\ 211x\ 124.391\ x\ 10^3} = 1.2795\ \mu F \quad (5)$$

At the same time, two switches are on for H-bridge topology, it means that the calculated resistor and capacitance for two switches. At the application, the resistor for one switch divided by two, capacitance multiply by two. Figure 4 and 5 represent effect of snubber on power switches. The fluctuations are damped by calculated components (RC snubber).

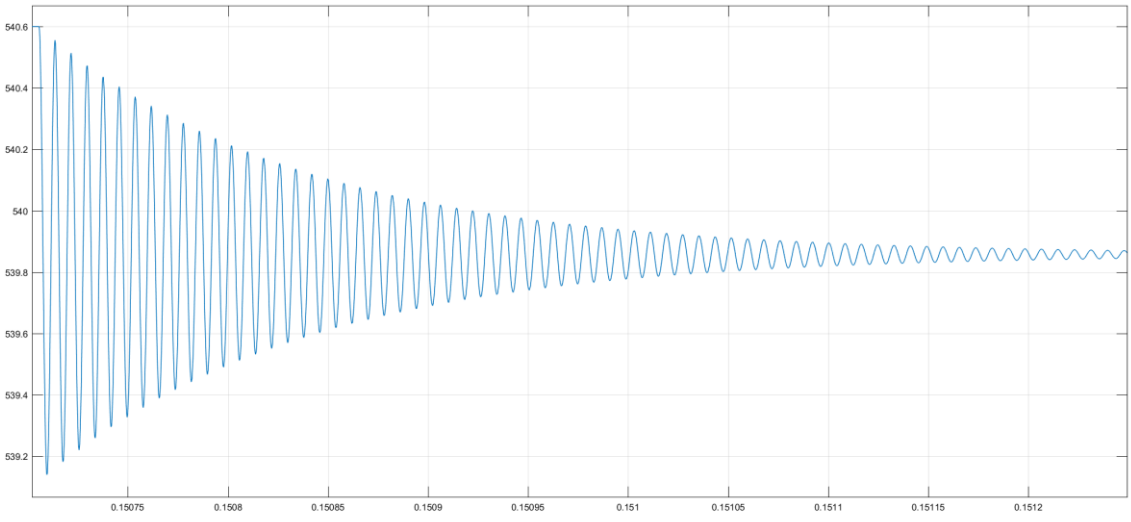


Figure 4. The fluctuation of the voltage on the power switch without snubber

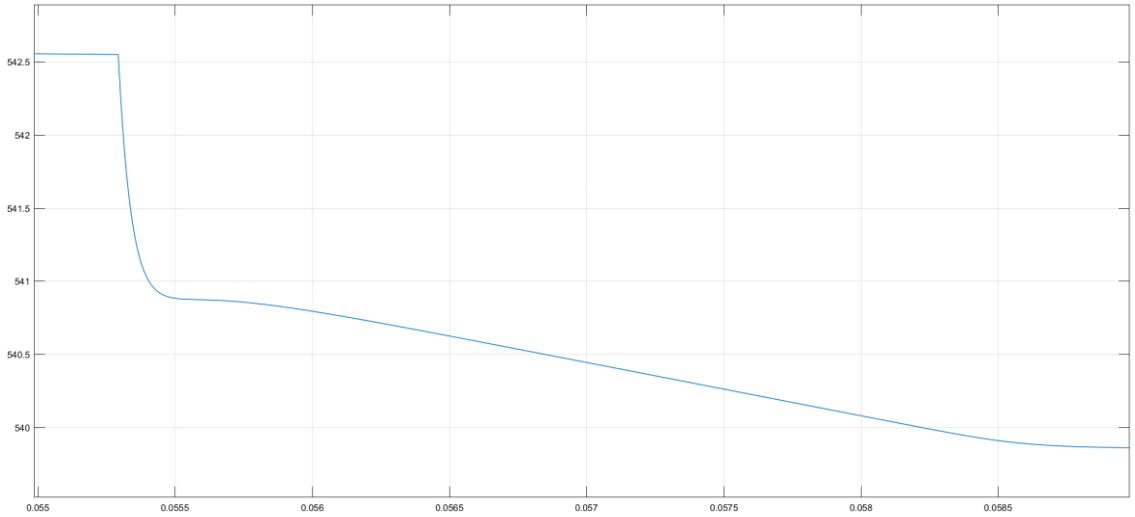


Figure 5. The fluctuation of the voltage on the power switch with snubber

3. Results

In Figure 6, the mounted PCBs and connections with each other is given. The controller, Arduino Mega 2560 with a shield of screw terminal block, is shown on left side. The gate signals generates by the controller, it connected to gate driver. There are three PCBs of gate driver is given in the figure. One PCB has two driver that generates on/off voltage level for high and low side of one-phase windings of BLDC. On right side, there is power switches, freewheeling diodes and snubber circuit of PCB.

The output signals of the proposed system is represented in Figure 7. The PWM signals are also included for all phases.

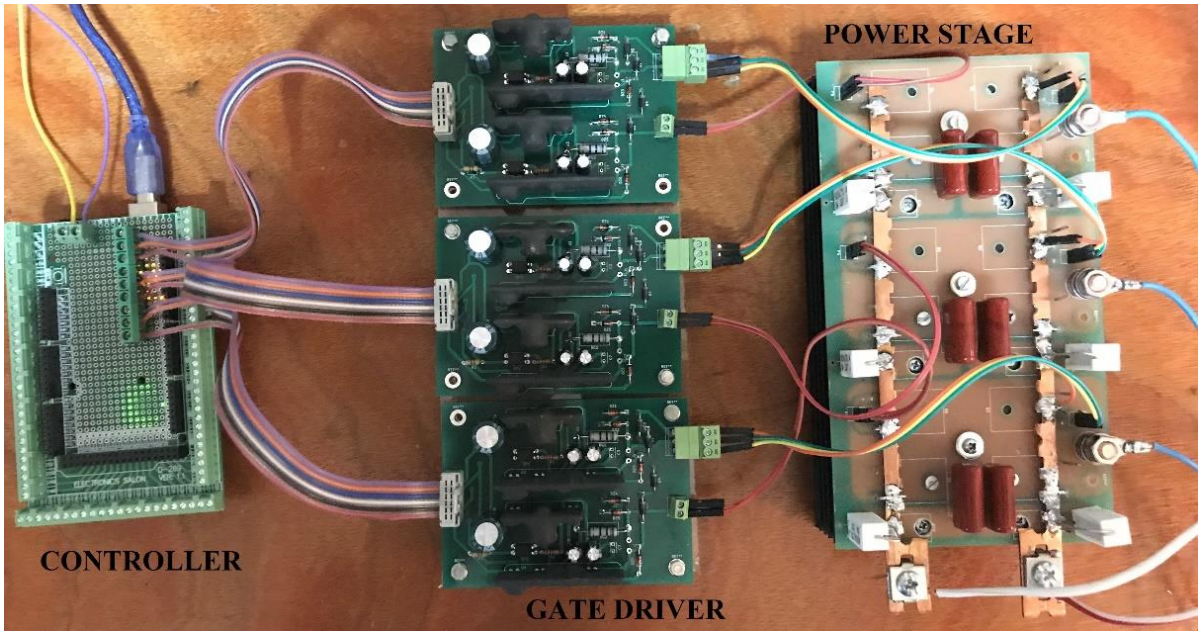


Figure 6. Overall view of the designed PCBs (Controller, gate driver and power stage)

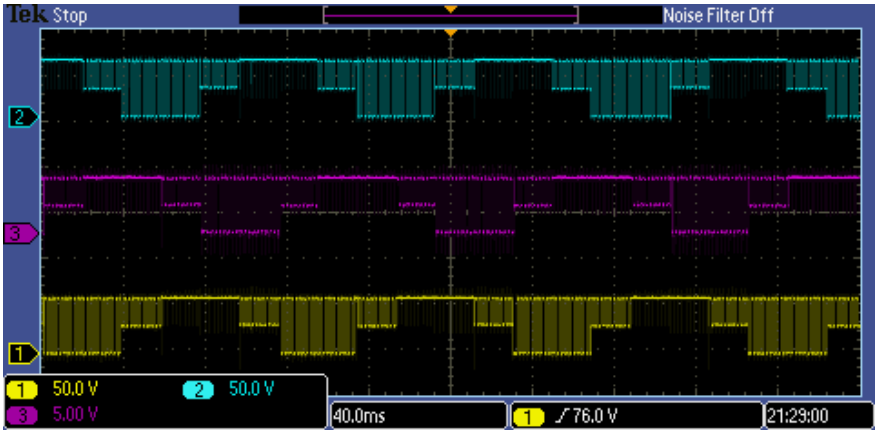


Figure 7. The output signals of three-phase inverter with PWM

4. Conclusion

In this study, a modular PCB for inverter application was designed and implemented. This system was given as BLDC driver; however, it has flexible for all multilevel inverter applications. Additionally, the snubber design and calculation methods of components are represented. The output signals of inverter showed that signals are almost clear to drive BLDC and any fluctuations was occurred on IGBTs, thus the power switches are protected.

References

[1] Mohammad, A., Abedin, M.A., and Khan, M.Z.R., "Implementation of a Three Phase Inverter for BLDC Motor Drive", 9th International Conference on Electrical and Computer Engineering, Bangladesh, 337-340, (2016).

[2] Nandurkar, S.V., Hajare, S.U., Rakhade, V.S., Dani, B.S., and Argelwar, R.P., "Design of Inverter for BLDC Motor", Journal of Network Communications and Emerging Technologies, 7(3): 1-3, (2017).

[3] Zhang, X.Z. and Wang, Y.N., "A Novel Position-Sensorless Control Method for Brushless DC Motors", Energy Conversion and Management, 52(3): 1669-1676, (2011).

[4] Liu, Y., Zhao, J., Xia, M.Z., and Luo, H., "Model Reference Adaptive Control-Based Speed Control of Brushless DC Motors with Low-Resolution Hall-Effect Sensors", IEEE Transactions on Power Electronics, 29(3): 1514-1522, (2014).

[5] Seol, H.S., J.S., L., Kang D-W.Park , J.S., and Lee, J., "Optimal Design Strategy for Improved Operation of IPM BLDC Motors with Low-Resolution Hall Sensors", IEEE Transactions on Industrial Electronics, 64(12): 9758 – 9766, (2017).

[6] Niapour, S.A.K.M., Tabarraie, M., and Feyzi, M.R., "A New Robust Speed-Sensorless Control Strategy for High-Performance Brushless DC Motor Drives with Reduced Torque Ripple", Control Engineering Practice, 24(1):42-54, (2014).

[7] Krishnaveni, V., Kiruthika, K., and Kumar, S.S., "Design and Implementation of Low Cost Four Switch Inverter for BLDC Motor Drive with Active Power Factor Correction", International Conference on Green Computing Communication and Electrical Engineering, India, 1-7, (2014).

[8] Lee, B.K. and Ehsani, M., "Advanced Simulation Model for Brushless DC Motor Drives", Electric Power Components and Systems, 31(9): 841-868, (2003).

[9] Çunkas, M. and Aydoğdu, O., "Realization of Fuzzy Logic Controlled Brushless DC Motor Drives Using Matlab/Simulink", Mathematical and Computational Applications, 15(2): 218-229, (2010).

[10] Neaca, M.I. and Neaca, A.M., "Determination of the Power Loss in Inverters Which Supplies a BLDC Motor", International Symposium on Fundamentals of Electrical Engineering, Romania, 1-6, (2016).

[11] Jayachandran, S., Pavana, and Vinatha, U., "One Cycle Controlled Bridge-Less Sepic Converter Fed Bldc Motor Drive", IEEE International Conference on Signal Processing, Informatics, Communication and Energy Systems, India, 1-6, (2017).

[12] Mahendran, S., Nagapavithra, S., and Umamaheswari, S., "Fuzzy Based Power Factor Correction for Bldc Motor Using Hybrid Inverter", in, 2017 Conference on Emerging Devices and Smart Systems, India, 286-290, (2017).
[13] NXP, Application Note for Designing Rc Sunbbers, An11160", (2012).

DESIGN OF ARDUINO BASED HUMIDITY-SENSITIVE FAN CONTROL FOR FRUIT-VEGETABLE DRYING MACHINES

MEYVE-SEBZE KURUTMA MAKİNELERİ İÇİN ARDUİNO TABANLI NEME DUYARLI FAN KONTROL TASARIMI

Faruk Kılıç[a], **Ali Köse**[b]
[a]Gazi Üniversitesi Teknik Bilimler Meslek Yüksekokulu, Ankara, Türkiye, farukkilic@gazi.edu.tr
[b]Gazi Üniversitesi Teknik Bilimler Meslek Yüksekokulu, Ankara, Türkiye, alikose@gazi.edu.tr

Özet

Gıda işleme süreçleri arasında kurutma önemli bir yer almaktadır. Ülkemizde son yıllarda konvansiyonel kurutucu yapımında artışlar görülmektedir. Gerçekleştirilen bu çalışmada, yeni nesil işlemcilerden Arduino kullanılarak kurutma cihazlarında kurutma kabininden çıkan havanın sıcaklık ve nem değerlerini ölçen ve nem değerine bağlı olarak fan hızını ayarlayan bir sistem tasarlanmıştır. Sonuç olarak geliştirilmeye açık ve modüler bir sistem kurularak sebze-meyve kurutma sistemlerinde gözlemlenen kurutma hızına bağlı olarak kavrulma ve homojen kurutamama problemi iyileştirilmiştir.

Anahtar kelimeler: Sebze-Meyve kurutma makinesi, Arduino işlemci, Nem sensörü, Fan hızı

Abstract

Drying is an important part of food processing. In our country, there has been an increase in the production of conventional dryers in recent years. In this work, using a new generation processor, a system that measuring the temperature and humidity values of the air leaving the drying cabinet in drying machines and adjusts the fan speed depending on the humidity value is designed. Consequently, the problem of roasting and inhomogeneous drying depending on drying speed observed in vegetable-fruit drying systems is improved by establishing an innovative and modular system.

Keywords: Fruit-vegetable drying machine, Arduino processor, Humidity sensor, Fan speed

1. Giriş

Kurutma işlemi, gaz, sıvı veya katı haldeki maddelerden su veya diğer sıvıların giderilmesi işlemidir. Kurutma gıda maddelerinin korunmasında kullanılan en önemli yöntemlerden biri olup üretim süreçlerinde yaygın olarak kullanılan bir işlemdir. Kurutma, bir ürünün satışa sunulmasından önceki görünüm ve mukavemet özelliklerini en iyi yansıttığı rutubet seviyesine getirilmesi için uygulanan bir işlemdir [1]. Kurutma meyve-sebzelerin bünyesindeki su oranının %75-95 oranlarından %10-20 oranlarına aroma, görünüş, renk, besin değeri, bozulma ömrü gibi kalite özelliklerini mümkün olduğunca az değiştirerek düşürmektir. Bir katı nesne kururken, iki süreç oluşmaktadır. Sıvıyı buharlaştırmak için gerekli olan ısı transferi ve buharla iç sıvı kütlesinin transferi. Kurutma hızını bu işlemlerin gerçekleştirilmesini sağlayan faktörler belirler. Kurutma havasının nem içeriği, yeniden çevrimden etkilendiği için, istenilen hava neminin korunması amacıyla zaman zaman analiz edilmelidir [2].

Kurutma işlemi sayesinde malzemelerin ekonomik olarak işlenmesi, nakliyesinin kolaylaştırılması için kütlesinin azaltılması, daha sonraki üretim aşamalarında gerekli koşulların sağlanması, ürünün sterilizasyonu veya korunması, çözeltilerden bazı ürünlerin geri kazanılması gerçekleştirilebilir. Bilim insanları bu konularda çok sayıda çalışma yapmaktadır. Bazı çalışmalar mikrodalga ve sıcak havalı kurutma tekniğinin meyvelerin renkleri üzerindeki değişim kinetiği üzerinde yoğunlaşmaktadır [3]. Başka bir çalışmada, güneş enerjili bir kurutucu tasarımı yapılmış ve performansı test edilmiştir. Güneş enerjisini absorbe ederek

kurutma odasına aktaran hava ısıtıcı kollektör ile yapılan bir kurutma sistemi ile açık havada kurutma durumları incelenmiş meyve–sebzeleri kurutma sürelerini ve L-askorbik asit (C-Vitamini) seviyelerini karşılaştırılmıştır [4]. Benzer şekilde ısıtma ve nem alma (kurutma) gibi farklı uygulamalar için geliştirilen ısı pompalı sistemler ayrıntılı olarak irdelenmekte [5], geleneksel ısıtıcı olan elektrikli tel ısıtıcı ile ısı pompalı sistemler karşılaştırılmakta [6] ve hatta güneş enerjisi destekli ısı pompası sistemleri tasarlanıp bunları kullanarak deneyler yapılmaktadır [7-9]. Kurutma havası ve hızının kurutmaya olan etkisini araştıran çalışmalar da önemli bir yer tutmaktadır. Örneğin, farklı dilim kalınlıklarında kivi kurutma deneylerinden elde edilen sonuçlara göre fan havası hızının 1 m/s den az değerlerden 1 m/s ye kadar olan değerlerde kurutma süresinin hızla azaldığı daha sonrasında kurutma süresinde fark olmadığı görülmektedir [10].

Bunlardan farklı olarak güneş enerjili, nem yoğuşturmalı ve bilgisayar kontrollü bir kereste kurutma fırını modelleme çalışmaları yapılmıştır. Tasarlanan kereste kurutma fırınında, ağırlık ölçer ile toplam kereste ağırlığındaki değişim takip edilmekte ve klasik nem ölçüm cihazlarıyla üründeki nem seyrinin takip edilmektedir [11].

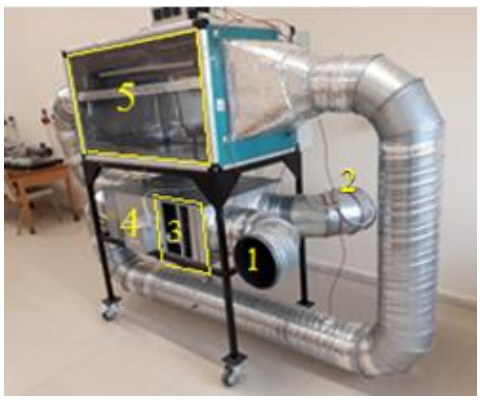
2. Amaç

Kurutma fırınlarının önceden belirlenen kurutma programlarının olmaması, kurutmanın kontrolsüz gelişmesi, kurutma işleminin uzun sürmesi gibi mahzurları bakımından kaliteleri düşük olmaktadır. Bu noktadan hareketle sebze-meyve kurutmak için tasarlanan küçük ölçekli kullanıcılara hitap eden kurutma fırınında neme bağlı fan hızı kontrolü ile havanın ısıtılarak nemi alınacak malzemenin üzerine salınması ve belirli bir nemlilik değerine gelmiş havadan nemin alınması sayesinde yüksek kurutma kalitesi sağlanabilecektir.

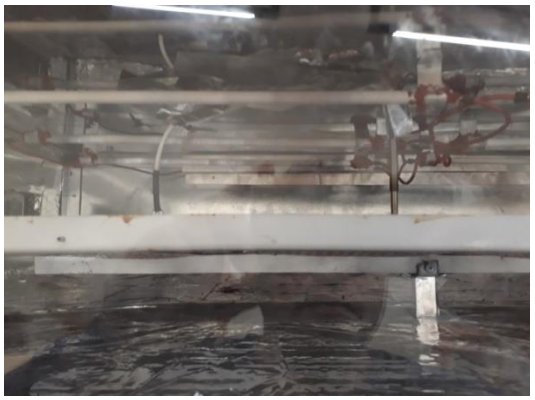
3. Kurutma Sistemi

3.1. Çalışma Prensibi

Kurutma sistemi, ısı geri kazanım ünitesi ve kurutma kabini olmak üzere iki kısımdan oluşmaktadır. Resim 1'de görülen makinede giriş ağzından çekilen hava, ısı geri kazanım ünitesinden geçerken kurutma kabininden çıkan sıcak havanın bir miktar ısısını çekmekte ve dolayısıyla ön ısıtma sonrası kurutma kabinine giriş yapmaktadır. Kabin içi kurutma havasının sıcaklığı kızılötesi ısıtıcılar (6 x 500 W) kullanılarak arttırılmakta ve orada ısı ve nem transferi gerçekleşmektedir. Sonra nemli hava, eşanjörden geçirilerek dışarıya atılmaktadır [12]. Resim üzerinde rakamlarla işaretlenen kısımlar: 1-Giriş havası 2-Çıkış havası 3-Fan 4-Isı geri kazanım ünitesi 5-Kurutma kabinidir. Kurutma kabininde homojen kurutma koşullarının elde edilmesi için, kurutulan ürünün yüzey sıcaklığına orantılı olarak kızılötesi ısıtıcıların dimmer yardımıyla kontrol edilmesinin yanında neme bağlı fan kontrolü yapılmıştır. Kurutma kabini içindeki ısıtıcıların bağlantısı Resim 2'de görülmektedir.



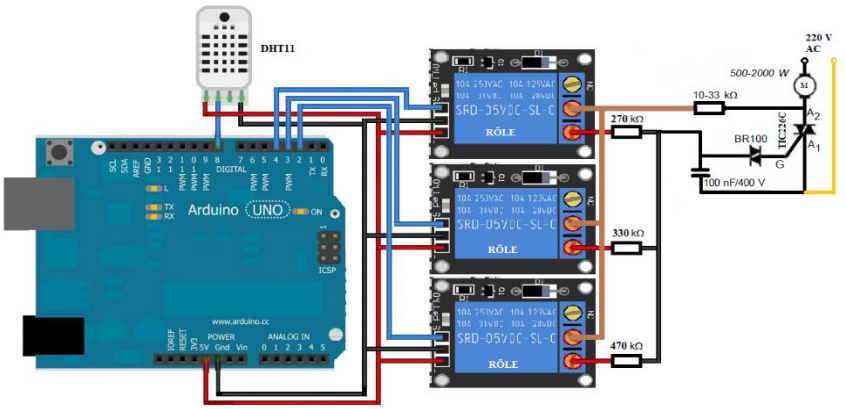
Resim 1. Meyve-sebze kurutma makinesi


Resim 2. Kurutma kabini ve kızılötesi ısıtıcılar

Havadaki nem miktarı makine üzerinde işaretlenen 2 numaralı kısma monte edilen dijital ısı ve nem sensörü ile algılanmaktadır. Bağıl nemi ölçülen havadaki nem miktarı yüksek iken havalandırma fan hızı yüksek tutulurken nem miktarı azaldıkça hava sirkülasyonu da ürüne göre değişen oranlarda azaltılmaktadır.

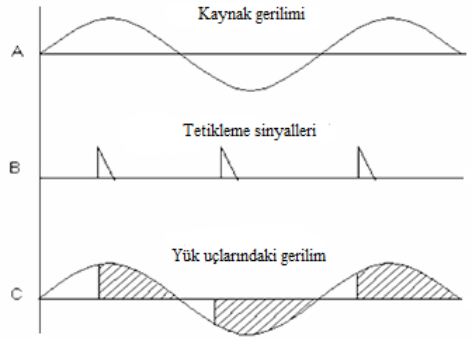
3.2. Arduino tabanlı kontrol devresi

Arduino, üzerinde mikrodenetleyici içeren elektronik bir karttır. Atmel marka Atmega 328/P serisi mikrodenetleyicileri kullanmaktadır, hem hazır sunulan donanımı hem de açık kaynak kodlanabilen yazılım altyapısı sayesinde üzerindeki denetleyiciyi daha kolay kontrol edilebilir hale getirir, dışarıdan bir programlayıcı gerektirmez. Sistemi tasarlarken kullanılan Arduino UNO'nun 16 Mhz işlemcisi, 32 Kb program hafızası ve 2 Kb RAM'i mevcuttur. 6 tanesi PWM amaçlı olarak da kullanılabilen 14 giriş-çıkış pini, 6 adet analog giriş pini vardır. Bilgisayara bağlı iken enerjisini USB soketi üzerinden alırken aynı zamanda 7-12 V gerilimle harici olarak besleme imkanı da vardır. Şekil 1'de tasarlanan sistemin detaylı blok şeması verilmiştir.



Şekil 1. Arduino tabanlı hız kontrol devresi blok şeması

Devrenin çalışma prensibi, RC zaman geciktirme ile triyakın (TIC226C serisi) tetikleme açısı değiştirilerek enerji akışının kontrol edilmesine dayanmaktadır. Sistem 220V AC gerilim ve 50 Hz'lik şebeke frekansında çalışmaktadır. Röle çıkışlarında bağlı olan farklı değerlerdeki dirençler sayesinde A_2 ucundan alınan gerilimin faz açısı 0° ile 180° arasında ayarlanarak diyaktan (BR100 serisi) geçen akımın dalga şekli değiştirilir yani tetikleme akımının faz açısı değiştirilir. Gate ucuna hiçbir gerilim uygulanmazsa triyak her iki alternansta da yalıtkandır. Şekil 2'de görülen B sinyali gate ucuna uygulandığında yük uçlarında C sinyali (taralı kısımlar) meydana gelir. Gate akımı başladığı alternanslarda triyak iletime geçer ve bu iletkenlik o alternansların bitimine kadar devam eder. Şekil 3'de kontrol edilen fanın görüntüsü ve etiket değerleri görünmektedir.



Şekil 2. Tetikleme ve yük uçlarındaki gerilim sinyalleri



Şekil 3. Kontrolü yapılan fan

Bir faz geciktirme devresinin hesabı için önce alternans süresi hesaplanır. Bir alternans 180° olduğuna göre 1°'lik süre hesaplanır. 1°'lik süre elde edildiğinde kaç derecelik faz gecikmesi yapılacaksa ikisinin çarpımı faz geciktirmesi süresini verir. Seçilen faz gecikmesi için kullanılacak R ve C değerlerinden biri sabit seçilerek hesaplanır. Devreye enerji verildiğinde T=R.C eşitliğinden kondansatörün şarj ve deşarj süreleri dirençler vasıtasıyla belirlenir. Bu süre triyağın tetiklenme açısını belirler.

Arduino işlemciler hafızasına yüklenen programı işletmektedir. Tasarlanan çalışma için hazırlanan programın bir görüntüsü Şekil 4'de görülmektedir. DHT11 sensörü, pahalı sensörlere alternatif olarak üretilmiş uygun fiyatlı ve birçok alanda kullanılabilecek 8 bit çözünürlüğe sahip ve fabrika çıkışı kalibrasyonlu bir sensördür. Yazılımın sorunsuz çalışması için öncelikle sensörün kütüphane dosyası derleyicinin kütüphaneler klasörü içine kaydedilir sonra yazılımda kullanılmak üzere çağırılır. Sensörün data pini denetleyicinin 8 nolu girişine bağlanmıştır ve buradan seri haberleşme ile sistemin ısı ve bağıl nem değerleri sürekli ölçülmektedir. Sonra belirlenmiş olan nem değer aralıklarında denetleyicinin çıkışlarından (2, 3, 4) birisi aktif edilerek tetikleme sinyali değiştirilmektedir.



Şekil 4. Yazılan programdan bir görünüm

4. Sonuç ve Öneriler

Ülkemizde son yıllarda kurutucu üzerine çalışma yapan firma ve araştırmacı sayısında artışlar kaydedilmektedir. Araştırma geliştirme çalışmalarıyla her tür kurutucu imalatı gerçekleştirilebilir. Yapılan bu çalışmada ise sebze-meyve kurutmak için tasarlanan küçük ölçekli bir kurutma fırınında, açık kaynak kodlanabilen yeni nesil işlemcilerden arduino ve nem sensörü kullanılarak çıkan havanın nem değeri ölçülmektedir. Elde edilen bağıl nem değerine bağlı olarak hava sirkülasyon hızını değiştiren bir fanın hızını otomatik olarak ayarlayan bir sistem tasarlanmıştır. Sonuç olarak geliştirilmeye açık ve modüler bir sistem kurularak kurutma sistemlerinde gözlemlenen kurutma hızına bağlı olarak kavrulma ve homojen kurutamama problemi iyileştirilmiştir. Geliştirilmeye açık olarak tasarlanan prototip sistemde 3 hız kademesi elde edilmiştir. İhtiyaca göre kademe sayısı arttırılabilir.

Kaynaklar

[1] Güngör, A., "Sebze ve Meyve Kurutmada Kullanılan Kurutucular ve Kurutma Teknolojileri", 11. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi, İzmir, 43-63, (2013).

[2] Günerhan, H., "Endüstriyel Kurutma Sistemleri", Türk Tesisat Müh. Derneği Dergisi, Temel Bilgiler-Tasarım ve Uygulama Eki, Sayı 13, 12 Sayfa, (2005).
[3] Maskan, M., "Kinetics of Colour Change of Kiwi Fruits During Hot Air and Microwave Drying", Journal of Food Eng., 48, 169-175, (2001).
[4] Koç, A. B., Toy, M., Hayoğlu, İ., Vardin, H., "Kırmızı Biber Kurutmada Kullanılan Güneş Enerjili Bir Kurutucu Performansı", Harran Üni. Ziraat Fakültesi Dergisi, 8(2): 57- 65, (2004).
[5] Goh, L. J., Othman, M. Y., Mat, S., Ruslan, H., Sopian, K., "Review of Heat Pump Systems for Drying Application", Renewable and Sustainable Energy Reviews, 15, 4788-4796, (2011).
[6] Phani, K. A., Greg, J. S., "Re-Circulating Heat Pump Assisted Continuous Bed Drying and Energy Analysis", Int. Journal of Energy Research, 29, 961-972, (2005).
[7] Aktaş, M, Kara, M. Ç., "Güneş Enerjisi ve Isı Pompalı Kurutucuda Dilimlenmiş Kivi Kurutulması", Gazi Üniv. Müh. Mim. Fak. Der., 28(4), 733-741, (2013).
[8] Li, H., Dai, Y., Dai, J., Wang, X., Wei, L., "A Solar Assisted Heat Pump Drying System for Grain In-store Drying", Front. Energy Power Engineering, 4(3): 386-391, (2010).
[9] Şevik, S., "Design, Experimental Investigation and Analysis of a Solar Drying System", Energy Conversion and Management, 68, 227-234, (2013).
[10] Darıcı, S., Şen, S., "Kivi Meyvesinin Kurutulmasında Kurutma Havası Hızının Kurumaya Etkisinin İncelenmesi", Tesisat Müh. Dergisi, 130, 51-58, (2012).
[11] Ceylan, İ., Doğan, H., "Güneş Enerjili ve Nem Kontrollü Kondenzasyonlu Bir Kereste Kurutma Fırınının Modellenmesi", Doğu Anadolu Bölgesi Araştırmaları Dergisi, 3(1), (2004).
[12] Aktaş, M., Şevik, S., Amini, A., Khanlari, A., "Analysis of Drying of Melon in a Solar-Heat Recovery Assisted Infrared Dryer", Solar Energy, 137, 500-515, (2016).

PARAMETER DETERMINATIONS OF DEAD TIME SYSTEMS USING PSO, FA ALGORITHMS AND AUTOTUNING TEST

ÖLÜ ZAMANLI SİSTEM PARAMETRELERİNİN PSO, FA ALGORİTMALARI VE AUTOTUNING TESTİ İLE BELİRLENMESİ

Ali Fuat Boz[a], Murat Erhan Çimen[b]
[a]Sakarya Üniversitesi, Sakarya, Türkiye, afboz@sakarya.edu.tr
[b]Sakarya Üniversitesi, Sakarya, Türkiye, muratcimen@sakarya.edu.tr

Özet

Bu çalışmada birinci ve ikinci dereceden ölü zamanlı sistem parametreleri Autotuning testi, Parçacık Sürü Optimizasyonu ve Ateşböceği Algoritmaları kullanılarak belirlenmiştir. İlk olarak gürültüyü bastırmak için histeresizli röle içeren autotuning testi yapılıp, sistemden giriş ve çıkışı verileri alınmıştır. Ardından bu algoritmaların kullanılacağı ve sistemle model çıkışı arasındaki hatayı minimum yaparak model parametrelerinin belirlenmesini sağlayan amaç fonksiyonları IAE, ISE ve ITSE olarak belirlenmiştir. Bu amaç fonksiyonları, Parçacık Sürü Optimizasyonu ve Ateşböceği algoritmalarıyla minimum yapılmıştır. Böylece model parametreleri, sistemin gerçek parametrelerine yakınsanmaya çalışılmıştır. Sonuçta da Ateşböceği algoritmasının diğer algoritmaya nazaran daha başarılı sonuçlar verdiği görülmüştür.

Anahtar kelimeler: Ölü Zamanlı Sistemler, Autotunig, PSO, Firefly

Abstract

In this study, the parameters of the first and second order time delay systems were determined by using the Autotuning test, Particle Swarm Optimization and Firefly Algorithms. First, autotuning test with hysteresis relay which suppresses noises, is performed and input and output data are taken from the system. Then, the objective functions which determine the model parameters by using these algorithms and minimize the error between the system and the model output, are defined as IAE, ISE and ITSE. These objective function is minimized by using Particle Swarm Optimization and Firefly algorithms. Thus, the model parameters have been tried to approximate the actual parameters of the system. As a result, the Firefly algorithm has proved to be more successful than the other algorithm.

Keywords: Time Delay Systems, Autotunnig, PSO, Firefly

1. Giriş

Endüstride en sık karşılaşılan sistemlerden biriside girişi ile çıkışı arasında zaman gecikmesi olan ve ölü zamanlı sistem diye adlandırılan sistemlerdir. Üretimde ve tüketimde çok geniş bir yer tuttuğu için bu tip endüstriyel sistemlerin tanınması ve kontrolü üzerine pek çok çalışma yapılmıştır. Özellikle bu sistemlerin istenilen şekilde kontrol edilebilmesi, sayısal olarak hızlı işlem yapabilen bilgisayar sistemlerinin gelişmesi ile daha hassas yapılabilir hale gelmiştir. Ölü zamanlı sistemlere örnek verilecek olursa nükleer reaktörler, kimyasal süreçler, petrol damıtma üniteleri, ısı eşanjörleri, biyolojik süreçler ve bilişim veya internetteki veri akışı vb. olaylar verilebilir.

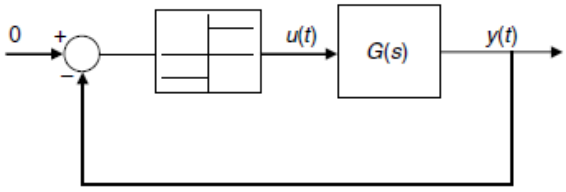
Bu çalışmada doğadan esinlenilerek geliştirilmiş ve kısıtlı-kısıtsız, tek-çok değişkenli, lineer-nonlineer, conveks-nonconveks gibi pek çok problemin çözümüne olanak tanıyan algoritmalar kullanılmıştır. Günümüzde de halen gelişmeye devam eden bu algoritmalar, olasılık tabanlı olup genel manada bir çözüm havuzu içinde sunulan örnek noktalar üzerinde çalışmaktadırlar. Bu örnek noktaların her biri aslında bir daha önceden belirlenmiş bir fonksiyonun minimum ya da maksimum değerini bulmaya çalışmaktadırlar. Bu tip sezgisel algoritmaların klasik Newton tipi veya onun farklı versiyonlarından daha başarılı olmasının nedeni

ise; pek çok lokal noktası bulunan bir fonksiyonda sadece türev tabanlı bir arama ile minimum nokta aramasında, çözümün lokal noktalardan birisi olma ihtimalinin olmasıdır. Bu ise optimal bir çözüm yerine sub-optimal bir çözüm sunmaktadır. Sezgisel algoritmalarda ise gerçek minimum lokal noktasına yaklaşmak uygun veri ve amaç fonksiyonları ile daha mümkündür. Literatürde adı geçen sezgisel algoritmalara Genetik algoritma(GA), Simulated Annealing(SA), Ant Colony Optimization(ACO), Particle Swarm Optimization(PSO), Differential Evolution(DE), Harmony Search(HS), Artificial Bee Colony(ABC), FireFly Algorithm(FA) ve Cuckoo Search(CS) algoritması örnek olarak verilebilir.

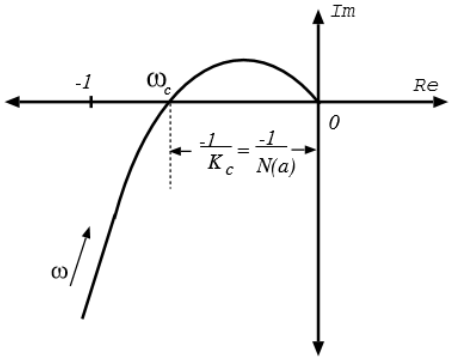
Kontrol mühendisliğinin uğraştığı temel konular arasında sistem model tanıma ve denetleyici tasarımı da yer almaktadır. Sistem performanslarının iyileştirilmesinde kullanılan denetleyici parametrelerinin doğru olarak hesaplanması aslında sistem parametrelerinin doğru olarak belirlenmesi ile doğru orantılı olarak değişmektedir. Dolayısı ile sistem model parametrelerinin belirlenmesi için literatürde birçok çalışma yapılmıştır. Bu çalışmalar sonucu ortaya çıkan yöntemlerden biriside röle tekniğidir. Sistem parametrelerinin belirlenmesinde röle tekniğini kullanmak ilk olarak Tsypkin tarafından önerilmiştir [1]. Denetleyici tasarımında kullanılan autotuning tekniği ise, modeli bilinmeyen bir sisteme Nyquist Eğrisindeki bir noktaya göre P, PI veya PID gibi denetleyici tasarımı yapılabilmesine olanak tanımıştır [2]. Kaya ve Nalbantoğlu bu röle tekniğini kullanarak, modeli bilinmeyen geri tepmeli bir sistem için parametre optimizasyonunu, genetik algoritma kullanarak yapmışlardır [3]. Bendjeghaba ve arkadaşları da Ateşböceği algoritması kullanarak birkaç sistem için denetleyici tasarımı yapmışlardır [4]. Patwardhan ve arkadaşları yaptıkları çalışmada IIR yapısı için Guguk Kuşu algoritması, Genetik ve PSO algoritmaları kullanarak başarılarını karşılaştırmıştır [5]. Bu çalışmada ise, röle tekniği ile sistemin osilasyona girmesi sağlanmıştır. Ardından belirlenen IAE, ISE ve ITAE amaç fonksiyonlarını minimum yapmak üzere FA ve PSO algoritmaları kullanılmıştır. Bu algoritmalar ile model parametreleri elde edilmeye çalışılmıştır. Elde edilen verilere göre de beklenen değerleri, standart sapmaları ve yüzde hataları bulunmuş ve başarıları karşılaştırılmıştır.

2. Autotuning Tekniği

Autotuning tekniğinin temelinde röle kullanılarak modeli bilinmeyen bir sistemin osilasyona sokulması, ardından elde edilen bu osilasyon frekans ve genlik değerlerinden sistemin kritik frekans ve kritik kazancının bulunması yatmaktadır. Daha sonra bu kritik frekans ve kazanç değerleri denetleyici tasarımında kullanılmaktadır. Bu tekniğin avantajı ise (i)sistemi rölenin genliğinin sınırları arasında tuttuğundan, sistemin kararsızlığa gitmesini engellemekte, (ii)sistemin çalışma fazını hassas bir şekilde π radyana taşıyabilmekte (iii)dışarıdan gelen gürültüleri bastırabilmektedir. Ayrıca osilasyona giremeyen sistemler için röleye histeresiz ilave edilerek, sistemin osilasyona girmesi de sağlanabilmektedir [1, 2, 6]. Şekil 1'de sistemin önüne getirilen bir röle ile sistemin osilasyona girmesi sağlanmaktadır. Bu osilasyon frekansı ise *Şekil 2*'de verilen Nyquist eğrisinin reel eksen üzerinde -1 noktasını kestiği noktadır.



Şekil 1. Tek Kanallı Autotuning Röle Testi[6]



Şekil 2. Nyquist Eğrisi [7]

3. Parçacık Sürü Optimizasyonu(PSO)

Parçacık Sürü Optimizasyonu(PSO), doğada bulunan bazı toplu halde yaşayan sürülerin davranışlarından esinlenilerek Kennedy ve Eberhart tarafından geliştirilmiş bir algoritmadır [8-10]. Misal olarak denizde yaşayan ve sürekli olarak av ve avcı ilişki bulunan balıklara bakıldığında sürekli olarak sürüde bulunan her bir balığın ortama adapte olması, yiyecek kaynağı bulabilmesi veya bir avcı saldırısı olduğunda kaçma vb. davranışları modellenerek geliştirilmiştir. Parçacık Sürü Optimizasyonu, popülasyon içerisinde bilgi paylaşımına yönelik bir algoritmadır. Yani sürüde bulunan her bir bireyin, pozisyonları ve hız bilgileri birbirlerini etkilemektedir. Bu bilgiler kullanılarak bir sonraki iterasyonda, her bir bireyin konumu güncellenmektedir. Bu güncellenme o anki konuma, hıza, sürünün en iyi pozisyonuna(g_{best}) ve iterasyonda bulunan en iyi pozisyona(p_{best}) göre belirlenmektedir. Bu işlemin formülasyonu Eşitlik ve 'da verilmiştir[8-10]. Parçacık sürü optimizasyonunda her bir birey parçacık olarak adlandırıldığı için, notasyon olarak parçacıkların pozisyonu p, hızları v olarak tanımlanır.

$$v_{t+1} = wv_t + c_1 r_1 \left(p_{best} - p_t\right) + c_2 r_2 \left(g_{best} - p_t\right)$$

$$p_{t+1} = p_t + v_{t+1}$$

Eşitlik 'de bulunan r_1 ve r_2, bilgisayar programı sayesinde rastgele üretilen 0-1 arasında sayılardır. c_1 ve c_2 öğrenme faktörüdür, w ise atalet momentidir. Öğrenme faktörü 1,8-2 arasında seçilirken, ataleti 0,9-1 arası seçilebilmektedir[8, 11]. PSO algoritması Şekil 3'de verilmiştir.

başla
- Amaç fonksiyonu f(x), $x=[x_1,x_2,....,x_n]^T$
- Başlangıç pozisyonlarını(x_i) ve hızlarını(v_i) belirle
- min(f(**x**)) belirle global minimumu(g*) bul
- while(Kriter)
  - for n parçacık için
  - Yeni hızları bul(v_i^{t+1})
  - Yeni pozisyonları bul(x_i^{t+1})
  - $f(x_i^{t+1})$ hesapla
  - Her parçacığın en iyi değerini hesapla
  - end
- En iyi çözümü bul global minimuma(g*) ata
- t=t+1
- end
- x* ve g* göster

son

Şekil 3. Parçacık Sürü Optimizasyonu (Particle Swarm Optimization)**[8]**

4. Ateşböceği Algoritması (FA)

Ateşböceği algoritması ateşböceklerinin davranışları incelenerek Xin-She Yang tarafından geliştirilmiş bir algoritmadır. İncelendiğinde Ateş böceklerinin rastgele hareket etmediği aslında parlak olan ateş böceklerinin diğerlerini çektiği fark edilmiştir. Dolayısıyla bu canlıların parlaklık ve hareket yönleri bu algoritmanın temelini teşkil etmektedir. Bu algoritma için bu canlıların davranışları kurallaştırıldığında aşağıdaki sonuçlar ortaya çıkar.

- Ateş böcekleri arasında cinsiyet ayrımı yapılmaksızın birbirlerinden etkilenebilirler
- Ateş böceklerinin parlaklığı ve çekiciliği arasında bir oran bulunmaktadır. Ayrıca en parlak ateş böceği diğer ateş böceklerini kendine doğru çeker.
- Ateş böceğinin parlaklık değeri uygunluk fonksiyona göre belirlenmektedir.

Ateş böceklerinin davranışları Eşitlik ’deki gibi modellenmiştir. Eşitliğin en sağında bulunan ε gauss dağılımından gelen bir vektör ve α ise bu rastlantı vektörünün ölçek katsayısıdır. Eşitliğin ortasında bulunan beta(β_0) çekiciliğin sabit başlagıç değeridir. Çekiciliğin uzaklığa bağlı olarak azalıp artmasını sağlayan çarpan ise üstel ifade içerisinde bulunan emilim katsayısı olan gamma(γ) ve ateşböceklerinin arasındaki mesafe olan uzaklık çarpanı(r_{ij}) ile belirlenmektedir. Bu ifade aslında parlak olanın daha fazla çekiciliği olmasını sağlamaktadır. Bu eşitlikde eğer ateş böcekleri birbirlerine yakınsa yani biri diğerini parlaklığı ile etkiledi ise ateşböceğinin konumu diğer ateş böceğine yaklaşmasının sağlamaktadır [12, 13].

$$x_i^{t+1} = x_i + \beta_0 e^{-\gamma r_{ij}^2}\left(x_j - x_i\right) + \alpha\varepsilon_i^t$$

Ateş böceklerinin birbirleri arasındaki mesafeyi bulmayı sağlayan ifade Eşitlik ’de verilmiştir.

$$r_{ij} = x_i - x_j = \sqrt{\sum_{k=1}^{d}\left(x_{ik} - x_{jk}\right)^2}$$

Ateş böceği algoritmasının adımları Şekil 4’de verilmiştir.

```
başla
    Amaç fonksiyonu f(x), x=[x1,x2,....,xn]^t
    Başlangıç popülasyonunu oluştur
    (f(x)) bulunur
    Çekicilik, emilim ve rastlantı parametreleri belirlenir
    while(Kriter)
        for i=1:n
            for j=1:n
                if f(xi)<f(xj)
                    Ateş böcekleri i'den j'ye hareket eder
                end
                Uzaklık belirlenir.
                Çekicilik çarpanı belirlenir
                Konumu güncellenir
            end for j
        end for i
        ateş böcekleri sıraya konur ve global min bulunur
    end while
    x* ve f(x*) değeri görüntülenir
son
```

Şekil 4. Ateş Böceği Algoritması (FireFly Algorithm)[13]

5. Sonuçlar

Bu çalışmada autotunning tekniği ile PSO, ve FA algoritmaları kullanılarak sisteme uygun model parametreleri belirlenmeye çalışılmıştır. İlk olarak sisteme röle testi uygulanmıştır. BU çalışmada kullanılan sistemler osilasyona girebilmiştir, eğer sistem osilasyona girmiyor ise (örneğin 2. Derece bir sistem), röleye histeresiz ekleyerek gerçek eksenin hemen altında sanal bir gerçek eksen oluşturulup, sistem kritik frekans ve kazanç bilgileri elde edilebilir. Akabinde PSO ve FA algoritmaları ile gerçek sistem ve model çıkışı arasındaki IAE, ISE ve ITSE amaç fonksiyonlarını minimum yapmak için denemeler yapılıp sonuçları elde edilmiştir. Bu sonuçlar Intel(R) Core(TM) i7-6700 HQ CPU @ 2.60Ghz, 64 Bit, 8GB RAM'e sahip bir bilgisayardan elde edilmiştir. Ayrıca bu çalışmada kullanılan algoritmaların parametreleri Çizelge 1'de verilmiştir.

Çizelge 1. PSO ve FA algoritmalarının parametreleri[13]

PSO		FA	
Sürüdeki Parçacık Sayısı	40	Sürüdeki Ateşböceği Sayısı	40
Maximum İterasyon	100	Maximum İterasyon	100
c_1	1,8	β_0	0,8
c_1	1,8	γ	0,2
w	0,9	α	0,2

5.1. Uygulama 1

İlk olarak birinci dereceden ölü zamanlı bir sistem olan Eşitlik 'deki sistemin FA ve PSO algoritmaları ile parametrelerinin bulunması için 5'er kez deneme yapılmıştır. Bu denemelerin sonucunda elde edilen parametrelerin gerçek değerden ortalama yüzde farkı(%KH), amaç fonksiyonlarının ortalama hataları(Ort) ve standart sapmaları(Std) elde edilmiştir.

$$G_1(s) = \frac{1}{s+1} e^{-s}$$

Çizelge 2'de IAE kriterine göre PSO'nun ortalama hatası, standart sapması ve daha önemlisi parametre hatasının daha yüksek çıktığı görülmüştür. Çizelge 3'de de aynı şekilde ISE amaç kriterine göre FA algoritmasının sistem parametrelerine daha iyi yakınsadığı görülmüştür. Çizelge 4'de ise ITSE hata kriterine göre denemeler yapılmış ve FA algoritmasının daha başarılı sonuçlar verdiği görülmüştür.

Çizelge 2. PSO FA'ın IAE amaç fonksiyonuna göre sonuçları

	IAE		
	%KH	Ort	Std
PSO	1.11	428,7	445,35
FA	0,78	104,87	50,46

Çizelge 3. PSO FA'ın ISE amaç fonksiyonuna göre sonuçları

	ISE		
	%KH	Ort	Std
PSO	0,81	87,99	19,18
FA	0,66	0,78	0,32

Çizelge 4. PSO FA'ın ITAE amaç fonksiyonuna göre sonuçları

	ITAE		
	%KH	Ort	Std
PSO	1,41	9225,92	6914,11
FA	0,51	9,72	5,80

5.2. Uygulama 2

İkinci uygulama olarak Eşitlik'daki ikinci dereceden ölü zamanlı bir sistem ele alınmıştır. Sistem röle testi ile osilasyona sokularak, sistem parametreleri FA ve PSO algoritmaları yardımı ile bulunmuştur. Çizelge 5, Çizelge 6 ve Çizelge 7'ye bakıldığında ise IAE ISE ve ITSE performans kriterleri bakımından FA algoritmasının daha başarılı sonuçlar verdiği görülmüştür.

$$G_2(s) = \frac{1}{(s+1)^2} e^{-2s}$$

Çizelge 5. PSO FA'ın IAE amaç fonksiyonuna göre sonuçları

	IAE		
	%KH	Ort	Std
PSO	0,0888	110,203	103,674
FA	0,0008	0,101	0,084

Çizelge 6. PSO FA'ın ISE amaç fonksiyonuna göre sonuçları

	ISE		
	%KH	Ort	Std
PSO	0,140	3,226	3,298
FA	0,089	0,864	1,496

Çizelge 7. PSO FA'ın ITAE amaç fonksiyonuna göre sonuçları

	ITAE		
	%KH	Ort	Std
PSO	0,0998	660,304	90,679
FA	0,0078	3,964	3,0562

Kaynaklar

[1] Tsypkin Y. Z., "Frequency responses of relay systems," *Automat. i Telemekh.,* vol. 20, pp. 1603-1610, 1959.

[2] Åström K. J. and Hägglund, T. "Automatic Tuning of Simple Regulators With Specifications on Phase and Amplitude Margins," *Automatica,* vol. 20, pp. 645-651, 1984.

[3] Kaya İ. and Nalbantoğlu M., "Röle geri-beslemeli sistemlerde genetik algoritma ile modelleme," *Dicle Üniversitesi Mühendislik Fakültesi,* vol. 3, pp. 31-39, 2012.

[4] B. O;, I. B. S;, and Z. N, "Firefly Algorithm for optimal tuning of PID controller parameters," presented at the 4th International Conference on Power Engineering, Istanbul, Turkey, 2013.

[5] Patwardhan A. P., Patidar R., and George N. V., "On a cuckoo search optimization approach towards feedback system identification," *Digital Signal Processing,* vol. 32, pp. 156-163, 2014.

[6] Tsypkin Y. Z., "Relay Control Systems," *Cambridge University Press,* 1984.

[7] Boz A. F., "Computational approaches to and comparisons of design methods for linear controllers," Doktora Tezi, School of Engineering University of Sussex, 1999.

[8] Tozan A., Sevilgen F. E., and İnce O., "Sensör Yerleştirme Probleminin Parçacık Sürü Optimizasyonu ile Çözümü."

[9] Kennedy J. and Eberhart R., "Particle swarm optimization," in *Neural Networks, 1995. Proceedings., IEEE International Conference on*, 1995, pp. 1942-1948.

[10] Eberhart R. and Kennedy J., "A new optimizer using particle swarm theory," in *Micro Machine and Human Science, 1995. MHS'95., Proceedings of the Sixth International Symposium on*, 1995, pp. 39-43.

[11] Civicioglu P. and Besdok E., "A conceptual comparison of the Cuckoo-search, particle swarm optimization, differential evolution and artificial bee colony algorithms," *Artificial Intelligence Review*, vol. 39, pp. 315-346, 2011.

[12] Belen M. A., Alıcı M., Çor A., and Güneş F., "Ateşböceği Algoritması ile Mikrodalga Transistör Performansının Karakterizasyonu," *ELECO-2014 Elektrik-Elektronik-Bilgisayar ve Biyomedikal Mühendisliği Sempozyumu,* pp. 491-494, 2014.

[13] Yang X.S., *Nature-inspired optimization algorithms*, 1st ed., 2014.

Endüstri Mühendisliği

(Industrial Engineering)

GENERAL ASSESMENT OF OCCUPATIONAL HEALT AND SAFETY PERFORMANCE OF GERMANY

ALMANYA'NIN İŞ SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİ PERFORMANSININ DEĞERLENDİRİLMESİ

Hüseyin Ceylan
Kırıkkale Üniversitesi, Kırıkkale MYO, Kırıkkale, TÜRKİYE, husceylan@hotmail.com.

Özet

Almanya'nın nüfusu yaklaşık 83 milyondur. 2016 yılı rakamlarıyla 3,5 trilyon Amerikan doları gayrisafi yurtiçi hasılası vardır. Avrupa'nın en büyük ve en güçlü ekonomisine sahiptir. ABD, Çin ve Japonya'nın ardından Dünya'nın en büyük dördüncü ekonomisidir. Ekonomisi büyük bir oranda sanayiye dayanmaktadır. Önde gelen sanayi alanları otomotiv, ilaç, kimya, demir çelik, enerji, inşaat ve maden gibi alanlardır. İş sağlığı ve güvenliği açısından riskli sayılan bu sektörlerde yoğunlaşmış bir sanayisi olmasına karşın, Almanya İş Sağlığı ve Güvenliği (İSG) açısından Dünya'da en iyi performansı gösteren ülkelerden birisidir. Bu çalışmada öncelikle Almanya'nın son 10 yıl için İSG performansı değerlendirilecektir. Ayrıca, "Genel İş Kazası Sıklığı" ve "Ölümlü Kaza Sıklığı" gibi karşılaştırma ölçütleri kullanılarak Almanya'nın ve Türkiye'nin İSG performansları kıyaslanacaktır.

Anahtar Kelimeler: Almanya, Türkiye, İş Sağlığı ve Güvenliği, Genel İş Kaza Sıklığı, Ölümlü Kaza Sıklığı

Abstract

The population of Germany is about 83 million. Gross domestic product is US $ 3,467 trillion in 2016 figures. It has the largest and strongest economy in Europe. It is the world's fourth largest economy after the USA, China and Japan. The economy is based on a large industrial base. The leading industrial fields are automotive, pharmaceutical, chemical, iron and steel, energy, construction and mining. Despite being a concentrated industry in these sectors considered risky in terms of occupational health and safety, Germany is one of the best performing countries in the world in terms of Occupational Health and Safety (OHS). In this study, firstly, Germany's OHS performance will be discussed for the last 10 years. In addition, OHS performances of Germany and Turkey will be compared using comparison criteria such as "General Incidence Rate" and "Fatal Incidence Rate".

Keywords: Germany, Turkey, Occupational Health and Safety, General Incidence Rate, Fatal Incidence Rate

1. Giriş ve Amaç

Uluslararası Çalışma Örgütü (ILO) verilerine göre Dünya'da her yıl 317 milyon iş kazası meydana gelmekte, 160 milyon yeni meslek hastalığı vakası tanısı konulmaktadır. Yıllık 2,3 milyon çalışan iş kazaları veya meslek hastalığı nedeniyle hayatını kaybetmektedir. Bu veriler bize her 15 saniyede 1 çalışanın iş ile ilgili bir nedenden dolayı hayatını kaybettiği ve yine her 15 saniyede 153 çalışanın iş kazasına maruz kaldığını göstermektedir [1]. İş kazalarının neden olduğu kayıplar, maddi ve manevi kayıplar olmak üzere genel olarak iki kısımda değerlendirilir. İnsan hayatı her türlü ekonomik değerin üzerinde olduğu için iş kazalarının manevi boyutu şüphesiz ki çok daha önemlidir. Yıllık 2,3 milyon insanın ölmesi, milyonlarcasının ise sakat kalması iş kazalarının en önemli sonuçlarıdır. Ancak iş kazaları ve meslek hastalıklarının neden olduğu maddi zararlar da önemlidir. İş kazaları ve meslek hastalıklarının bir ülkeye maliyeti, o ülkelerin gayri safi yurt içi hasılalarının %1'i ila %4'ü arasında değişmektedir [1]. Buda özellikle Türkiye gibi gelişmekte olan ülkeler için kayda değer rakamlardır.

Çalışma ve yaşama hakkı en temel insan haklarındandır. Bunlardan birisi diğerine feda edilemez. İSG mekanizmasının sağlıklı bir şekilde işlediği, çalışanın çalışma ortamında güvende olduğu ülkeler vardır. Bu ülkeler; Almanya, Norveç, İsveç, İsviçre, Finlandiya, Danimarka, İngiltere, Japonya, Amerika Birleşik Devletleri gibi ülkelerdir. Birde maalesef bu mekanizmanın sağlıklı bir şekilde çalışmadığı ülkeler de vardır. Hindistan, Rusya, Türkiye, Çin, Bangladeş, Pakistan, Cezayir, El Salvador gibi ülkelerde bu gurupta yer almaktadır [2].

Almanya gerek nüfus yapısı itibariyle Türkiye'ye benzer olması, gerekse İSG açısından riskli sayılan sektörleri de bünyesinde bulundurması sebebiyle İSG açısından Türkiye için referans olabilir. Bu nedenle bu çalışmada Almanya'nın son 10 yıllık İSG verileri analiz edilmiş, ayrıca, "Genel İş Kazası Sıklığı" ve "Ölümlü Kaza Sıklığı" gibi çeşitli karşılaştırma ölçütleri kullanılarak Almanya'nın ve Türkiye'nin İSG performansları kıyaslanmıştır. Bu yolla Türkiye'nin İSG açısından mevcut durumu ortaya konulmaya çalışılmıştır.

2. Almanya'nın İş Sağlığı ve Güvenliği Göstergeleri

Tablo 1'de Almanya'nın çalışma hayatına ilişkin olarak temel veriler görülmektedir [3-12]. Bu tablodan çalışan sayısında zaman içerisinde düzenli bir artışın olduğu, 2015 yılında çalışan sayısının yaklaşık 39 buçuk milyona ulaştığı, bunun da 2006'ya göre yaklaşık 4 milyonluk bir artışa denk geldiği görülmektedir. Burada dikkat çekici husus Türkiye ile Almanya aşağı yukarı aynı nüfusa sahip olmalarına karşın, Türkiye'deki kayıtlı çalışan sayısı yaklaşık 20 milyon iken, Almanya'da bu değerin yaklaşık 40 milyon olmasıdır [13]. Bu durum Türkiye'de hem kayıt dışı çalışma oranının yüksek olmasından, hem de iş gücüne katılım oranının düşük olmasından kaynaklanmaktadır.

Tablo 1. Almanya'nın Çalışma Hayatı Verileri

Yıl	İşyeri Sayısı	Çalışan Sayısı	Çalışılan Toplam Süre (Saat)
2006	3.475.002	35.200.557	55.616.874.000
2007	3.464.587	35.791.823	56.908.994.000
2008	3.504.709	36.259.598	58.377.951.000
2009	3.669.406	36.462.823	57.246.629.000
2010	3.806.367	36.941.169	59.105.870.000
2011	3.734.454	37.475.591	59.586.190.000
2012	3.726.475	37.957.013	59.972.074.000
2013	3.775.721	38.873.944	60.254.613.000
2014	3.861.340	39.060.408	60.934.232.000
2015	3.895.441	39.402.061	61.861.231.000

Tablo 2'de Almanya'da meydana gelen iş kazaların yıllara göre değişimi görülmektedir [3-12]. Almanya'da iş ile ilgili trafik kazaları ayrı bir statüde kayıt altına alınmaktadır. Türkiye'de ise böyle bir ayrım söz konusu değildir. Ayrıca Türkiye'de sadece işveren tarafından temin edilen servisle işe gidiş gelişlerde meydana gelen trafik kazaları iş trafik kazası kabul edilirken bunun dışında kalan tüm iş trafik kazaları, hukuken iş kazası olarak kabul edilmemektedir [14]. Bu durum tüm iş kazaları içerisinde önemli bir ağırlığı olan iş trafik kazalarının kayıt dışı kalmasına sebebiyet vermektedir. Tablo 2 incelendiğinde Almanya'da kayda geçen kaza sayısında tedrici bir azalmanın olduğu görülmektedir. Ayrıca Türkiye'de kayda geçen kaza sayısının 230 bin civarında olduğu değerlendirildiğinde Almanya'da bir milyonun üzerinde kazanın kayda geçmesi dikkat çekicidir [13].

Tablo 2. Almanya'nın İş Kazası Verileri

Yıl	İş Kazası Sayısı	İş Trafik Kazası Sayısı	Toplam Kaza Sayısı
2006	948.546	191.186	1.139.732
2007	959.714	167.067	1.126.781
2008	971.620	176.608	1.148.228
2009	886.122	178.590	1.064.712
2010	954.459	223.973	1.178.432
2011	919.025	188.452	1.107.477
2012	885.009	176.356	1.061.365
2013	874.514	185.667	1.060.181
2014	869.817	174.240	1.044.057
2015	866.056	179.181	1.045.237

Tablo 3'de Almanya'da meydana gelen iş kazaları sonucu meydana gelen ölüm vakalarının yıllara göre değişimi görülmektedir [3-12]. Bu tablo incelendiğinde Almanya'da kayda geçen iş kazaları sonucu ölüm vakaları sayısında ciddi bir azalmanın olduğu görülmektedir. 2006 yılında bu değer 1.246 iken 2015 yılında bu değer yaklaşık %35'lik bir azalışla 818'e kadar düşmüştür. Bu durum Almanya'nın son 10 yılda İSG açısından kat ettiği mesafeyi göstermektedir. Ayrıca Türkiye'de son yıllarda iş kazası sonucu ölüm vakası sayısının 1500-2000 arasında değiştiği dikkate alındığında Almanya'nın bu konudaki performansının ne kadar yüksek olduğunu ortadadır [13].

Tablo 3. Almanya'nın İş Kazası Sonucu Ölüm Vaka Sayıları

Yıl	İş Kazası Sonucu Ölüm Vakası Sayısı	İş Trafik Kazası Sonucu Ölüm Vakası Sayısı	Toplam Ölüm Vakası Kaza Sayısı
2006	711	535	1.246
2007	619	503	1.122
2008	572	458	1.030
2009	456	362	818
2010	519	367	886
2011	498	394	892
2012	500	386	886
2013	455	317	772
2014	483	322	805
2015	470	348	818

Tablo 4'de Almanya'da kayda geçen meslek hastalığı vaka sayıları ve meslek hastalığı sonucu meydana gelen ölüm vaka sayılarının yıllara göre değişimi görülmektedir [3-12]. Bu tablo incelendiğinde Almanya'da kayda geçen meslek hastalığı vaka sayısında tedrici bir artışın olduğu görülmektedir. Son yıllarda Almanya'da ortalama 73 bin civarında meslek hastalığının kayda geçmekte ve bunun sonucu olarak ta 2500 civarında çalışan hayatını kaybetmektedir. Türkiye'de son yıllarda kayıt altına alınabilen meslek hastalığı vaka sayısı 400'ün altındadır. Ayrıca resmi verilere göre son yıllarda Türkiye'de meslek hastalığı sonucu hiçbir çalışan hayatını kaybetmemektedir [13]. Bu parlak veriler maalesef gerçek durumu yansıtmamaktadır. Bu rakamlar Türkiye'de meslek hastalıklarının kayıt altına alınamadığının bir göstergesidir.

Tablo 4. Almanya'nın Meslek Hastalığı Verileri

Yıl	Meslek Hastalığı Sayısı	Meslek Hastalığı Sonucu Ölüm Vakası Sayısı
2006	61059	2543
2007	59643	2315
2008	59468	2391
2009	62702	2767
2010	69186	2486
2011	71738	2548
2012	71389	2454
2013	72927	2343
2014	75179	2457
2015	76090	2409

3. Almanya ile Türkiye'nin İSG Performanslarının Kıyaslanması

İki ülkenin, iki sektörün veya iki fabrikanın İSG performanslarını sadece mutlak rakamlara bakarak kıyaslamak doğru değildir. Örneğin aynı sektörde faaliyet gösteren iki fabrikadan birisinin 10 diğerinin 1.000 çalışanı varsa ve iki fabrikada da belirli bir yılda 10'ar adet kaza meydana gelmişse, bu iki fabrikanın aynı performansı gösterdiğini söylemek mümkün değildir. Bunun için, çeşitli uluslararası karşılaştırma ölçütleri vardır. "Genel İş Kazası Sıklığı (GİKS)", "Ölümlü İş Kaza Sıklığı (ÖİKS)", "Meslek Hastalığı Sıklığı (MHS)", ve "Meslek Hastalığı Sonucu Ölüm Sıklığı (MHSÖS)" bu karşılaştırma ölçütlerinin önemli olanlarındandır. Burada, bu dört karşılaştırma ölçütü kullanılarak Almanya ve Türkiye'nin İSG performansları kıyaslanacaktır.

- ✓ **GİKS,** bir takvim yılı içerisinde her 1.000 çalışandan kaçının iş kazasına maruz kaldığını gösteren bir ölçüttür. $\boldsymbol{Gİ KS} = \frac{\boldsymbol{Kaza\ Sayısı} * \mathbf{1.000}}{\boldsymbol{Toplam\ Çalışan\ Sayısı}}$ formülü ile hesaplanır.
- ✓ **ÖİKS,** bir takvim yılı içerisinde her 1.000.000 çalışandan kaçının iş kazası sonucu öldüğünü gösteren bir ölçüttür. $Öİ\boldsymbol{KS} = \frac{Öl\boldsymbol{üm\ Vakası\ Sayısı} * \mathbf{1.000.000}}{\boldsymbol{Toplam\ Çalışan\ Sayısı}}$ formülü ile hesaplanır.
- ✓ **MHS,** bir takvim yılı içerisinde her 1.000 çalışandan kaçına meslek hastalığı tanısı konulduğunu gösteren bir ölçüttür. $\boldsymbol{MHS} = \frac{\boldsymbol{Meslek\ Hastalığı\ Sayısı} * \mathbf{1.000}}{\boldsymbol{Toplam\ Çalışan\ Sayısı}}$ formülü ile hesaplanır.
- ✓ **MHSÖS,** bir takvim yılı içerisinde her 1.000.000 çalışandan kaçının meslek hastalığı sonucu öldüğünü gösteren bir ölçüttür. $\boldsymbol{MHS}ÖS = \frac{\boldsymbol{Meslek\ Hastalığı\ Sonucu}\ Öl\boldsymbol{üm\ Vakası\ Sayısı} * \mathbf{1.000.000}}{\boldsymbol{Toplam\ Çalışan\ Sayısı}}$ formülü ile hesaplanır.

Tablo 5'de Almanya ve Türkiye için hesaplanan GİKS ve ÖİKS değerleri verilmiştir. GİKS değerleri açısından bakıldığında sanki Türkiye'nin Almanya'ya göre iş kazaları açısından çok daha iyi bir performans sergilediği görülmektedir. Ancak maalesef bu durum gerçeği yansıtmamaktadır. Almanya'da yılda bir milyondan fazla kaza kayda geçerken, Türkiye'de bu rakamın yüz binin altında kalması, Türkiye'de İSG açısından bir kayıt dışılığın olduğunu göstermektedir. Verilere ÖİKS açısından bakıldığında ise Türkiye'nin Almanya'ya göre çok daha kötü bir performans sergilediği görülmektedir. Örneğin 2015 yılı verilerine göre bir Türk çalışanın bir Alman çalışana göre ölme ihtimali yaklaşık 4 kat daha fazladır. Bu durum, Türkiye'deki çalışma ortamlarının ne denli güvenilir olduğunu göstermesi açısından önemlidir. Ayrıca Türkiye'nin ÖİKS açısından Avrupa'da en kötü performansı sergilemesi, Dünya'da ise Hindistan ve Rusya'dan sonra en kötü üçüncü performansı sergilemesi, ülkemizin itibarı açısından çok önemli bir problemdir.

Tablo 5. Almanya ile Türkiye'nin İş Kazaları Açısından Kıyaslanması

Yıl	GİKS DEĞERLERİ (TÜRKİYE)	GİKS DEĞERLERİ (ALMANYA)	ÖİKS DEĞERLERİ (TÜRKİYE)	ÖİKS DEĞERLERİ (ALMANYA)
2006	10,11	32,38	203,62	35,40
2007	9,48	31,48	122,63	31,35
2008	8,29	31,67	98,26	28,41
2009	7,12	29,20	129,68	22,43
2010	6,27	31,90	143,96	23,98
2011	6,28	29,55	155,02	23,80
2012	6,27	27,96	62,31	23,34
2013	15,33	27,27	108,94	19,86
2014	16,72	26,73	122,81	20,61
2015	17,25	26,53	89,43	20,76

Tablo 6'da Almanya ve Türkiye için hesaplanan MHS ve MHSÖS değerleri verilmiştir. Gerek MHS, gerekse MHSÖS değerleri açısından bakıldığında sanki Türkiye'nin Almanya'ya göre meslek hastalıkları açısından çok daha iyi bir performans sergilediği görülmektedir. Ancak maalesef bu durum gerçeği yansıtmamaktadır. Türkiye'de kayda geçen meslek hastalığı son yıllarda beş yüzün altında iken Almanya'da meslek hastalığından ölenlerin sayısı iki binin üzerindedir. Bu durum meslek hastalıklarının Türkiye'de kayıt altına çok büyük bir ölçüde alınamadığının bir göstergesidir. Resmi kayıtlara göre son üç yıldır, Türkiye'de meslek hastalıklarından dolayı hiç kimsenin ölmediğinin ilan edilmesi kayıtların güvenirliliği açısından dikkate değer bir durumdur. Ayrıca ölümlü iş kazası sıklığında, Avrupa'da en kötü performansı sergilerken, meslek hastalığı sonucu ölümlü kaza sıklığında en iyi performansı sergilememiz; hatta bu değerin sıfır olması, tartışmalıdır. Çünkü bir ortam eğer iş kazaları açısından riskli ise meslek hastalıkları açısından da risklidir.

Tablo 6. Almanya ile Türkiye'nin Meslek Hastalıkları Açısından Kıyaslanması

Yıl	MHS DEĞERLERİ (TÜRKİYE)	MHS DEĞERLERİ (ALMANYA)	MHSÖS DEĞERLERİ (TÜRKİYE)	MHSÖS DEĞERLERİ (ALMANYA)
2006	7,34	173,46	1,15	72,24
2007	14,20	166,64	0,12	64,68
2008	6,12	164,01	0,11	65,94
2009	4,75	171,96	**0**	75,89
2010	5,31	187,29	1,00	67,30
2011	6,32	191,43	0,91	67,99
2012	3,31	188,08	0,08	64,65
2013	0,90	187,60	**0**	60,27
2014	1,26	192,47	**0**	62,90
2015	1,00	193,11	**0**	61,14

4. Sonuç, Tartışma ve Öneriler

Almanya, iş kazaları ve meslek hastalıkları açısından dünyada en iyi performansı sergileyen ülkelerden birisidir. Almanya'da yılda bir milyondan fazla iş kazası kayıtlara geçerken, 800 ila 850 civarında bir çalışan iş kazaları nedeniyle hayatını yitirmektedir. Türkiye'de kayda geçen kaza sayısı Almanya'ya göre son derece az olmasına karşın, iş kazası sonucu ölen çalışan sayısı 1.500 ila 2.000 kişi civarındadır. Almanya'da yılda 75.000 ila 80.000 civarında yeni meslek hastalığı tanısı konulurken, meslek hastalığı sonucu ölen çalışan sayısı 2.400 kişi civarındadır. Buna karşın Türkiye'de kayda geçen meslek hastalığı yok denecek kadar azdır. Yılda 400 civarında meslek hastalığı kayda girmektedir. Son üç yıldır meslek hastalığı sonucu hayatını

kaybeden çalışan sayısı sıfır gibi görülmektedir. Bu durum Türkiye'de meslek hastalıklarının neredeyse tamamının kayıt dışı kaldığını göstermektedir. Bu nedenle iş kazalarının, ama özellikle meslek hastalıklarının kayıt altına alınabilmesi için sistem baştan tasarlanmalı, iş kazalarının ve meslek hastalıklarının kayıt altına alınmasından korkulmamalıdır. Amacımız temelde iş kazalarını ve meslek hastalıklarını önlemek olmalıdır, iş kazlarını ve meslek hastalıklarını kayıt altına alınmasını önlemek olmamalıdır.

Kaynaklar

[1] Anonymous, ILO, "Health and safety at work: Facts and figures", Fact Sheet of ILO, 07 March 2013. http://www.ilo.org/global/about-the-ilo/media-centre/issue-briefs/WCMS_206117/lang--en/index.htm, Access Date: 10.09.2017.

[2] Ceylan H., "Analysis of Occupational Accidents According To The Sectors In Turkey", Gazi University Journal of Science, 25(4): 909-918, 2012.

[3] Anonymous, DGUV (Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung), DGUV Statistics 2006 - Figures and long-term trends, http://www.dguv.de/de/Zahlen-und-Fakten/index-2.jsp Access Date: 20.09.2017.

[4] Anonymous, DGUV (Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung), DGUV Statistics 2007 - Figures and long-term trends, http://www.dguv.de/de/Zahlen-und-Fakten/index-2.jsp Access Date: 20.09.2017.

[5] Anonymous, DGUV (Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung), DGUV Statistics 2008 - Figures and long-term trends, http://www.dguv.de/de/Zahlen-und-Fakten/index-2.jsp Access Date: 20.09.2017.

[6] Anonymous, DGUV (Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung), DGUV Statistics 2009 - Figures and long-term trends, http://www.dguv.de/de/Zahlen-und-Fakten/index-2.jsp Access Date: 20.09.2017.

[7] Anonymous, DGUV (Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung), DGUV Statistics 2010 - Figures and long-term trends, http://www.dguv.de/de/Zahlen-und-Fakten/index-2.jsp Access Date: 20.09.2017.

[8] Anonymous, DGUV (Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung), DGUV Statistics 2011 - Figures and long-term trends, http://www.dguv.de/de/Zahlen-und-Fakten/index-2.jsp Access Date: 20.09.2017.

[9] Anonymous, DGUV (Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung), DGUV Statistics 2012 - Figures and long-term trends, http://www.dguv.de/de/Zahlen-und-Fakten/index-2.jsp Access Date: 20.09.2017.

[10] Anonymous, DGUV (Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung), DGUV Statistics 2013 - Figures and long-term trends, http://www.dguv.de/de/Zahlen-und-Fakten/index-2.jsp Access Date: 20.09.2017.

[11] Anonymous, DGUV (Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung), DGUV Statistics 2014 - Figures and long-term trends, http://www.dguv.de/de/Zahlen-und-Fakten/index-2.jsp Access Date: 20.09.2017.

[12] Anonymous, DGUV (Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung), DGUV Statistics 2015 - Figures and long-term trends, http://www.dguv.de/de/Zahlen-und-Fakten/index-2.jsp Access Date: 20.09.2017.

[13] SSI. 2015 Statistical Yearbook, SSI Publication, Ankara, 2015 [in Turkish].

[14] Anonymous, Social insurance and general health insurance law, Law No: 5510, Official Gazette, No: 26200, 2006 [in Turkish].

[15] SSI. 2014 Statistical Yearbook, SSI Publication, Ankara, 2014 [in Turkish].

[16] SSI. 2013 Statistical Yearbook, SSI Publication, Ankara, 2013 [in Turkish].

[17] SSI. 2012 Statistical Yearbook, SSI Publication, Ankara, 2012 [in Turkish].

[18] SSI. 2011 Statistical Yearbook, SSI Publication, Ankara, 2011 [in Turkish].

[19] SSI. 2010 Statistical Yearbook, SSI Publication, Ankara, 2010 [in Turkish].

[20] SSI. 2009 Statistical Yearbook, SSI Publication, Ankara, 2009 [in Turkish].

[21] SSI. 2008 Statistical Yearbook, SSI Publication, Ankara, 2008 [in Turkish].

[22] SSI. 2007 Statistical Yearbook, SSI Publication, Ankara, 2007 [in Turkish].

[23] SSI. 2006 Statistical Yearbook, SSI Publication, Ankara, 2006 [in Turkish].

ISO/IEC 27001 AND ISO 22301: INFORMATION SECURITY AND BUSINESS CONTINUITY IN THE BANKING SECTOR

ISO/IEC 27001 VE ISO 22301: BANKACILIK SEKTÖRÜNDE BİLGİ GÜVENLİĞİ VE İŞ SÜREKLİLİĞİ

Tahsin Çetinyokuş[a], Oya Gazdağı[b]
[a]Gazi Üniversitesi, Turkey
[b]Vakıfbank, Turkey

Özet

Bilgi sistemleri arayüzleriyle son kullanıcı karşısına çıkan uygulamalar, mümkün olduğunca fazlaca veriyi yakalamak ve saklamaktadırlar. Müşteri beklentilerini karşılayarak müşteri kayıpları önlemek iyi bir strateji iken bu teknolojileri kullananlar, kişi ve kurumlardan elde ettikleri bilgilerin güvenliği konusunda sorumludurlar. Bankaların yaşayacağı iş kesintileri hem bankalara hem müşterilere hem de ülkemize büyük zararlara yol açmaktadır. Bu çalışmada ISO/IEC 27001 Bilgi Güvenliği Yönetim Standartı ve ISO 22301 Toplumsal Güvenlik ve İş Sürekliliği Yönetim Sistemi Standardının bankacılık sektöründe uygulanabilirliği tartışılmıştır.

Anahtar Kelimeler: İş Sürekliliği Yönetim Sistemi, Bilgi Güvenliği Yönetim Sistemi, Bilgi Güvenliği ve İş Sürekliliği, Süreç Yönetimi, Yönetim Bilişim Sistemleri

Abstract

Applications, information systems interface with opened to end users, capture and store data as possible. It is good strategy to avoid loss of customers to meet customer expectations for using this technology, but they are responsible for the security of the information they receive from individuals and institutions. The business interruption of the banks experiencing causes considerable damages to customers, banks and our country. In this study, the ISO / IEC 27001 Information Security Management Standard and ISO 22301 Social Security and Business Continuity Management System Standard applicability in the banking sector were discussed.

Keywords: Business Continuity Management System, Information Security Management System, Information Security and Business Continuity, Process management, Management Information Systems

1. Giriş

Çağımızın popüler konusu haline gelen bilgi güvenliği kavramı özellikle bankalar için hayati öneme sahip bir kavramdır ve teknolojinin gelişmesi ile de günden güne önemi daha fazla artmaktadır. Bankalara büyük kolaylık ve hız sağlayan bilişim teknolojisindeki gelişmeler aynı zamanda bilişim suçlarını da beraberinde getirmiştir. Bankalar gerçekleştirdikleri bankacılık işlemleri nedeniyle müşterilerine ait pek çok gizli bilgiye sahip olurlar. Bankalarda yer alan gizli bilgilerin gereğince korunması ancak etkin bir "Bilgi Güvenliği Yönetim Sistemi (BGYS)" ile yapılabilmektedir. Günümüzde bilgi güvenliği kadar önemli bir diğer konu da iş sürekliliğidir. Bilgi güvenliği yönetiminde de olduğu gibi etkin bir "İş Sürekliliği Yönetim Sistemi(İSYS)ne" sahip olmayan bankalar hem yasal (kanuni) hem de itibari olarak büyük zararlara uğramaktadır. Çalışmada ISO/IEC 27001 Bilgi Güvenliği Yönetim Standardı ve ISO 22301 Toplumsal Güvenlik ve İş Sürekliliği Yönetim Sistemi Standardının bankacılık sektöründe uygulanabilirliği ele alınmıştır.

2. Yöntem

2.1. Bankacılık Sektörü, Bilgi Güvenliği ve Süreklilik

Bilgi güvenliği, bilişim dünyası içerisinde elektronik ortamlarda tutulan bilgilerin uygun şekilde saklanması, iletilmesi sırasında bütünlüğünün bozulmaması, üzerinde herhangi bir değişiklik yapılmaması ve buna benzer kavramları içeren çabaların tümü olarak tanımlanmaktadır. Bilgiye gelebilecek saldırılar, kişi ve kurumları büyük maddi ve manevi zarara uğratabilir ve hatta geri dönüşümü olmayan kayıplara yol açabilir. Tüm bu sebeplerden ötürü bilgi güvenliği üç temel amaç üzerine konumlandırılmıştır. Bunlar bilginin gizliliği, bütünlüğü ve kullanılabilirliğidir. Bilginin bu üç unsurunun korunmasının bilgi güvenliğinin amacına hizmet ettiği, bu üç unsurdan birinin ihlali durumunda ise bilginin korunamadığı anlamı çıkarabilir [1].

Bankacılık sisteminde önemli bir yer tutan bilgi güvenliği ve iş sürekliliği kavramları kuruluşların yapılarına ve faaliyet alanlarına göre uygun yöntemler, politikalar, yazılım ve donanım desteği bir dizi denetimler ve iç güvenlik grupları gibi organizasyonların gerçekleştirilmesi ile sağlanabilir.

Bankacılık sistemlerinde etkin bir bilgi güvenliği ve iş sürekliliği yapısının sağlanabilmesi için öncelikle BGYS ve İSYS yapısının kurulması gerekmektedir. BGYS tanım olarak bilginin gizliliği, bütünlüğü ve kesintisiz erişebilirliğini sağlamak üzere sistemli, kuralları koyulmuş, planlı, yönetilebilir, sürdürülebilir, üst yönetimce kabul edilmiş ve uluslararası güvenlik standartlarının temel alındığı faaliyetler bütünüdür. İSYS ise bankacılık operasyonlarının önceden tanımlanmış, kabul edilebilir bir düzeyde devamını sağlanmak amacıyla bankanın olaylara ve iş kesintilerine karşı planlama ve müdahale etme kapasitesidir [2].

3. Bulgular

3.1. Bankacılık Sektöründe Bilgi Güvenliği ve İş Sürekliliği Yönetim Sistemlerinin Uygulanması

Bankacılık sektöründe etkin bir BGYS kurulması toplamda 7 ana aşamadan oluşmaktadır. Bunlar BGYS kurulacak bankanın tanınması, BGYS yönetecek kişilerin belirlenmesi ve rollerin atanması, varlık envanterinin oluşturulması, BGYS kurulumun değerlendirilmesi, dokümantasyonların tamamlanması ve son olarak gözden geçirme faaliyetleri ile sürekli iyileştirmenin sağlanmasıdır [3 - 7].

Birinci Aşama-Organizasyonun Tanınması: Bankacılık sektöründe yer alan ve BGYS kuracak olan bankanın ilk olarak gerçekleştirmesi gereken adım organizasyonun tanınmasıdır. Organizasyonun tanınması aşamasında bankanın güvenlik politikaları, iş süreçleri, banka içerisinde kullanılan yöntem ve prosedürlerin hepsi taranarak, BGYS kapsamına girdi olabilecek süreç ve politikalar belirlenmektedir.

İkinci Aşama-Ekibin Kurulması: Bu aşamada banka içerisinde kurulacak BGYS yapısında görev alacak ekipler ve roller üst yönetim tarafından belirlenmektedir. Rollerin belirlenmesi sırasında üzerinde durulan iki önemli husus bulunmaktadır. Bunlar kurulacak ekipler arasında rollerin belirlenmesi esnasında görev, yetki ve sorumluluk paylaşımlarının net bir şekilde yapılması ve herhangi bir karışıklığa yol açmayacak şekilde düzenlenmesidir. Dikkat edilen bir diğer önemli husus ise BGYS kapsamında ihtiyaç duyulan tüm görevlerin atlanmadan belirlenmesi ve görev atamalarının net bir şekilde yapılmasıdır.

Üçüncü Aşama-Kapsamın Belirlenmesi: Bu aşamada banka içerisinde kurulacak BGYS'nin hangi alanlarda uygulanacağı, kapsamının ne olacağı belirlenmektedir. Kapsam belirlenirken birinci aşama-"Organizasyonun Tanınması" nın çıktıları kullanılmaktadır. Kapsam, BGYS ilgili tüm iç ve dış unsurların (tarafların) görüş ve beklentileri alınarak belirlenmektedir. Kapsam belirleme aşamasında dikkat edilmesi gereken husus kapsamın çok geniş tutulmaması, gerçekten gerekli alanlar için BGYS'nin kurulmasıdır. Çünkü BGYS kurulacak alanlar için kapsamlı olarak varlık envanteri oluşturulur ve risk analizi işlemleri gerçekleştirilir.

Kapsamın banka içerisinde geniş tutulması risk analizlerinin tekrar tekrar yapılmasına ve gereksiz dosya yığınlarına neden olabilir.
Dördüncü Aşama-Varlık Envanterinin Oluşturulması: Bu aşamada banka içerisinde kurulacak BGYS için varlık envanteri oluşturulmaktadır. Varlık envanterinin oluşturulmasında kullanılan yapı varlıklarının "Donanım", "Yazılım" ve "Bilgi" olarak temel üç sınıfa ayrılmasıdır. Tüm varlık envanterleri için bilgi güvenliğinin temel üç ilkesi olan (CIA-Confident-Integrity-Avability) gizlilik, bütünlük ve erişebilirlik seviyeleri belirlenerek her bir varlığının kritiklik ve gizlilik dereceleri yani puanları belirlenmektedir. Kritiklik derecesinin belirlenmesinde bütünlük ve erişebilirlik kıstasları ortak değerlendirilmektedir.

Beşinci Aşama-BGYS Kurulumunun Değerlendirilmesi: Bu aşamada kurulan BGYS'nin değerlendirmesi yapılarak sistemin etkinliği, yeterliliği ve yasal mevzuatlara uygunluğu değerlendirilmektedir. Süreç içerisinde iş etki analizleri, risk etki değerleri belirlenir.

Altıncı Aşama-BGYS ile Dokümantasyon/Eğitim İşlemlerin Tanımlanması: Banka içerisinde yapılacak BGYS testlerin amacı kurumun bilgi güvenliği yönetiminde ne kadar etkili olduğunu belirlemektir. Bu testler sonucunda hangi bölümlerde eksikliğin olduğu belirlenerek ilgililere raporlanır. Ayrıca eksiklik sebepleri kök neden analiziyle araştırılarak bulunmaya çalışılır. Etkin bir bilgi güvenliği yapısının sağlanabilmesi için sadece teknik önlem almanın yetersiz olması sebebiyle bu aşama içerisinde banka çalışanlarının bilgi güvenliliği ile ilgili konularda farkındalık kazanması için eğitimlerin verilmesi de planlanmaktadır.

Yedinci Aşama-Sürekli İyileştirmenin Sağlanması: Sürekli iyileştirme yapısının sağlanabilmesi için etkin bir dokümantasyon sisteminin banka içinde kurulması, performans ve hedef yönetiminin belirlenmesi, bankanın belli periyotlarda BGYS bakımından denetlenmesi, banka süreçleri içerisine BGYS için düzeltici ve önleyici faaliyetlerin yerleştirilmesi ve üst yönetim tarafından desteklenerek sürekli güncellenmesi gerekmektedir.

Bankacılık Sektöründe etkin bir İSYS kurulması toplamda 7 ana aşamadan oluşmaktadır. Bunlar İSYS kurulacak bankanın tanınması, senaryo ve stratejilerin belirlenmesi, İSYS' de görev alacak kişilerin yani rollerin belirlenmesi, planların hazırlanması, eğitim ve yetkinliklerin yönetilmesi, testlerin yapılması ve son olarak gözden geçirme faaliyetleri ile sürekli iyileştirmenin sağlanmasıdır.

Birinci Adım-Organizasyonun Tanınması: Bankacılık sektöründe yer alan ve İSYS kuracak bir kurumun ilk olarak gerçekleştirmesi gereken adım organizasyonun tanınmasıdır. Organizasyonun tanınması aşamasında banka, risk yönetiminin belirlenmesi, iş etki analizlerin yapılması, kapasite analizlerinin yapılması, yatırım analizlerin yapılması ve olay öncesi tüm hazırlık aşamalarının gerçekleştirilmesi işlemlerini tamamlamaktadır. Risk kavramı "Bankanın amaç ve hedeflerini gerçekleştirmesini olumlu veya olumsuz etkileyecek, kayba ve kazanca yol açma ihtimali olan her türlü olay veya durum", İş Etki Analizi (İEA) ise "Olası kesintilerin ve iş aksamalarının iş süreçlerine ve kuruma olan etkilerinin analiz edilmesi" olarak tanımlanmaktadır Risklerin belirlenmesi sırasında kullanılan en genel yaklaşımlardan biri risk değerlendirmesidir. Risk Değerlendirmesi = "Olasılık"x"Etki"x"Mevcut Kontrollerin Yeterliliği" şeklindedir. Burada bankanın mevcut risklerinin puanlama sistemiyle değerlendirmesi yapılır. Örnek bir "Risk Değerlendirme Formu" Çizelge 1'de gösterilmiştir.

Çizelge 1. Risk Değerlendirme Formu

Risk Değerlendirme Formu								
Tehdit	**Riskin Tanımı**	**Yasal**	**Etki**	**Olasılık**	**Mevcut Kontrol Yeterliliği**	**Puan**	**Mevcut Kontrol Tanımı**	**Aksiyon**
Sel	Sel sebebiyle BT altyapısının hizmet veremez hale gelmesi	Yok	3	2	1	6	Gerekli bariyer önlemleri alınmıştır.	Kritik Değil
Deprem	Deprem olması sonucu genel müdürlük binasının hizmet veremez hale gelmesi	Yok	4	3	1	12	Yedek bir bina deprem olasılığı az olan bir bölgede hazır halde bekletilmek tedir.	Önemli

Olasılıkların belirlenmesinde ise olayın olma ihtimaline göre olasılıklar "Düşük", "Orta" ya da "Yüksek" olarak sınıflandırılır. Sektörde kabul edilen olasılık tablosu yapısı Çizelge 2'de gösterilmiştir.

Çizelge 2. Olasılık Tablosu

Olasılık Tablosu		
Seviye	**Puan**	**Tanımı**
Yüksek	3	Olayın olma ihtimali yüksek ve gerçekleşme oranı %30'un üzerinde
Orta	2	Olayın olma ihtimali var ancak gerçekleşme oranı %30'un altında
Düşük	1	Olayın olma ihtimali çok düşük, gerçekleşme oranı %15' in altında

Etki değerinin belirlenmesinde ise olayın yaratacağı etki düzeyine göre "Düşük", "Orta" ya da "Yüksek" olarak sınıflandırılır. Sektörde kabul edilen etki tablosu yapısı Çizelge 3'de gösterilmiştir.

Çizelge 3. Etki Tablosu

Etki Tablosu		
Seviye	**Puan**	**Tanımı**
Yüksek	3	Kritik bankacılık süreçlerinde ciddi kesinti ve aksamalara sebep olur. Kesinti süresi 4 saati aşar. İtibar kaybı ve 50.000-TL üzerinde finansal kayba sebep olur.
Orta	2	Kritik bankacılık süreçlerinde kısmi kesintilere ve aksamalara sebep olur. Kesinti süresi 4 saati aşmaz. İtibar kaybı yaşanmaz fakat 0-50.000 arasında finansal kayıplar yaşanabilir.
Düşük	1	Kritik bankacılık süreçlerinde kesinti ve aksama yaşanmaz. Kesinti süresi 1 saati geçmez ve finansal ve itibari kayıp yaşanmaz.

Mevcut Kontrollerin Yeterliliği belirlenmesinde ise kontrollerin yeterlilik durumlarına göre "Düşük", "Orta" ya da "Yüksek" olarak sınıflandırılır. Sektörde kabul edilen kontrollerin yeterliliği tablosu yapısı Çizelge 4.'de gösterilmiştir.

Çizelge 4. Kontrollerin Yeterliliği Tablosu

Kontrollerin Yeterliliği Tablosu		
Seviye	**Puan**	**Tanımı**
Yüksek	1	Mevcut kontrol, riskin olma olasılığını ve/veya etkisini azaltmada yeterli ve etkin
Orta	2	Mevcut kontrol, riskin olma olasılığını ve/veya etkisini azaltmada kısmen yeterli ve etkin
Düşük	3	Mevcut kontrol, riskin olma olasılığını ve/veya etkisini azaltmada yetersiz

İkinci Adım-Senaryo ve Stratejilerin Belirlenmesi: İSYS' nin kurulmasındaki ikinci aşama senaryo ve stratejilerin belirlenmesidir. Senaryo ve stratejilerin belirlenmesinde risk analizi ve iş etki analizi çalışmaları sonucu elde edilen bilgiler kullanılır. Burada önemli olan senaryo ve strateji belirlerken her bir olay için ayrı ayrı senaryo ve stratejinin oluşturulmamasıdır. Çünkü böyle bir yapının banka gibi büyük bir kurumda yönetilmesi oldukça zordur. Örneğin yangın çıkması, siber saldırıların yaşanması, terör saldırıları gibi bankacılık faaliyetlerini etkileyecek sayısız olay ve senaryo yazmak mümkündür. Bu nedenle sayısız olay ve senaryo yazmak yerine genellikle bankacılık sektöründe kullanılan yapı olası yaşanacak olumsuz olayların etkileyebileceği temel alanları belirlemek ve bunlara karşı strateji geliştirmektir. Bankacılık sektörü içinde 4 temel alan sınıflandırılması yapılmaktadır. Bunlar çalışan yani insan kaynağı, çalışma yani üretim ortamı, kullanılan bilgi teknolojileri (Yazılım+donanım) ve son olarak üçüncü parti taraflardan yani tedarikçilerden alınan hizmetlerdir.

Üçüncü Adım-Rollerin Belirlenmesi: Bu aşamada banka içerisinde kurulacak İSYS yapısında görev alacak ekipler ve rolleri belirlenir. Rollerin belirlenmesi sırasında dikkat edilmesi gereken iki husus vardır. Bunlar kurulacak ekipler arasında rollerin belirlenmesi esnasında görev, yetki ve sorumluluk paylaşımlarının net bir şekilde yapılması herhangi bir karışıklığa yol açmayacak şekilde düzenlenmesidir. Bir diğer önemli husus ise İSYS kapsamında ihtiyaç duyulan tüm görevlerin atlanmadan belirlenmesi ve görev atamalarının net bir şekilde yapılmasıdır.

Dördüncü Adım-Planların Hazırlanması: İş kesintisine sebebiyet verecek herhangi bir olayın meydana gelmesi durumunda İş Sürekliliği Planları devreye alınır. Olayların büyüklüğü ve etkisine göre farklı planlar uygulanabilir.

Beşinci Adım-Eğitim Ve Yetkinliklerin Yönetilmesi: İSYS kapsamında yer alan tüm personele, planlanan görevlerini tam, doğru ve zamanında yerine getirilmelerini sağlamak için belli periyotlarda eğitim verilmesi gerekmektedir.
Altıncı Adım-Testlerin Yapılması: Banka içerisinde yapılacak iş sürekliliği tatbikatının (testlerin) amacı, kurumun hedeflenen sürelerde toparlanarak kritik bankacılık süreçlerinin, ürünlerinin, hizmetlerinin tekrar ayağa kaldırılabileceğini tetkik etmektir.

Yedinci Adım-Sürekli İyileştirmenin Sağlanması: Banka içerisinde kurulan İSYS' nin etkin ve verimli bir şekilde uygulanması, sürdürülebilirliğinin sağlanması, kurum kültürü içerisine yerleştirilmesi için gerekli çalışmaların yapılması gerekmektedir. Sürekli iyileştirme yapısının sağlanabilmesi için etkin bir dokümantasyon sisteminin banka içinde kurulması, performans ve hedef yönetiminin belirlenmesi, bankanın belli periyotlarda İSYS bakımından denetlenmesi, banka süreçleri içerisine İSYS için düzeltici ve önleyici faaliyetlerin yerleştirilmesi ve üst yönetim tarafından desteklenerek sürekli güncellenmesi gerekmektedir.

4. Tartışma ve Sonuç

Bu çalışmada, bankacılık sektöründe etkin bir "Bilgi Güvenliği Yönetim Sistemi" ve "İş Sürekliliği Yönetim Sistemi" yapısını kurmak için yapılması gerekenler anlatılarak ISO/IEC 27001 Bilgi Güvenliği Yönetim Standardı ve ISO 22301 Toplumsal Güvenlik ve İş Sürekliliği Yönetim Standardı incelenmiştir. ISO 22301 Toplumsal Güvenlik ve İş Sürekliliği Yönetim Standardının bankalarda uygulanması halinde bankaların yaşayabileceği herhangi bir sistem kesintisinin etkilerinden asgari düzeyde etkileneceği, bankaların temel

bankacılık hizmetlerini verememesinden dolayı uğrayabileceği yasal cezalar ve maddi kayıpların engellenmesinin sağlanacağı ve kesintisiz hizmet sayesinde rakiplerine karşı rekabet avantajı sağlayacağı belirtilmiştir. Çalışma sonucunda bankaların "Bilgi Güvenliği Yönetim Sistemi" ve "İş Sürekliliği Yönetim Sistem" lerini kurarken;

- Bankalarda kurumsal bilgi güvenliğini sağlamanın dinamik bir süreç olduğu ve süreklilik arz ettiği,
- Bankalarda kurumsal bilgi güvenliğinin sadece teknolojiyle sağlanamayacağının unutulmaması gerektiği,
- Kurumsal bilgi güvenliğinin ancak ve ancak personel, eğitim ve teknoloji üçlüsü ile birlikte sağlanabileceği,
- Kurulan bilgi güvenliği sisteminin uluslararası standartlara uygun olarak yapılması ve uygulanması gerektiği,
- Kurulan bilgi güvenliği sisteminin belli periyotlarda iç ve dış denetime tabi tutularak etkinliğinin, uygunluğunun ve yeterliliğinin denetlenmesinin sağlanması gerektiği,
- Kurumsal bilgi güvenliğinin yönetilmesinin zorunlu bir süreç olduğu ve her zaman iyileştirmelere ihtiyaç duyulduğu,
- Bilgi güvenliği yönetiminde en zayıf halkanın insan olduğunun unutulmayarak kurum içinde verilen bilgi güvenliği eğitimlerinin öneminin farkına varılması gerektiği,
- İSYS için oluşturulan tüm dokümanlar sade ve anlaşılır bir dille yazılması gerektiği,
- İSYS' deki başarımın sağlanmasında en önemli etkenin yapılan tatbikatlar ve verilen eğitim olduğu,
- İSYS için oluşturulan tüm dokümanların ve süreçlerin güncel olması gerektiği,
- İSYS' de aynı BGYS gibi dinamik ve yaşayan bir süreç olduğunun unutulmaması gerektiği,

hususlarını süreçte hassasiyetle dikkate almaları gerektiği çıkmaktadır.

Kaynaklar

[1] Önel. Ö., Dinçkan, A., "Bilgi Güvenliği Yönetim Sistemi Kurulumu", Ulusal Elektronik ve Kriptoloji Araştırma Enstitüsü, Sürüm 1.00, Ağustos2007, ss. 2-15.
[2] Ersoy, E., "ISO/IEC 27001 Bilgi Güvenliği Standardı- Tanımlar ve Örnek Uygulamalar", Türkiye: ODTÜ Yayıncılık- Şubat 2012.
[3] Saymaz, Ö., "İş Sürekliliği Yönetim Sistemi", Cinius Yayınları, 2012, s.42.
[4] Dinçkan, A., "İş Sürekliliği Tatbikatları İçin Örnek Bir Model", 15 Kasım 2010, Erişim Tarihi:01.05.2016, http://www.bilgiguvenligi.gov.tr/is-surekliligi/is-surekliligi-tatbikatlari-icin-ornek-bir-model.html adresinden alınmıştır.
[5] Dinçkan, A., " İş Sürekliliği Yönetim Sistemi Kurulumu", Ulusal Elektronik ve Kriptoloji Araştırma Enstitüsü, Sürüm 1.00, Ekim 2008a, ss. 5-21.
[6] Dinçkan, A., "İş Sürekliliği Yönetimde Hatalı Yaklaşımlar" İnternet adresi: http://www.bilgiguvenligi.gov.tr/is-surekliligi/is-surekliligi-yonetiminde-hatali-yaklasimlar.html, Ekim 2008b, Erişim Tarihi:19.05.2016.
[7] Sağıroğlu, Ş., Ersoy, E., Alkan, M., "Bilgi Güvenliğinin Kurumsal Bazda Uygulanması", Uluslararası Katılımlı Bilgi Güvenliği ve Kritoloji Konferansı", 13-14 Aralık, Ankara-2007.

EVALUATION OF TEAM PERFORMANCE IN FINANCE SECTOR BY DATA ENVELOPMENT ANALYSIS METHOD

VERİ ZARFLAMA ANALİZİ YÖNTEMİ İLE FİNANS SEKTÖRÜNDE EKİP PERFORMANSI DEĞERLENDİRMESİ

Tahsin Çetinyokuş[a], Emre Çalışkan[b], Talip Kellegöz[c]
[a] Gazi Üniversitesi, Ankara, Türkiye, tahsinc@gazi.edu.tr
[b] Gazi Üniversitesi, Ankara, Türkiye, ecaliskan@gazi.edu.tr
[c] Gazi Üniversitesi, Ankara, Türkiye, tkellegoz@gazi.edu.tr

Özet

Özel ve tüzel tüm kurumlar için çalışanlarının performansını ölçerek değerlendirmek ve onların gelecekteki pozisyonlarına doğru karar vermek kurumları doğal olarak başarıya götürecektir. Verilecek kararlar, mevcut personel ve ekipler bağlamında mükâfatlandırma, uyarılma, yer değişimi ya da ilgili gruplardan vazgeçme şeklinde olabilirken, yeni bir personel alımında ise mevcut personelden elde edilen tecrübe ile yeni personelin çalışma yeri ve pozisyonunun belirlenmesi ya da personelin hangi ekibe dâhil edileceği şeklinde olabilecektir. Böylesi bir sistemin çalışabilmesi için analitik bir yöntem ile kişilerin ve ekiplerin birbirleri aralarında kıyaslamalarının yapılması, etkinlik ve objektiflik anlamında önemli bir adımdır. İnsan, malzeme ve makinelerden oluşan bu sistemlerin vazgeçilmez unsuru ve bağlayıcısı finans bileşenidir. Finans yönetiminin başarısı, çalışma takımları ile direk ilgilidir ve kurumlar için bu sektör en önemli süreklilik kaynağıdır. Önerilen çalışma kapsamında personel verileri bu verilerden elde edilen grup bilgileri ile etkinlik analizleri, analitik bir yöntem olan Veri Zarflama Analizi (VZA) tabanlı bir yaklaşım ile finans sektörü özelinde ele alınmıştır. Gerçek bir kuruluşun verileri kullanılarak, önerilen yaklaşımla, belirlenecek çıktıyı maksimize edecek personel bazlı alternatiflerin ya da önerilerin oluşturulması amaçlanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Veri Zarflama Analizi, Finans Sektörü, Performans Değerlendirmesi

Abstract

Measuring and evaluating the performance of employees for all private and corporate bodies will naturally succeed in deciding on their future positions. The decisions to be made may be in the form of rewarding, arousal, relocation or relocation in the context of existing staff and teams, while in the case of recruitment of a new staff, it will be deciding the location and position of the new staff or the team in which the staff will be included from experience gained from existing staff. In order for such a system to work, it is an important step in terms of efficiency and objectivity to make an interpersonal comparison of people and teams with an analytical method. Financial component is an indispensable element and binding of these systems, which consist of people, materials and machines. The success of financial management is directly related to the working teams and this sector is the most important continuity source for the institutions. Within the scope of this study, the personnel data were analyzed in terms of group information and efficiency has been analyzed with an analytical method, Data Envelopment Analysis (DEA) based approach. Using the data of a real organization, the proposed approach aims to create staff-based alternatives or recommendations that will maximize the output to be determined.

Keywords: Data Envelopment Analysis, Finance Sector, Team Evaluation

1. Giriş

Sürekli artan rekabet, kurumların kendilerini her yönde geliştirmeleri ihtiyacını son zamanlarda daha fazla hissettirmektedir. Karlılığın ve sürekliliğinin sağlanması için üzerinde çalışılması gereken çok sayıda başlık vardır. Kaynakların etkin kullanılması bunların en önemlilerinden birisidir. Varlığın devam ettirilmesi dâhil olmak üzere işletmenin kuruluşundaki asıl amaçların ve yan amaçların gerçekleştirilebilmesi için ölçülebilir

olan girdilerin ve çıktıların değerlendirilmesi gerekmektedir. Böylece elde edilen bilgiyle çeşitli yönetim seviyelerinde kararlar alınabilecektir.

Kurum kaynakları ele alındığında insan, malzeme, makine, para ve bilgi ilk akla gelenlerdir. Bunlar sistem için hem girdi hem de çıktı olarak karşımıza çıkmaktadır. Etkinliği ölçülmesi planlanan birimlerin girdi ve çıktı yapılarının kıyaslama yapılabilmesi için benzer olması şarttır.

Kurgulanan böyle bir durum için çözüm araçlarından birisi, çok kriterli karar verme yöntemlerinden biri olan veri zarflama analizi (VZA)dir. VZA'da çok sayıda(çoklu) girdi ya da çok sayıda çıktı(çoklu) ile de model sonuç vermektedir. Veri Girdi/Çıktı sayıları bir ya da daha fazla olabilir. Sadece ölçülebilen şeylerin yönetilebileceği gerçeğinden hareketle ele alınan girdi(ler) ve çıktı(lar) ile birimlerin(kurum, ekip, grup, şube, makine, kişi vb.) etkinlik değerlendirmeleri(kıyaslama sonuçları), yönetilmeleri noktasında gerekli bilgi sunacaktır.

2. Veri Zarflama Analizi (VZA)

Veri Zarflama Analizi (VZA), çeşitli karar verme birimlerinin(KVB) etkinliklerini ölçen parametrik olmayan bir metottur. Burada ölçüme konu olan KVB, özel şirketlerden kamu sektörüne, okullardan hastanelere kadar çok geniş yelpazedeki işletmeler olabilmektedir. Karşılaştırılan birimlerin, benzer girdiler ile benzer çıktıları üretmeleri gerekmektedir [1].

VZA tekniği doğrusal programlamaya dayalı bir tekniktir. Bu teknik ilk olarak Edwardo Rhodes tarafından doktora tezinde ortaya konulmuştur [2]. Bu metodu kullanan ilk yayın da 1978 yılında yapılmıştır [3]. İlerleyen yıllarda birçok alanda VZA kullanan çalışma literatürde yerini almıştır. İlgili araştırmacılar, belirli alanlarda yapılmış VZA çalışmalarını ele alan son yıllara ait bazı literatür araştırması çalışmalarına başvurabilirler [4,5].

Gözlenen değerlerin girdileri ve çıktıları ile optimal değerlerin girdileri ve çıktıları arasındaki karşılaştırma olarak tanımlanan etkinliğin göreli olarak ölçülmesini amaç edinen VZA, ele alınan KVB'ni etkin olan ve olmayan olmak üzere iki ana gruba ayırarak değerlendirir [6]. Göreli olarak etkin olmayan KVB'ni, kendisine ait girdilerdeki ne kadar değişiklik ile etkin olan birimlere benzeyeceği belirtilir. Bunun için de göreli olarak etkin olmayan KVB için referans kümeleri oluşturulur ve hedef değerler belirlenir.

VZA uygulaması için birçok model geliştirilmiştir. Charnes ve arkadaşları 1978 yılında yaptıkları çalışmayla VZA'da CCR yöntemini önermişlerdir [3]. Devamında Banker ve arkadaşları 1984 yılında BCC'yi önermiş ve kullanmışlardır [7]. Zamanla CCR ve BCC modellerinin sık kullanımı ve farklı yaklaşımları ile VZA'da genel yöntemler olarak yer almışlardır. Verimlilik analizinde VZA kullanımı ise kabul gören bir yaklaşım olmuştur. Hem CCR hem de BCC modelleri kendi içerisinde girdi yönelimli ve çıktı yönelimli olmak üzere iki kısma ayrılmaktadır. Bu çalışmada kullanılan VZA modeli girdi odaklı CCR olduğu için bu model daha ayrıntılı verilmiştir.

2.1. Girdi Odaklı CCR Modeli

Ele alınan veriler altında, değerlendirilecek her bir KVB için bir kere etkinlik ölçümü yapılmaktadır. Eğer elimizde n adet KVB söz konusu ise *n* adet optimizasyon problemi ele alınacak demektir [8]. Girdi odaklı CCR modelinde ölçeğe göre sabit getiri varsayımı altında çalışır. Modelin genel gösterimi şu şekildedir [6]:

$$max h_o = \frac{\sum_{r=1}^{s} u_r y_{ro}}{\sum_{i=1}^{m} v_i x_{io}} \qquad (1)$$

s.t.

$$\frac{\sum_{r=1}^{s} u_r y_{rj}}{\sum_{i=1}^{m} v_i x_{ij}} \leq 1 \qquad j = 1,2,\dots,n \qquad (2)$$

$$u_r, v_i \geq 0 \qquad \begin{matrix} i = 1,2,\dots,m \\ r = 1,2,\dots s \end{matrix} \qquad (3)$$

Modelde m girdi sayısını, s çıktı sayısını, n de KVB sayısını ifade etmektedir. Karar değişkenleri ve parametreleri ise sırasıyla u_r, r. çıktıya verilen ağırlık, v_i, i. girdiye verilen ağırlıkları, y_{rj}, j. KVB'ye ait r. çıktı miktarını, x_{ij}, j. KVB'ye ait i. girdi miktarını ifade etmektedir. (1) nolu amaç fonksiyonuna bakıldığında, o. KVB'ye ait etkinliğin (h_o) maksimize edilmesi amaçlanmaktadır. Bu model her bir KVB için n defa çalıştırılır. (2) nolu kısıt da o. KVB'ye ait "sanal çıktıların", "sanal girdilere" olan oranının 1'den küçük olması gerektiğini göstermektedir [8]. Söz konusu yukarıdaki model kesirli programlama modeli olduğu için, bu modelin doğrusal programlama durumuna getirilmiş ve zarflama formunda iki alt modele dönüştürülmüş hali şu şekildedir:

$$\theta^* = \min \theta \qquad (4)$$

$$s.t.$$

$$\sum_{j=1}^{n} x_{ij}\lambda_j \leq \theta x_{io} \qquad i = 1,2,\dots,m \qquad (5)$$

$$\sum_{j=1}^{n} y_{rj}\lambda_j \geq y_{ro} \qquad r = 1,2,\dots,s \qquad (6)$$

$$\lambda_j \geq 0 \qquad j = 1,2,\dots,n \qquad (7)$$

Modelde λ_j, j. KVB'nin yoğunluğunu gösterirken, θ^*, o. KVB'nin (modeli kurulan birim) etkinliğini göstermektedir. λ_j değerleri 0'dan farklı olan birimler ilgili KVB için referans kümesini oluşturmaktadır. İlgili KVB'nin tam etkin olabilmesi için girdilerde atıl miktar olmaması, çıktılarda ise istenmeyen eksiklikler olmamalıdır. Yani, matematiksel anlamda, bu istenmeyen durumları gösteren aylak değişkenlerin 0 değeri alması gereklidir. Bu aylak değişkenleri de el de etmek için ikinci bir model daha çalıştırılır [6].

$$max \sum_{i=1}^{m} s_i^- + \sum_{r=1}^{s} s_r^+ \qquad (8)$$

$$s.t.$$

$$\sum_{j=1}^{n} x_{ij}\lambda_j + s_i^- = \theta x_{io} \qquad i = 1,2,\dots,m \qquad (9)$$

$$\sum_{j=1}^{n} y_{rj}\lambda_j - s_r^+ = y_{ro} \qquad r = 1,2,\dots,s \qquad (10)$$

$$\lambda_j, s_i^-, s_r^+ \geq 0 \qquad \forall i,j,r \qquad (11)$$

Bu modeldeki s_i^- ve s_r^+ değişkenleri sırasıyla girdiler için atıl miktarları ve çıktılar için eksiklikleri göstermektedir.

3. Uygulama

Rekabet ortamında kaynakların etkin kullanımının son derece önemli olduğunun vurgulandığı çalışmada finans sektöründeki bir alt alan ele alınmıştır[9]. Bankacılık sisteminin araçlarından biri olan şubelerin performansının değerlendirilmesi adına büyük ölçekli bir bankaya ait olan insan kaynakları verileri filtrelenmiş ve kısmi işleme yapılmış şekilde elde edilmiştir. Çalışma kapsamında bu veriler tekrar ön işlemeye tabii tutularak çözüm modeline uygun hale getirilmiştir. Ulusal çapta faaliyet gösteren bankanın bölgeleri personel sayısı bakımından sıralanmış ve ilk üç bölge olan İstanbul-Avrupa Yakası, Ankara ve Ege bölgeleri ele alınmıştır. Hâlihazırdaki sistemde banka şubeleri getirileri ile değerlendirilerek 5 sınıfa ya da gruba ayrılmaktadır. 1. grup etiketi verilen şube en üst seviyede getirisi olan iken, şubenin 5. grupta olması getiri performansın düşük olduğunu göstermektedir. Bölgeler bazında bakıldığında her bir grup aslında birçok şubeden oluşmaktadır. Veri işleme aşamasında şube verileri birimler bazında bütünleştirilmiş ve İstanbul-1, İstanbul-2, … , Ege-5 şeklinde satır kayıtları elde edilmiştir. Veri setinde 3 bölge ve 5 grup için 15 adet birim analiz edilecektir. Her birimin girdileri ve çıktısı Çizelge 1'de gösterilmiştir.

Bu uygulamada her bir bölgedeki şubelerin sınıf bazlı grupları KVB'yi oluşturmaktadır. Söz konusu değerlendirmede, 8 adet girdi ve 1 adet çıktı bulunmaktadır. Çıktı olarak birimlerin 1-5 arasında değişen grup değerleri ya da sınıfları ele alınmıştır. Girdiler de performansa etkisi olduğu düşünülen, çalışan personel sayısına bağlı personel ağırlıklı ortalaması (Girdi-1), bireysel müşterilere bakan personel sayısına bağlı ağırlıklı ortalama (Girdi-2), ticari müşterilere bakan personel sayısına bağlı ağırlıklı ortalama (Girdi-3), ortalama portföy yönetim puanı (Girdi-4), Tezkiye puanı (Girdi-5), orta öğretim mezunu personel ağırlıklı

ortalaması (Girdi-6), yüksek öğretim mezunu personel ağırlıklı ortalaması (Girdi-7), çalışan personelin ortalama hizmet süresi (Girdi-8) olarak alınmıştır.

Bir önceki bölümde verilen (4)-(11) eşitlik ve kısıtlarından oluşan iki aşamalı model her bir KVB için çalıştırılmış ve her bir birimin referans kümeleri ve göreli etkinlikleri elde edilmiştir. Her bir matematiksel model GAMS (General Algebraic Modelling System) 22.5 programı ile yazılıp CPLEX çözücüsü ile çözdürülmüştür. İlk KVB İstanbul 1. Grup için oluşturulan modelleri ve elde edilen çözüm ve yorumu aşağıda örnek olarak verilmiştir.

Çizelge 1. Gruplara ait Girdi ve Çıktı Verileri.

	ÇIKTI	GİRDİ 1	GİRDİ 2	GİRDİ 3	GİRDİ 4	GİRDİ 5	GİRDİ 6	GİRDİ 7	GİRDİ 8
BÖLGE	GRUP/ SINIF	PERSONEL AĞIRL. ORT.	BİREYSEL P.Y.	TİCARİ P.Y.	PORTFÖY YÖNETİM PUANI ORTALAMA	TEZKİYE PUANI	EĞİTİM		HİZMET SÜRESİ
							ORTA ÖĞR.	YÜKSEK ÖĞR.	
İSTANBUL	1	0,100	0,279	0,721	1,043	3,393	0,459	0,541	15,390
İSTANBUL	2	0,046	0,316	0,684	0,981	3,491	0,561	0,439	15,780
İSTANBUL	3	0,071	0,437	0,563	1,047	3,425	0,529	0,471	15,490
İSTANBUL	4	0,075	0,467	0,533	0,986	3,402	0,457	0,543	14,930
İSTANBUL	5	0,066	0,481	0,519	1,198	3,308	0,556	0,444	14,530
ANKARA	1	0,142	0,466	0,534	0,970	3,488	0,253	0,747	15,200
ANKARA	2	0,052	0,406	0,594	0,981	3,156	0,281	0,719	14,810
ANKARA	3	0,039	0,438	0,563	0,936	3,458	0,417	0,583	14,450
ANKARA	4	0,035	0,395	0,605	0,976	3,348	0,442	0,558	15,370
ANKARA	5	0,046	0,429	0,571	0,934	3,517	0,321	0,679	15,210
EGE	1	0,127	0,340	0,660	0,965	3,543	0,128	0,872	14,950
EGE	2	0,039	0,396	0,604	0,991	3,666	0,188	0,813	16,430
EGE	3	0,062	0,408	0,592	1,017	3,697	0,342	0,658	16,570
EGE	4	0,051	0,381	0,619	0,935	3,523	0,270	0,730	16,490
EGE	5	0,048	0,492	0,508	1,065	3,271	0,305	0,695	15,840

1. KVB'nin ilk aşama CCR modeli;

$$\theta^* = \min \theta \quad (12)$$

$s.t.$

$$0{,}1\lambda_1 + 0{,}046\lambda_2 + 0{,}071\lambda_3 + 0{,}075\lambda_4 + 0{,}066\lambda_5 + 0{,}142\lambda_6 + 0{,}052\lambda_7 + 0{,}039\lambda_8 + 0{,}035\lambda_9 + 0{,}046\lambda_{10} + 0{,}127\lambda_{11} + 0{,}039\lambda_{12} + 0{,}062\lambda_{13} + 0{,}051\lambda_{14} + 0{,}048\lambda_{15} \le 0{,}1\theta \quad (13)$$

$$0{,}279\lambda_1 + 0{,}316\lambda_2 + 0{,}437\lambda_3 + 0{,}467\lambda_4 + 0{,}481\lambda_5 + 0{,}466\lambda_6 + 0{,}406\lambda_7 + 0{,}438\lambda_8 + 0{,}395\lambda_9 + 0{,}429\lambda_{10} + 0{,}34\lambda_{11} + 0{,}396\lambda_{12} + 0{,}408\lambda_{13} + 0{,}381\lambda_{14} + 0{,}492\lambda_{15} \le 0{,}279\theta \quad (14)$$

$$0{,}721\lambda_1 + 0{,}684\lambda_2 + 0{,}563\lambda_3 + 0{,}533\lambda_4 + 0{,}519\lambda_5 + 0{,}534\lambda_6 + 0{,}594\lambda_7 + 0{,}563\lambda_8 + 0{,}605\lambda_9 + 0{,}571\lambda_{10} + 0{,}66\lambda_{11} + 0{,}604\lambda_{12} + 0{,}592\lambda_{13} + 0{,}619\lambda_{14} + 0{,}508\lambda_{15} \le 0{,}721\theta \quad (15)$$

$$1{,}043\lambda_1 + 0{,}981\lambda_2 + 1{,}047\lambda_3 + 0{,}986\lambda_4 + 1{,}198\lambda_5 + 0{,}970\lambda_6 + 0{,}981\lambda_7 + 0{,}936\lambda_8 + 0{,}976\lambda_9 + 0{,}934\lambda_{10} + 0{,}965\lambda_{11} + 0{,}991\lambda_{12} + 1{,}017\lambda_{13} + 0{,}935\lambda_{14} + 1{,}065\lambda_{15} \le 1{,}043\theta \quad (16)$$

$$3{,}393\lambda_1 + 3{,}491\lambda_2 + 3{,}425\lambda_3 + 3{,}402\lambda_4 + 3{,}308\lambda_5 + 3{,}488\lambda_6 + 3{,}156\lambda_7 + 3{,}458\lambda_8 + 3{,}348\lambda_9 + 3{,}517\lambda_{10} + 3{,}543\lambda_{11} + 3{,}666\lambda_{12} + 3{,}697\lambda_{13} + 3{,}523\lambda_{14} + 3{,}271\lambda_{15} \le 3{,}393\theta \quad (17)$$

$$0{,}459\lambda_1 + 0{,}561\lambda_2 + 0{,}529\lambda_3 + 0{,}457\lambda_4 + 0{,}556\lambda_5 + 0{,}253\lambda_6 + 0{,}281\lambda_7 + 0{,}417\lambda_8 + 0{,}442\lambda_9 + 0{,}321\lambda_{10} + 0{,}128\lambda_{11} + 0{,}188\lambda_{12} + 0{,}342\lambda_{13} + 0{,}27\lambda_{14} + 0{,}305\lambda_{15} \le 0{,}459\theta \quad (18)$$

$$0{,}541\lambda_1 + 0{,}439\lambda_2 + 0{,}471\lambda_3 + 0{,}543\lambda_4 + 0{,}444\lambda_5 + 0{,}747\lambda_6 + 0{,}719\lambda_7 + 0{,}583\lambda_8 + 0{,}558\lambda_9 + 0{,}679\lambda_{10} + 0{,}872\lambda_{11} + 0{,}813\lambda_{12} + 0{,}658\lambda_{13} + 0{,}73\lambda_{14} + 0{,}695\lambda_{15} \le 0{,}541\theta \quad (19)$$

$$15{,}39\lambda_1 + 15{,}78\lambda_2 + 15{,}49\lambda_3 + 14{,}93\lambda_4 + 14{,}53\lambda_5 + 15{,}20\lambda_6 + 14{,}81\lambda_7 + 14{,}45\lambda_8 + 15{,}37\lambda_9 + 15{,}21\lambda_{10} + 14{,}95\lambda_{11} + 16{,}43\lambda_{12} + 16{,}57\lambda_{13} + 16{,}49\lambda_{14} + 15{,}84\lambda_{15} \le 15{,}39\theta \quad (20)$$

$$1\lambda_1 + 2\lambda_2 + 3\lambda_3 + 4\lambda_4 + 5\lambda_5 + 1\lambda_6 + 2\lambda_7 + 3\lambda_8 + 4\lambda_9 + 5\lambda_{10} + 1\lambda_{11} + 2\lambda_{12} + 3\lambda_{13} + 4\lambda_{14} + 5\lambda_{15} \ge 1 \quad (21)$$

$$\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3, \lambda_4, \lambda_5, \lambda_6, \lambda_7, \lambda_8, \lambda_9, \lambda_{10}, \lambda_{11}, \lambda_{12}, \lambda_{13}, \lambda_{14}, \lambda_{15} \ge 0 \quad (22)$$

1. KVB'nin ikinci aşama CCR modeli;

$$\max s_1^- + s_2^- + s_3^- + s_4^- + s_5^- + s_6^- + s_7^- + s_8^- + s^+ \quad (23)$$

$s.t.$

$$0{,}1\lambda_1 + 0{,}046\lambda_2 + 0{,}071\lambda_3 + 0{,}075\lambda_4 + 0{,}066\lambda_5 + 0{,}142\lambda_6 + 0{,}052\lambda_7 + 0{,}039\lambda_8 + 0{,}035\lambda_9 + 0{,}046\lambda_{10} + 0{,}127\lambda_{11} + 0{,}039\lambda_{12} + 0{,}062\lambda_{13} + 0{,}051\lambda_{14} + 0{,}048\lambda_{15} + s_1^- = 0{,}1\theta \quad (24)$$

$0{,}279\lambda_1 + 0{,}316\lambda_2 + 0{,}437\lambda_3 + 0{,}467\lambda_4 + 0{,}481\lambda_5 + 0{,}466\lambda_6 + 0{,}406\lambda_7 + 0{,}438\lambda_8 + 0{,}395\lambda_9 + 0{,}429\lambda_{10} + 0{,}34\lambda_{11} + 0{,}396\lambda_{12} + 0{,}408\lambda_{13} + 0{,}381\lambda_{14} + 0{,}492\lambda_{15} + s_2^- = 0{,}279\theta$ (25)

$$0{,}721\lambda_1 + 0{,}684\lambda_2 + 0{,}563\lambda_3 + 0{,}533\lambda_4 + 0{,}519\lambda_5 + 0{,}534\lambda_6 + 0{,}594\lambda_7 + 0{,}563\lambda_8 + 0{,}605\lambda_9 + 0{,}571\lambda_{10} + 0{,}66\lambda_{11} + 0{,}604\lambda_{12} + 0{,}592\lambda_{13} + 0{,}619\lambda_{14} + 0{,}508\lambda_{15} + s_3^- = 0{,}721\theta \quad (26)$$

$$1{,}043\lambda_1 + 0{,}981\lambda_2 + 1{,}047\lambda_3 + 0{,}986\lambda_4 + 1{,}198\lambda_5 + 0{,}970\lambda_6 + 0{,}981\lambda_7 + 0{,}936\lambda_8 + 0{,}976\lambda_9 + 0{,}934\lambda_{10} + 0{,}965\lambda_{11} + 0{,}991\lambda_{12} + 1{,}017\lambda_{13} + 0{,}935\lambda_{14} + 1{,}065\lambda_{15} + s_4^- = 1{,}043\theta \quad (27)$$

$$3{,}393\lambda_1 + 3{,}491\lambda_2 + 3{,}425\lambda_3 + 3{,}402\lambda_4 + 3{,}308\lambda_5 + 3{,}488\lambda_6 + 3{,}156\lambda_7 + 3{,}458\lambda_8 + 3{,}348\lambda_9 + 3{,}517\lambda_{10} + 3{,}543\lambda_{11} + 3{,}666\lambda_{12} + 3{,}697\lambda_{13} + 3{,}523\lambda_{14} + 3{,}271\lambda_{15} + s_5^- = 3{,}393\theta \quad (28)$$

$$0{,}459\lambda_1 + 0{,}561\lambda_2 + 0{,}529\lambda_3 + 0{,}457\lambda_4 + 0{,}556\lambda_5 + 0{,}253\lambda_6 + 0{,}281\lambda_7 + 0{,}417\lambda_8 + 0{,}442\lambda_9 + 0{,}321\lambda_{10} + 0{,}128\lambda_{11} + 0{,}188\lambda_{12} + 0{,}342\lambda_{13} + 0{,}27\lambda_{14} + 0{,}305\lambda_{15} + s_6^- = 0{,}459\theta \quad (29)$$

$$0{,}541\lambda_1 + 0{,}439\lambda_2 + 0{,}471\lambda_3 + 0{,}543\lambda_4 + 0{,}444\lambda_5 + 0{,}747\lambda_6 + 0{,}719\lambda_7 + 0{,}583\lambda_8 + 0{,}558\lambda_9 + 0{,}679\lambda_{10} + 0{,}872\lambda_{11} + 0{,}813\lambda_{12} + 0{,}658\lambda_{13} + 0{,}73\lambda_{14} + 0{,}695\lambda_{15} + s_7^- = 0{,}541\theta \quad (30)$$

$$15{,}39\lambda_1 + 15{,}78\lambda_2 + 15{,}49\lambda_3 + 14{,}93\lambda_4 + 14{,}53\lambda_5 + 15{,}20\lambda_6 + 14{,}81\lambda_7 + 14{,}45\lambda_8 + 15{,}37\lambda_9 + 15{,}21\lambda_{10} + 14{,}95\lambda_{11} + 16{,}43\lambda_{12} + 16{,}57\lambda_{13} + 16{,}49\lambda_{14} + 15{,}84\lambda_{15} + s_8^- = 15{,}39\theta \quad (31)$$

$$1\lambda_1 + 2\lambda_2 + 3\lambda_3 + 4\lambda_4 + 5\lambda_5 + 1\lambda_6 + 2\lambda_7 + 3\lambda_8 + 4\lambda_9 + 5\lambda_{10} + 1\lambda_{11} + 2\lambda_{12} + 3\lambda_{13} + 4\lambda_{14} + 5\lambda_{15} - s^+ = 1 \quad (32)$$

$$\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3, \lambda_4, \lambda_5, \lambda_6, \lambda_7, \lambda_8, \lambda_9, \lambda_{10}, \lambda_{11}, \lambda_{12}, \lambda_{13}, \lambda_{14}, \lambda_{15}, s_1^-, s_2^-, s_3^-, s_4^-, s_5^-, s_6^-, s_7^-, s_8^-, s^+ \geq 0 \quad (33)$$

Bu iki modelin çözdürülmesi sonucunda 1. KVB'nin göreli etkinliği (θ^*) 0,308 çıkmıştır. İlgili aylak değişkenleri de sırasıyla $s_1^- = 0{,}021, s_3^- = 0{,}108, s_4^- = 0{,}134, s_5^- = 0{,}34, s_6^- = 0{,}077, s_7^- = 0{,}031, s_8^- = 1{,}691$ olarak elde edilmiştir. Bu sonuçlar ile birinci KVB'nin etkin olmadığı görülmektedir. Kendisi için referans kümesi ise 10. (Ankara-5) KVB olduğu sonuçlardan anlaşılmıştır. Çünkü ilgili KVB'nin yoğunluk (λ) değeri 0'dan farklı çıkmıştır. Tüm KVB için elde edilmiş olan sonuçlar Çizelge 2'de özet olarak verilmiştir.

Çizelge 2. KVB'nin Optimal Çözümleri

KVB	Bölge	Etkinlik Değeri (θ)	λ^* Değerleri	$(s_1^-, s_2^-, s_3^-, s_4^-, s_5^-, s_6^-, s_7^-, s_8^-, s^+)$
1	İSTANBUL	0,308	λ_{10}^*=0,2	(0,021; 0; 0,108; 0,134; 0,34; 0,077; 0,031; 1,691; 0)
2	İSTANBUL	0,561	λ_5^*=0,108 λ_{10}^*=0,292	(0,006; 0; 0,161; 0,148; 0,574; 0,161; 0; 2,842; 0)
3	İSTANBUL	0,646	λ_5^*=0,439 λ_{10}^*=0,161	(0,009; 0,002; 0,044; 0; 0,193; 0,0446; 0; 1,176; 0)
4	İSTANBUL	0,85	λ_5^*=0,345 λ_{10}^*=0,455	(0,02; 0,036; 0,014; 0; 0,151; 0,05; 0; 0,759; 0)
5	İSTANBUL	1	λ_5^*=1	(0; 0; 0; 0; 0; 0; 0; 0; 0)
6	ANKARA	0,241	λ_{15}^*=0,2	(0,025; 0,014; 0,027; 0,021; 0,187; 0; 0,041; 0,5; 0)
7	ANKARA	0,448	λ_{10}^*=0,235 λ_{15}^*=0,165	(0,005; 0; 0,048; 0,044; 0,046; 0; 0,048; 0,44; 0)
8	ANKARA	0,698	λ_5^*=0,019 λ_6^*=0,306 λ_{10}^*=0,337	(0; 0,031; 0,006; 0,019; 0,145; 0,037; 0; 0; 0)
9	ANKARA	1	λ_9^*=1	(0; 0; 0; 0; 0; 0; 0; 0; 0)
10	ANKARA	1	λ_{10}^*=1	(0; 0; 0; 0; 0; 0; 0; 0; 0)
11	EGE	0,476	λ_{15}^*=0,2	(0,051; 0,063; 0,213; 0,246; 1,032; 0; 0,276; 3,947; 0)
12	EGE	0,651	λ_{15}^*=0,4	(0,006; 0,061; 0,19; 0,219; 1,078; 0; 0,251; 4,357; 0)
13	EGE	0,63	λ_{10}^*=0,6	(0,012; 0; 0,03; 0,081; 0,22; 0,023; 0,008; 1,32; 0)
14	EGE	0,939	λ_{10}^*=0,566	(0,011; 0; 0,139; 0,1; 0,551; 0; 0,139; 3,164; 0)
15	EGE	1	λ_{15}^*=1	(0; 0; 0; 0; 0; 0; 0; 0; 0)

Çizelge 2'ye bakıldığında 5. (İstanbul-5), 9. (Ankara-4), 10. (Ankara-5), ve 15. (Ege-5) KVB'nin etkin olduğu görülmektedir.

4. Tartışma ve Sonuç

Ele aldığımız sistemde banka şubelerinin performans çıktısı olan getirilerine göre gruplandırıldığı görülmektedir. Ayrıca yaygın yaklaşımla şubelerin yöneticileri pozisyonundaki kişilere hedef değerler verilerek bunlara ekibi ile ulaşması beklenmektedir. Karar verici pozisyonundaki üst yönetimin çıktının yanında girdiyi de dikkate alması daha makul olacaktır. Verimlilik ve etkinlik durumlarının da hesaba katılması yani kıyaslama yapılarak göreceli değerlendirme yapılması şubelerin durumları ile ilgili daha doğru kararlar verilmesine yardımcı olacaktır. Bu kurgu ile yapılan bir değerlendirme sürecinde; çıktısına bakılarak düşük grupta değerlendirilen bir şube kaynak kullanımı ile diğer KVB'ler ile kıyaslandığında etkin çıkabilir ya da grubu 1 olan bir şube daha düşük grup değerine sahip şubelerden daha az etkin olarak karşımıza çıkabilir. Uygulamada tüm KVB'ler için karar verme modelleri çözülmüştür. Çalışma kapsamına ise ilk KVB'nin model sonuçları eklenmiş ve detaylandırılmıştır. Bu açıklamalarla çözüm yönteminin uygulanması sonucu elde edilen çıktılara bakıldığında; ele alınan KVB İstanbul-1 için etkinlik değeri Q^* =0,308 diğer KVB

kıyasla etkin değil olarak değerlendirilir. Benzer şekilde, KVB 2, 3, 4, 6, 7, 8, 11, 12, 13, 14 'de göreli etkindirler. Geriye kalan KVB 5, 9, 10, 15 etkin birimler olarak karşımıza çıkmıştır. Model sonuçlarının analizinde λ_{10}^{*}, 0,2 değerini almıştır. Ankara 5. Grup ta yer alan şubelerden oluşan 10. KVB, dikkate aldığımız 1 nolu KVB için referans kümeyi oluşturmuştur. Bu da referans kümesinde olan 10 nolu KVB baz alınarak, girdi değerinde yapılacak değişiklik ile İstanbul-1 KVB'nin etkin hale geleceğini göstermektedir. Ankara-5 KVB nin girdi değerlerinin λ =0,20 ile çarpımı ile hedef değerler elde edilir. Örneğin; 1. girdi için 10. KVB 0,046 değerine sahiptir. 0,20 ile çarpımı neticesinde 0,0092 değeri elde edilir. Buradan 1. girdisi 0,1 olan İstanbul-1 verisinin 0,0092 ye çekilmesinin bir yol olduğu görülmektedir. Benzer şekilde diğer girdilerde hesaplandığında sırasıyla 0,0858; 0,1142; 0,1868; 0,7034; 0,0642; 0,1358; 3,042 değeri hesaplanır. KVB lerin yapısı dikkate alındığında; İstanbul-1, 5. grupta yani üst seviyede, iyi performansa sahip olarak değerlendirilirken referansta yer alan Ankara-5, 5. grupta alt seviyede yer alan bir KVB'dir. Bu durum birimlerin kullandıkları girdi miktarları kıyaslanarak ürettikleri çıktılar değerlendirildiği için oluşmuştur ve modelin kurulumundaki amaca ulaşıldığı görülmektedir. İstanbul -1 mevcut çıktısını korumak kaydıyla girdileri hedef değere ulaştığı takdirde göreceli etkin olacaktır. Karşılaştırılan birimlerin girdi ve çıktıları verimlilik ve etkinlikleri dikkate alınarak kıyaslandığında yöneticiler daha adil ve stratejik kararlar alabileceklerdir.

Kaynaklar

[1] Ramanathan, R., An Introduction to Data Envelopment Analysis: A Tool for Performance Measurement, SAGE, 25-33 (2003).
[2] Charnes, A., Cooper, W. W., Lewin, A. Y., and Seiford, L. M., Data Envelopment Analysis: Theory, Methodology, and Applications, Springer Science & Business Media, 3-11, (1995).
[3] Charnes, A., Cooper, W. W., and Rhodes, E., "Measuring the efficiency of decision making units", European Journal of Operational Research, 2(6): 429-444, (1978).
[4] Zhou, H., Yang, Y., Chen, Y., and Zhu, J., "Data envelopment analysis application in sustainability: The origins, development and future directions", European Journal of Operational Research, 264(1): 1-16, (2018).
[5] Liu, J. S., Lu, L. Y., & Lu, W.-M., "Research fronts in data envelopment analysis", Omega (United Kingdom), 58: 33-45, (2016).
[6] Yıldırım, B. F., and Önder, E., Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri, Dora, 201-229, (2015).
[7] Banker, R. D., Charnes, A., and Cooper, W. W., "Some Models for Estimating Technical and Scale Inefficiencies in Data Envelopment Analysis", Management Science, 30(9): 1078-1092, (1984).
[8] Cooper, W. W., Seiford, L. M., and Tone, K., Data Envelopment Analysis A Comprehensive Text with Models, Applications, References, and DEA-Solver software, Springer, 21-39, (2007).
[9] Bilen, H., "Bankacılık Sektöründe Personel Seçimi ve Performans Değerlendirilmesine İlişkin Veri Madenciliği Uygulaması", Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, (2009).

AVTOMATİK XƏTLƏRİN STRUKTUR DÜZÜLÜŞÜNƏ GÖRƏ MƏHSULDARLIĞININ YÜKSƏLDİLMƏSİ

Bəxtiyarlı E.Ə., Əmirov F.Q.
Azərbaycan Texniki Universiteti

Xülasə

Məqalədə Avtomatik xətlərin struktur düzülüşünə əsasən məhsuldarlığın yüksəldilməsi məsələlərinə baxılmışdır. Belə ki, avtomatlaşdırmanın əsas məsələsi olan avtomatik xətlərin tətbiqi məsələsi struktur ardıcıllıqla müəyyən edilmiş və avtomatik xətlərin çevikliyi nəzərə alınmışdır.

Açar sözlər: Avtomatik xətlər, Texnoloji proses , Axın xətti

Резюме

Линейная структура автоматицеских линий в статье в первую очередь связана с повышением уровня просрочки. Основная проблема автоматизации на заднем плане вопрос применения автоматических линий структурированная последовательность и была учтена гибкость автоматических линий.

Ключевые слова: автоматические линии , технологический процесс, линия потока

Müasir maçınqayırmada istehsal olunan ümumi məhsulun 80%-i çoxçeşidli istehsalın payına düşür. Çoxçeşidli istehsal isə bura daxil olan texnoloji və köməkçi avadanlığın sayca çox olması , növlərinin müxtəlifliyi, şaxələnmiş və çoxəlaqəli quruluşu, istehsal olunan avadanlıqların həcmi və geniş çeşidi, fəaliyyəti və idarə olunmasının mürəkkəbliyi ilə səciyyələnir. Maşınqayırma sənayesinin inkişafının ən vacib məsələlərindən biri yüksək səmərəli istehsalat sistemlərinin yaradılması olub öz növbəsində texnoloji proseslərin avtomatlaşdırılması problemlərinə kompleks yanaşma təşkil edir. Maşınqayırma sənayesinin rekonstruksiyası, modernizasiyası və texniki cəhətdən silahlandırılması istehsalproseslərinin yeniləşdirilməsi əsas üsulları olub, yeni məhsul tipinin buraxılması, eyni işçi sahəsində eyni və ya az sayda işçi ilə daha yüksək keyfiyyətli və rəqabətə davamlı məhsul buraxılışı həcminin artırılması təşkil edir. Kütləvi və seriyalı sənaye malları istehsal edən maşınqayırma sənayesində avtomatik xətlər kompleks avtomatlaşdırma proseslərinin əsas vasitələri olub və gələcəkdə olacaqdır [1;2;3].

Belə ki, maşınqayırma sahəsində istehsal proseslərinin avtomatlaşdırılmasının əsas məsələlərindən biri də avtomatik xətlərin tətbiq edilməsidir. Avadanlığın texnoloji əməliyyat ardıcıllığı ilə yerləşdirilməsi axın xətti adlanır. Onun sonrakı inkişafı avtomatik xətt sayılır.

Insan əməyi olmadan təyin olunmuş texnoloji əməliyyatları avtomatik həyata keçirən dəzgahlar və köməkçi quruluşlar sisteminə avtomatik xətlər deyilir. Işçi ancaq sazlamaya və nəzarət etməyə lazım olur.

Maşınqayırma sahəsində avtomatik xətlərdə (ax) təkcə mexaniki emalı yerinə yetirən dəzgahlar deyil, eyni zamanda yığma əməliyyatlarını, termiki emalı, qaynaq işlərini və digər köməkçi işləri də yerinə yetirən aqreqatlar və quruluşlar ola bilər. Avtomatik xətlərin (AX) əsas icraedici quruluşları metalkəsən dəzgahlardan, nəqliyyat və idarəetmə sistemlərindən ibarət olur [1;4;5]

Avtomatik xəttin (AX) nəqledici sistemi əsas nəqliyyat yolu və aşağıdakı əlavə quruluşlardan ibarətdir:

a) Ayrı-ayrı aqreqat və mexanizmlərin müvəqqəti dayanma vaxtı xəttin müntəzəm işləməsi üçün ehtiyatın toplanması;
b) Emal edilən pəstahların dönməsi üçün quruluşlar;
c) əsas nəqliyyat yolundan dəzgahın sıxıcı quruluşuna pəstahın verişi üçün yükləyici quruluşlar;

d) yonqarın avtomatik kənar edilməsi üçün quruluşlar.

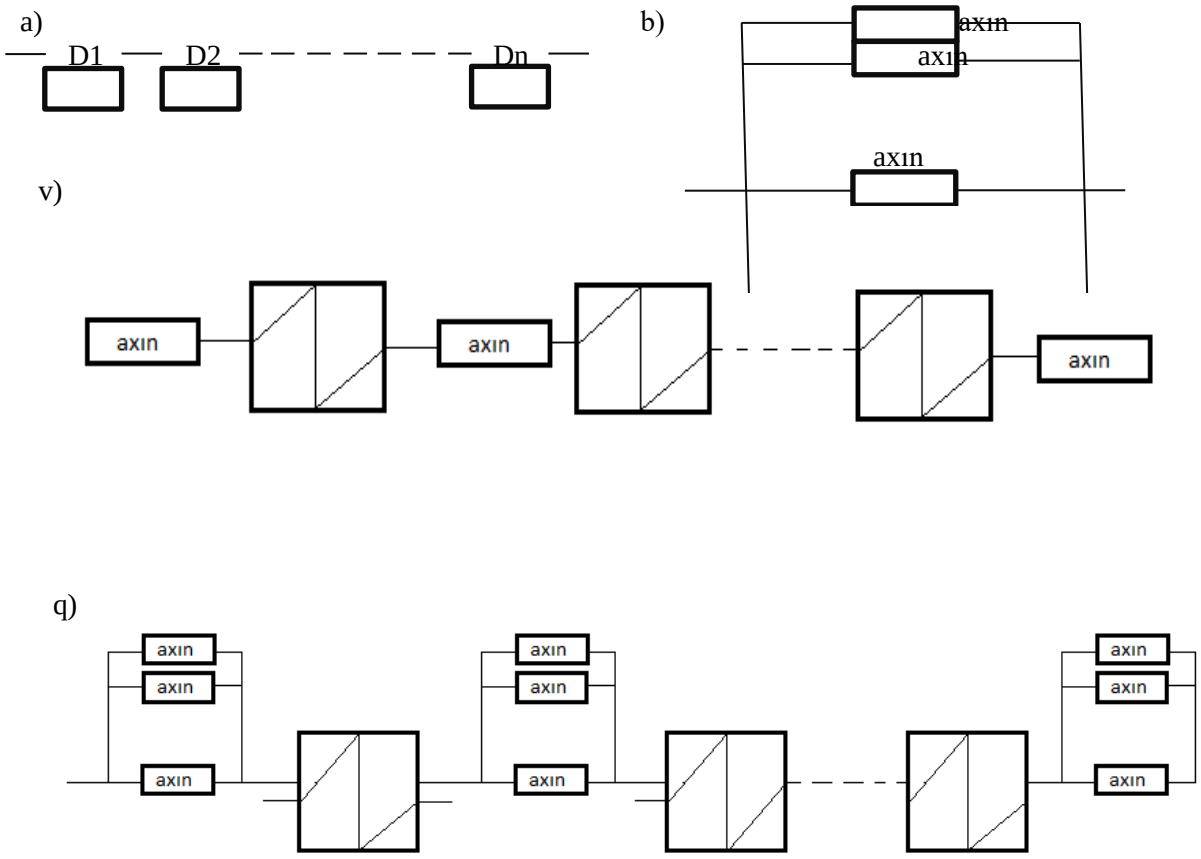
Avtomatik xəttin (AX) idarəetmə sistemi nəzarət, eynivaxtlılıq, tənzimləmə, bloklaşdırma, sazlamanı idarəetmə və siqnallaşdırmadan ibarətdir. Avtomatik xətlərin (AX) tətbiqi əməyin və avadanlığın məhsuldarlığını yüksəldir, dəzgah və işçilərin sayını azaldır və istehsal sahəsini kiçildir. Məhsulun keyfiyyəti yaxşılaşır və sabitləşir. Emalın maya dəyəri aşağı düşməklə bərabər istehsalın ümumi mədəniyyəti yüksəlir [1;6;7].

Avtomatik xətlərə (AX) bir sıra çatışmamazlıqlar da xasdır:

1) emal prosesinin sabitliyini təmin etmək üçün pəstaha tələbatın (xüsusilə emal payının fərqlənməsinə, müxtəlifliyinə və bərkliyinə görə) yüksəkliyi;
2) xətti digər texnoloji prosesə keçirməyin çox zəhmət tələb etməsi;
3) xidmət edən işçinin yüksək ixtisaslı olması;
4) başlanğıc xərclərin çox yüksək olması;
5) bəzi aqreqat və dəzgahların nasazlıqdan dayanması hesabına xəttin faydalı iş əmsalının aşağı düşməsi;
6) avtomat xəttin mənimsənilməsinin çətinliyi.

Yuxarıda qeyd edilənlərə baxmayaraq texnoloji prosesin düzgün işlənməsi, avtomatik xəttin təşkil edən dəzgahların, nəqledici və köməkçi quruluşların düzgün seçilməsi xəttin çatışmazlığını artıqlaması ilə ödəyir.

Eyni zamanda avtomatik xətlər (AX) çevikliyi ilə seçilir. Çevik istehsal sistemi isə öz növbəsində geniş anlayışdır. Aşağıda avtomatik xətlərin struktur düzülüşü verilmişdir (şək.1) [1;2].



Şək.1 Avtomatik xətlərin struktur düzülüşü

Avtomatik xətlər struktur düzülüşünə görə 2 böyük sinfə ayrılır.

a) Tək axınlı
b) Çox axınlı

Avtomatik xətlərinin struktur düzülüşü şək.1 göstərilmişdir. Axın xətlərinin əsas struktur elementləri: sahə və axınlardır.

Axın özü sinxron hərəkətli aqreqat sistemi olub, istənilən avadanlıqların imtinası bütün aqreqatların imtinasına gətirib çıxarır. Xüsusi hallarda axın bir dəzgahdan ibarət ola bilər.

Texnolojilik nöqteyi nəzərdən axında bir və ya bir neçə əməliyyat yerinə yetirilə bilər. əgər bir əməliyyat yerinə yetirilirsə sahədə bir dəzgah olacaqdır. Yox əgər sahə də bir neçə əməliyyat yerinə yetirilərsə sahədə bir-biri ilə əlaqəli bir neçə dəzgah olacaqdır.

Sahə dedikdə - axınların texnolojilik baxımdan paralel işləyən çoxluğu başa düşülür (axınlar bir-birindən asılı olmayanda)

Belə axın və sahələrin təyin edilməsi tələb edir ki, sinxron hərəkətli avtomatik elementar strukturu şəkil 1.v;q-dəki kimi təyin edilir.

Avtomatik xətlərin struktur quruluşu ilk növbədə emal olunan məhsulun texnoloji baxımdan mürəkkəbliyindən və ilk məhsul buraxılışından aslıdır.

Aparılmış tədqiqat işləri və ədəbiyyat mənbələri əsasında araşdırmalardan məlum olmuşdur ki, avtomatik xətlərin məhsuldarlığını təyin etmək üçün sənaye sahələrində istifadı olunan toplayıcıların sayı, hər bir sahənin ayri-ayrılıqda axın qabiliyyəti, istifadə edilən toplayıcıların növü, işçilərin sayı və s. kimi ilkin parametrlər məlum olmalıdır.

Nəticə

Məqalədə maşınqayırma sənayesi sahələrində emal proseslərinin yerinə yetirilməsi ilə yanaşı avtomatik xətlərə xidmət edən digər dəzgah və avadanlıqların da məsələsinə baxılır və bu məsələlərin istehsal sahələrinə tətbiqi tövsiyyə edilir.

Ədəbiyyat

[1] F.Q.Əmirov <<Çoxçeşidli iriseriyalı istehsalda texnoloji proseslərin optimallaşdırılması>> ”Çaşıoğlu”, Bakı – 2013 , 242 s.
[2] Амиров Ф.Г. <<Исследование структурных компоновок двух участковых автоматических пиний>> , << Механика – машиностроение >>, Баку – 2005, ст. 34-36.
[3] Волчевич Л.И., Кузнецов М.М., Усов Б.А. Автоматы и автоматические пинии. М.: << Высшая школа>> , 1976, 229 с.
[4] Дашенко А.И. Автоматизация процессов в машиностроении. М.: << Высшая школа>> , 1973, 456 с.
[5] Моисеев А.А. Оценка коэффициента готовности однопоточных автоматических линий методом приближений. – В сб.: << Некоторые вопросы автоматизации технологических процессов в машиностроении>>. <<ВЗМИ>>, 1977, с. 28-32.
[6] Султан – заде Н.М. <<Надежность и производительность автоматических станочных систем>> Учебное пособие. М.: ВЗМИ, 1982, 80 с.

A NEW ERGONOMIC SCHOOL FURNITURE DESIGN FOR TECHNOLOGY AND DESIGN TEACHING

TEKNOLOJİ VE TASARIM DERSİ İÇİN YENİ BİR ERGONOMİK OKUL MOBİLYASI TASARIMI

M. İsmail Sarı[a], İsmail Şahin[b*], Cengiz Eldem[b], Ceren Kiraz[a], Tolgahan Şahin[a]
[a]G.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Endüstriyel Tasarım Mühendisliği, Ankara, Türkiye, mismailsari@gmail.com, cerenkiraz@gmail.com, tolgahansahin85@gmail.com
[b]G.Ü. Teknoloji Fakültesi, Endüstriyel Tasarım Mühendisliği, Ankara, Türkiye, isahin@gazi.edu.tr, celdem@gazi.edu.tr

Özet

Teknoloji ve Tasarım Dersi öğretim programı, 2017 yılında güncellenen öğretim programları kapsamında yer almaktadır. Teknoloji ve tasarım dersinin, tasarım süreci ile ilgili temel bilgiler kazandırmak, problem tanımlamak ve çözmek (minds-on), uygulama (hands-on) becerilerinin geliştirilmesine yardımcı olmak, görselleştirme becerilerini geliştirmek ile özgür ve özgün düşünme becerilerini geliştirmek gibi amaçları vardır. Bu kazanımlar ile problemi tanımlayabilen, çözüm üretebilen, çözümü görselleştirebilen, üretebilen ve pazarlayabilen, tasarım sürecinin her aşamasına hâkim bireyler yetiştirmek hedeflenmektedir. Öğrenciler teknoloji ve tasarım uygulamalarını, teknoloji ve tasarım sınıflarında bulunan öğrenci sıralarında gerçekleştirmektedir. Günümüzde gelişmiş ülkeler kendi insanlarının standart vücut ölçülerini belirleyerek, iş istasyonu tasarımını bu ölçülere göre en uygun boyut ve biçimde düzenlemektedir. Antropometrik çalışma yeri düzenlemenin amacı, çalışma yeri ölçülerinin insan vücut ölçülerine uyumunun sağlanmasıdır. Bu çalışmada, belirlenen antropometrik özellikler doğrultusunda öğrencilerden veriler elde edilmiştir. Elde edilen veriler ile güncellenen öğretim programının daha verimli halde uygulanabilmesine yönelik yeni bir sıra tasarlanmıştır. Tasarlanan sıra ile öğrencilerin antropometrik özelliklerine uygun, tasarım sürecinin her aşamasının rahatlıkla uygulanabileceği, kullanım ve hareket serbestliği sağlayacak bir ürün amaçlanmaktadır.

Anahtar kelimeler: Teknoloji, Tasarım, Okul, Mobilya, Antropometri.

Abstract

The technology and design lesson' s teaching program is part of the updated teaching programs in 2017. Technology and design lesson aim to provide basic knowledge about design, process to identify and solve problems (minds-on) to help development to hands-on skills to improve visualization skills and to develop free and original thinking skills. With this achievements, it is aimed to educate individuals who can define the problem, produce solution, visualize solution, produce and market it, and master stage of the design process. Students perform technology and design applications on school desk at technology and design classes. Today, developed countries determine the standard body measurements of their own people and design the workstation in the most appropriate size and shape according to these measurements. The aim of the anthropometric work place regulation is to ensure that the working place measures are compatible with human body measurements. In this study, datas were obtained from the students in the direction of determined anthropometric properties. A new school desk was designed to apply the updated teaching program with the obtained data in a more efficient way. A production is aimed which is suitable to students' anthropometric characteristics and which can be easily applied in every phase of the design process and which provides freedom of use and mobility.

Keywords: Technology, Design, School, Furniture, Anthropometry.

1. Giriş

1.1. Teknoloji ve Tasarım Dersi

Teknoloji ve Tasarım Dersi, ilköğretim 7. ve 8. sınıflarda, haftada 2 saat olmak üzere, zorunlu olarak okutulan, öğrencinin öğrenme sürecine aktif olarak katıldığı, öğrenme sürecinin sonunda özgün bir ürün ortaya koyduğu, öğretmen rehberliğinde tasarım sürecini başından sonuna yaşadığı, proje tabanlı, meraka, araştırmaya ve sorgulamaya dayalı bir derstir.

Milli Eğitim Bakanlığı tarafından yenilenen ve 2017 yılında ilan edilen 'Teknoloji ve Tasarım Dersi Öğretim Programı' na göre Teknoloji ve Tasarım Dersi' nin amacı, öğrenmeyi hayat boyu devam ettiren, öğrendiklerini hayatına uygulayabilen, uygulamalarını kendi ve içinde bulunduğu toplum yararına kullanabilen, teknoloji ve tasarım sürecini anlayabilen, yorumlayabilen, yönetebilen, değerlendirebilen, teknoloji ve tasarım okuryazarı bireyler yetiştirmektir [1].

Yenilenen öğretim programında öğrencilerin teknoloji ve tasarım kavramlarını, temel tasarım ilkelerini, tasarım sürecini, inovasyonu, bilgisayar destekli tasarımı, mimari tasarımı, endüstriyel tasarımı, görsel iletişim tasarımını, yenilenebilir enerji uygulamalarını, ürün geliştirmeyi, engelsiz hayat teknolojilerini, akıllı ürünleri, doğadan esinlenerek tasarımı (biyomimetik), ulaşım teknolojilerini, fikri mülkiyet hakkını ve ürün tanıtımını öğrenmeleri hedeflenmektedir. Bu hedefler doğrultusunda öğrencilerden özgün ürünlerini tasarlamaları ve yılsonunda sunmaları istenmektedir.

1.2. Problemin Tanımı

Günümüz eğitim sisteminde, teorik bilgiden ziyade yaparak yaşayarak öğrenme daha fazla önem arz ettiğinden, öğrencinin öğrenme sürecinde aktif, öğretmenin rehber konumunda bulunduğu yapılandırmacı yaklaşım benimsenmiştir. Artık eğitimciler tarafından öğrencilerin derslere aktif katılmalarını engelleyen öğretim yöntemleri yerine, öğrencilerin mümkün olduğunca yapılan etkinliğin içine katıldığı yöntemler tercih edilmektedir [2]. Eğitim öğretim müfredatları bu doğrultuda, yaparak yaşayarak öğrenmeyi mümkün kılacak şekilde sadeleştirilerek yeniden ele alınmaktadır. Fakat sadece müfredatları bu şekilde düzenlemek öğretim programının verimliliği açısından yeterli olmayacaktır. Yeniden düzenlenen müfredatların yanında eğitim öğretimin yapıldığı mekânların da uygulama yapmaya imkân sağlayacak şekilde tasarlanması gerekmektedir. Bu doğrultuda FATİH projesi ile ülkemiz genelinde ki ilk ve orta dereceleri okulların teknolojik altyapıları yenilenmektedir. FATİH projesi ile tüm sınıflara etkileşimli tahta, tüm öğrencilere tablet ve tüm okullara fiber internet ağı sağlanmaktadır.

Okulların teknolojik imkânları çağı yakalarken, fiziki koşullarını göz ardı etmemek gerekir. Fiziki ortamdaki hataların, öğrencinin konuya yoğunlaşmasını, davranışlarını ve öğrenmesini etkilediği, yapılan çalışmalarla bilinmektedir[3]. Öğrencilerin antropometrik ölçülerine uyumlu üretilmeyen okul mobilyalarının, kas-iskelet sistemi problemlerini yetişkinliğe taşıyabileceği bildirilmiştir[4]. Özellikle büyümenin hızlı bir şekilde yaşandığı adolesan dönemdeki çocuklarda postür bozuklukları ve ortopedik rahatsızlıklar sıkça görülmektedir. Dolayısıyla fiziki ortamlar ve kullanılan ürünler (sıra, masa vb.) öğrencilerin sağlığına zarar vermeyecek şekilde, antropometrik özelliklerine göre tasarlanmalıdır. Yapılan çalışmalar çok az sayıda öğrencinin kendi antropometrik ölçülerine uygun okul mobilyası kullandığını göstermektedir[4]. Ülkemizde hali hazırda kullanılmakta olan öğrenci sıralarının bir bölümü Almanya ve İngiltere' de yapılmış antropometrik çalışmalardan elde edilen verilerden yararlanılarak veya her hangi bir çalışmaya dayanmadan üretilen sıralardır[5]. Hâlbuki antropometrik değerler ulus, bölge, yaş, cinsiyet, beslenme, sağlık, spor ve hatta sosyal statü gibi faktörlere göre değişiklik göstermektedir.

Bu çalışmada, öğrencilerin Teknoloji ve Tasarım Dersi' nde çizim yaparken ve uygulama gerçekleştirirken ideal vücut pozisyonunu korumalarını sağlayacak, yüksekliği ve eğimi ayarlanabilen, öğrencilerin antropometrik özelliklerine uygun öğrenci sırası ile masası tasarlanmıştır. Çalışma Van ili İpekyolu ilçesinde

bulunan 234 öğrenci ile gerçekleştirilmiştir. Öğrencilerden elde edilen antropometrik veriler düzenlenmiş ve ortalama değerler çıkartılmıştır. Elde edilen ortalama değerler doğrultusunda bilgisayar ortamında öğrenci sırasının ve masasının 3B modeli oluşturulmuştur.

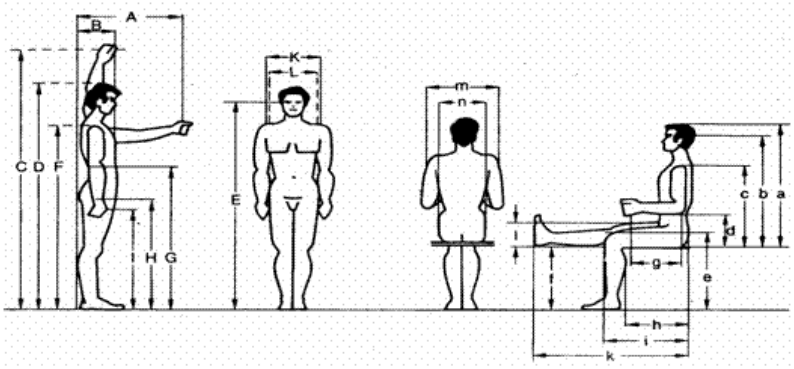
2. Antropometri

Antropometri, temel olarak insan bedeninin ölçülerini inceleyen bilim dalıdır (Şekil 1). İnsanların statik duruş ve oturuşlarında ölçülen metrik değerleri ele alan çalışma alanına statik antropometri, insanların kol, bacak ve gövdesini çalışma esnasında ele alan çalışma alanına ise dinamik antropometri denir.

Her toplumun kendine özgü antropometrik değerleri vardır ve topluma özgü antropometrik değerlerin bilinmesi sağlık, mühendislik, mimarlık, endüstriyel tasarım vb. alanlarda hedef kitleye yönelik her türlü çalışma ve tasarımda maksimum fayda sağlamaktadır [6].

Antropometrik veriler tüm aletlerin, donanımların, mobilyaların ve giysilerin ergonomik olarak fiziksel ölçülerini belirlemede kullanılır. Böylece aletin ve ürünün ölçüleri kullanıcıların ölçüleriyle uyumlu hale getirilir [7,8]. İnsanı baştan tasarlamak mümkün olmadığından, çalışma ortamının insan ölçülerine ve özelliklerine göre tasarlanması gerekir. Antropometrik değerler bilinmeden doğru ve rasyonel bir mekân tasarımı yapılamaz. Bir ürün, teknik yönden ne kadar mükemmel olursa olsun, kullanıcının ölçülerine ve biyomekanik özelliklerine uygun değilse, etkin olarak kullanılamaz [9,10].

1950’ li yıllarda yapılan antropometrik ölçümleri değerlendiren Hertzberg, ergonomik tasarımlar açısından önemli olan otuz ölçüyü saptamıştır. Bunlardan önemlileri boy, kalça genişliği, kalçadan yukarı yüksekliği, kalçadan dirsek yüksekliği, kalçadan göz yüksekliği, kalça-bacak açıklığı, omuz genişliği, dirsek yüksekliği, omuz-dirsek arası, dirsek el uzunluğu, dirsek-bilek arası, zeminden diz yüksekliği, zeminden kalça altına kadar olan yükseklik, karın derinliği, bacak kalınlığı, ayak uzunluğu, ayak genişliği, el uzunluğu, el genişliği ve avuç uzunluğudur [11].



Tanımı	erkek			kadın		
	alt sınır	ortalama değer	üst sınır	alt sınır	ortalama değer	üst sınır
Ayakta						
A Öne doğru uzanma mesafesi	622	722	787	616	690	762
B Göğüs derinliği, ayakta	233	276	318	238	285	357
C İki kol ile yukarı doğru uzanma mesafes	1910	2051	2210	1748	1870	2000
D Boy	1629	1733	1841	1510	1619	1725
E Göz yüksekliği	1509	1613	1721	1402	1502	1596
F Omuz yüksekliği	1349	1445	1542	1234	1339	1436
G Dirsek yüksekliği (ayakta, yerden)	1021	1096	1179	957	1030	1100
H Yerden apış arasına kadar olan mesafe	.752	816	886	-	-	-
I El yüksekliği (yerden)	728	767	828	664	738	803
K Omuz (çıkıntıları arası) genişliği	367	398	428	323	355	388
L Kalça genişliği (ayakta)	310	344	368	314	358	405
Otururak						
a Üst vücut yüksekliği	849	907	962	805	857	914
b Göz yüksekliği (otururak)	739	790	844	680	735	785
c Omuz yüksekliği (otururak)	561	610	655	538	585	631
d Dirsek yüksekliği (otururak)	193	230	280	191	233	278
e Diz yüksekliği	493	535	574	462	500	542
f Baldır yüksekliği (ayak dahil)	399	442	480	351	395	434
g Dirsek, avuç (kavrama ekseni) mesafesi	327	362	389	292	322	364
h Vücut derinliği (otururken)	452	500	552	426	484	532
i Kalça - diz ucu mesafesi	554	599	645	530	587	631
k Kalça - ayak tabanı mesafesi	964	1035	1125	955	1044	1126
l Uyluk kalınlığı	117	136	157	118	144	173
m Dirsek arası mesafe	399	451	512	370	456	544
n Kalça genişliği (otururken)	325	362	391	340	387	451

Şekil 1. Ergonomik Tasarımlar Açısından Önemli Antropometrik Ölçüler [12].

3. Araştırma

3.1. Metod

Çalışma Van ili İpekyolu ilçesi Şehit Kemal Görgülü Ortaokulu' nda ki 7. ve 8. sınıf öğrencilerinin katılımıyla gerçekleştirilmiştir. Çalışmaya katılan öğrencilere yapılacak çalışma ve ölçümler ile ilgili bilgi verilmiştir. Antropometrik veriler Ocak 2017' de toplanmıştır.

Antropometrik verilerin toplanmasında ekonomik ve kullanışlı olmasından dolayı serbest ölçüm yöntemi tercih edilmiştir. Çalışmada yer alan öğrencilerin herhangi bir bedensel özrünün olmamasına dikkat edilmiştir. Antropometrik ölçümler alınmadan önce ölçüm aletleri kalibre edilmiştir. Ölçümler alınırken katılımcıların en az giysili olmalarına dikkat edilmiştir. Öncelikli olarak katılımcıların boyları ve kiloları ölçülmüştür. Boy ve kilo ölçümünün ardından statik durumda ki katılımcıların dirsek avuç mesafesi, dirsek arası mesafesi, yerden diz altı yüksekliği, üst vücut yüksekliği, omuz yüksekliği, yerden diz yüksekliği, dirsekler arası genişlik, oturma yeri genişliği ve oturak derinliği çelik metre ile ölçülmüştür. Yapılan antropometrik ölçümler her sınıfa özel olacak şekilde Tablo 1' deki veri formuna kaydedilmiştir.

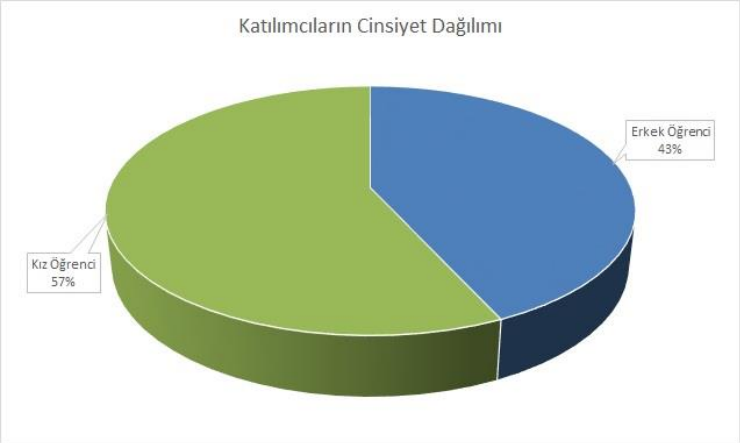
Tablo 1. Antropometrik Ölçüm Veri Toplama Formu

…….. OKULU				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
SIRA NO	ADI SOYADI	SINIFI	CİNSİYET	KİLO	BOY	DİRSEK AVUÇ MESAFESİ	DIRSEK ARASI MESAFE	YERDEN DIZ ALTI YÜKSEKLİĞİ	ÜST VÜCUT YÜKSEKLİĞİ	OMUZ YÜKSEKLİĞİ	YERDEN DİZ YÜKSEKLİĞİ	DİRSEKLER ARASI GENİŞLİK	OTURMA YERİ GENİŞLİĞİ	OTURMA YERİ DERİNLİĞİ
1														
2														
3														
4														
5														
6														
7														
8														
9														
10														

Veri toplama formuna kaydedilen veriler, sayısal analiz yazılımına aktarılmıştır. Sayısal analiz yazılımına aktarılan verilerin minimum, ortalama ve maksimum değerleri elde edilmiştir. Elde edilen değerler ile tablolar ve grafikler oluşturulmuştur. Analizleri yapılan değerler neticesinde öğrencilerin antropometrik ölçüleri ile Teknoloji ve Tasarım Dersi' nde kullanıma uygun öğrenci sırası ve masası 3B modelleme yazılımı ile modellenmiştir.

3.2.Bulgular

Çalışma 234 adet 7. ve 8. sınıf öğrencisinin katılımıyla gerçekleştirilmiştir. Çalışmaya katılan öğrencilerin %43' ünü erkek, %57' sini ise kız öğrenciler oluşturmaktadır (Şekil 2).



Şekil 2. Katılımcıların Cinsiyet Dağılımı

Katılımcılara ait antropometrik veriler Tablo 2' de yer alan antropometrik ölçüm verileri formuna minimum, ortalama ve maksimum değerleri gösterir şekilde kaydedilmiştir.

Tablo 2. Antropometrik Ölçüm Verileri

ŞEHİT KEMAL GÖRGÜLÜ ORTAOKULU*		KATILIMCILARDAN ELDE EDİLEN ANTROPOMETRİK VERİLER			
SIRA NO	ÇALIŞMADA KULLANILAN ANTROPOMETRİK ÖLÇÜLER	SINIF	MIN.	ORT.	MAX.
1	Ağırlık (kg)	7. Sınıf	34,2	41,6	58,3
		8. Sınıf	34,8	53,3	67,1
2	Boy (cm)	7. Sınıf	137	148,1	169
		8. Sınıf	143	161,1	170
3	Dirsek Avuç Mesafesi (cm)	7. Sınıf	18	26,2	37
		8. Sınıf	23	32,9	38
4	Dirsek Arası Mesafesi (cm)	7. Sınıf	29	33,7	46
		8. Sınıf	26	38,4	50
5	Yerden Diz Altı Yüksekliği (cm)	7. Sınıf	31	38,4	42
		8. Sınıf	37	43,5	49
6	Üst Vücut Yüksekliği (cm)	7. Sınıf	68	76,4	93
		8. Sınıf	74	83,5	94
7	Omuz Yüksekliği (cm)	7. Sınıf	49	54,2	64
		8. Sınıf	49	59,4	70
8	Yerden Diz Yüksekliği (cm)	7. Sınıf	37	46,7	57
		8. Sınıf	43	53,1	58
9	Oturma Yeri Genişliği (cm)	7. Sınıf	21	29,8	40
		8. Sınıf	22	35,5	43
10	Oturma Yeri Derinliği (cm)	7. Sınıf	27	38,2	50
		8. Sınıf	33	45,2	51

Tablo 2' de yer alan antropometrik ölçüm verilerine göre; 7. sınıftaki katılımcıların ağırlık ortalaması 41,6 kg, 8. sınıftaki katılımcıların ağırlık ortalaması 53,3 kg, katılımcıların genel ağırlık ortalaması ise 47,5 kg' dır. Antropometrik ölçüm verilerine göre; 7. sınıftaki katılımcıların boy ortalaması 148,1 cm, 8. sınıftaki katılımcıların boy ortalaması 161,1 cm, katılımcıların genel boy ortalaması ise 154,6 cm' dir. Antropometrik

ölçüm sonucunda elde edilen dirsek avuç mesafesi verilerine göre; 7. sınıftaki katılımcıların ortalaması 26,2 cm, 8. sınıftaki katılımcıların ortalaması 32,9 cm, katılımcıların genel ortalaması 29,5 cm' dir. Antropometrik ölçüm sonucunda elde edilen dirsek arası mesafesi verilerine göre; 7. sınıftaki katılımcıların ortalaması 33,7 cm, 8. sınıftaki katılımcıların ortalaması 38,4 cm, katılımcıların genel ortalaması ise 36 cm' dir. Antropometrik ölçüm sonucunda elde edilen yerden diz altı yüksekliği verilerine göre; 7. sınıftaki katılımcıların ortalaması 38,4 cm, 8. sınıftaki katılımcıların ortalaması 43,5 cm, katılımcıların genel ortalaması ise 40,9 cm' dir. Antropometrik ölçüm sonucunda elde edilen üst vücut yüksekliği verilerine göre; 7. sınıftaki katılımcıların ortalaması 76,4 cm, 8. sınıftaki katılımcıların ortalaması 83,5 cm, katılımcıların genel ortalaması ise 80 cm' dir. Antropometrik ölçüm sonucunda elde edilen omuz yüksekliği verilerine göre; 7. sınıftaki katılımcıların ortalaması 54,2 cm, 8. sınıftaki katılımcıların ortalaması 59,4 cm, katılımcıların genel ortalaması ise 56,8 cm' dir. Antropometrik ölçüm sonucunda elde edilen yerden diz yüksekliği verilerine göre; 7. sınıftaki katılımcıların ortalaması 46,7 cm, 8. sınıftaki katılımcıların ortalaması 53,1 cm, katılımcıların genel ortalaması ise 49,9 cm' dir. Antropometrik ölçüm sonucunda elde edilen oturma yeri genişliği verilerine göre; 7. sınıftaki katılımcıların ortalaması 29,8 cm, 8. sınıftaki katılımcıların ortalaması 35,5 cm, katılımcıların genel ortalaması ise 32,6 cm' dir. Antropometrik ölçüm sonucunda elde edilen oturma yeri derinliği verilerine göre; 7. sınıftaki katılımcıların ortalaması 38,2 cm, 8. sınıftaki katılımcıların ortalaması 45,2 cm, katılımcıların genel ortalaması ise 41,7 cm' dir.

Antropometrik ölçüm verileri incelendiğinde kız ve erkek öğrenciler arasında ki ölçü farkının az olduğu ve kız öğrencilerin erkek öğrencilere oranla daha küçük ölçülere sahip olduğu görülmektedir.

4. Teknoloji ve Tasarım Dersi için Öğrenci Sırası ve Masası Tasarımı

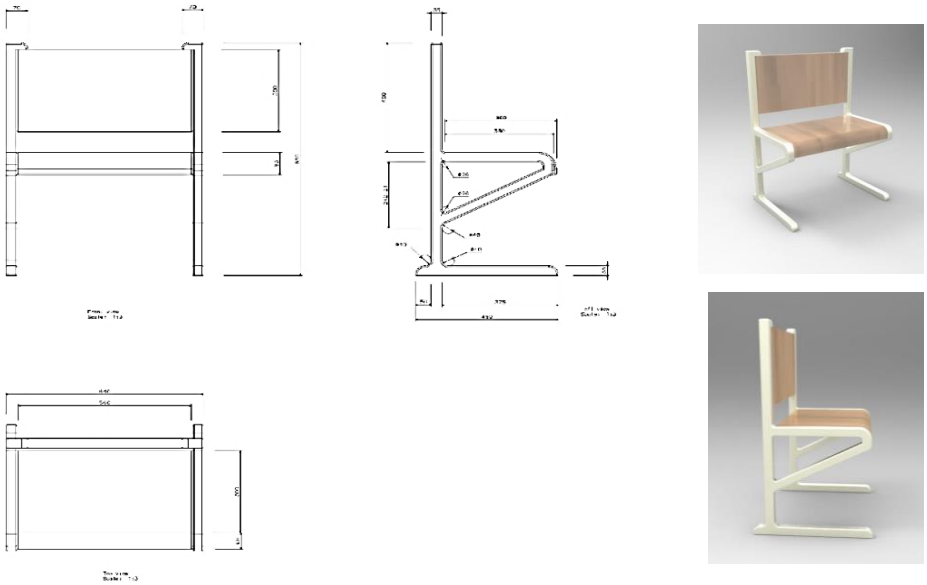
Teknoloji ve Tasarım Dersi temel olarak, endüstriyel tasarım, mimari tasarım ve grafik tasarım konularında okuryazar olan, bu konularda özgün ürünler ortaya koyabilen, ürünlerini sunabilen, tasarım sürecine hâkim bireyler yetiştirmeyi hedeflemektedir. Bu doğrultuda yenilenen öğretim programında yer alan bazı ünitelerde öğrencilerden çalışmalarını çizim, maket veya ürün olarak uygulamaları beklenmektedir. Dolayısıyla öğrencilerin çalışmalarını gerçekleştirecekleri sıralar ve masalar öğrenci antropometrisine, proje çizimine, maket ve ürün çalışması yapımına uygun olmalıdır.

Yapılan antropometrik ölçüm çalışması ile Teknoloji ve Tasarım Dersi gereksinimleri göz önünde bulundurularak bilgisayar ortamında 3B sıra ve masa tasarımı gerçekleştirilmiştir. Sıra ve masa ölçüleri belirlenirken ortalama antropometrik ölçüm verileri kullanılmıştır. Teknoloji ve Tasarım Dersi'nde uygulamalar bireysel olarak gerçekleştirildiğinden, sıra ve masa öğrencilerin birbirlerini rahatsız etmeden daha serbest çalışmalarına imkân sağlayacak şekilde tekli olarak tasarlanmıştır (Şekil 3).

Sıra tasarımı ortalama antropometrik ölçüm verileri kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Tasarımda öğrencilerin antropometrik ölçüm verileriyle sıra ölçüleri uyumlu hale getirilmiştir. Şekil 3'te tasarlanan öğrenci sıra ve masasının eskiz ve 3B modelleri görülmektedir. Şekil 4'te ise tasarlanan öğrenci sırasının teknik resim çizimleri ve 3B modeli görülmektedir.

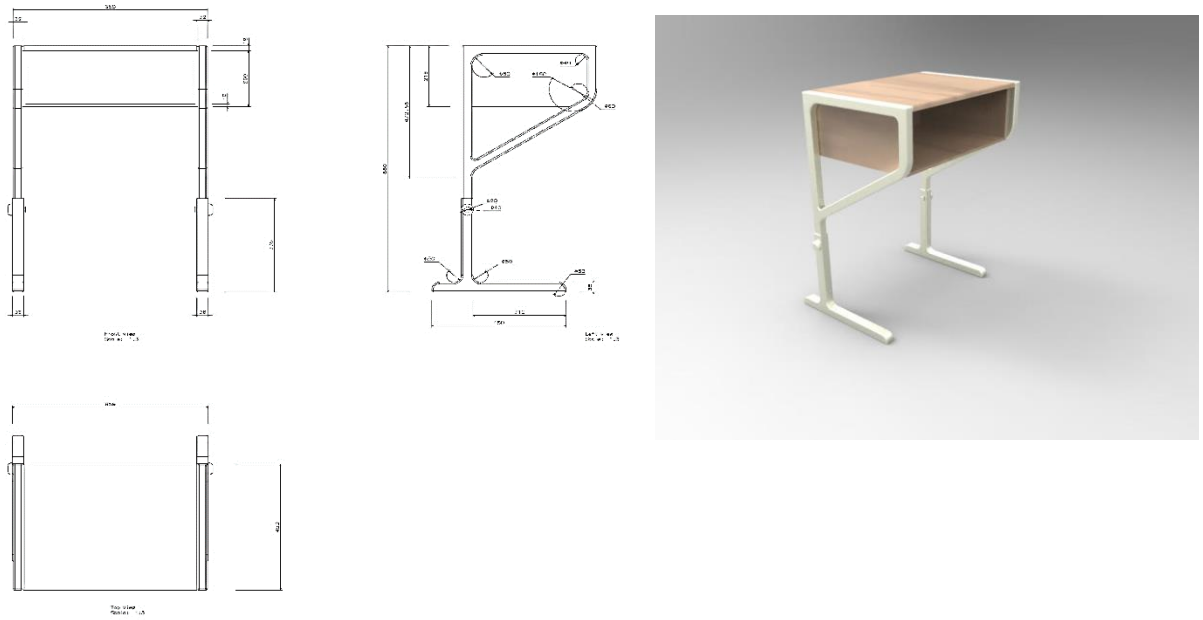


Şekil 3. Teknoloji ve Tasarım Dersi İçin Tasarlanan 3B Tekli Sıra Ve Masa Modeli İle Eskiz Çalışmaları



Şekil 4. Öğrenci Sırası Teknik Çizimi ve 3B Modeli

Masa tasarımında, araştırma neticesinde elde edilen antropometrik ölçüm verileri ile Teknoloji ve Tasarım Dersi gereklilikleri göz önünde bulundurulmuştur. Bu doğrultuda tablası ve iskeleti dinamik bir masa modeli geliştirilmiştir (Şekil 5).



Şekil 5. Öğrenci Masası Teknik Çizimi ve 3B Modeli

Dinamik tabla tasarımı, masa yüzeyinin eğimini kontrol edebilmeyi mümkün kılmaktadır. Dinamik tabla tasarımıyla, öğrencinin postürünü koruyarak çizim ve uygulama gerçekleştirebilmesi amaçlanmıştır. Dinamik tabla, çizim çalışmalarında öğrencinin daha rahat çizim yapmasına olanak sağlamaktadır (Şekil 6).



Şekil 6. Dinamik Tabla Tasarımı

Dinamik tablanın yanı sıra masa tasarımında, öğrencinin masa yüksekliğini konumuna uygun hale getirmesini sağlayacak üç kademeli yükseklik ayarlama sistemi geliştirilmiştir. Üç kademeli yükseklik ayarlama sistemi, öğrencinin oturur konumda veya ayakta, postürüne bozmadan rahatlıkla çalışmasını mümkün kılmaktadır (Şekil 7).



Şekil 7. Üç Kademeli Yükseklik Ayarlama Sistemi

5. Sonuç

Yapılan literatür taramasında, hali hazırda ülkemizde ki ilk ve orta dereceli okullarda kullanılmakta olan öğrenci sıralarının ve masalarının büyük bir çoğunluğunun öğrencilerin antropometrik ölçülerine uygun olmadığı görülmüştür. Kullanılan sıra ve masaların da genellikle Alman ve İngiliz ölçüleri referans alınarak veya ölçüsüz olarak üretildiği görülmüştür. Vücut gelişiminde genetik etkenin yanında, kültürel ve çevresel etkenlerin de etkili olduğunu gösteren çalışmalara rastlanmıştır [13]. Özellikle adolesan dönemde yaşanılan ortopedik rahatsızlıkların, yaşamın ilerleyen dönemlerinde de olumsuzluklara neden olacağı öğrenilmiştir.

Ülkemizde ilköğretim 7. ve 8. sınıflarda zorunlu olarak okutulan Teknoloji ve Tasarım Dersi diğer derslere oranla öğrencinin öğrenim sürecinde daha fazla aktif olduğu, kendi ürününü ortaya koyduğu ve sunumunu yaptığı bir derstir. Bu derste öğrenci tasarım sürecine uygun olarak gerçekleştireceği ürünü meydana getirmeden önce araştırmasını, taslak önerisini ve model çizimini yapmak zorundadır. Dolayısıyla öğrencinin kullanacağı okul mobilyası, postürünü bozmadan çizim ve uygulama yapabilmesine imkân sağlamalıdır.

Bu çalışma ile 7. ve 8. sınıf öğrencilerinin antropometrik ölçülerine uygun, birbirlerini rahatsız etmeden kolaylıkla çalışabilecekleri öğrenci sırası ve masası tasarlanmıştır. Eğimi kontrol edilebilen dinamik tabla öğrencilerin postürlerini koruyarak çizim yapmalarını mümkün kılmaktadır. Aynı zamanda masanın üç kademeli yükseklik ayarlama sistemine sahip olması, öğrencilerin oturur pozisyonda veya ayakta postürlerini koruyarak rahatlıkla çalışabilmesini sağlamaktadır. 3B modellemesi yapılan bu okul mobilyasıyla, öğrencilerin Teknoloji ve Tasarım Dersi' nde postürlerini koruyarak, rahat, kolay ve sağlıklı bir tasarım süreci geçirecekleri öngörülmektedir.

Kaynaklar

[1] Web: http://mufredat.meb.gov.tr/ProgramDetay.aspx?PID=150, Ziyaret Tarihi: 23.07.2017.
[2] Ünal, Ç., Çelikkaya, T., "Yapılandırmacı Yaklaşımın Sosyal Bilgiler Öğretiminde Başarı, Tutum ve Kalıcılığa Etkisi (5. Sınıf Örneği)", Atatürk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, 13(2): 197-212, (2009).
[3] Yeats, B., "Factors That May İnfluence The Postural Health Of Schoolchildren (K-12)", Work, 9(1):45-55, (1997).
[4] Açık, E., Kayıhan, H., Aran, O., T., "İlköğretim Okullarında Okul Mobilyasının Antropometrik Uygunluğunun Değerlendirilmesi – Pilot Çalışma", Ergoterapi ve Rehabilitasyon Dergisi, Hacettepe Üniversitesi, 2(3): 131-140, (2014).
[5] Akın, G., Gültekin, T., Bektaş, Y., Önal, S., Tuncel, E., "Üniversite Öğrencileri İçin Sıra Tasarımı", Ankara Üniversitesi Dil ve Tarih-Coğrafya Fakültesi Dergisi, 54(1): 269-286, (2014).
[6] Güleç, E., Akın, G., Sağır, M., Koca Özer, B., Gültekin, T., Bektaş, Y., "Anadolu İnsanının Antropometrik Boyutları: 2005 Yılı Türkiye Antropometri Anketi Genel Sonuçları", Ankara Üniversitesi Dil ve Tarih-Coğrafya Fakültesi Dergisi, 49(2): 187-201, (2009).

[7] Dizdar, E. N., "Ergonomik İş İstasyonu Tasarımında İlk Adım 'Antropometri'"., Mesleki Sağlık ve Güvenlik Dergisi, 38-44, (2003).
[8] Güler, Ç., Vaizoğlu, S. A., Tekbaş, Ö. F., "Temel Ergonomi Kavramları", Mesleki Sağlık ve Güvenlik Dergisi 22-26, (2000).
[9] Özok, A. F., "Ergonomik Açıdan Çalışma Yeri Düzenleme ve Antropometri", Türk Metal Sendikası, 125, (1988).
[10] Şimşek, M., "Mühendislikte Ergonomik Faktörler", Marmara Üniversitesi Yayınları, (1994).
[11] Altıparmak, R., S., "Ülkemiz İnsan Antropometrisine Uygun Mutfak Mobilyası Tasarımı İçin Veri Bankasının Oluşturulması Ve Bir Uygulama", Zonguldak Karaelmas Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Mobilya ve Dekorasyon Eğitimi Anabilim Dalında Bilim Uzmanlığı Tezi, (2006).
[12] Web: http://enm.blogcu.com/kaslar-calismalari-ve-antropometri-5/2661306, Ziyaret Tarihi: 23.07.2017.
[13] Arı, İ., İkiz, İ., Çimen, A., Erem, T., "Uludağ Üniversitesi Kız Öğrencilerinde Bazı Antropometrik Yükseklik Ve Genişlik Ölçüleri", Uludağ Üniversitesi Tıp Fakültesi Dergisi, (1-2-3): 51-54, (1996).

ANT COLONY OPTIMIZATION FOR A VARIETY OF CLASSIC ASSIGNMENT PROBLEMS

Mehmet Fatih Demiral
Department of Industrial Engineering, Faculty of Engineering and Architecture,
Mehmet Akif Ersoy University, Burdur, Turkey
E-mail: mfdemiral@mehmetakif.edu.tr

Abstract

Assignment problem is among the most popular and widely studied NP-hard problems in the literature. The classic version is a problem, which aims to assign all of the workers to the jobs and vice-versa by minimizing total cost of payment between workers and jobs. The problem has great attention by scientists in the field of operations research since it was put forth. Many resolution approaches have been successfully implemented on this problem. There exist exact, heuristic and metaheuristic resolution methods for the assignment problem. The assignment problem has also other versions and many techniques were applied to the non-classical types. In this research, the Ant Colony Optimization (ACO) has been implemented on a variety of classic assignment problems having different objectives: the classic one, the maximizing sales revenue and maximizing profit earning from workers. In the application part, the ACO has been applied for a group of randomly generated problems and results have been presented. The findings show the statistical differences among results obtained from assignment models. Thus, a decision maker probably a manager can prefer one model to another in financial point of view at different times.

Keywords: Assignment Problem, Integer Programming, Ant Colony Optimization, Combinatorial Problems.

1. Introduction

Assignment Problem (AP) is the most basic combinatorial problem on which many scientists have been working and has been getting more attention since last decades. AP has many types which are still working on in the literature. Those types are still applicable in many fields of industry. In the same time, Operations Researchers have been studied many types of assignment problem and applied them into the real world. Personal assignment problem (PAP) is the most common and widely studied assignment problem in the context of Operational Research. In the literature, man can encounter with versions of classic and non-classic models. The classical form of PAP entails the assignment of right tasks to right workers. Other words, the classical type of assignment problem aims to minimize total cost paid to the workers while assigning right jobs to right workers. Although the classical type of the problem has classical type of objective which is to minimize cost function, two basic different types of objectives can be counted as optimization function. One of them is to consider maximizing sales function and another objective aims at maximizing total profit.

In this study, as mentioned above apart from other studies in the literature, three classical type of assignment models have been discussed and applied on randomly generated problems in the application section. The models discussed on have different type of objective. Therefore, the findings obtained from those models show some differences in case of mean, standard deviation and variance. When those are compared, it would be obvious to prefer one to another in perspective of decision makers. Despite the profit is in front, decision maker can prefer to minimize cost or maximize sales in order to balance earnings from workers. This is due to the fact that a firm might be in trouble gaining profit in long term. When a manager focuses on only profit, not to balance profit gaining from each worker, this will cause a worker fatigue problem. The workers in a firm may not work with the same performance in the long term. However, the profit maximization model is already valid through the short run.

The rest of the paper is organized as follows. Section 2 gives literature research for assignment models and resolution approaches. In Section 3, three classic models are presented as linear programming model. The

models are applied on randomly generated problems and results are discussed in Section 4. Section 5 concludes the paper with a summary.

2. Literature Research

In the literature, there exist several types of classic assignment problems. Here, it should be mentioned about them. The classic one is to find a one-to-one matching between n tasks and n agents. A particular version of the classical assignment problem in [1] is to find optimal matching between n tasks and m qualified agents. According to this model, not every agent is qualified to do every task. The objective is utility maximization. A variation on the classic AP in [2] takes m agents, n tasks but only a k-subset of agents and tasks are to be assigned. As so, the problem is called as k-cardinality assignment problem. The objective is to minimize the total cost of assignment. In the literature, a maxi-min version of the classic AP is presented in [3]. The problem is named as "bottleneck AP". The aim of the objective function is to assign workers to jobs in such a way that minimum efficiency of such assignments will be maximized. The bottleneck AP is subject to the usual constraints for the classical AP. The min-max type of "bottleneck AP" has been also considered in the literature. The balanced AP is described in [4] which aims to recognize both objectives by minimizing the difference between maximum and minimum assignment values. The balanced AP is subject to the same constraints as in classic AP and bottleneck AP.

Gupta and Punnen [5] and Duin and Volgenant [6] discussed minimum deviation AP. The main difference between balanced AP and this problem is that minimum deviation AP minimizes the difference between maximum and average assignment costs. The problem is subject to the usual classical AP constraint set. The researchers can also encounter with several types of assignment models. For instance, multi-criteria assignment problem is one of the most famous studied areas in the literature. The most basic version of the AP that allows an agent to be assigned to multiple tasks is the generalized assignment problem (GAP). GAP allows for the possibility that an agent can be assigned to more than one task while considering the capacity of an agent to do those tasks. There exist multi-dimensional assignment problems in which the problem is one of matching the members three or more sets. Gilbert and Hofstra [7] identify two different versions of the three dimensional AP which is called planar and axial APs. All assignment model types are discussed in [8,9] in detail.

Here, the related literature ACO algorithm implementations on AP have been given. Dorigo et al. [10] introduced Ant Colony Optimization (ACO) Algorithm as a novel nature inspired metaheuristic based on the behavior of ants searching for the shortest path from their colony to a source of food. At first, it was proposed to apply on traveling salesman problem. The algorithm runs on a communication basis between artificial ants via artificial pheromone trails left by other ants. Thus, better solutions can be obtained due to the cooperative interaction between the ants. Wang et. al [11] introduced an improved ACO algorithm and applied it on the assignment problem. Base on that the article shows the superiority of the ACO algorithm. A number of scientists have been applied to solve PAP in the literature. Yin and Wang [12], Guthjahr and Rauner [13], Chaharsooghi and Meimand Kermani [14], Wang et.al. [15], Mian et. al. [16] and Theppakorn et. al. [17] applied different techniques and ACO algorithm to PAP, other words Human Resource Allocation Problem (HRAP). At last, they compared the ACO algorithm with those techniques and concluded that the ACO algorithm is superior to those ones [9].

3. Mathematical Models for the Classic APs

The classical type of assignment problem is discussed in almost every textbook. The cost minimization model is valid through for many applications in the field of management science and operations research. The classical mathematical model of assignment problem in (1) may be given as:

$$\text{Minimize} \quad \sum_{i=1}^{n}\sum_{j=1}^{n} c_{ij}x_{ij}$$

$$\text{s.t.} \quad \sum_{i=1}^{n} x_{ij} = 1 \qquad j = 1,2,\ldots\ldots\ldots\ldots,n,$$

$$\sum_{j=1}^{n} x_{ij} = 1 \qquad i = 1,2,\ldots\ldots\ldots\ldots,n, \qquad (1)$$

$$x_{ij} = 0 \quad or \quad 1,$$

where $x_{ij}=1,$ if worker i is assigned to job j, 0 if not, c_{ij} is the cost of payment given to worker i when assigned to task j. The first set of constraints ensures that every job is assigned to a worker and the second set of constraints ensures that every worker is assigned to a job. Variables are already binary decision variables as last constraint requires.

If desired, the objective function may be taken as maximization. This problem is called as *maximization assignment problem.* The maximization version of classical AP in (2) may be given as:

$$\text{Maximize} \quad \sum_{i=1}^{n}\sum_{j=1}^{n} s_{ij}x_{ij}$$

$$\text{s.t.} \quad \sum_{i=1}^{n} x_{ij} = 1 \qquad j = 1,2,\ldots\ldots\ldots\ldots,n,$$

$$\sum_{j=1}^{n} x_{ij} = 1 \qquad i = 1,2,\ldots\ldots\ldots\ldots,n, \qquad (2)$$

$$x_{ij} = 0 \quad or \quad 1,$$

where $x_{ij}=1,$ if worker i is assigned to job j, 0 if not, s_{ij} is the sales revenue gaining from worker i when assigned to job j. The maximization version is subject to the same constraints as classical AP.

The objective function may be taken as profit maximization, if desired. The profit maximization version of classical AP in (3) may be given as follows:

$$\begin{aligned} &\textit{Maximize} \quad \sum_{i=1}^{n}\sum_{j=1}^{n}\left(c_{ij}-s_{ij}\right)x_{ij} \\ &s.t. \qquad \sum_{i=1}^{n} x_{ij}=1 \qquad j=1,2,\ldots\ldots\ldots\ldots,n, \\ &\qquad \sum_{j=1}^{n} x_{ij}=1 \qquad i=1,2,\ldots\ldots\ldots\ldots,n, \\ &\qquad x_{ij}=0 \quad or \quad 1, \end{aligned} \tag{3}$$

where $x_{ij}=1$, if worker *i* is assigned to job *j*, 0 if not, (c_{ij} - s_{ij}) is the profit gained from worker *i* when assigned to job *j*. The profit maximization version is subject to the same constraints as classical AP.

Above mentioned three classical types of models are applied on some datasets and the results related to the firm's profit gained from workers are compared. The model which has more stable statistical results is accepted as applicable model for the considered company. In other words, the more stable profit gained from each worker implies the more stable company profit in long run.

4. Application of the ACO Cycle Algorithm for the Classic APs

Dorigo et al. [10] introduced Ant Colony Optimization (ACO) Algorithm as a novel nature inspired metaheuristic based on the behavior of ants searching for the shortest path from their colony to a source of food. The authors found out the relation between the behavior of ants searching strategy for finding food and optimization. Thereafter, they formulated the relation in compact form and it has begun to apply in many optimization problems. There exist many proposed types of ACO algorithms in the literature. The best known types can be counted as ACO density algorithm, ACO quantity algorithm and ACO cycle algorithm. Here, three distinct objective functions are evaluated using ACO cycle algorithm. As explained clearly, the overall steps of ACO algorithm are given below:

4.1. Steps of the ACO Cycle Algorithm for the Classic APs

Step 1. Allocate a certain number of ants $b_i(t)$ to each worker. Update tabulists for all ants. Reset to amount of pheromone for each worker to job assignment. Make iteration counter l=0.

Step 2. Repeat the following operations until making all tabulists full.

Assign each worker to each job depending on the possibility $P_{ij}(t)$ in (4) according to following equation. Thus select job j for worker i. Include the worker to job assignment in tabulist of ant k.

$$P_{ij}(t)=\begin{cases} \dfrac{\left[\tau_{ij}(t)\right]^{\alpha} * \left[\eta_{ij}\right]^{\beta}}{\sum\left[\tau_{ij}(t)\right]^{\alpha} * \left[\eta_{ij}\right]^{\beta}}, & if \quad job \quad (i,j) \notin tabu_k \\ 0, & otherwise \end{cases} \tag{4}$$

S*tep3.* Calculate objective functions for each classic AP problem for all ants.

($Z_1 = Min. \sum_{i=1}^{n}\sum_{j=1}^{n} c_{ij}x_{ij}$, $Z_2 = Max. \sum_{i=1}^{n}\sum_{j=1}^{n} s_{ij}x_{ij}$, $Z_3 = Max. \sum_{i=1}^{n}\sum_{j=1}^{n}(c_{ij} - s_{ij})x_{ij}$ for each classic AP problem)

Then, calculate amount of pheromone for each worker to job assignment in interval *(t,t+n).* Here, the amount of pheromone that an ant releases in interval *(t,t+n)* is equal to $\Delta\tau_{ij}^{k}(t,t+n)$ in (5).

$$\Delta\tau_{ij}^{k}(t,t+n) = \begin{cases} \dfrac{Q_3}{L^k}, & \text{if } (i,j) \text{ is assigned to ant } k \text{ after n steps} \\ 0, & \text{otherwise} \end{cases} \quad (5)$$

Here, Q_3 is a constant and L^k is the cost of assignment or the revenue of assignment (i, j) of ant k.

Step 4. After n steps, calculate $\tau_{ij}(t+n)$ value according to the following equations (6) and (7).

$$\tau_{ij}(t+n) = \rho_1 * \tau_{ij}(t) + \Delta\tau_{ij}(t,t+n) \quad (6)$$

$$\Delta\tau_{ij}(t,t+n) = \sum_{k=1}^{m} \Delta\tau_{ij}^{k}(t,t+n) \quad (7)$$

In (3) ρ_1 is different from ρ . Because, the equation differs after n steps, not in each step.

Step 5. Save the optimum value of objective function to the memory. If iteration value is reached at the maximum value of iteration, then go to Step 6. Otherwise, clear out the all tabu lists. Allocate a certain number of ants $b_i(t)$ to each worker. Then, go to Step 2.

Step 6. Write down the optimal objective value and optimal worker to job assignments of considered problem.

The ACO Cycle algorithm is different from other two classical ACO algorithms: ACO density and quantity algorithms. The amount of pheromone is updated after n steps in cycle algorithm, while it is updated in each step. It would be expected to show the superiority of cycle algorithm when compared to other classical type of ACO algorithms. The reason of that is the adaptive structure of the solution found out after n steps. The solution is reached to optimum by using global information.

4.2. Data and Parameter Settings

In this application, a kind of randomly generated medium size problems have been handled with sizes (n=10, 15, 20). The random data has been used in the application. In order to get balance between the pheromone and eligibility for road i to j, alpha α is taken as 0.4 and beta is taken as 0.3. Population is kept low as 15. The step number getting need for updating pheromone for each cycle in algorithm is taken as 10. Evaporation rate is also taken low because of keeping the pheromone quantity at optimum level (ρ_1 = 0.3). K=500, the global iteration limit is also sufficient to get best results for the problems (n=10, 15 and 20).

4.3. Computational Results

The ACO algorithm for the classic APs was developed using MatlabR2017b and run on a Notebook Intel (R) Core(TM) i5 CPU 2.53 GHz speed with 6 GB of RAM. The proposed ACO based cycle algorithm converged to the optimal solution within acceptable time. However, the coded algorithm was run at a low speed. The coded algorithm was run 10 times for the corresponding data and parameter set. As seen in Table 1, the algorithm was run for classic model types for a group of randomly generated problems. In Table 1, the statistical results obtained from different classic models have been presented. The results show that there exist obvious differences among those models. The private company would think about the distribution of

assignment data around the average value. If most of data spread around the average, then the company will hopefully get more balanced profit earning from workers. That means, the company will have sustainable profit or long term profit earning from workers. As seen from Table 1, the *Model 2* has minimal variation spread around the average value. It has minimal coefficient of variation which is 0.11. Then, the *Model 3* has the second priority of using. Its coefficient of variation is also acceptable which is 0.22. The last one is the *Model ,* the model that has minimizing cost of payment objective. Model 1 has also so bad variation of data around the average. Man can observe dissimilar kind of data when to look at the results obtained from *Model 1.*

According to Table 1, the priority of using those three different types of classic assignment models by managers and other decision makers is as follows: *Model 2, Model 3 and Model 1.*

Table 1: Statistics for problem data for classic assignment model types with different objectives

Model Number	Problem Type	Model Objective	Max Value	Min Value	Average Value	Standard Deviation	Coefficient of Variation	Objective Value
1	10	Minimize Cost	36	1	17.7	14.5	0.82	177
2	15	Maximize Revenue	200	122	179.13	19.43	0.11	2687
3	20	Maximize Profit	180	79	136.4	29.58	0.22	2728

Source: Author's calculations using Matlab.

5. Conclusion

In this paper, a variety of classic assignment models have been implemented for a group of randomly generated data. The paper also introduces the ACO based approach for those problems. The ACO approach has been implemented on three classic types of models and results are observed. However, the research needs a further parametric analysis on these problems and used data. In order to verify the validity and effectiveness of the models and algorithm, the problems were solved through random data. The findings indicate that the models have different statistical results on random data. As observed in results, the coefficient of variation changes from model-to-model because of the model objective and the data used in the study. Thus, the results reveal that the priority of using those models changes as the preferences of decision makers in the company change. Therewithal, the models ensure to get more balanced and sustainable profit in long term gaining from workers.

The models which have maximizing objective are more stable on variation when to solve problems through random data. The models can be applied to various industrial sectors in which workers have regular assigned jobs. At the same time, it will be needed to improve performance of workers during the season. That means, they will be reallocated to different jobs in the company during the season. The models let help the manager to control over the allocation of workers whenever the total profit gained from workers changes. Further, the models specify the optimum allocation of jobs-to-workers. According to findings, the staff of management may decide on maximizing revenue while considering total profit gained in long term. *Hence, they apply the Model 2 in priority.*

As distinct from this study, new assignment models which take different issues into account will be implemented through random data by using different heuristic and metaheuristic algorithms. The new constraints, like different agent qualifications, can also be modeled and implemented within the models. In addition to that, new algorithmic approaches will be used to solve assignment problems. The developing ideas, mathematical models and algorithms upon assignment problems will be applied to real world cases.

References

[1] Caron, G., Hansen, P. and Jaumard, D., "The assignment problem with seniority and job priority constraints", Oper. Res., 47(3): 449-454, (1999).
[2] Dell'Amico, M. and Martello, S., "The k-cardinality assignment problem", Discrete Appl. Math., 76(1-3): 103-121, (1997).
[3] Ford Jr., L.R. and Fulkerson, D.R., Flows in networks, Princeton University Press, Princeton, NJ, 1966 (Section II.6).
[4] Martello, S., Pulleyblank, W.R., Toth, P., and De Werra, D., "Balanced optimization problems", Oper. Res. Lett., 3(5): 275-278, (1984).
[5] Gupta, S.K. and Punnen, A.P., "Minimum deviation problems", Oper. Res. Lett., 7(4):201-204, (1988).
[6] Duin, C.W. and Volgenant, A., "Minimum deviation and balanced optimization: A unified approach", Oper. Res. Lett., 10(1):43-48, (1991).
[7] Gilbert, K.C. and Hofstra, R.B., "Multidimensional assignment problems", Decision Sci., 19(2): 306-321, (1988).
[8] Pentico, D.W., "Assignment problems: a golden anniversary survey", Eur. J. Oper. Res., 176(2): 774-793, (2007).
[9] Bouajaja, S. and Dridi, N., "A survey on human resource allocation problem and its applications", Oper. Res. Int. J., 17(2): 339-369, (2017).
[10] Dorigo, M., Maniezzo, V. and Colorni, A., "Positive feedback as a search strategy", Tech Report 91-016, Dipartimento di Elettronica, Politecnico di Milano, Italy, (1991).
[11] Wang, Z., Liu, S., Wang, Y. and Li, S., "The research of task assignment based on ant colony algorithm", International Conference on Mechatronics and Automation, Changchun, China, 2334-2339, (2009).
[12] Yin, P.Y. and Wang, J.Y., "Ant colony optimization for the nonlinear resource allocation problem", Appl. Math. Comput., 174(2): 1438-1453, (2006).
[13] Guthjahr, W.J. and Rauner, M.S., "An ACO algorithm for a dynamic regional nurse scheduling problem in Austria", Comput. Oper. Res., 34(3):642-666, (2007).
[14] Chaharsooghi, S.K. and Kermani, A.H.M., "An effective ant colony optimization algorithm (ACO) for multi-objective resource allocation problem (MORAP)", Appl. Math. Comput., 200(1):167-177, (2008).
[15] Wang, S., Wang, L., Li, Y. and Sun, J., "Study on ant colony optimization for people assign to job problem", 24th Chinese control and decision conference (CCDC), Taiyuan, China, 872-874, (2012).
[16] Mian, T.A., Muhammad, U. and Riaz, A., "Jobs scheduling and worker assignment problem to minimize makespan using ant colony optimization metaheuristic", World Acad. Sci. Eng. Technol., 6:12-29, (2012).
[17] Theppakorn, T., Pongcharoen, P. and Hicks, C., "An ant colony based timetabling tool", In: Preprints of the international working seminar on production economics, Innsbruck, Austria, 565-576, (2013).

DETERMINING THE RISKS FOR OCCUPATIONAL DISEASES AND WORK ACCIDENTS OF EMPLOYEES IN MANUFACTURING MIXED FEED PRODUCTION IN KONYA

KONYA İLİNDE FAALİYET GÖSTEREN KARMA YEM ÜRETİM TESİSLERİNDE İŞ SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİ RİSKLERİNİN BELİRLENMESİ[1]

Mehmet Ay[a], Yusuf Cufadar[b]
[a]Necmettin Erbakan Üniversitesi, Meram Tıp Fakültesi, Konya,
[b]Selçuk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Konya, Turkey, E-posta: ycufadar@selcuk.edu.tr

Özet

Hayvansal üretimin sürekliliği yeterli miktarda Karma Yem Temini ile sağlanır. Konya bölgesinde 43 adet karma yem üretim tesisi bulunmaktadır. Her sektörde olduğu gibi çalışan sağlığı ve güvenliği bu sektör içinde çok önemlidir. İş kazası ve meslek hastalıkları sonucunda işverenin maddi ve manevi yükü artmaktadır. Yapılan bu çalışmada Konya bölgesindeki karma yem üretim alanında çalışanlara anket uygulanmış, yetkili teknik personel tarafından örnek bir işletmede risk analizi yapılarak iş kazası ve meslek hastalığı sebepleri belirlenmeye çalışılmıştır. Sonuç olarak iş kazası ve meslek hastalıkları riskinin en yüksek görüldüğü bölüm karma yem fabrikalarında makinalarla çalışılan üretim hattı olarak tespit edilmiştir. Toz patlamasının da karma yem üretimi sırasında önemli bir kaza etkeni olduğu vurgulanarak bu sahada başka çalışmalara temel oluşturmak amaçlanmıştır.

Anahtar Kelimeler: İş Sağlığı, Meslek hastalığı, Karma yem, Risk analizi, Hayvansal üretim

Abstract

The sustainability of animal production is ensured by the Mixed Fodder Supply. There are 43 mixed fodder production facilities in Konya region. The health and safety of personnel is very important in this sector as it become is in every sector. Financial and moral burden of the employer is increasing because of work accidents and occupational diseases. In this study, a questionnaire is applied to employees to personnel's in mixed fodder production area in Konya region and a risk analysis performing by a technical staff in a sample institution to is studied determine the causes of occupational accidents and occupational diseases. As a result, the highest seen part of risk occupational accidents and occupational diseases has been identified as a production line working with machines in mixed fodder plants. It is emphasized that dust explosion is a significant accident factor during mixed fodder production and is aimed to create a basis for further work in this area.

Key Words: Occupational health, Occupational disease, Mixed feed, Risk analysis, Animal production

1. Giriş

Uygulamada elde edilmiş olan tecrübelerin gösterdiği sınırlar içerisinde kalan miktar ve şartlar altında hayvanlara yedirildiği takdirde sağlıklarını bozacak bir zararlı etkisi olmayan ve hayvanların faydalanabilecekleri şekilde organik veya inorganik besin maddeleri ihtiva eden materyallere yem denir. Kârlı hayvancılığın ana ilkesi, hayvanların fizyolojik faaliyetleri ile verilecek yem maddelerinin yapısı arasındaki ekonomik dengenin kurulmasıdır. Rasyona giren unsurların çeşitlerinin fazla olması, bunların bir kısmının hassas ölçüler dâhilinde kullanılması ve homojen formüllerin hazırlanması zorunluluğu, bu iş için gerekli teorik bilgi kadar, yemlerin hazırlanmasında gerekli olan çeşitli alet, makine ve malzemenin

[1] Bu çalışma Mehmet AY' ın yüksek lisans tezinden özetlenmiştir.

yetiştiriciler tarafından temininin güçlüğü, Yem Sanayi'nin kurulması zorunluluğunu doğurmuştur. Yem sanayi, çeşitli hayvancılık işletmelerinin ihtiyaç duyduğu ve hayvansal verimin, genetik sınırların çizdiği ekonomik düzeye en az masrafla çıkartılması için gerekli tam ve tamamlayıcı karakterde karma yemler üretmek üzere faaliyet gösteren bir sanayi koludur. Hayvanlarda yetersiz ve dengesiz beslenmeye bağlı sağlık sorunlarının önlenmesi, daha fazla ve daha nitelikli hayvansal ürünler elde edilmesi için hayvan beslemede yeterli düzeyde karma yemlerin kullanımı büyük önem taşımaktadır [2].

Dünyada karma yem üretiminin yoğun olarak yapıldığı bölgelere bakıldığında, Güney Amerika, Asya ve Avrupa'nın ön plana çıktığı görülmektedir. Alltech kuruluşu tarafından yapılan araştırmaya göre 2013 yılında Çin, Dünya karma yem üretiminin % 19,6'sını karşılayan en büyük üretici ülkedir. Çin'i % 17,4 pay ile Amerika ve % 6,8 pay ile Brezilya takip etmektedir. Meksika, İspanya, Hindistan, Rusya, Japonya ve Almanya diğer büyük üreticiler olarak sıralanmaktadır. Türkiye'de ise Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı'nın verilerine göre; 2008 yılında 9,5 milyon ton olan Türkiye'nin toplam karma yem üretimi 2011 yılında 13,1 milyon tona ulaşmıştır. 2012 yılında devam eden artışla birlikte 14,5 milyon tona ulaşan Türkiye'nin yem üretimi, 2013 yılında 15,9 milyon tona, 2014 yılında ise 18 milyona ulaşmıştır. Türkiye'nin yem üretimine dair veriler, üretimin son 10 yılında istikrarlı bir şekilde arttığına işaret ediyor. Son 10 yıldaki toplam artış oranı ise yüzde 160,7 civarındadır. 2015 yılının Ağustos ayına kadar kaydedilen toplam karma yem üretimi ise 10,5 milyon tondur. Türkiye'de faal fabrikalar ağırlıklı olarak Ege ve Marmara bölgelerinde yer almakta olup; bu bölgeleri İç Anadolu bölgesi izlemektedir. 2010 yılı için, Türkiye'deki toplam faal yem fabrikası sayısının yüzde 61,7'sini 10 ton/saat kapasiteden küçük fabrikaların oluşturduğu söylenmektedir. 11-20 ton/saat kapasiteli fabrikaların oranı yüzde 26,2 olup, geri kalan yüzde 12,1'lik kısım ise 20 ton/saat üzeri fabrikalardır. Faal olamayan, yani kapanan fabrikaların yaklaşık yüzde 83,4 gibi büyük bir bölümü 10 ton/saat kapasiteden küçük fabrikaların teşkil etmektedir, nitekim bu günlerde sektöre yeni katılan fabrikalar yüksek kapasiteli fabrika kurmayı tercih etmektedir.

Dünya'da ve ülkemizde Karma yem üretiminin yıllar içinde gösterdiği gelişme bu sektörde faaliyet gösteren fabrikalarda istihdamın artmasını sağlamıştır. Artan istihdamla birlikte çalışanlarda İş Kazası ve Meslek Hastalıkları daha sık görülmeye başlanmıştır. Bu alanda gerekli düzenleme ve önlemlerin alınması gerektiği anlaşılmıştır. Üretimin her alanında teknolojik gelişmeler ne kadar artarsa artsın, üretimin temel unsuru insan işgücü olup, bu da beraberinde çalışma hayatında "İş Kazası ve Meslek Hastalığı" kavramlarını ortaya çıkarmıştır. 5510 sayılı Sosyal Sigortalar ve Genel Sağlık Sigortası Kanununun 13. maddesine göre, iş kazası; a) Sigortalının işyerinde bulunduğu sırada, b) İşveren tarafından yürütülmekte olan iş nedeniyle veya görevi nedeniyle, sigortalı kendi adına ve hesabına bağımsız çalışıyorsa yürütmekte olduğu iş veya çalışma konusu nedeniyle işyeri dışında, c) Bir işverene bağlı olarak çalışan sigortalının, görevli olarak işyeri dışında başka bir yere gönderilmesi nedeniyle asıl işini yapmaksızın geçen zamanlarda, d) Emziren kadın sigortalının, çocuğuna süt vermek için ayrılan zamanlarda, e) Sigortalıların, işverence sağlanan bir taşıtla işin yapıldığı yere gidiş gelişi sırasında meydana gelen ve sigortalıyı hemen veya sonradan bedenen ya da ruhen özre uğratan olay olarak tanımlanmaktadır. Aynı Kanunda; "Meslek hastalığı, sigortalının çalıştığı veya yaptığı işin niteliğinden dolayı tekrarlanan bir sebeple veya işin yürütüm şartları yüzünden uğradığı geçici veya sürekli hastalık, bedensel veya ruhsal özürlülük halleridir" şeklinde tanımlanmaktadır.

Sosyal Güvenlik Kurumu tarafından yayımlanan yıllık istatistiklere göre, "Gıda Ürünleri İmalatı" sektörünün gerek işyeri sayısı gerek çalışan sayısı gerekse de sektörde meydana gelen iş kazası sayıları açısından ilk on sıra içerisinde yer aldığı görülmektedir. Ülkemizde meydana gelen iş kazaları incelendiğinde, karma yem üretimi fabrikalarını da kapsayan gıda ürünleri sanayi sektöründe meydana gelen iş kazalarının toplam iş kazalarının yaklaşık %10'luk bir kısmını oluşturduğu görülmektedir. Ayrıca, gıda ürünleri imalatı sektörü ölümlü iş kazası sayısında da en çok kaza meydana gelen ilk 10 sektör içerisinde yer almaktadır. Sektörde meydana gelen kazaların yaklaşık %15'i büyük kaza olarak nitelendirilebilecek, hastanede tedavi gerektiren (özellikle düşüp kayma neticesinde kemik kırılması, yüksekten düşmeler gibi) tipte kazalardır. Üç günden daha fazla istirahat gerektiren diğer kazalar ise genellikle malzeme kaldırılması ve taşınması sırasında meydana gelen kazalar, bıçak vb. el aletlerinin neden olduğu kazalar ve düşen cisimlerin çarpması sonucu meydana gelen kazalardan oluşmaktadır. TÜİK [5] tarafından yapılan İş Kazaları ve Meslek Hastalıklarıyla ilgili araştırma sonuçlarına göre Türkiye'de son 12 ay içinde işe alınanların %2.3' ü iş kazası geçirmiştir. Bu

oran erkeklerde %2.8, kadınlarda %1.3 oranında olacağı tahmin edilmiştir. İş kazası geçiren toplam çalışanlar içinde %81,6'sını erkek çalışanlar oluşturmaktadır.

Ülkemizde karma yem üreten fabrikalardaki iş kazası ve meslek hastalıkları ile ilgili yapılmış çalışma sayısı çok kısıtlı olmakla birlikte ÇSGB tarafından 2015 yılında karma yem fabrikalarındaki risk faktörlerinin belirlenmesine yönelik yapılan çalışmada [6] yem fabrikalarının genellikle az sayıda çalışana sahip, otomasyon ağırlıklı işletmeler olduğu, genel olarak karşılaşılan en önemli risklerin; yüksekte çalışma (silo ve araçlar), kapalı alanda çalışma, toz maruziyeti ve toz patlaması ile mekanik tehlikeler olduğu belirlenmiştir. Ayrıca yapılan çalışmada risk değerlendirmesi yöntemlerine karar verilirken pek çok metot incelenmiş, kolay uygulanabilir olması, frekans parametresini de değerlendirmesi ve risk skalasının diğer yöntemlere göre daha geniş olması açısından Fine-Kinney metodu uygulanacak yöntemlerden ilki olarak seçildiği ve işletmede kolaylıkla uygulanabildiği bildirilmiştir. Bununla birlikte yem sektörüne hammadde sağlayan yan sektörlerdeki çalışmalara ait sonuçlara göre; "Şeker Pancarı işlenmesi sürecinin İş sağlığı ve güvenliği açısından değerlendirilmesi" isimli çalışmada İşletme geneli için güvenlik endeksi, 3 bölümün genel modül güvenlik endekslerinin aritmetik ortalaması alınıp %64,9 olarak hesaplanmıştır. Risk değerlendirmesi sonucuna göre en riskli bölümün fabrika meydan tesisleri ve atık su arıtımı bölümü olduğu belirlenmiştir. Bu konuyla ilgili iyileştirmelere ihtiyaç olduğu belirlenmiş ve olası bir kaza sonucunda yaralanma ve hastalıkların potansiyel şiddetinin ciddi boyutta olabileceği saptanmıştır [3]. Yine "Gıda sektöründe yer alan iş yerlerinde iş sağlığı ve güvenliği uygulamaları" isimli çalışmada Karma Yem üretimin NACE Kodlama Sistematiğine göre gıda imalatı sektöründe yer alan işler arasında yer aldığı belirtilmiştir. Özellikle toz patlamalarının oluşabileceği ortamlarda kullanılacak elektrikli ekipmanların seçimi, bu ortamlarda uygun havalandırmaların sağlanması ve bir patlama anında yıkıcı etkilerin azaltılması amacıyla uygun patlama menfezlerinin yapılmış olması gerekmekte olduğu bildirilmiştir [1].

Bu çalışmada Konya ilinde faaliyet gösteren karma yem üretim tesislerinde iş sağlığı ve güvenliği risklerinin belirlenmesine yönelik bilgiler verilmiştir.

2. Materyal ve Metot

Çalışma iki aşamalı olarak yürütülmüştür.

Birinci aşamada, Konya bölgesinde faaliyet gösteren yüksek üretim kapasitesine sahip yem fabrikalarından birinde 6331 sayılı kanun gereği iki yılda bir iş güvenliği uzmanları ve profesyonel bir ekip ile birlikte yapılan risk analizi çalışmasına ait veriler temin edilmiş, risklerin önem derecelerine göre sınıflandırarak ilgili grafik ve tablolar oluşturulmuştur.

Yapılan çalışmada; risk analizinin işletme bünyesinde gerçekleştirilen rutin ve rutin olmayan faaliyetleri (bakım ve montaj), iş yerindeki tüm personelin faaliyetlerini (taşeron ve ziyaretçiler dahil), iş yerinde işletme içi veya işletme dışı bir kaynak tarafından sağlanan olanakları ve iş yerindeki tüm tesisleri kapsamasına dikkat edilmiştir.

Risk analizi çalışmasında, bölümler ve tehlikeler sınıflandırılarak listeler oluşturulmuş, ayrıca, daha önce gerçekleşen ve atlatılan kazalara bakılarak zararın olasılığı, şiddeti, tehlikeye maruz kalabilecek personel sayısı, kontrol edilme seviyesi, insan kaynaklı faktörler, fiziksel faktörler ve çalışma ortamı gibi unsurlar dikkate alınmıştır. Mal kayıpları; tehlikelerin değerlendirilmesi sırasında, iş sürekliliğinin durması şeklinde değerlendirilmiştir.

Risk Değerlendirilmesinde Kullanılan Yöntemler:

1. Matris, (Karma,Yarı nicel-yarı nitel)
2. Kontrol Listeleri (Check- List), (Nitel),
3. Fine – Kinney, (Karma),
4. Hata Modu ve Etkileri Analizi (FMEA), (Nicel)

5. Tehlike ve Çalışılabilirlik Analizi (HAZOP),(Nitel)
6. Hata Ağacı Analizi (FTA), (Karma, Nicel-Nitel)
7. Olay Ağacı Analizi (ETA), (Karma-Nicel-Nitel)
8. Neden – Sonuç Analizi (Karma-Nicel-Nitel)
9. Ön Tehlike Analizi (PrHA) (Nitel)
10. What İf - (Olursa Ne Olur Analizi), (Nitel)

Bu metotlar içerisinde basit ve anlaşılır, kolay uygulanabilir, risklerin derecelendirilmesine olanak vermesi, matematiksel risk değerlendirme sağlaması, nicel sonuçlar vermesi gibi avantajlarından dolayı çalışmada Fine-Kinney Metodunu kullanılmıştır. Fine-Kinney Metodu kullanımı kolay, yaygın olarak kullanılan bir metot olup işyeri istatistiklerinin kullanımına imkân sağlayabilmektedir [6].

Metoda göre Risk derecesi $R = İ \; x \; F \; x \; Ş$ formülü ile olarak hesaplanmaktadır. Burada; İ = İhtimal, F = Frekans, Ş = Şiddet derecesi, R = verilerinden meydana gelen risk derecesidir.

Çizelge 1. Fine-Kinney metodunda öngörülen ihtimal değerleri (İ)*

Kategori	**Değer**
Pratik olarak imkânsız	0.2
Zayıf İhtimal	0.5
Düşük ihtimal	1
Nadir fakat olabilir	3
Kuvvetle muhtemel	6
Çok güçlü ihtimal	10

* İhtimal (olasılık): Zarar ya da hasarın zaman içerisinde gerçekleşme olasılığıdır (0,2 ile 10 arasındadır).

Çizelge 2. Fine-Kinney metodunda frekans değerleri (F)*

Kategori	**Değer**
Çok nadir (yılda bir veya birkaç yılda bir)	0.5
Oldukça nadir (yılda bir veya birkaç kez)	1
Nadir (ayda bir veya birkaç kez)	2
Ara sıra (haftada bir veya birkaç kez)	3
Sıklıkla (günde bir veya birkaç kez)	6
Sürekli (bir saatte veya birkaç saatte bir)	10

*****Frekans : Zaman içerisinde tehlikeye maruz kalma tekrarıdır (0,5 ile 10 arasındadır)

Çizelge 3. Fine-Kinney metodunda şiddet değerleri (Ş)*

Kategori	**Değer**
Birden fazla ölümlü kaza, çevre felaketi	100
Ölümlü kaza, ciddi çevresel problem	40
Kalıcı hasar, yaralanma, iş kaybı, çevresel engel oluşturma	15
Önemli hasar, yaralanma, dış ilk yardım, arazi sınırları dışında çevresel	3
Ucuz atlatma, çevresel zarar bulunmamaktadır	1

* Şiddet: Tehlikenin insan ve çevre üzerinde yaratacağı tahmini zarardır.

Çizelge 4. Risk değerlendirme sonuçları

Risk Değeri	**Risk Değerlendirme Sonucu**
400<R	Tolerans gösterilemez risk (derhal önlem alınmalı veya iş durdurulmalıdır.)
200<R<400	Esaslı risk (kısa dönemde iyileştirme yapılmalıdır-birkaç ay)
70<R<200	Önemli risk (uzun dönemde iyileştirilmelidir –yıl içerisinde)
20<R<70	Olası risk (gözetim altında uygulanmalıdır)
R<20	Önemsiz risk (önlem öncelikli değildir)

Bu sonuçlara göre işletmede tespit edilen risklerin kabul edilebilir düzeye indirilmesi için işverene belli bir program dahilinde düzeltici ve önleyici faaliyetleri bildiren rapor hazırlanır.

Çalışmanın ikinci aşamasında Konya bölgesinde faaliyet gösteren yem fabrikalarında çalışanlara anket uygulanarak İş güvenliği ve Meslek hastalıkları hakkındaki durum tespit edilmeye çalışılmıştır. Araştırma verileri, seçilmiş deneklerle yüz yüze yapılan anketler yoluyla elde edilmiştir. Denekler Karma Yem üretimi sektöründe çalışan işçiler, yöneticiler, mühendisler, büro çalışanları, nakliyeciler olmak üzere toplam 204 kişiden oluşmaktadır. Anketimize katılan katılımcıların 194 adedini erkek, 10 adedini ise bayan oluşturmaktadır. Denek profilinin büyük bölümü küçük/orta ve büyük ölçekli üretim yapan karma yem fabrikaları çalışanlardan oluşmaktadır. Anket sorularının büyük bölümü kolay yanıtlanabilirliği sağlamak açısından kapalı uçlu sorulardan ve çoktan seçmeli olarak hazırlanmıştır. Bunların yanında, katılımcıların bazı önemli konulara ilişkin görüş ve önerilerini belirlemek amacıyla açık uçlu sorular da anketlerde yer almıştır. Anket formlarının veri tabanı SPSS 17.0 istatistik programında oluşturulmuş, veriler veri tabanına aktarıldıktan sonra kontrolleri yapılarak, analiz edilmiştir. Analizlerde bazı tanımlayıcı istatistikler (frekans dağılımı ve yüzde oranlar gibi) kullanılmıştır.

3. Sonuçlar ve Tartışma

Konya Ticaret Odasına kayıtlı olarak faaliyet gösteren 43 karma yem üretimi firması kategorize edildiğinde 10'dan az çalışanı olan firmalar çoğunluğu oluşturmaktadır. Çalışan sayısı 10' dan fazla olan 14 firma daha kurumsal ve iş sağlığı ve güvenliği konusundaki uygulamalarda daha titiz oldukları gözlenmiştir. Bunda maddi cezaların yüksek olmasının da payının yüksek olduğu unutulmamalıdır.

Araştırmada kullanılan İş güvenliği risk analizi için 10'dan fazla çalışanı olan orta ölçekli üretim yapan bir karma yem üretimi tesisi seçilmiştir. Fabrikanın çalışması esnasında hammaddenin fabrikaya girişinden başlayarak karma yem olarak üretilip depolanması, nakliyesi dahil olmak üzere tüm birimlerde yapılan İş Güvenliği Risk Analizleri genelde yapılan iş niteliğine göre sınıflandırılarak yapılmıştır. En yüksek kaza ve hastalık riskinin üretimin gerçekleştiği bölümlerde olduğu tespit edilmiştir.

Karma yem üretimi yapan tesislerde karşılaşabileceğimiz tehlikeleri, bunların meydana gelme olasılığını ve sonuçlarını değerlendirerek işletmenin gelecekte karşılaşacağı maddi ve manevi yükleri azaltmak amaçlanmaktadır.

Çizelge 5. Makine ve ekipmanları ile ilgili risk dereceleri

Tehlike	Risk	Sonuç	Risk değeri
Makinelerin dönen ve hareketli aksamları	operasyon noktası	Yaralanma,uzuv kayıpları	6 x 6 x 15 = 540 ÇOK YÜKSEK RİSK
Makine kullanım talimatlarının olmaması	bilinçsiz ve yanlış hareket	Yaralanma,uzuv kayıpları	6 X 3 X 15 =270 ESASLI RİSK
Makinelerin acil stop düğmesinin bulunmaması /çalışmaması	olası acil durumlarda çalışmaması	ezilme,kesik,uzuv kayıpları,yaralanma	6 x 6 x 15 = 540 ÇOK YÜKSEK RİSK
Makinelerin elektrik topraklamaları	Elektrik kaçağı	çarpılma, yaralanma	3 x 3 x 15 = 90 ÖNEMLİ RİSK
Makine kontrol panosunda düğmelerin hangi devreye ait olduğunu gösteren etiketlerin bulunmaması	bilinçsiz ve yanlış hareket,makinaların kontrol edilememesi	Elektrik çarpması, yaralanma	6 X 6 X 7 = 252 ESASLI RİSK
Makinelerin koruyucu muhafaza bulunmaması	hareketli aksamları	Uzuv sıkışması, yaralanma	6X6X15 = 540 ÇOK YÜKSEK RİSK
Kırıcı makinesi ile çalışılması	titreşim, hareketli aksam,gürültü	Meslek hast., uzuv kayıpları	6X6X15 = 540 ÇOK YÜKSEK RİSK
Peletleme makinesi ile çalışılması	titreşim, hareketli aksam,gürültü	Meslek hast.,uzuv kayıpları	6X6X15 = 540 ÇOK YÜKSEK RİSK
Elevatör ile çalışılması	hareketli aksam	uzuv kayıpları	6 X 6 X 7= 252 ESASLI RİSK

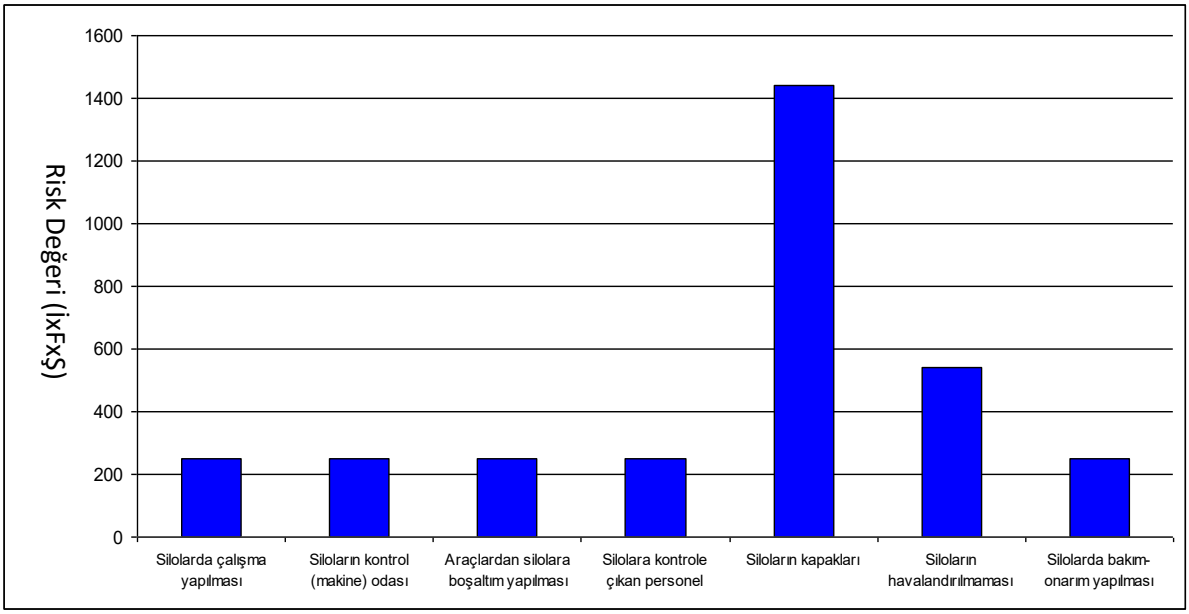
Sonuçlardan da görüldüğü gibi, makinalarla çalışma esnasında çalışanların çok yüksek risk taşıdığı ve ölüm ya da uzuv kayıplı yaralanma ihtimalinin yüksek olduğu tespit edilmiştir. Bütün iş ekipmanlarında, ekipmanı tümüyle ve güvenli bir şekilde durdurabilecek bir sistem bulunmalıdır. İş ekipmanlarının durdurma sistemleri, çalıştırma sistemlerine göre daha öncelikli olmalıdır. Parça fırlaması veya düşmesi riski taşıyan iş ekipmanları, bu riskleri ortadan kaldıracak uygun güvenlik tertibatı ile donatılmalıdır. Büyük parçaların işlendiği ekipmanlarda, fotosel tertibatı bulunmalı ya da harekete engel olan sürgülü, kontaklı veya mekanik engelli kapaklar yapılmalıdır. Makine ve tezgahların çalıştırma düğmeleri yeşil, durdurma düğmeleri kırmızı renkte olmalıdır. Kollu ve çevirmeli şalterlerde ise çalıştırma için "1", durdurma için "0" gibi etiketler bulunmalıdır. İşçilere kullandıkları iş ekipmanı ve kullanımına ilişkin yeterli bilgi ve uygun olması halinde yazılı talimat verilmelidir. Bu talimat, üretici tarafından ekipmanla birlikte verilen kullanım kılavuzu dikkate alınarak hazırlanacaktır. Bu bilgiler ve yazılı talimatlar en az; 1) İş ekipmanının kullanım koşulları, 2) İş ekipmanında öngörülen anormal durumlar, 3) İş ekipmanının önceki kullanım deneyiminden elde edilen sonuçlar ile ilgili bilgileri içerecektir. İşveren, risk değerlendirmesi sonuçlarına göre; çalışma yöntemleri, iş organizasyonu ve toplu korunma önlemleriyle işyerindeki riskleri gidermekle sorumludur.

Çizelge 6. Basınçlı makinelerin oluşturduğu risk değerleri

Tehlike	Risk	Etkilenenler	Risk Değeri
Kompresör bölümü	Ezilme, sıkışma, yaralanma	ÇALIŞANLAR	6 X 6 X 15=540 ÇOK YÜKSEK RİSK
Kompresörler üzerinde gerekli bilgilerin bulunmaması	Yaralanma	ÇALIŞANLAR	3 x 3 x 15 =135 ÖNEMLİ RİSK
Jeneratör ile çalışma yapılması	Elek. Çarpması, yaralanma	ÇALIŞANLAR	3 X 2 X 40=240 ESASLI RİSK
Jeneratör ile çalışma yapılması	Zehirlenme, solunum rahatsızlıkları	ÇALIŞANLAR	3 X 2 x 15 =90 ÖNEMLİ RİSK
Periyodik bakım yapılmaması	Patlama, infilak, yangın	ÇALIŞANLAR	6 X 6 X 15=540 ÇOK YÜKSEK RİSK
Güvenlik tertibatının bulunmaması	Patlama, infilak, yangın	ÇALIŞANLAR	6 X 6 X 15=540 ÇOK YÜKSEK RİSK

Basınçlı makinaların çalışanlar için yüksek risk değeri taşıdığı görülmektedir. Yeterli güvenlik ve eğitimle bu riskler en asgari düzeye indirilebilir. Kompresörlerde basınç, ayarlanmış basınca ulaştığında, kompresör motorunun otomatik olarak durması sağlayacak ve durma geciktiğinde basınçlı havayı boşa verecek güvenlik tertibatı bulunmalıdır. Hava kompresörlerinin hız regülatörü periyodik olarak kontrol edilecek ve her zaman iyi çalışır durumda olmalıdır ve bunlarda soğutma suyunun akışının gözle izlenebileceği bir tertibat yapılmalıdır. Sabit kompresörlerin temiz hava emmeleri sağlanacak, patlayıcı, zararlı ve zehirli gaz, duman, toz emilmesi önlenmelidir. Hava kompresörü ve hava tankları arasında yağ ve nem ayırıcıları (seperatör) bulundurulacak ve bunlar hiçbir şekilde çıkarılmayacaktır. Hava kompresörlerinin çıkış borusu üzerinde stop valfi bulunduğunda, bu valf ile kompresör arasında bir adet güvenlik supabı bulundurulmalıdır. Buhar ve gaz ile çalışan kompresörlerin çıkış borularına, elle kumanda edilen ve yavaş kapanan bir valf konacaktır.

Silolarda tespit edilen riskleri ortadan kaldırmak için; silo çalışır durumda iken sorumlusu dışında hiç kimse tarafından herhangi bir müdahale yapılmamalı ve siloya çıkan personel kumanda odasına gözcü bırakmalıdır. Silo üzerine çıkıp herhangi bir dolum işleminde bulunulduğu zaman emniyet kemeri takılmalıdır. Silolar düzenli olarak emniyetli bir şekilde havalandırılmalıdır. Silolardan numune almak ve seviye kontrolü yapmak için bu ekipmanların üzerine çıkma ihtiyacı ortadan kaldırılmalı ve yer seviyesinde kontrol edilecek sistemler kullanılmalıdır. Zeminden kontrol ve numune alma imkânı olmayan silolarda, kontrol eden personel tek başına hareket etmemeli ve yetkili çavuşun gözetiminde güvenlik önlemleri alınarak kontroller yapılmalıdır. Siloları kontrol eden personellerin isimleri ve çıkış saatleri işletme şefine bildirilmelidir. Kesinlikle kontrol vb. işler yapılırken hammadde siloların içerisine girilmemelidir. Gerekli güvenlik önlemleri alınmadan siloların kapakları açılmamalı ve kontrol edilmemelidir. Hammadde silolarının üzerleri metal ızgaralarla kapatılmalıdır. Siloların kapaklarının bulunduğu yerler düzgün düzenli ve aydınlık olmalıdır. Silolar düzenli olarak emniyetli bir şekilde havalandırılmalıdır. İşletme içerisinde tahliye menfezlerine sahip toz toplama siloları oluşturulmalı ve bu siloların tabanlarına da patlamayı baskılayacak dairesel supaplar yerleştirilmelidir. Silonun etrafında doldurma – boşaltma, tamir – bakım ve benzeri işlemlerde rahatça hareket edilebilecek bir boşluk bulunmalıdır. Silolarda herhangi bir değişiklik yapılmamalı ciddi problemlerde yetkili teknik servise haber verilmelidir. Tarım arabalarından silolara boşaltım yapılırken bakım-onarım yapılmamalı ve silolara çıkılmamalıdır. Boşaltım yapan aracın yanına kesinlikle yaklaşılmamalıdır.



Şekil 1. Silolardaki risk faktörleri

Özkan [3] tarafından yapılan Şeker pancarının işlenmesi sürecinin iş sağlığı ve güvenliği yönünden değerlendirilmesi başlıklı çalışmada Şeker fabrikalarında en yüksek iş kazası riskinin a) Kazalara yol açabilecek tehlikeler, b) Yangın güvenliği ve ilk yardım c) Çalışma ortamındaki kimsayal ve biyolojik tehlikelerden meydana geldiği belirtilmiştir. Tomoda [4] tarafından yapılan bir araştırmada da iş kazalarını 1) Sektörel travma ve yaralanmalar, 2) Makine koruyucularından kaynaklanan kazalar, 3) Çalışma alanı güvenliği sebepli kazalar, 4) Ergonomiye bağlı meslek hastalıkları, 5) Yangın ve patlama tehlikesi, 6) Havalandırmaya bağlı rahatsızlıklar, 7) İyi iş organizasyonu olmaması, 8) Elektrik kaynaklı kazalar, 9) Aydınlatma, 10)Kişisel koruyucu kullanılmaması olarak sıralanmıştır. Bu alanlarda yapılacak iyileştirmelerin iş kazaları ve meslek hastalıklarını azaltacağı belirtilmektedir. Bu sonuçlar mevcut çalışma sonuçlarının risk analizi düzeltici ve önleyici tavsiyeleri ile benzerlik içermektedir. Akkoyun [1] tarafından yapılan çalışmada iş kazası ve meslek hastalıklarına sebep olan etkenlerin haricinde, gıda imalatı sektörüne has birtakım riskler de özel olarak ele alınmıştır. Gıda sektöründe toz patlamalarının önlenmesi ve yağ üretimi sırasında ortaya çıkan yangın riskinin azaltılması konularında detaylı olarak inceleme yapılmış ve alınması gerekli tedbirler belirtilmiştir. Özellikle toz patlamalarının oluşabileceği ortamlarda kullanılacak elektrikli ekipmanların seçimi, bu ortamlarda uygun havalandırmaların sağlanması ve bir patlama anında yıkıcı etkilerin azaltılması amacıyla uygun patlama menfezlerinin yapılmış olması gerektiği belirtilmektedir. Bizim yapmış olduğumuz çalışmada da Toz patlamaları ve silo güvenliği iş kazası risk oranı çok yüksek çıkmıştır.

Çalışmada kullanılan anket verilerine sonuçlarına göre, katılımcıların yaşlara göre dağılımında çalışanların çoğunluğunun 20-40 (%66.3) yaş arasında olduğu gözlenmiştir. Karma yem üretimi tesislerinde üretim hattında çoğunlukla kas gücüne dayalı çalışma yapıldığından çalışanların daha çok gençlerden oluştuğu görülmüştür. Katılımcıların eğitim düzeyine bakıldığında çoğunluğun ilkokul mezunlarından (%53.4) oluştuğu, üniversite mezunu çalışanların % 22.5'luk kısmını oluşturduğu görülmüştür. Yapılan ankete göre katılımcılara hangi görevde çalıştıklarını sorulduğunda %89.7' sinin görevini genelleyerek işçi olduğunu belirtmiştir. Bu da Karma yem üretimi yapan işletmelerde çalışanların yaptıkları işte kalifiye olmadığını, ihtisaslaşmanın çok az olduğunu göstermektedir. Çalışanların işletmede toplam çalışma sürelerine bakıldığında %80.4 ünün 6 yıldan az süredir çalışmakta olduğu tespit edilmiştir. Bu durum sektörde çalışanların çalışma sürekliliğinin olmadığını ve iş tecrübesi ve eğitim bilgilerinin geliştirilmesi kısa süreli çalışmadan dolayı artırılmamakta ve iş kazası riski artmaktadır. Çalışmada toplanan verilere dayanarak yapılan risk analizinde çok yüksek risk taşıyan bölümler üretim hattında yer almaktadır. Çalışanların çalıştığınız yer neresi sorusuna %52.9' u üretim hattı cevabı vermiştir. İş kazası ve Meslek hastalıklarının hem üretimin devamlılığı, hem maliyet hem de vicdani açıdan işveren ve devlete yükünün azalması için gerekli önlemlerin alınması önem arz etmektedir. Çalışanların %77.9' u sadece gündüz vardiyasında

çalıştıklarını kalanı ise hem gece hem gündüz dönüşümlü çalıştığını söylemiştir. Yapılan işe verilen dikkati üst seviyede tutmak ve kazaları önlemek için çalışma şekli önemlidir. Uykusuzluk ve dikkatsizlik bir çok el kol yaralanmasında başlıca sebeptir.

Çalışanların kendileri için tehlike oluşturduğunu düşündüğü faktörler tabloda görülmekte olup %47.5' i kimyasal faktörleri, %38.7'si ise mühendislik faktörlerini en önemli iş kazası ve meslek hastalığı sebebi olarak görmektedir.

Çizelge 7. Anket katılımcılarına göre iş kazası sebepleri

Kaza sebepleri	**Frekans (Kişi sayısı)**	**%**
Fiziksel faktörler	5	2,5
Kimyasal faktörler	97	47,5
Mühendislik faktörleri	79	38,7
Biyolojik faktörler	8	3,9
Psikososyal faktörler	15	7,4
Toplam	204	100,0

Diğer sektörlerde olduğu gibi karma yem üretiminde de iş sağlığı ve güvenliği ihlallerinden dolayı insanlar iş kazaları geçirmekte, meslek hastalıklarına yakalanmakta olup maddi ve manevi kayıplar oluşmaktadır. Bunların önlenmesi için bu alanda yapılan eğitimlerin artırılması, kayıtların düzenli tutulması ve önleyici tedbirlerin uygulanması ciddi oranda maddi ve manevi kazanç sağlayacaktır. Her sektörde olduğu gibi karma yem sektöründe de en önemli sorun maliyettir. Oluşan iş kazaları ve meslek hastalıkları işverene maddi yükümlülükler getirerek maliyeti artırmaktadır. Bu yüzden tehlikelerin önceden belirlenmesi ve gerekli tedbirlerin alınması oldukça önem arz etmektedir.

Kaynaklar

Akkoyun, M., 2013. Gıda Sektöründe Yer Alan İşyerlerinde İş Sağlığı ve Güvenliği Uygulamaları. İş Müfettiş Yardımcılığı Etüdü.

Karabulut, A., Ergül, M., Ak, İ., Kutlu, H.R., Alçiçek, A. 1999. Karma Yem Endüstrisi, Bursa.

Özkan, M., 2014. Şeker Pancarının İşlenmesi Sürecinin İş Sağlığı ve Güvenliği Yönünden Değerlendirilmesi. Uzmanlık Tezi.

Tomoda, S., 1996, Occupational safety and health in the food and drink industries. International Labour Office, SAP 2.35/WP.62

TÜİK, 2013. İş kazaları ve işe bağlı sağlık problemleri araştırma sonuçları. http://www.tuik.gov.tr/PreHaberBultenleri.do?id=16118. Erişim tarihi:10.10.2017

Yiğit, Ö., 2015. Yem Üretim Proseslerinde Üç Farklı Risk Değerlendirme Metodunun Uygulanması ve Yöntemlerin Karşılaştırılması. Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı, İş Sağlığı ve Güvenliği Genel Müdürlüğü, İş Sağlığı ve Güvenliği Uzmanlık Tezi.

Enerji Sistemleri Mühendisliği

(Energy Systems Engineering)

ARDUINO BASED SOLAR TRACKING SYSTEM TRAINING SET

ARDUİNO TABANLI GÜNEŞ TAKİP SİSTEMİ EĞİTİM SETİ

Serkan Sezen[a], Mehmet Algil[b], Özer Kula[c], İsmail Mutlu[d]
[a] Balıkesir Üniversitesi Edremit M.Y.O., Balıkesir, Türkiye, serkansezen@balikesir.edu.tr
[b] Balıkesir Üniversitesi Edremit M.Y.O., Balıkesir, Türkiye, mehmetalgil@balikesir.edu.tr
[c] Balıkesir Üniversitesi Edremit M.Y.O., Balıkesir, Türkiye, ozerkula@balikesir.edu.tr
[d] Balıkesir Üniversitesi Edremit M.Y.O., Balıkesir, Türkiye, ismailmutlu@balikesir.edu.tr

Özet

Teknik eğitim veren okullarda eğitim gören öğrencilerin mezuniyet sonrası iş bulma imkânlarının ve özgüvenlerinin arttırılması konusu, okullarında almış oldukları teorik ve uygulamalı eğitimlerin kalitesi ile yakından ilgilidir. Teknolojinin hızlı değişmesi sebebiyle atölye ve laboratuarların güncellenmesi maliyetli bir iştir. Teknik eğitim veren okullarda bu sorunun üstesinden gelebilmek ve uygulamalı eğitim kapasitesini arttırmak için daha az maliyet ile okulların kendi eğitim setlerini tasarlamaları ve üretmeleri önem arz etmektedir.

Yenilenebilir enerji kaynakları içinde güneş enerjisi kolayca elektrik enerjisine dönüştürülebilmesi avantajı sebebiyle popülerdir. Ancak güneş panellerinin verimlerinin düşük olması, sınırlı bir ömre sahip olmaları, sistemin ilk kurulum maliyetinin yüksek olması ve elektriksel kayıplar nedeniyle güneş enerjisinden elektrik üretiminde verimlilik ön plana çıkmaktadır. Güneş enerjisi sistemlerinde verimliliği etkileyen en önemli faktörlerden biri de güneş ışınlarının güneş paneline geliş açısıdır. Güneş panelleri en yüksek enerji üretimini, güneş ışığının panellere dik gelmesi durumunda sağlamaktadır.

Bu çalışmada, arduino mikrodenetleyicisi tabanlı bir güneş takip sistemi deney seti tasarlanmış, üretilmiş ve test edilmiştir. Kolay kullanılabilirlik ve programlama imkânlarına sahip olması sebebi ile deney setinde arduino mikrodenetleyici kartı kullanılmıştır. Sunulan tasarım, sistemin kurulmuş olduğu coğrafik bölgeden bağımsız olarak çalışabilmektedir. Sistem, güneş ışığının güneş panelleri yüzeyine dik gelmesini sağlamak için güneşin konumunu algılayıp, güneş panellerinin hareketini kontrol etmektedir. Geliştirilen güneş takip sistemi deney seti güneşi yatay ve dikey eksenlerde izleyebilmektedir.

Anahtar Kelimeler: Güneş takip sistemi, Arduino, Eğitim seti.

Abstract

Increasing the opportunities for post-graduate employment and self-confidence of students trained in technical training schools is closely related to the quality of the theoretical and practical training they receive in their schools. Due to the rapid change of technology, the updating of workshops and laboratories is a costly process. It is important for schools to design and produce their own training sets with less cost to improve the capacity of the technical education and to increase the practical training capacity.

As a renewable energy sources solar energy is popular because of the advantage that it can be easily converted into electricity. However, efficiency of solar power generation is a priority because of the low efficiency and limited lifetime of solar panels, high system installation cost and electrical losses. One of the most important factors affecting efficiency in solar energy systems is arrival angle of the sun rays to the solar panel. The solar panels provide the highest energy when the sun's rays are perpendicular to the panels.

In this study, a training set of arduino microcontroller based solar tracking system has been designed, manufactured and tested. The arduino microcontroller card is used in the experiment set because it has easy usability and programming possibilities. The presented design can work independently of the geographical area where the system is installed. The system senses the position of the sun and controls the movement of

the solar panels to ensure that the sun's rays are perpendicular to the solar panel's surface. The developed solar tracking system training set can monitor the sun on horizontal and vertical axes.

Keywords: Solar tracking system, Arduino, Training set.

1. Giriş

Günümüzde enerji ihtiyacı nüfus artışı, hızlı teknolojik gelişmeler, ekonomik büyüme ve küreselleşme gibi etmenlere bağlı olarak artmaktadır. Nüfus artışı, sanayileşme, şehirleşme ve teknolojinin gelişmesi ile birlikte küreselleşme sonucunda ticaret ve üretim miktarlarına bağlı olarak, doğal kaynaklara ve enerjiye olan talep giderek artmaktadır. Artan enerji ihtiyacına cevap verebilmek amacıyla insanoğlu mevcut enerji kaynaklarının yanı sıra alternatif enerji kaynaklarına yönelmeye başlamıştır [1,2].

Güneş enerjisi, enerji tüketimine cevap verebilmek amacıyla kullanılan alternatif enerji kaynaklarından birisidir. Güneş enerjisi güvenilir bir kaynak olup yaygın kullanımı ile karmaşık teknoloji gerektirmemektedir. Güneş enerjisi donanımlarının imalatı ve enerji üretim aşamalarında önemli bir çevre kirliliği de yaratmamaktadır. Elektrik üretimi için kullanılan teknolojilerin başında gelen güneş pilleri, güneş enerjisini doğrudan elektrik enerjisine çeviren düzeneklerdir. Güneş Pillerine dayalı fotovoltaik (PV) güç sistemleri, akım ve voltaj gereksinimlerine bağlı olarak düzenlenmiş PV modüller, sistemde depolamaya gereksinim varsa aküler ve kontrol alt sistemi ile DC/AC dönüşümünü sağlayan eviricilerden oluşmaktadır [3].

Güneş enerjisini elektik enerjisine dönüştüren elemanlar güneş panelleri veya fotovoltaik piller olarak adlandırılmaktadır. Güneş enerjisi kullanımının birçok avantajına karşılık güneş panellerinin kurulum maliyetlerinin oldukça yüksek ve kendilerini amorti edebilme süreleri ise uzundur. Bu sebepten dolayı son zamanlarda mevcut panellerden en iyi şekilde yararlanmak ve en yüksek verimi elde edebilmek amacıyla yeni çalışmalar yapılmaktadır [4].

Özellikle güneş panellerinin sabit olarak konumlandırılması ile bu panellerin gün içerisindeki enerji üretim kapasitesi düşmektedir. Bu olumsuzluğu engellemek için son yıllarda güneşi izleyebilen hareketli panel sistemleri geliştirilmiştir. Ayrıca benzer olarak güneş ışınlarının paneller üzerine odaklanması amacıyla hareket eden yansıtıcı sistemleri de literatüre kazandırılmıştır.

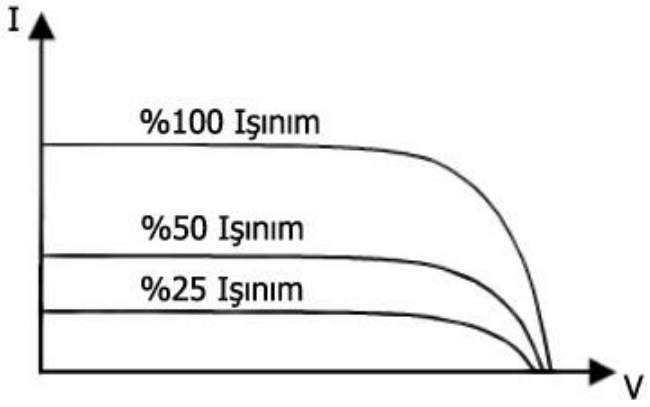
Bu çalışmada, arduino mikrodenetleyicisi tabanlı bir güneş takip sistemi deney seti tasarlanmış, üretilmiş ve test edilmiştir. Kolay kullanılabilirlik ve programlama imkânlarına sahip olması sebebi ile deney setinde arduino mikrodenetleyici kartı kullanılmıştır. Sunulan tasarım, sistemin kurulmuş olduğu coğrafik bölgeden bağımsız olarak çalışabilmektedir. Sistem, güneş ışığının güneş panelleri yüzeyine dik gelmesini sağlamak için güneşin konumunu algılayıp, güneş panellerinin hareketini kontrol etmektedir. Geliştirilen güneş takip sistemi deney seti güneşi yatay ve dikey eksenlerde izleyebilmektedir.

2. Güneş Takip Sistemleri

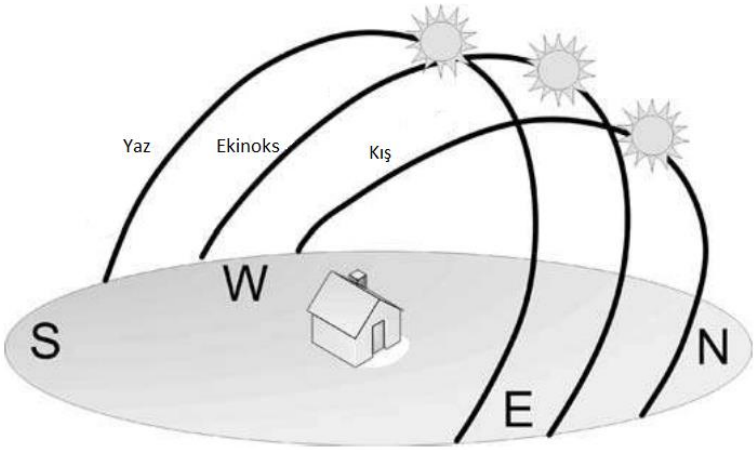
Gerçek bir güneş panelinin I-V karakteristiği sıcaklığa ve ışımaya bağlı olarak değişir. Işımaya bağlı değişim Şekil 1'de gösterilmektedir. Bir güneş panelinin kısa devre akımı (Isc) ışıma ile doğrudan orantılıyken, açık devre gerilimi (Voc) artan ışıma ile sadece az bir miktar artar. Voc'deki değişim Isc'deki değişime kıyasla ihmal edilebilecek seviyede olduğundan bir güneş panelinin maksimum çıkış gücünün de ışıma ile doğrudan orantılı olduğu söylenebilir. Şekil 1'de aynı panelin üç farklı ışınım değeri için I-V eğrileri verilmiştir [5]. Işınım analizindeki değişken faktörler ise şunlardır;

- Güneş ışınımının dalga boyu (frekansı),
- Foton akısı; foton sayısı / saniye m2
- Güç yoğunluğu (W/m2 değeri),
- Dağılımı (global, doğrudan, saçılan ve yansıyan)
- Geliş açısı

Güneşin dünyaya göre gökyüzündeki pozisyonu saat, gün ve aya göre değişir. Bu değişim yıl bazında aynen tekrarlanır. Şekil 2'de ise güneşin yaz, ekinoks ve kış dönemlerinde dünyamız üzerinde izlediği yörüngelerdeki değişimler verilmektedir.



Şekil 1. Işınımın güneş panelinin I-V karakteristiğine etkisi



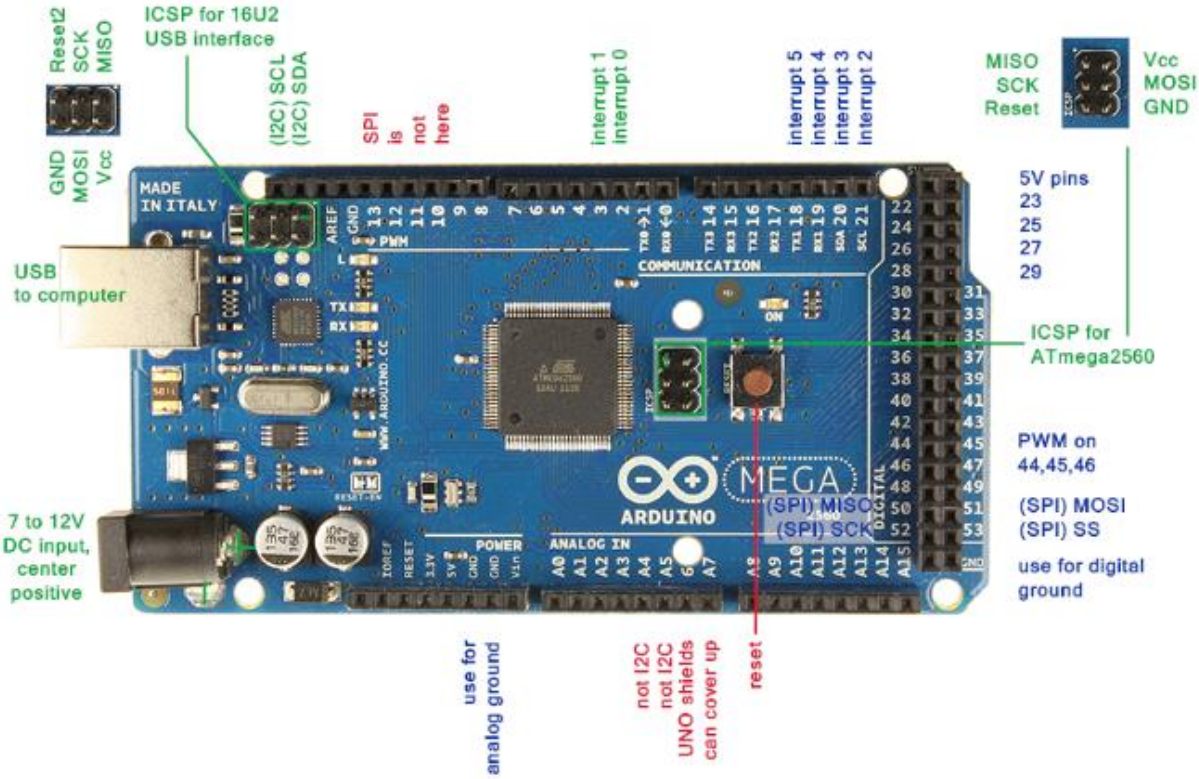
Şekil 2. Güneşin dünyamız üzerinde izlediği yörüngelerdeki değişimler

Modül üzerindeki ışınım, modüllerin güneşi izlemesi sağlanarak arttırılabilir. Bunun için modülle her zaman tam olarak güneşe doğru çevrilmeye çalışılır. Işınımın yüksek olduğu ve doğrudan ışınımın yoğun olduğu günlerde, izleme teknolojisi ile göreli büyük ışın kazanımları elde edilebilir. Yaz aylarında izleme teknolojisi kullanılarak havanın güzel olduğu günlerde yatay düzlemlere göre yaklaşık %50 ve kış aylarında %300 kadar ışınım kazanımı elde edilebilir. İzleme teknolojisi ile elde edilebilen enerji kazanımlarının en büyük kısmı yaz aylarında elde edilir. Çünkü bir yandan yazın mutlak enerji kazanımı kışa göre daha yüksektir, öte yandan kış aylarında havanın kapalı olduğu günlerin sayısı daha fazladır.

Modüllerin tam olarak güneşe doğru çevrilmesi için iki eksende hareket ettirilmeleri gereklidir. Ancak ekonomik bakımdan böyle bir tertibatın gerçekleştirilmesi çoğu zaman uygulanabilir olmamaktadır. Bu nedenle iki eksenli izleme sistemlerinin yanında farklı yapıda tek eksenli sistemlerde uygulamada kullanılmaktadır. Değişik izleme sistemlerinin kullanılabilirliği ayrıca kurulum yerindeki koşullara da bağlıdır [6].

3. Tasarlanan Güneş Takip Sisteminin Yapısı

Sistemimizde Arduino adı verilen yeni nesil gömülü sistemlerden olan Atmega mikrodenetleyicisi kullanılmıştır. Atmega mikrodenetleyicisi çalışması için gerekli devre elemanları ile birleştirilerek Arduino kontrol kartını oluşturmaktadır. Arduino kontrol kartları ise kullanım alanlarına, giriş/çıkış sayılarına, tasarımda kullanılacak özel devre elemanlarını çalıştırabilirliğine göre (bluetooth, wi-fi vb..) üretici firma tarafından arduino (uno, nano, mikro, mega, vb..) şekilde çok fazla sayıda çeşitlendirilerek üretilmektedir. Bu sayede Arduino kullanacak kişiye tasarımına göre mali yönden daha uygun fiyat bandında ürün sunmaktadır. Tasarımımızda giriş/çıkış bağlantı noktalarının çokluğu bakımından "Arduino Mega2560" modeli tercih edilmiştir. Arduinoyu kodlamak için ise C dilinden devşirilmiş arduino yazılımı kullanılmaktadır. Arduino Mega2560 ait pin bağlantıları Şekil 3'de gösterilmektedir [7].



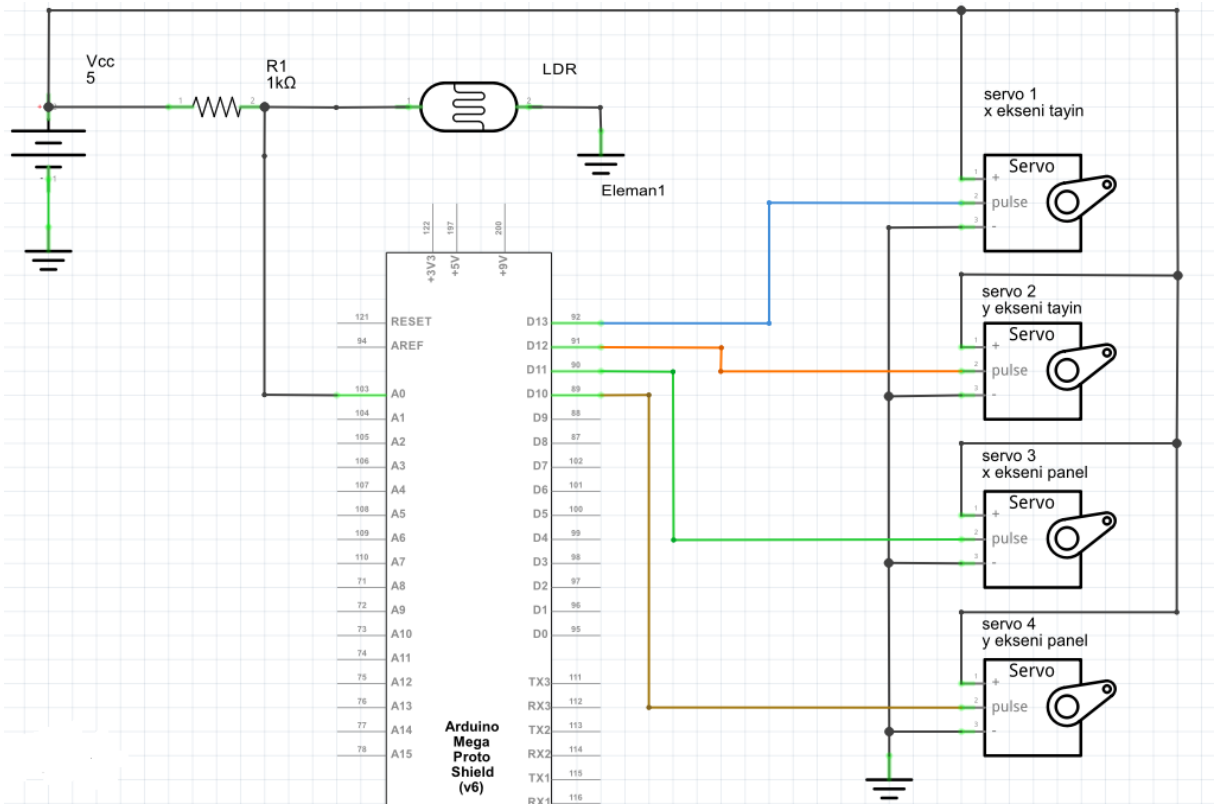
Şekil 3. Arduino Mega2560 ait pin bağlantıları

Güneş takip sistemine ilişkin devre şeması Şekil 4'de gösterilmektedir. Sistem iki ayrı servo motor grubu ile tahrik edilmektedir. İlk servo grubu 1 adet LDR'yi önce yatayda 180^o sonra dikeyde 90^o döndürmektedir. LDR ışık ile direnci azalan devre elemanıdır. Kurulan ön düzenek sayesinde ışık şiddetinin en fazla olduğu an LDR üzerinde yüklenen gerilim değeri en aza inmektedir. Arduino da LDR üzerine yüklenen gerilim değerini ölçerek hangi noktada ışık şiddetinin en fazla olduğu hesaplanmaktadır. Hesaplanan bu değerler servo üzerine panel bağlanan servo motor grubunu ışığın en parlak olduğu yatay ve dikey eksen bileşkesine yönlendirmek için kullanılmaktadır.

Servo motor 0 ile 180 derece arasında 1 derece hassasiyetle dönebilen motor çeşididir. Tam tur atamaz. Genellikle robot kol gibi tam tur dönmesine gerek olmayan, hassas açılı yerlerde kullanılır. Servo motor içerisinde bir adet DC motor bulunur. DC motorun ucuna bağlı dişli sisteminin yardımıyla servo mili daha fazla yük kaldırabilmektedir. Bu işlem sırasında servonun dönüş hızı da yavaşlamış olur. Kullanılan dişli sistemine göre servo motorların kaldırabileceği yük değişir.

Servo motorun üç adet bağlantı kablosu bulunmaktadır. Bu kablolar genellikle kırmızı, turuncu (bazen sarı) ve siyah (bazen kahverengi) olmaktadır. Bu renkler kabloların görevini göstermektedir. Kırmızı renk

besleme (genellikle 5 volt) bağlantısını, siyah veya kahverengi renk de toprak bağlantısını göstermektedir. Geriye kalan turuncu kablo ise motorun açısını belirleyecek olan veri bağlantısıdır. Motorun dönüş açısının belirlenmesi için veri hattı üzerinden PWM adı verilen özel kare dalga sinyalleri yollanmaktadır. PWM sinyali belirli bir süre 5 volt, belirli bir süre 0 volt düzeyinde verilen gerilimdir. 5 volt düzeyinde geçen süreye "görev zamanı", toplam süreye de "PWM periyodu" denir. Servo motorun kontrolü için ayarlanmış özel görev zamanları ve PWM periyotları vardır. Bu ayarlar dışındaki PWM sinyalleri servo motoru düzgün çalıştıramaz.



Şekil 4. Güneş takip sistemine ilişkin devre şeması

Arduino'da servo motor kontrolü için özelleştirilmiş PWM pinleri bulunmaktadır. PWM pin sayısı Arduino'nun türüne göre değişmektedir. Bu pinlerin yanında dalga (~) işareti bulunmaktadır. Servo motor kontrolü için öncelikle Servo.h kütüphanesini projeye eklenmelidir. Servo kütüphanesi eklendikten sonra Servo nesnesi kullanılarak yeni servo motorlar tanımlanır. Tanımlanan servo motorun bağlı olduğu pinler seçilir ve servo kullanıma hazır hale getirilir. Motor milinin konumunu değiştirmek için Servo nesnesinin attach metodu kullanılır. Bu metodun içerisine motor milinin gitmesi istenilen 0-180 derece arasında açı yazılır. Servonun yeni konumunu alması biraz zaman alabilir. Bu yüzden bekleme (Delay) komutu kullanılmalıdır.

Güneş takip sisteminde önce LDRyi yatayda 1^{o} lik adım aralıkları ile 180^{o} hareket ettiren yatay servo motoru harekete geçirilmektedir. Bu sayede ışığın maksimum olduğu 0^{o}-180^{o} arasındaki açı değeri bulunmaktadır. Sonra yatayda maksimum olduğu noktaya getirilen LDR 0^{o}-90^{o} arasında hareket ederek bu sefer dikeyde en yoğun ışımanın olduğu noktayı bulmakta ve bu noktanın açısal değerleri kaydedilerek panel grubu bu noktaya yönlendirilmektedir. Bu işlem 10dk aralıklarla yenilenerek sistemin her 10 dakikada 1 kez güneş ışınlarını en dik olarak alacağı noktaya konumlandırılması sağlanmaktadır. Tasarlanan deney setinin çeşitli açılardan görüntüsü Şekil 5'de gösterilmektedir.



Şekil 5. Tasarlanan deney setinin çeşitli açılardan görüntüsü

4. Program

Aşağıdaki arduino programı sayesinde önce ışığın en fazla olduğu noktanın yatay ve dikey eksen derecesel olarak bulunmakta ve buna bağlı panel sistemi bu açısal noktaya yönlendirilmektedir.

```
#include <Servo.h>
Servo servoldrx; Servo servoldry; Servo servopanelx; Servo servopanely;
int ldrx, ldry, anlik,konumx,konumy;
void setup() {
  servoldrx.attach(13); //LDR x ekseni servo çıkışı
  servoldry.attach(12); //LDR Y ekseni servo çıkışı
  servopanelx.attach(11); //PANEL x ekseni servo çıkışı
  servopanelx.attach(10); // PANEL x ekseni servo çıkışı
  pinMode(A0,INPUT);// LDR analog girişi
  }

void loop() {
servoldrx.write(0); delay(5); anlik =analogRead(a0); ldrx=anlik; konumx=0;

for (int i=1; i<180;i++){
  anlik=analogRead(a0);
  if(anlik <= ldrx)    {
     ldrx=anlik;     konumx=i;     }           }
servoldrx.write(konumx);          delay(100);       servoldry.write(0);        delay(25);
anlik =analogRead(a0);            ldry=anlik;       konumy=0;
for (int i=1; i<90;i++){
  anlik=analogRead(a0);
            if(anlik <= ldry){
     ldry=anlik;     konumy=i;     }}
```

```
servoldry.write(konumy);          delay(100);
//  ldr ışığın en oparlak olduğu konum geldi. şimdi paneller gelecek
 servopanelx.write(konumx);      delay(1000);
servopanely.write(konumy);       delay(1000);
delay(60000);//10 dakika bekle
}
```

5. Sonuç

Bu çalışma ile yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımı konusunda farkındalık oluşturmak ile beraber öğrencilerin arduino üzerinden motor kontrolü, sensör kullanımı, güneş panellerinin sisteme uyumu ve algoritma geliştirme konularında uygulamalı eğitim almaları amaçlanmaktadır.

Sonuç olarak deney setinin güneşin yörüngesini hassas ve hızlı bir şekilde takip ederek sistem verimini arttırdığı görülmüştür. Bir eğitim materyali olarak ise tasarlanan deney setinin motor kontrolü, sensör uygulamaları, yazılım geliştirme yöntemleri, güneş enerjisi sisteminin çalışma prensibi ve enerji verimliliği konularında öğrencilerin teknik kapasitelerini geliştirdiği gözlemlenmiştir.

Kaynaklar

[1] Fletcher, J. C., “Sun Tracking Solar Energy Collector”, US Patent Office, 4111184, (2006).

[2] Stojadinovic, N., “Build a Sun Tracker for Solar Panels”, Silicon Chip, (1995).

[3] Wright, J., “Build a Sun-Tracking Circuit”, Popular Electronics, (1995).

[4] Arifoğlu, B., Çamur, S., Kandemir, Beşer, E., Beşer, E., "Güneş Panellerinin Üretim Kapasitesini Arttıracak, Güneşi Takip Edebilen Güneş Panel Sisteminin Prototipi", Enerji Verimliliği Konferansı, Kocaeli, 2009.

[5] Sezen, S., Özdemir, E., “Modeling, Simulation and Control of Three-Phase Three Level Multilevel Inverter for Grid Connected Photovoltaic System”, Journal of Optoelectronics and Advanced Materials, 15, 335-341, (2013).

[6] Fotovoltaik Sistemler, Çataklı Enerji Eğitim Yayıncılık, ISBN:978-605-62968-0-2, Murat Çataklı, (2012)

[7] https://www.arduino.cc/en/Main/arduinoBoardMega, (2017).

CONTROLLING THE EDREMITE GEOTHERMAL REGIONAL HEATING SYSTEM WITH MICRO CONTROLLERS

EDREMİT JEOTERMAL BÖLGESEL ISITMA SİSTEMİNİN MİKRO DENETLEYİCİLER İLE KONTROLÜ

Mehmet Algil[a], İsmail Mutlu[b], Özer Kula[c], Serkan Sezen[d]
[a]Balıkesir Üniversitesi Edremit M.Y.O. Mekatronik , Balıkesir-Türkiye, mehmetalgil@balikesir.edu.tr
[b] Balıkesir Üniversitesi Edremit M.Y.O. Elektrikli Cihaz Teknolojisi, Balıkesir-Türkiye, ismailmutlu@balikesir.edu.tr
[c] Balıkesir Üniversitesi Edremit M.Y.O. Elektrikli Cihaz Teknolojisi, Balıkesir-Türkiye, ozerkula@balikesir.edu.tr
[d]Balıkesir Üniversitesi Edremit M.Y.O. Mekatronik , Balıkesir-Türkiye, serkansezen@balikesir.edu.tr

Özet

Tüm dünyada hızlı bir artış gösteren enerji gereksiniminin büyük bir kısmı fosil yakıtlardan ve hidrolik enerjiden karşılanmaktadır. Dünyadaki enerji kaynaklarının hızla tükenmesi yeni ve yenilenebilir enerji kaynaklarına talebi arttırmıştır. Yeni ve yenilenebilir enerji kaynaklarından birisi de jeotermal enerjidir. jeotermal sahalarındaki nüfus artışı, sanayileşme ve yaşam standartlarının yükselmesi, ekolojik denge, sağlık, çevresel etkileşim ve ekonomik sebepler, sınırlı olan enerji kaynakların etkin ve verimli biçimde kullanılması büyük önem kazanmıştır.

Bu çalışmada Edremit bölgesel ısıtma sisteminin sorunları tespit edilmiş ve çözüm önerileri getirilmiştir. Edremit jeotermal bölgesel ısıtma sistemi 2016 Aralık ve 2017 Ocak aylarında incelenmiştir. Araştırmamız da Edremit bölgesel ısıtma sisteminin jeotermal kuyu sıcaklıkları, şehir içi ana kolon hattı jeotermal su basınç ve sıcaklıkları ve geri dönüş sistemi jeotermal su basınç ve sıcaklık değerleri kaydedilmiştir. Dış ortam sıcaklığına göre bu değerlerin değişimi gözlenmiştir. Sıcaklık bilgileri mikro denetleyiciler vasıtası ile işlenmiş ve maksimum ısı kazancı için bir algoritma geliştirilmiştir. Isı ihtiyacına göre ana kolon hatları ve kolon hatlarının debi ayarları simülasyonu yapılarak sistem kontrolü sağlanmıştır.

Anahtar Kelime: Edremit Jeotermal, Bölgesel Isıtma Sistemleri, Mikro Denetleyiciler,

Abstract

A large part of the world's rapidly increasing energy demand is met by fossil fuels and hydraulic energy. The rapid depletion of energy resources in the world has increased demand for new and renewable energy sources. One of the new and renewable energy sources is geothermal energy. Because of the Population growth in geothermal fields, industrial izationan drising of living standards, ecological equilibrium, health, environment alinteraction and economic reasons, use of limited energy resources efficient defficienty has gained importance.

Inthisstudy, the problems of Edremit district heating system have been identified and solution proposal has been introduced. The Edremit geothermal district heating system was examined in December 2016 and January 2017.In our study, the geothermal wells temperatures of the Edremit district heating system, the geothermal water pressure and temperature of the inner core of the city and the return system geothermal water pressure and temperature values were recorded. These values were changed according to the outdoor temperature. Temperature information is processed by means of micro-controllers and an algorithm is developed for maximum heat gain. System control is provided by simulating the flow settings of the main column lines and column lines according to the heat requirement.

Keywords: Edremit Geothermal, District Heating Systems, Micro Controllers,

1. Giriş

Enerji bağımsızlığı ve ürettiği enerji ile kendine yetebilme tüm dünya ülkelerinin başlıca sorunudur. Günümüzde hala enerji ihtiyacının büyük bir kısmı hidrolik enerji ve fosil yakıtlardan karşılanmaktadır. Hidrolik ve fosil yakıtların eskisi kadar ekonomik olmaması çevreye zarar vermesi ülkeleri yeni ve yenilenebilir enerji kaynaklarına yönlendirmiştir. Bu nedenle son yıllarda yeni ve yenilenebilir enerji üzerine geniş çaplı araştırma ve çalışmalar yapılmaktadır. Dünyada günümüzde yürütülen çalışmalar, güneş, rüzgâr ve jeotermal enerjinin ekserji analizleri hakkındadır. Var olan enerjiyi açığa çıkarmak kadar, enerjinin etkin ve verimli kullanımını da önemlidir. Tüm dünyada bu konular üzerine yapılan çalışmalar halen sürdürülmektedir.

Jeotermal enerji üretim maliyeti, diğer enerji kaynaklarına oranla daha düşüktür. Bu maliyet entegre kullanımlar söz konusu olduğunda, daha da düşmektedir. Jeotermal enerji yeni, yenilenebilir, sürdürülebilir, ucuz, güvenilir ve çevre dostu bir enerji türüdür. Jeotermal akışkan, önemli ölçüde elektrik ve ısı enerjisi eldesin de kullanılmaktadır.

Türkiye'de jeotermal enerji ile bölgesel ısıtma sistemlerinin uygulandığı yerleşim birimlerine baktığımızda Balıkesir ve yöresi kaynak zenginliği bakımından ön plana çıkmaktadır. Edremit, Bigadiç ilçelerinde ve Güre beldesinde kurulan ve hala genişletilmekte olan jeotermal bölgesel ısıtma sistemleri en son kurulan jeotermal bölgesel ısıtma sistemleridir.

Bu çalışmadaEdremit jeotermal bölgesel ısıtma sistemi 2016 Aralık ve 2017 Ocak aylarında çevre sıcaklığı, jeotermal kuyu ve bina altı eşanjörlere basılan jeotermal su sıçaklık ve debileri gözlemlenmiştir. Elde edilen veriler doğrultusunda Edremit jeotermal bölgesel ısıtma sisteminin ekserji verimi değerlendirilmiştir. Ekserji formüllerinden yararlanılarak Ardunio Gömülü Sistemler üzerinden kuyu pompalarının, ısı dairesinde bulunan ana hat pompalarının ve şehir içi kolon hattı pompalarının debi ayarları ve ihtiyaca göre kullanılacak elektrikli oransal vanaların kontrolü modellenmiştir.

2. Materyal ve Metot

2.1. Jeotermal Bölgesel Isıtma Sistemlerinde Ekserji Analizi

Ekserji analizi, değişik süreçlerin ortak bir temele dayandırılarak tutarlı bir şekilde değerlendirilmesine olanak sağladığı gibi, her süreçteki en verimsiz aşamaları ve bunların nedenlerini de ortaya çıkarmaktadır.

Süreçlerin ekserji analizinin temelini oluşturan yaklaşım, ısı, entalpi gibi değişik enerji türlerinin biri faydalı, diğeri faydasız iki değişik kısmı olduğunun kabul edilmesidir:

$$\text{Enerji} = \text{Ekserji} + \text{Anerji}$$

Herhangi bir enerji türünün (ısı, entalpi, vb.) ne kadarının işe yarayan ekserji olduğunun belirlenebilmesi için, ekserjinin tanımlanması gereklidir. Ekserjinin tanımı *Baehr* tarafından "Ekserji, enerjinin diğer enerji türlerine dönüştürülebilen kısmıdır." şeklinde yapılmıştır. Ekserjinin bu tanımı nitel olup, nicel hesaplar için kullanılamaz. Daha ayrıntılı ve nicel hesaplar için kullanılabilecek bir tanım ise *Bosnjakovic* tarafından "Ekserji, tersinir bir süreç sonucunda çevre ile denge sağlandığı takdirde kuramsal olarak, elde edilebilecek maksimum iş miktarıdır." şeklinde yapmıştır. Bosnjakovic'in tanımına uygun olarak ekserjinin hesaplanabilmesi için, çevrenin sıcaklık, basınç ve kimyasal kompozisyonunun kesinlikle belirtilmesi ve tersinir bir sürecin var olduğunun kabul edilmesi gereklidir [1].

Diğer tüm termodinamik analizler gibi, ekserji analizi için de tersinir sürecin nasıl olduğunun bilinmesi gerekli değildir, sadece sürecin başlangıç (giriş) noktaları ile bitiş (çıkış) noktaları için geçerli olan koşulların bilinmesi yeterlidir.

Sabit durum için denge eşitlemeleri (yoğunluk, enerji, ekserji), değişmez akış kontrol hacim sistemleri ve uygun enerji ve ekserji eşitlemeleri bu joetermal bölgesel ısıtma sistemi ve parçalarından elde edilir. Dağıtım ağlarında ısı ve basınç kayıpları göz ardı edilmiştir. Nevarki, sıcaklık düşüşlerinin direkt olmayan etkileri hesaplamalarda düşünülmüştür.

Jeotermal bölgesel ısıtma sistemi kapsamında akış yoğunluk oranının denge eşitlemeleri şu şekilde açıklanabilir:

$$\sum_{i=1}^{n} \dot{m}_{W,\dot{I},Top} - \dot{m}_r - m_d = 0 \quad (1)$$

Jeotermal bölgesel ısıtma sistemine toplam enerji ve ekserji girişi sırasıyla aşağıdaki eşitlemelerle hesaplanabilir:

$$\dot{E} = \dot{m}_W (h - h_0) \cong \sum_{i=1}^{n} \dot{m}_{W,\dot{I}} (h_i - h_0) \quad (2)$$

$$\dot{E}x = \dot{m}_w \left[(h - h_0) - T_0 (s - s_0) \right] \cong \sum_{i=1}^{n=5} \dot{m}_{w,i} \left[(h_i - h_0) - T_0 (s_i - s_0) \right] \quad (3)$$

Jeotermal suyun referans durum sıcaklığı ve basınç meterolojik bilgilere dayalı olmalıdır. Herhangi gerçek bir işlemde, tersiniliklere bağlı olarak ekserji tüketilir veya tahrip edilir. Bu süreçteki ekserji tüketimi işlemle ilişkili tersinirliklerin bir sonucu olarak ortaya çıkan entropiyle orantılıdır. Jeotermal bölgesel ısıtma sistemlerinde, kimyasal ekserji, potansiyel ekserji, nükleer ekserji, manyetik ekserji, ve kinetik ekserji önemsiz düşünüldüğü için fiziksel ekserji hesaplanabilir bir terimdir [7].

Dünyada ve Türkiye de yapılan birçok çalışmada detaylı bir biçimde, çeşitli enerji sistemleri için ekserjetik verimliliği formüle etmekte sayısız yol açıklanmıştır. Burada benzer bir yolla, ekserji verimliliğini, toplam ekserji çıkışının, toplam ekserji girişine oranı şeklinde tanımlıyoruz.

$$\eta_{sistem} = \frac{\sum_{i=I}^{n=III} \dot{E}_{kullanıull\,ilir,HE,i}}{\dot{E}} \quad (4)$$

Burada “çıkış” “net çıkış” veya ”ürün” veya “ istenilen değer” ve “giriş” te “verilen” yada “kullanılan” anlamına gelmektedir[7].

$$\varepsilon = \frac{\dot{E}x_{çikiş}}{\dot{E}x_{giriş}} \quad (5)a$$

$$\varepsilon = \frac{\sum_{i=ı}^{n=II} \dot{E}x_{çikiş}}{\sum_{i=ı}^{n=II} \dot{E}x_{giriş}} \quad (5)b$$

Bir ısı değiştiricinin ekserji verimliliği iki farklı yöntem ile hesaplanabilir. İlk yöntem olarak (5)a da görüldüğü gibi, bir oran bazında soğuk su akışındaki ekserji artışının, sıcak su akışındaki ekserji düşüşüne oranı olarak tanımlanır. İkinci yöntem ise ısı değiştiriciden çıkan jeotermal su ve Sıçak su ekzerjilerinin toplamının ısı değiştiriciye giren jeotermal su ve Sıçak su ekserjilerinin toplamına oranı olarak hesaplanabilir. Jeotermal enerji zaten ısı formundadır ve termodinamik açıdan bakıldığında güç ısıdan daha kullanışlıdır. Çünkü tüm ısı güce dönüştürülemez. Jeotermal kaynaklar bu yüzden kapasitelerini termodinamik güce yansıtmak için sınıflandırılırlar. Bu bağlamda, daha iyi kaynak sınıflandırması ve değerlendirmesi için spesifikekserji indeksi (SExl) adında yeni bir parametre önerdi [7,11].

Bu parametre jeotermal kaynakları aşağıdaki kriterlere göre sınıflandırmıştır:

- SExl<0.05 düşük kalite jeotermal kaynaklar
- 0.05≤SExl<0.5 orta kalite jeotermal kaynaklar
- SExl≥0.5 yüksek kalite jeotermal kaynaklar

Molyer (mollier) diyagramında herhangi bir jeotermal alanı çizmek ve jeotermal akışkanın enerji ve ekserji içeriklerini belirlemek için SExl aşağıdaki verilerle belirlenir,

$$SExI = \frac{h\ -273.16s}{1192} \tag{6}$$

$$h\ = \frac{\sum_{i=1}^{n=5} \dot{m}_{wi} h_{wi}}{\sum_{i=1}^{n=5} \dot{m}_{wi}} \tag{7}$$

$$s\ = \frac{\sum_{i=1}^{n=5} \dot{m}_{wi} s_{wi}}{\sum_{i=1}^{n=5} \dot{m}_{wi}} \tag{8}$$

VanGool şunu ayrıca belirtmiştir ki, bir sistemin veya işlemin ekserji verimliliğinde maksimum gelişme, ekserji kaybı ya da tersinirliği minimum olduğu zaman başarılabilir. ($Ex_{giriş}$-$Ex_{çıkış}$) sonuç olarak bu yazar farklı işlemleri analiz ederken ekserjetik bir kavram olan "gelişim potansiyeli "ni kullanmanın faydalı olduğunu önermiştir. Oran sistemi gelişim potansiyeli, GP (IP), Hammond ve Stapleton tarafından geliştirtmiştir ve çalışılan sistem üzerinde gelişim potansiyelinin ne kadar olduğunu göstermek için kullanılabilir [7].

$$IP = (1-\varepsilon)\left(\dot{E}x_{giriş} - \dot{E}x_{çıkış}\right) \tag{9}$$

Termal ve jeotermal enerji sistemlerinin termodinamik analizi ayrıcaaşağıdaki parametreleri kullanarak performansı gösterilebilir [7].

Yakıt azalma oranı:

$$\delta_i = \frac{\dot{I}_i}{\dot{F}_{Top}} \tag{10}$$

Göreli veya göreceli tersinirlik:

$$\chi_i = \frac{\dot{I}_i}{\dot{I}_{Top}} \tag{11}$$

Üretkenlik/verimlilik eksikliği

$$\xi_i = \frac{\dot{I}_i}{\dot{P}_{Top}} \tag{12}$$

Ekserjetik faktör

$$f_i = \frac{\dot{F}_i}{\dot{F}_{Top}} \tag{13}$$

Semboller

$\dot{E}$: Enerji Oranı
$\dot{Ex}$: Ekserji Oranı
f : Ekserjetik faktör
$\dot{F}$: Yakıt Ekserji Oranı
h : Spesifik Entalpi
$\dot{I}$: Tersinirlik (Ekserji Kayıp) oranı
IP : Gelişim Potansiyel Oranı
$\dot{m}$: Akışkan Yoğunluğu Oranı
n : Kuyu Sayısı
$\dot{P}$: Ürün Ekserji Oranı
P : Basınç
s : Spesifik Entropi
$SExI$: Spesifik Ekserji İndeksi (Boyutsuz)
T : Sıcaklık
TEI : Toplam Enerji Giriş Oranı
$TExI$: Toplam Ekserji Giriş Oranı
χ : İlişkili Tersinirlik (%)
δ : Yakıt Tüketim Oranı
ε : Ekserji (ikinci konum) verimi
η : Enerji (Birinci konum) verimi
ξ : Verim Kaybı
ψ : Spesifik Ekserji
HE : Isı Değişkeni

Kısaltmalar

i : Ardışık Numaralı Elementler
in : Giriş
out : Çıkış
r : Tekrar Enjekte Edilmiş Termal Su
t : Termal
Tot : Toplam
W : Kuyu
0 : Referans Durumu

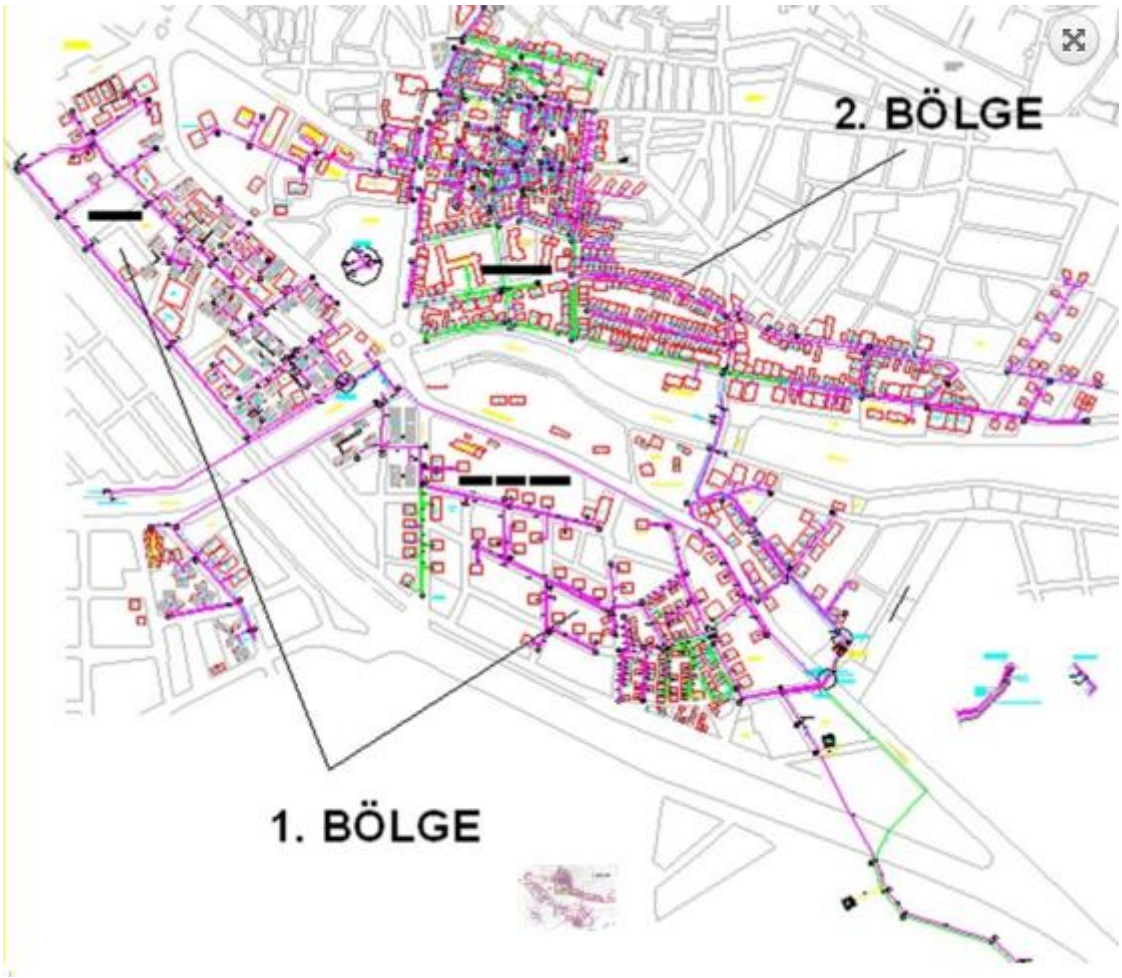
2.2. Edremit jeotermal bölgesel ısıtma sistemi

Edremit ilçesi Ege Bölgesinde, Edremit Körfezi ile Kaz Dağı arasındaki sahaya yerleşmiştir. Batıda Ege Denizi ve Ayvacık ilçesi, kuzeyde Bayramiç ve Yenice ilçeleri, Doğuda Havran ilçesi, güneyde Burhaniye ilçesi ile çevrilidir. İklimi Akdeniz iklimi karakterindedir. Kışlar genellikle ılık ve yağışlı, yazlar sıcak ve kurak geçer. Isı en sıcak aylarda gölgede 30,35 derece, soğuk günlerde –5 dereceyi geçmez. Ortalama sıcaklık + 20 derecedir. Bağıl nem ortalaması %65 dir.

Edremit jeotermal alanının yer aldığı Biga Yarımadası Paleozoyik yaşlı epimetamorfik kayaçlardan oluşmakta ve alanda Üst Paleozoyik ve Paleojen olmak üzere farklı iki yaşta granitik sokulum bulunmaktadır. Temelde bulunan birim en eski kayaç topluluğu olan Kazdağı Grubudur. Grubun en üst

seviyeleri genellikle granoblastik dokulu, ince tabakalı ve çok kıvrımlı mermerlerden oluşmuştur. Kazdağı Grubunun üzerine çok yaygın olarak Karakaya Formasyonu gelir. Bu kayaçların litolojileri zaman zaman derinleşen fakat genellikle sığ ve dengesiz bir ortamda çöken birimleri kapsamaktadır [2].

Edremit jeotermal bölgesel ısıtma sisteminin toplam kapasitesi 7500 konuttur ve 2 bölgeden oluşmaktadır. Bunlar, 1. bölge 3.000 konut, 2. bölge 4.500 konuttur. Mevcut abone sayısı toplamda 5200 konut kapasiteye ulaşmıştır. Edremit Jeotermal bölgesel ısıtma sisteminde MTA 3 kuyu, İller Bankası 7 kuyu ve özel sektöre açtırılmış 4 kuyu ile toplamda 14 kuyu bulunmaktadır. Bu açılmış olan kuyuların 10 adeti ile Edremit Jeotermal bölgesel ısıtma işlemi yapılmaktadır. Diğer kuyuların sıcaklıkları düşük ve yetersiz debide olmalarından dolayı ısıtma sistemine dahil edilmemişlerdir. Edremit jeotermal kaynak olarak SExl değeri 0.021<0.05 olduğu için düşük kaliteli jeotermal kaynak sınıfındadır.



Şekil 1. Edremit jeotermal bölgesel ısıtma sisteminin projesi

Jeotermal Kuyulardan dik milli jeotermal ve dalgıç pompalar vasıtası üretilen jeotermal akışkan ana taşıma hatlarıyla Edremit'te bina altı eşanjörleri vasıtası ile mevcut ısısını binaya aktardıktan sonra Edremit Çayına deşarj edilmektedir. Edremit Jeotermal bölgesel ısıtma sistemi ayrıca bina sıcak su ihtiyacını da karşılamaktadır. Üretim yapılan ED1, ED3, EDJ-2, EDJ-3, EDJ-4 jeotermal kuyuları Termal Otel ve Sera kullanımına tahsis edilmiştir. Revize edilen EDJ-5, EDJ-6, EDJ-7, EDJ-8 kuyular ileEDJ-10,EDJ-11 kuyuları Edremit ilçesi ısınma ihtiyacını karşılamaktadır.. Kuyulardan toplamda 463 lt/sn ile ve ortalama 51,46 oC karışım değerleri ile üretim yapılmaktadır. ED2, ve EDJ-9 kuyularından ise düşük sıcaklık ve debi kriterlerinden dolayı kullanılmamaktadır.

Üretilen jeotermal akışkanın ana taşıma hatlarından tali taşıma hatlarına geçişi sırasında bir kontrole ihtiyacı olup olmadığı bizim temel tartışma konumuzdur. Bunu için gömülü sistemler olarak adlandırılan kontrol devreleri kullanılmıştır. Gömülü sistemler "elektronik yada elektromekanik aksamları bilinçli olarak devreye alıp/çıkarmaya yarayan, belirli programlama dilleri ile yazılımları yapılan, elektronik devre elemanı ve bu devre elemanının çalışmasını sağlayan yardımcı devre elemanları bütünüdür".

Sistemimizde arduino adı verilen yeni nesil gömülü sistemlerden olan atmegamikro denetleyicisi kullanılmıştır. Atmegamikro denetleyicisi çalışması için gerekli devre elemanları ile birleştirilerek Arduino kontrol kartını oluşturmaktadır. Arduino kontrol kartları ise kullanım alanlarına, giriş/çıkış sayılarına, tasarımda kullanılacak özel devre elemanlarını çalıştıra bilirliğine göre (bluetooth, wi-fi vb..) üretici firma tarafından arduino (uno,nano,mikro,mega, vb..) şekilde çok fazla sayıda çeşitlendirilerek üretilmektedir. Bu sayede arduino kullanacak kişiye tasarımına göre mali yönden daha uygun fiyat bandında ürün vermektedir. Tasarımımızda giriş/çıkış bağlantı noktalarının çokluğu bakımından "arduino mega" kullanmayı tercih ettik.

Arduino'yu kodlamak için ise C dilinden devşirilmiş arduino yazılımı kullanılmaktadır. Programımızda ana hat üzerindeki suyun sıcaklığı ile tali hat dönüş taşıma borularından ölçülen suyun sıcaklığı karşılaştırılmakta ve bu sıcaklık farklarının yorumlanması ile tali hatların debi kontrolü yapılarak dönüş suyu sıcaklılarını birbirlerine eşitleme yoluna gidilmiştir. Bu sayede daha az soğuyan tali hattın debisi azaltılarak ısı ihtiyacı daha fazla olan tali hattın debisi maksimuma çıkartılmış ve bu sayede tüm dönüş suyu borularının sıcaklıklarının birbirlerine maksimum derecede yaklaştırılması beklenmektedir.

Servo motor kontrol programı

```
intsolenoidPin = 5;

voidsetup() {

 pinMode(solenoidPin, OUTPUT)

}

voidloop() {

digitalWrite(solenoidPin, HIGH);    //Selenoid acık

delay(1000);
digitalWrite(solenoidPin, LOW);     //Selenoid kapalı

delay(1000);

}



floatsicaklik_derecesiA;
floatsicaklik_derecesiB;

floatgerilim_degeriA;
floatgerilim_degeriB;
intsicaklik_derecesiPinA = 0; // analog girişin olacağı pin
intsicaklik_derecesiPinB = 1; // analog girişin olacağı pin
```

```
voidsetup()
{
Serial.begin(9600);                    // saniyede 9600 defa 0. analog girişi oku

}
voidloop()

{
Ölçme işlemi

gerilim_degeriA = analogRead(sicaklik_derecesiPinA);     // analog değeri oku
gerilim_degeriA = (gerilim_degeriA/1023)*5000;           // analog değer mv'a çevirir.
sicaklik_derecesiA = gerilim_degeriA/10.0;                 // celciusa çevirip sıcaklığa atadık.

gerilim_degeriB = analogRead(sicaklik_derecesiPinB);     // analog değeri oku
gerilim_degeriB = (gerilim_degeriB/1023)*5000;           // analog değer mv'a çevirir.
sicaklik_derecesiB = gerilim_degeriB/10.0;                 // celciusa çevirip sıcaklığa atadık.

if ( sicaklik_derecesiA<sicaklik_derecesiB )

{
Serial.print("A hattı B hattından soğuk o halde A hattının debisi arttırılacak B hattının debisi azaltılacak");
}
else

{
Serial.print("A hattı B hattından sıcak o halde B hattının debisi arttırılacak A hattının debisi azaltılacak");
}
```

3. Bulgu ve Öneriler

Edremit jeotermal bölgesel ısıtma sistemi gibi düşük kaliteli kaynaklardan yararlanan sistemlerde iki konumlu (on-off) kontrol sistemleri kullanılması verimli değildir. Bu kontrol yöntemi ile sistem belirlenen tarihte devreye alınıyor ve belirlenen tarihte devre dışı bırakılıyor. Bu durum dönem içindeki hava değişikliklerine bakmaksızın çalıştığından sıcak havalarda gereğinden fazla çalışmış olması ve soğuk havalarda yerleşkelerin fiziksel özelliklerini kontrol etmeksizin çalıştığından enerji israfına neden olmaktadır.

Edremit jeotermal bölgesel ısıtma sistemi 1 Aralık 2016 ile 31 Ocak 2017 tarihleri arasında ana kolon hattı, 1. bölge kolon basma hattı 2. kolon basma hattı ve dönüş hatlarının dere çıkışındaki jeotermal su sıcaklığı debisi ve basıncı incelenmiştir. Bu çalışmada jeotermal dönüş suyu sıcaklığı ve basıncına göre ekserjetik hesap yapılmakta ve dış ortam sıcaklığına bağlı olarak bir biri ile 3G modemlerle bağlanan ardunio gömülü sistemler ile pompa debileri ve elektriksel kademeli vanalara kumanda edilmesi yoluyla madelleme yapılmıştır.

Edremit bölgesel ısıtma sistemine gönderilen Jeotermal suyun sıcaklığının 51,46 oC de, basıncı 123.54kPa da sabittir. Sistemin 1. bölge dönüş hattı dere çıkışındaki jeotermal su sıcaklığı incelenen tarihlerde dış hava şartlarından çok etkilenmediği ve ortalama 38.53 C de olduğu belirlenmiştir. 2. bölge dönüş hattı dere çıkışı su sıcaklığı ise dış hava şartlarının gün içinde değişmesi ile 37.18 C ile 31.43 C arasında değiştiği ölçülmüştür. Edremit bölgesel ısıtma sisteminin kolon hatlarındaki yerleşkeler incelendiğinde; 1. bölge de bulunan yerleşkenin tamamı yeni yapım ve tam izolasyonlu olduğu, 2. bölgede bulunan yerleşkenin ise eski yapım ve hemen hemen tamamında izolasyon olmadığı gözlemlenmiştir.

Edremit bölgesel ısıtma sistemi incelendiğinde ve ölçülen veriler doğrultusunda Sisteminin enerji ve ekserji verimliliklerini sırasıyla %38.54 ve %41.12 olarak hesaplanmıştır. Düşük kaliteli kaynaklarda bu verim normal olsa da 2. bölge kolon hattında ciddi bir ısı kaybı söz konusudur. 2. bölgede ısıtma için kullanıldığı düşünülen ısı miktarın çoğunluğu aslında ısı kaybı olarak dış ortama gitmektedir. Bu durum 2. bölgede yaşayanların yeterli ısınamama gibi şikâyetlerini beraberinde getirmektedir. Bu çalışmada değiştirilebilir faktör olarak jeotermal suyun kolon hatlarındaki debisi ve basıncı ele alınmıştır. Düşük dış hava sıcaklığında 2. bölge kolon hattına 1. bölge kolon hattının debisi oransal olarak değiştirilerek ek ısı sağlanması modellenmiştir. Ilık havalarda ise ana kolon hattı ve kuyu pompalarının ardunio gömülü sistemler yardımı ile oransal devir ve güç ayarları yapılması planlanmıştır. Modelleme sonunda jeotermal suyun ve bölgesel ısıtma sisteminin en verimli bir şekilde kullanılması simüle edilmiştir.

Modelleme aynı zamanda Edremit jeotermal bölgesel ısıtma sistemine bağlı yerleşkede yapılan gelişmelere de uyum sağlamaktadır. Yerleşkede bazı abonelerin ısınma kaynaklarını değiştirerek sistemden çıkması veya abonelerin bina izalasyonlarını gerçekleştirmesi jeotermal dönüş suyu Sıçaklığının da değişmesine neden olacaktır. Jeotermal dönüş suyu sıcaklığı düşmesi veya artması durumunda da hesaplama değerlerini ve sonuçları değiştirecektir. Yeni değerler ile 1. ve 2. bölgenin kolon hattı basma debileri, bölge içinde elektriksel kademeli vanaların konumları değişmesi ile bölge içi ideal jeotermal su dağılımı sağlanacaktır.

Kaynaklar

[1] Ozgur, E, A., "Thermodynamics Lecture Notes", Suleyman Demirel University, Faculty of Technical Education, Isparta , (2006-2007)

[2] Okay, A., Siyako, M., Burkan, K. A.: "Geology of Biga Paninsula and Tectonic Evolution", Bulletin of TPJD, C.2/1, 63-122, 1990ca Turizmi Sempozyumu, BÜ. GMYO, 05-06 Mayıs 2001, Balıkesir, Türkiye.

[3] Koroneos, C., Spachos, T., Moussiopoulos, N., "Exergy analysis of renewable energy sources" ,Renewable Energy 28, 295–310, (2003).

[4] Ozgener , L., Hepbaslı, A., Dincer, I., "Thermo-Mechanical Exergy Analysis Of Balcova Geothermal District Heating System İn İzmir, Turkey", Building and Environment 40, 1309–1322, (2005).

[5] Ozturk, H, K., Atalay, O., Yilanci, A.,"Energy and Exergy Analysis of Kizildere Geothermal Power Plant, Turkey", Energy Sources, Part A, 28, 1415–1424, (2006).

[6] Ozgener , L., Hepbaslı, A., Dincer, I., "Performance Investigation Of Two Geothermal District Heating Systems For Building Applications: Energy Analysis", Building and Environment 41, 699–709, (2006).

[7] Ozgener , L., Hepbaslı, A., Dincer, I., "Energy And Exergy Analysis Of The Gonen Geothermal District Heating System, Turkey" ,Geothermics 34, 632–645, (2005).

[8] Mollahuseyinoglu, O., Onat, A., Onar, I., Okuyan, C., "The Comparison of the Gonen and Simav geothermal systems", Teskon 2005 Geothermal Energy Seminar, Izmir, 383-392, (2005).

[9] Onat, A., Onar, İ., Mollahuseyinoglu, O., Aslan, A., "The problems of and suggested solutions for The Gonen Geothermal Heating System", The Symposium on New and Renewable Energy sources, Energy Management, Kayseri, 249-255, (2005).

[10] Mollahuseyinoglu, O., "The Comparison of the Balıkesir Gonen and Kutahya Simav geothermal systems" M.Sc. Thesis, Balikesir University, Institute of Pure and Applied Sciences , Department of Mechanical Engineering, Balikesir, (2006).

[11] Lee, K.C., “Classification of geothermal resources by exergy", Geothermics 30, 431–442.(2001).

DEVELOPMENT OF GÜRE GEOTHERMAL REGIONAL HEATING SYSTEM, COMPARATIVE PROBLEMS AND SOLUTION PROPOSALS

GÜRE JEOTERMAL BÖLGESEL ISITMA SİSTEMİNİN GELİŞİMİ, KARŞILAŞILAN SORUNLAR VE ÇÖZÜM ÖNERİLERİ

Özer Kula[a], İsmail Mutlu[b], Mehmet Algil[c], Serkan Sezen[d]
[a] Balıkesir Üniversitesi Edremit M.Y.O. Elektrikli Cihaz Teknolojisi, Balıkesir-Türkiye, ozerkula@balikesir.edu.tr
[b] Balıkesir Üniversitesi Edremit M.Y.O. Elektrikli Cihaz Teknolojisi, Balıkesir-Türkiye, ismailmutlu@balikesir.edu.tr
[c]Balıkesir Üniversitesi Edremit M.Y.O. Mekatronik , Balıkesir-Türkiye, mehmetalgil@balikesir.edu.tr
[d]Balıkesir Üniversitesi Edremit M.Y.O. Mekatronik , Balıkesir-Türkiye, serkansezen@balikesir.edu.tr

Özet

Enerji ve çevre kirliliği tüm ülkelerin en önemli sorunlarındandır. Günümüzde enerjinin büyük çoğunluğu fosil kaynaklara dayalıdır. Bu durum yenilenebilir enerji kaynaklarını ve üretim teknolojilerini, gelecek için önemini arttırmaktadır. Türkiye de yenilenebilir enerji kaynaklarına her gecen yıl artarak büyük yatırımlar yapılmaktadır. Yatırımlara rağmen Türkiye’nin yenilenebilir enerji kaynaklarının çok az bir kısmı kullanılmaktadır. Kullanılan yenilenebilir enerji kaynaklarının da zaman içinde geliştirilmesi gerekmektedir. Yenilenebilir enerji kaynaklarından birisi olan jeotermal enerji: sürdürülebilir, ucuz, güvenilir ve çevre dostu bir enerji kaynağıdır. Türkiye de jeotermal enerji ile bölgesel ısıtma sistemlerinin uygulandığı yerleşim birimlerine baktığımızda Balıkesir ve yöresi kaynak zenginliği bakımından ön plana çıkmaktadır. Bigadiç, Edremit ilçesi ve Güre beldesinde kurulan ve genişletilmesi devam eden bu sistemler en son kurulan jeotermal bölgesel ısıtma sistemlerindendir.

Bu çalışmada güre jeotermal bölgesel ısıtma sistemi 2006 yılı sezonu ile 2017 yılı sezonu arasında tüm genişletme ve geliştirme çalışmaları incelenmiştir. Araştırmada 2006 yılı sezonunda tespit edilen sistem kapasitesi ve 2017 yılı sezonunda en son kapasitesi karşılaştırılmıştır. 2006 yılı sezonunda tespit edilen sorunlara zaman içinde gelişen teknoloji ile getirilen çözümleri ele alınmıştır. Güre jeotermal bölgesel ısıtma sisteminin 2006 ve 2017 yılı verileri ile enerji dengeleri hesaplanmış ve karşılaştırılmıştır.

Anahtar kelime: Güre, Jeotermal bölgesel ısıtma, Jeotermal enerji, Yenilenebilir enerji

Abstract

Energy and environmental pollution are the most important problems of all countries.Today, the most majority of energy is based on fossil resources.This situation increases the importance of renewable energy sources and production technologies for the future.In Turkey, renewable energy resources are increasing every year and have been making big investments.Despite investments, only a fraction of renewable energy sources are used inTurkey.Renewable energy sources that is used, should also be developed over time. Geothermal energy, one of the renewable energy sources, is a sustainable, cheap, reliable and environmentally friendly energy source.When we look at the residential units where geothermal energy and district heating systems are applied in Turkey, Balikesir and ıts regions are the fronts in terms of resource richness.

ln Bigadic, Edremit and Güre, geothermal district heating systems. Areestablished and these systems are continuing.In this study, the geothermal district heating system has examined all the expansion and development works between the 2006 -2017. The survey compares the system capacity established in the 2006 season and the latest capacity in the 2017 season.The problems identified in the 2006 seasonwere handled and brought about new solutions by the developed technology.The energy balances of the geothermal district heating system data between 2006-2017, were calculated and compared.As a result, a solution for the improvement of the system has been proposed.

Keyword: Güre, Geothermal district heating, Geothermal energy, Renewable energy

1. Giriş

Enerji tüm dünya ülkelerinin başlıca sorunlarından biridir. Günümüzde, Dünyada, enerji ihtiyacının büyük bir kısmı hidrolik enerji ve fosil yakıtlardan karşılanmaktadır. Önümüzdeki yıllarda bu fosil yakıtların bitmesi ve bunların yerini yeni enerji kaynaklarının alması beklenmektedir. Dünyada var olan enerji kaynakları hızla tükenmektedir. Buna karşılık yeni enerji kaynakları arama ve bulma, bunu kullanma yolları araştırılmaktadır. Dolayısıyla ülkeler, bir yandan alışılmış enerji kaynaklarından daha ekonomik yararlanma yollarını ararken, diğer yandan da yenilenebilir enerji kaynaklarından çok kapsamlı biçimde faydalanma yollarını araştırmaktadırlar. Gerçekten de son yıllarda yenilenebilir enerji (jeotermal, güneş, rüzgâr, hidrojen, gelgit gibi) kaynakları ekonomik olarak kullanılmaya başlanmıştır. Söz konusu kaynaklardan daha ekonomik yararlanmak için de, araştırmalar devam etmektedir [1]. Jeotermal enerji üretim maliyeti, diğer enerji kaynaklarına oranla daha düşüktür. Bu maliyet entegre kullanımlar söz konusu olduğunda, daha da düşmektedir [2]. Jeotermal enerji yeni, yenilenebilir, sürdürülebilir, ucuz, güvenilir ve çevre dostu bir enerji türüdür. Jeotermal akışkan, önemli ölçüde elektrik ve ısı enerjisi eldesin de kullanılmaktadır [3].

Türkiye'de jeotermal enerji ile ısıtılabilecek potansiyel yerleşim birimlerine baktığımızda başta İzmir, Denizli ve civarı, Bursa, Balıkesir ve civarı, Afyon ve civarı ve Aydın gelmektedir [4]. Güre jeotermal bölgesel ısıtma sistemi Marmara bölgesinde Balıkesir ilinde Edremit ilçesine bağlı iskele mahallesindedir. Jeotermal sahanın bulunduğu yerleşke 2006 yılında güre beldesi iken bu gün Edremit ilçesine bağlı iskele mahallesi olarak değişmiştir. Fakat sistemin adı hala güre jeotermal olarak kalmıştır. Türkiye' de son kurulan ve genişletilmekte olunan merkezi ısıtma sistemlerinden birine sahip olan güre jeotermal suyunun kimyasal ve fiziksel özellikleri ve sağlık turizmi ile ilgili birçok bilimsel çalışma yapılmıştır [5]. Yapılan bu çalışmalarda suyun mineral değerleri ve hangi hastalıkların tedavisinde faydalı olduğu araştırılmıştır. 2006 yılı itibari ile 500 konut ve otellerin ısıtılması için sıcak su ihtiyacını karşılarken 2017 yılı itibari ile 1200 konut eşdeğer ısıtma ihtiyacını karşılayan güre jeotermal bölgesel ısıtma sisteminin bu zaman zarfındaki genişleme ve gelişmesi hakkında bilimsel araştırma yapılmamıştır. Yapılan bu çalışmada güre merkezi jeotermal bölgesel ısıtma sistemi 2006yılı ile 2017 yılı arasında değişimi incelenerek, karşılaşılan sorunlar tespit edilmiş ve çözüm önerileri ortaya konmuştur.

2. Meteryal ve Metot

2.1. Sahanın Jeolojisi

Güre jeotermal alanının yer aldığı Biga Yarımadası paleozoyik yaşlı epimetamorfik kayaçlardan oluşmaktadır. Alanda üst Paleozoyik ve Paleojen olmak üzere farklı iki yaşta granitik sokulum bulunmaktadır. Temelde bulunan birim en eski kayaç topluluğu olan kazdağ grubudur. Grubun en üst seviyeleri genellikle gronoblastik dokulu, ince tabakalı, çok kıvrımlı mermerlerden oluşmaktadır. Kazdağ grubu üzerine çok yaygın olarak karakaya formasyonu gelir. Bu kayaçların litolojileri sığ ve dengesiz bir ortamda çöken birimleri kapsamaktadır [5]. Maden tetkik ve arama genel müdürlüğü güre jeotermal sahası ile ilgili jeolojik araştırma yapmışlardır.

2.3. Güre Jeotermal Bölgesel Isıtma sistemi ve Değişimi

Güre jeotermal sahası kaplıca tedavisi açısından kullanılan en eski termal alanlardan biridir.2006 yılında bölgede devam eden arkeolojik kazılar bu bölgenin Genç Roma zamanına dayanan bir geçmişi olduğu düşündürmekteydi. 2000 yılından başlayan yüzey kazıları bu gün bölgenin MÖ. 1250 yılına dayanan Antandros kentinin bir parçası olduğu kanıtlanmıştır. Çok eski yıllardan beri bu bölge şifa bulmak amacıyla kullanılmıştır. Teknolojinin ilerlemesiyle basit tesisler yerine daha modern tesisler yapmak ihtiyacı ortaya çıkmıştır. Bunun içinde yeterli miktarda jeotermal su temini için MTA genel müdürlüğünce geniş kapsamlı bir jeolojik, jeofizik, jeokimyasal araştırmalar, sondaj çalışmaları ve testler yapılmıştır. Çalışmalar

sonucunda 1992 yılından itibaren günümüze kadar çeşitli sondajlar yapılmıştır. 1992 yılından önceki jeotermal sahadan sıcak su ihtiyacı derinliği 15-22 m arasında değişen alüvyon içinde açılmış 11 adet çakma kuyulardan 7 tanesinden karşılanmaktaydı [6].

Tablo 1. 1992 MTA raporlarındaki kullanılan kuyuların değerleri

Kuyu	Debi (l/s)	Sıcaklık (°C)
Sj-2	0.36	55.6
Sj-4	0.37	58.7
Sj-5	0.54	53.7
Sj-7	0.23	57.8
Sj-8	0.23	48.7
Sj-10	0.14	54.2
Sj-11	0.09	51.8

MTA raporlarında da belirtildiği üzere yeni sondajlar yapılarak 2006 yılına kadar derinlikleri 65-300 m. arasında değişen yeni 7 adet araştırma ve üretim kuyusu açılmıştır. Kuyularda üretilen jeotermal akışkan termal tesislerde ve belde konut ısıtmasında kullanılmaktaydı. 2006 yılı üretim alanının su seviyesinin düşmesi ve çevre kirliliğinin önlenmesi amacıyla atık suyun re-enjeksiyonu zorunlu hale gelmişti. Üretim amaçlı açılan iki adet jeotermal kuyusunda şu anda jeotermal akışkan bulunmadığı için bu kuyular re-enjeksiyon amaçlı kullanılmaktaydı. Re-enjeksiyon amaçlı kullanılan kuyular Sj-1 ve Sj-3 kuyularıydı. re-enjeksiyon kuyularının işlevini yitirmeye başlaması ve üretim kuyularının sıcaklıklarının etkilenmesinden dolayı 2017 yılında D-1 kuyusu re-enjeksiyon amaçlı açılmıştır. Fakat kuyudan 92 ºC ve 30 lt/sn jeotermal su çıkması üzerine bu kuyuda üretim kuyusu olarak sisteme eklenmesi kararlaştırılmıştır. 2006 yılında çalışan sistem ile günümüzde var olan sistem arasında çalışma şekli olarak bir değişikliğe gidilmemiştir. Sistemde 2006 yılı itibari ile var olan üretim kuyuları zaman içinde körelmiş veya çökmüş olduklarından farklı yerlerde yenileri açılmıştır. Sistemde üretim kuyularından elde edilen termal su, kuyu başı basınçlarının dengelenmesi amacıyla önce dengeleme tankına, daha sonrada içindeki istenmeyen partiküllerin ayrıştırılması amacıyla çökeltme tankına gider.2006 yılında yaklaşık ortalama 64 ºC sıcaklıkta ve toplam 65 lt/sn debideki termal su eşanjöre gelmekte iken bu gün 2017 yılında ortalama 155Lt/sndir. Bölgesel konut ısıtma sistemi hala tek bir eşanjör ile beslenmektedir.2006yılında Esanjör çıkış sıcaklığı ise 58 ºC' iken 2017 yılı itibari ile 60,5 ºC dir. Eşanjörden çıkan jeotermal su otellere kullanma suyu olarak ilk önce saunalara oradanda banyolara gitmektedir. 2006 yılı konut ısıtmasında kullanılan sıcak su eşanjörden64 ºC sıcaklıkta çıkmakta ve 40 ºC sıcaklıkta eşanjöre geri dönmekte iken 2017 yılında sıcak su eşanjörden 63ºC sıcaklıkta çıkmakta ve 38 ºC sıcaklıkta eşanjöre geri dönmektedir. Konutlarda kullanılan bölgesel ısıtma sistemi kapalı devre şeklinde çalışmaktadır. Tablo 2 de 2006 yılında çalışan kuyuların sıcaklık ve debi değerleri verilmiştir. Kuyuların hepsi üretim amaçlı kullanılmaktadır. Tablo 3 de ise 2017 yılı itibari ile çalışmakta olan kuyuların açılış yılı, sıcaklıkları ve debi değerleri ve derinlikleri verilmiştir.

Tablo 2. 2006 kullanılan çakma kuyu sıcaklık ve debi verileri

Kuyu	Debi (l/s)	Sıcaklık (°C)
Sj-2	12	61
Sj-4	10	64
Sj-5	12	67
Sj-7	7	62
Sj-8	8	64
Sj-10	9	64
Sj-11	7	66

Tablo 3. 2017 kullanılan kuyu sıcaklık ve debi verileri

Kuyu	Açılış Yılı	Derinlik (m)	Debi (l/s)	Sıcaklık (°C)
İGJ-1	2010	167	30	64
İGJ-2	2011	200	50	58
İGJ-3	2012	206	45	66
İGJ-4	2012	250	30	69
D-1 (Kullanılmıyor)	2017	1200	30	92

3. Enerji Dengesi

3.1. 2006 yılı Gerekli olan toplam ısı miktarı

Gerekli olan toplam ısı ihtiyacı için yapılan hesaplamalar sonucunda elde edilen veriler tablo 4'de verilmiştir.

Tablo 4. Gerekli olan toplam ısı miktarı

	2006 yılı Konut Eş Değeri	2006 yılı Isı yükü (Q_1) (kcal/h)	2017 yılı Konut Eş Değeri	2017 yılı Isı yükü (Q_1) (kcal/h)
Konutlar	500	3.250.000	500	3.250.000
Oteller	500	3.250.000	700	4.550.000

Toplam	1000	6.500.000	1200	7.800.000

3.2. 2006 yılı mevcut olan toplam ısı miktarı hesapları

Termal suile ilgili ölçülen değerler;

Suyun gidiş sıcaklığı (Tg_{ort}) = 64°C

Suyun dönüş sıcklığı (Td_{ort}) = 40°C

Toplam debi (m) = 65 l/s = 234.000 kg/h

$Q_2 = m \cdot c \cdot \Delta t$ (1)

Formülünden;

Q_2 = 5.616.000 kcal/h bulunur.

Gerekli olan toplam ısı miktarı ile mevcut olan toplam ısı miktarı arasındaki fark;

$Q_{fark} = Q_1 - Q_2$ (2)

$Q_{fark} = -884.000$ kcal/h bulunur.

Yapılan hesaplara göre mevcut kapasite ihtiyacı karşılayamamaktadır. Gerekli olan toplam ısı miktarını elde edebilmek için ;

$\dot{m} = \frac{Q_{fark}}{c \cdot \Delta t} = 36.833 kg/h = 10.2 l/s$ debili termal suya ihtiyaç vardır.

Bu hesaplar şu anda kurulu olan Güre bölgesel ısıtma sistemi için yapılmıştır. Fakat güre jeotermal bölgesel ısıtma sistemi genişletilmekte olan bir sistemdir. Genişleme planlarının içinde 550 konut eş değerine sahip bir Hollanda yatırımlı bir otel , 120 konut eş değerine sahip bir Türk yatırımlı devre mülk ve 140 konut eş değerinde bir kooperatif bulunmaktadır. Bu projeler gerçekleştirildiğinde toplan ısı yükü;

Q_1= 11.715.000 kcal/h

olacaktır. $Q_{fark=}$ 6.149.000 kcal/h olarak gerçekleşecektir. Buda ihtiyaç duyulan termal suyun

$\dot{m} = \frac{Q_{fark}}{c \cdot \Delta t} = 256.208 kg/h = 71.1 l/s$ Çıkmasına neden olacaktır.

3.4. 2017 yılı mevcut olan toplam ısı miktarı

Gerekli olan toplam ısı ihtiyacı için yapılan hesaplamalar sonucunda elde edilen veriler tablo 4'de verilmiştir.

3.5. 2017 yılı mevcut olan toplam ısı miktarı hesapları

Termal suile ilgili ölçülen değerler;

Suyun gidiş sıcaklığı (Tg_{ort}) = 63°C

Suyun dönüş sıcklığı (Td_{ort}) = 38°C

Toplam debi (m) = 155 l/s = 558.000 kg/h

$$Q_2 = m \cdot c \cdot \Delta t \quad (1)$$

Formülünden;

Q_2 = 13.950.000 kcal/h bulunur.

Gerekli olan toplam ısı miktarı ile mevcut olan toplam ısı miktarı arasındaki fark;

$$Q_{fark} = Q_1 - Q_2 \quad (2)$$

Q_{fark} = 6.150.000 kcal/h bulunur.

Yapılan hesaplara göre mevcut kapasite ihtiyacının yaklaşık iki katı karşılanmaktadır. Sistem vanalar üzerinden istenildiği taktirde tam verimle çalıştırılabilmektedir.Bu hesaplar şu anda kurulu olan Güre jeotermal bölgesel ısıtma sistemi için yapılmıştır.

4. Bulgular ve Öneriler

Güre jeotermal bölgesel ısıtma sisteminin çalışması 2003'de başlatılmış ve 2004'de devreye alınmıştır. Genişletilme çalışmaları ise hala devam etmektedir. Yapılan araştırma ve çalışmalar sonucunda 2006 yılı ile 2017 yılı arasındaki aşağıdaki bulgular ve öneriler elde edilmiştir.

- Termal suyun üretiminden eşanjör dairesine, eşanjör dairesinden bölgesel ısıtma boru dağıtım şebekesine kadar sistemin hiç bir yerinde hala otomatik kontrol yapılmamaktadır. Sistemde otomatik kontrol kullanımının devreye alınması gerekmektedir.
- Üretim kuyularında kuyu içi pompalar hala bulunmamaktadır ve termal su kendi değerleriyle yeryüzüne çıkmaktadır. Termal sular sadece bir santrifüj pompa ile sisteme basılmaktadır. Fakat D-1 kuyusundan elde edilen verilen sonrasında düşük kaliteli kaynak olan güre jeotermal sahasının daha kaliteli kaynak sınıfına çekme şansı doğmuştur. Yapılan planlamalarda bu kuyuların sayısını arttırmak ve sistemin abone sayısını iki katına çıkarmak vardır.
- Eşanjör dairesi üzerinde değişiklikler yapılarak daha sade ve genişletilmeye uygun hale hala getirilmemiştir.
- Bölge ısıtma dağıtım şebekesi çift borulu dal şebeke şeklinde dağıtılmıştır. Dal dağıtım şebekesinde eş basıncın sistemin her yerinde oluşturulması çok zordur. Sistemin gidiş ve dönüş boruları arasında eşit basınç olmaması aradaki basınç farkının uç noktalara gittikçe birbirine yaklaşması ve bilinçsiz tesisatçının bina içine döşediği tesisat nedeniyle bina içinde dolaşan su basıncının dönüş basıncından daha küçük olması veya sürekli hava yapması nedeniyle su bina içinden hatta dönüş yapmakta zorlanmaktadır. Bu yüzden bina içinde kısa devre yaparak sirkülasyon durmakta ve bina ısı ihtiyacı karşılamamaktadır. Yeterli miktarda termal su sirkülasyonun olması için her bina için gerektiği kadar debinin bina içine girmesi ve basıncında eşit basınç olması gerekmektedir. Bunun için otomatik kontrol sistemine geçirerek bina girişlerinde sisteme uygun pompalar yerleştirilmeli ve otomatik olarak reglaj ayarının yapıldığı (binaya giren debinin ve basıncın kontrol edildiği) reglaj vanalarının sistemin belli yerlerine ve bina sistem girişlerine konulması gerekmektedir. Bu durum geçici olarak 2017 yılı itibari ile sistemde çift borulu dal şebekenin basma hattına ilave pompalar eklenerek çözülmüştür.

- Açılan kuyular üretim kuyusu olarak açılmış ve re-enjeksiyon amaçlı açılan kuyuda elde edilen veriler sonunda üretim kuyusuna dönüştürülmesi planlanmıştır.2018-2019 kış sezonuna bu kuyuda sisteme bağlanması ön görülmüştür. Üretilen termal suyun enerjisi eşanjörde alındıktan sonra belli bir sıcaklığa düşen jeotermal akışkanın tekrar havzaya üretim kuyusu olarak açılan fakat üretim alınamayan kuyulara hala basılmaktadır. Bu kuyuların çok yakın olması havzanın soğumasına sebep olabilir. Bu durumu iyileştirmek için tespit edilen bölgelere re-enjeksiyon kuyuları açılmalı, re-enjekte edilen jeotermal akışkan ısıl kayaçlarda tekrardan ısınarak havzaya gelmesi sağlanmalıdır.
- Jeotermal havzanın termal modellenmesi yapılmadığından ve kendini yenileyebilen akışkan miktarı belli olmadığından açılan üretim kuyularından istenilen sonuçlar deneme yanıma yoluyla elde edilmeye çalışılmaktadır.Bu gün sistemde abone sayısı 2006 yılı planlamalarının yerine gelmemesi, yatırımcının kendi jeotermal kuyu açması, abone sayısını istenen değerden düşük olmasına neden olmaktadır. Standart olarakfazla üretilen jeotermal kaynak manuel vanalar vasıtasıyla Edremit belediyesine ait jeotermal havuzlara, hamam ve banyolara direkt olarak gönderilmektedir.
- Güre jeotermal kaynağın düşük kaliteli olması ve son acılan (D-1) kuyu ile 1000 metre ve üstü derinliklere inildiğinde daha kaliteli ve istikrarlı bir kaynak haline getirile bilirliğianlaşılmıştır.

5. Sonuçlar

Fosil yakıtların belli bir süre sonra tükenecek olması ve bunların yerini yeni enerji kaynaklarının alması kaçınılmazdır. Son yıllarda bütün dünyada yeni enerji kaynaklarının geliştirilmesine özen gösterilmektedir. Bulgular ve öneriler kısmında ifade edildiği üzere 2006 yılı eksikliklerinin büyük çoğunluğu giderilmiştir. Güre jeotermal sahanın kaynak kalitesinin artırılması artık mümkün olduğu gibi sisteminde daha verimli kullanılabilmesi için ekserjetik verimlilik esas alınarak bir otomatik kontrol sistemiyle kontrol altına alınmalıdır.

Kaynaklar

[1] Anonim, http://diyadinbelediyesi.sitemynet.com/jeotermal.html, Erişim (2005).
[2] Anonim, “Sekizinci Beş Yıllık Kalkınma Planı”, Madencilik Özel İhtisas Komisyonu Raporu Enerji Hammaddeleri Alt Komisyonu Jeotermal Enerji Çalışma Grubu, DPT.2609-ÖİK.620, 2001, Ankara,Türkiye.
[3] http://www.tubitak.gov.tr/btpd/btpd/platform/enerji/bolum6_2.html, 2005.
[4] Anonim, “Sekizinci Beş Yıllık Kalkınma Planı”, Madencilik Özel İhtisas Komisyonu Raporu Enerji Hammaddeleri Alt Komisyonu Jeotermal Enerji Çalışma Grubu, DPT. 2609-ÖİK.620, 2001, Ankara, Türkiye.
[5] Okay, A., Siyako, M., Burkan, K. A.: “Geology of Biga Paninsula and Tectonic Evolution”, Bulletin of TPJD, C.2/1, 63-122, 1990ca Turizmi Sempozyumu, BÜ. GMYO, 05-06 Mayıs 2001, Balıkesir, Türkiye.
[6] Anonim, Güre hidrojeolojik, jeolojik, jeofizik araştırma Raparu, 1992.

NEW METHOD OF RATIONAL DISTRIBUTION OF THERMAL ENERGY IN MODERN BUILDINGS

НОВАЯ МЕТОДИКА РАЦИОНАЛЬНОГО РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ТЕПЛОВОЙ ЭНЕРГИИ В СОВРЕМЕННЫХ ЗДАНИЯХ

N.Y. Mammadov
Azerbaijan University of Architecture and ConstructionE-mail: nurmammad.mammadov@azmiu.edu.az

Abstract

The major feature of systems of maintenance of a microclimate is presence at them enough rigid technological communication: environment - external protecting designs - thermal energy consumption. This communication leads to that the system of maintenance of a microclimate can be accepted as organic indissoluble unity of external climatic parametres, external protecting designs and the thermal loadings, functioning within the limits of unity and conditions of management of a microclimate. Thereof, at change of one of system key parametres, of other elements vary also. Such close technological and economic interrelation forces to consider microclimate managerial processes by uniform criterion of optimum control.

In article questions of management by a mode of consumption of thermal energy in buildings with application of the theory of intellectual systems - dynamic expert system of real time are considered. The structure and the scheme of information communications of dynamic expert system of diagnostics and management of a mode of consumption of thermal energy in buildings are offered.

Keywords: Intellectual systems, Thermal energy, Expert systems, Information communications, Difficult engineering systems.

Резюме

В статье анализируются возможности использования методов современных информационных технологий для оптимального и рационального распределения тепловой энергии между потребителями разной категории. Предлагается структура динамической экспертной системы для управления режимом потребления тепловой энергии в зданиях. Разработана схема информационных связей динамической экспертной системы диагностики и управления режимом потребления тепловой энергии в зданиях.

Ключевые слова: Интеллектуальные системы, тепловая энергия, экспертные системы, информационные связи, сложные инженерные системы.

1. Введение

Мировая практика показывает, что интегрированная система управления зданием в конечном итоге позволяет оптимизировать затраты на строительство и сократить ежемесячные эксплуатационные расходы и затраты на амортизацию. Так как единое (централизованное) управление инженерными системами здания позволяет прогнозировать и оптимизировать расходы на поддержание этих систем в рабочем состоянии и отслеживать сроки замены или ремонта отдельных оборудований. За счет

интеграции всех инженерных систем здания повышается не только экономичность, не и его комфортность, поскольку интеллектуальные модули систем жизнеобеспечения максимально возможно подстраивать под потребности человека.

Важнейшей особенностью систем обеспечения микроклимата является наличие у них достаточно жесткой технологической связи: окружающая среда – наружные ограждающие конструкции – потребление тепловой энергии. Эта связь приводит к тому, что систему обеспечения микроклимата можно принимать как органическое неразрывные единство наружных климатических параметров, наружных ограждающих конструкций и тепловых нагрузок, функционирующие в рамках единства и условий управления микроклиматом. Вследствие этого, при изменении одного из основных параметров системы, меняются и параметры других элементов. Такая тесная технологическая и экономическая взаимосвязь заставляет рассматривать процессы управления микроклимата единым критерием оптимального управления.

В статье рассматриваются вопросы управления режимом потребления тепловой энергии в зданиях с применением теории интеллектуальных систем – динамической экспертной системы реального времени. Предлагаются структура и схема информационных связей динамической экспертной системы диагностики и управления режимом потребления тепловой энергии в зданиях.

Современные здания, обеспечивающие полный комфорт для проживающих там людей, относятся к классу сложных инженерных систем. Функционирование таких систем складывается на основе множества нелинейных факторов, среди которых есть хорошо исследованные, например, температура и относительная влажность внутреннего воздуха, распределение приточного воздуха в помещении и т.д.

Перечисленные факторы вступают во взаимодействие в окружающей среде и в помещении, при этом иногда уточнение математического описания отдельных факторов приводит к ухудшению описания поведения системы в целом. Кроме того, имеются явления, трудно поддающиеся формальному математическому описанию, вследствие многочисленных неопределенностей, например, температура наружного воздуха, скорость ветра, теплотехнические параметры наружных ограждающих конструкций и др. [1].

Эволюция взглядов на проблему управления сложными системами в контексте применения тех или иных формализмов для построения адекватных моделей управляемых объектов, пройдя через этап создания необходимости учета в них человеческого фактора, привела специалистов в области строительства и инженерии к формированию концепции построения интеллектуальных зданий.

Экспертные системы, как наиболее активно развивающиеся направление идеологии классического искусственного интеллекта, способны, имитируя «человеческий» способ рассуждения, решать задачи управления не хуже человека-эксперта. Причем подобные системы, разумно сочетая достоинства человеко-машинных диалоговых систем с эвристическими моделями, приобретают ряд принципиально новых и чрезвычайно важных свойств. Это, прежде всего, возможность представлять знания экспертов на языке, близком к естественному языку человеческого общения, решать задачи на основе этих знаний и, пожалуй, самое главное – верифицировать цели управления, т.е. подтверждать правильность принятого решения [2, 3].

И все же, несмотря на очевидные преимущества такого подхода, экспертные системы «первой волны», далеко не исчерпав изначально заложенный в них потенциал, во многих случаях не оправдывают возлагаемых на них надежд [4, 5].

Дело в том, что уровень сложности эксплуатации современных зданий, неопределенность среды их функционирования, большая размерность задач их управления не позволяют создать такую универсальную статическую базу знаний экспертной системы, которая была бы способна выдавать решения, адекватные нередко возникающим нештатным ситуациям, выходящим за рамки регламента.

Пути выхода из создавшейся ситуации, естественно, было искать в придании экспертной системе некоторого динамизма, в смысле возможности более гибкого и оперативного реагирования на изменяющиеся комфортные условия внутри помещений здания в режиме реального времени. И более того, периодически обновляемые модели базы знаний должны позволять на основе анализа тенденций изменения параметров наружного воздуха прогнозировать возможные изменения параметров в помещениях и генерировать соответствующие решения.
В целях оперативной обработки данных в среде реального времени и решения на этой основе задачи управления тепловым режимом в современных зданиях, общая задача управления нами декомпозирована на ряд узконаправленных подзадач, таких как:

- распознавание фактов или происходящих событий, однозначно связанных с теми или иными непредвиденными проблемами, позволяющие при необходимости их распознавать и выявлять;
- арбитраж приоритетов этих фактов или событий;
- анализ факта или события с целью распознавания и выявления соответствующей непредвиденной проблемы;
- арбитраж приоритетов основных задач;
- координация вышеуказанных процессов.

Анализ функций, возлагаемых на динамическую экспертную систему, требований к качеству управления, ее место в системе принятия решений для режима потребления тепла в здании, позволил разработать структуру, в которой выделены четыре функциональные автономные подсистемы: монитор, диагностика, принятие решений по управлению, оценка и коррекция знаний [рис. 1].

Эти подсистемы ориентированы на выполнение следующих задач.

«Монитор» - подсистема сбора и обработки измерительной информации о параметрах, используемой для диагностики текущего состояния режима потребления тепла, а затем и для принятия адекватного управленческого решения. Отслеживая динамику режима, монитор, фактически контролирует его стабильность.

В свою очередь подсистема «монитор» состоит из следующих основных блоков:

Блок связи со зданием – служит для преобразования аналоговой измерительной информации о параметрах режима потребления тепла в цифровой код с дальнейшей ее компьютерной обработкой в части фильтрации, сглаживания, вычисления средних значений, фиксации отклонений от номинальных значений и выхода параметров за допустимые пределы.

Блок обработки данных, изменяющихся во времени, выполняет задачу сбора и накопления информации для преобразования ее к виду, удобному для использования экспертной системой. Здесь исходя из динамических особенностей режима потребления тепла в здании, вначале определяется шаг дискретизации:

$$dt = \left(t_n - t_0\right)/n$$

где m_0 – начало интервала времени измерения;
$m_н$ – конец интервала времени измерения;
$н$ – число шагов дискретизации.

Затем, измеряя значения параметров наружного воздуха в моменты времени, кратные интервалу дискретности, вычисляются разности $\Delta X_i, \Delta^2 X_i, ..., \Delta^n X_i$, принимаемые в дальнейшем за дискретные аналоги соответствующих производных измеряемых параметров $X_i^{'}, X_i^{''}, ..., X_i^{(n)}$.

Интерфейс пользователя предназначен для организации взаимодействия оператора как с процессом потребления тепла в здании, так и с программным комплексом.

Следует отметить, что на уровне человеческого восприятия физическую интерпретацию математических понятий производных выше второй достаточно сложно представить. Поэтому естественно, что эксперты в своих рассуждениях о динамике процесса используют лишь понятия скорости изменения того или иного параметра и его ускорения, соответствующих первой и второй производным от этих параметров. Ввиду этого и эвристические правила базы знаний ограничиваются лишь формализацией первых двух производных.

В результате функционирования подсистемы «монитор», соответствующим образом обработанная информация поступает с частотой, определяемой экспертами, исходя из динамических особенностей процесса, в подсистему «диагностика», где фиксируются нарушения, которые имели место в ходе протекания режима потребления тепла, отклонений его от нормы, устанавливается диагноз состояния режима.

В условиях отклонения процесса от нормального функционирования и выдачи соответствующей информации от подсистемы «диагностика», подсистема «принятие решения» вырабатывает управляющие решения, направленные на восстановление стабильности режима потребления тепла в здании. В эту подсистему входит следующая триада блоков:

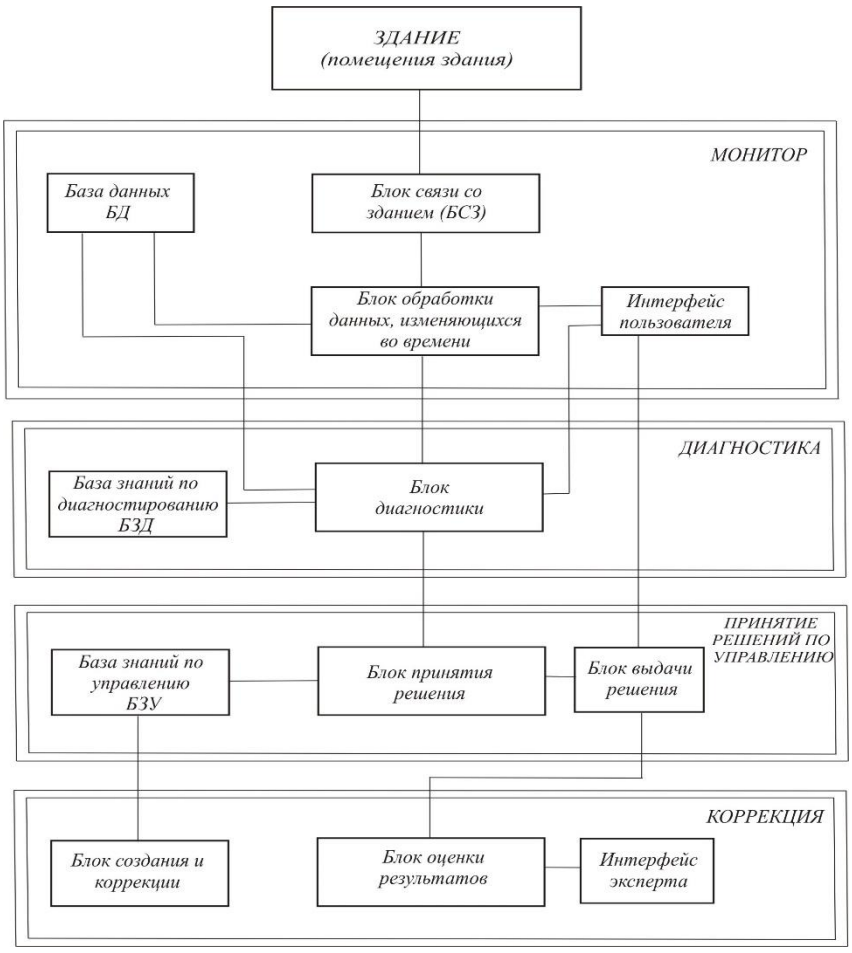


Рис. 1. Структура динамической экспертной системы

Блок «база знаний по управлению» сформирован на основе экспертных опросов специалистов по управлению теплового режима зданий, как и база знаний подсистемы «диагностика».

Блок принятия решения – это программное средство, реализующее механизм логического вывода, используя информацию подсистемы «диагностика» о нарушении режима и базу знаний по управлению.

Блок выдачи решения организует пересылку, с помощью интерфейса пользователя, решения по управлению режимом в подсистему «монитор» и представление ее на экране дисплея в виде рекомендации.

Подсистема «оценка и коррекция базы знаний» является аналитическим элементом системы, предназначенным для регулярной оценки адекватности принимаемых решений реальным ситуациям и в случае отсутствия таковой-проведения необходимой коррекции эвристических правил базы знаний.

Здесь в соответствии с заложенными принципами, функционирование начинается с оценки экспертом корректности решений, вырабатываемых подсистемой «принятие решения по управлению».

Эксперт сопоставляет исходную информацию о текущих значениях параметров процесса потребления тепла, данные о климатических параметрах наружного воздуха, данные диагностики с информацией о состоянии процесса, сложившемся в силу воздействия на него команд, соответствующим принятым решениям по управлению. Необходимо иметь в виду, что подобное сопоставление должно производиться с учетом фактора запаздывания, определяемого динамическими свойствами здания.

В результате этого анализа для каждого из проведенных экспериментов эксперт оценивает по шкале [0,1] качество принятых решений в виде «штрафных» и «поощрительных» очков. Если для ***к***-го эксперимента оценка качества работы системы $S_k \leq 0,5$, то правило (или множество правил, участвующих в цепочке рассуждений) получает «штрафное» очко, а в противном случае $(S_k > 0,5)$ – «поощрительное».

В проблеме построения динамической экспертной системы реального времени, синтеза ее архитектуры и принципов формирования большая роль принадлежит анализу потоков информации в системе, информационной взаимосвязи решаемых задач.

Исследования в этой области, с учетом предложенной структуры системы и возможностей комплекса технических средств, позволили разработать схему информационных связей динамической экспертной системы (Рис. 2).

Оперативная информация о режимных параметрах процесса поступает потоком (1) с интервалом 1 час от здания (помещения) в блок обработки данных подсистемы «монитор». Выбор такого интервала обусловлен временем опроса датчиков, который, в свою очередь, определяется исходя из динамических особенностей управляемого здания.

Соответствующим образом обработанная информация, характеризующая состояния режима (2), представляется пользователю на экране монитора в виде таблиц. Значения же параметров, необходимые в соответствии с алгоритмом функционирования системы для последующего использования экспертных систем, заносятся в базу данных (3), где также хранится и нормативно-справочная информация о режиме (22, 23), оттуда передается обратно в блок обработки данных (4) и блок диагностики (6).

Периодически, с интервалом 2 часа, текущая информация о режиме потребления тепла сравнивается с последними данными, записанными в базу данных, с целью проверки стабильности и соответствии к требуемым условиям и в случае их нарушения диспетчеру представляется информация об изменениях, возникающих в ходе процесса.

Одновременно информация о нарушениях (5) передается в блок диагностики, куда поступают также экспертные знания (7), хранящиеся в базе знаний диагностирования (БЗД).
Результаты диагноза пересылаются (10) в подсистему «принятие решения» для выработки рекомендаций по управлению режимом потребления тепла в здании, которое осуществляется с использованием правил (13) базы знаний по управлению (БЗУ).

Полученное решение (11) через блок выдачи результатов передается (12) диспетчеру.

В системе предусмотрена возможность коррекции знаний, сконцентрированных в БЗД и БЗУ (9 и 18) с помощью блоков оценки результатов и коррекции.

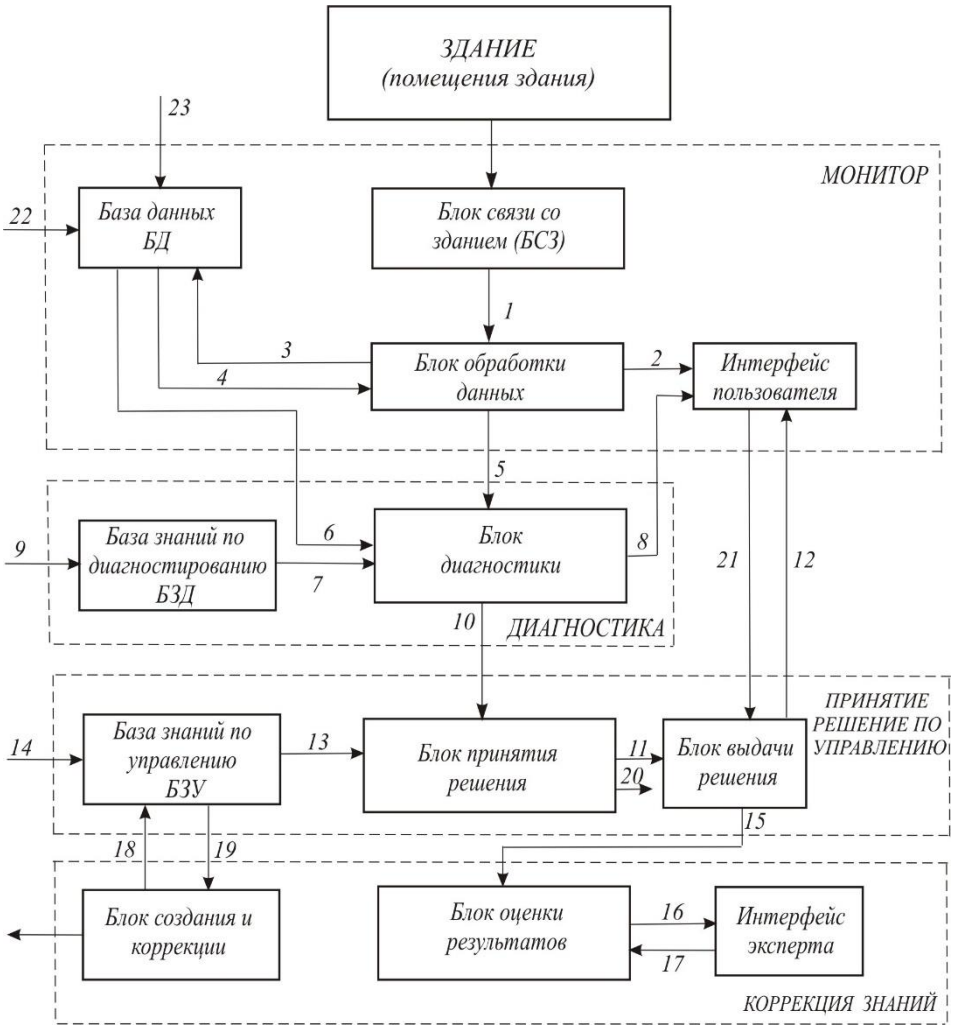


Рис. 2. Схема информационных связей динамической
экспертной системы диагностики и управления
режимом потребления тепловой энергии

Анализ адекватности моделей базы знаний, принятым в процессе функционирования системы решениям по управлению, осуществляется экспертом в диалоговом режиме (16 и 17).

Оператор вправе не согласиться с решением, предложенным системой и может запросить (21) его объяснения. Ввиду этого, в целях проведения в последующем необходимого анализа, промежуточная информация после отдельных этапов решения запоминается в БД (23).

Литература

[1] Табунщиков Ю.А., Бродач М.М. Математическое моделирование и оптимизация тепловой эффективности зданий. – М.: АВОК-ПРЕСС, 2002, 294 с.
[2] Алиев Р.А., Алиев Р.Р. Теория интеллектуальных систем и ее применение. – Баку.: 2001, - 720 с.
[3] Robert L. Moore, Rod S. Khanna. A Real-Time Expert System for Industrial Applications. Instrum Power Ind. vol. 29. Proc. 29-th power Instrum Symp., Cleveland, Ohio, May 19-21, 1986. pp. 55-63.
[4] Fuzzy sets, neural networks and Soft Computing, Yager R.R., Zadeh L.A. (Eds.) VAN Nostrand Reinhold, New York, 1994, p.440.
[5] Алиев Р.А., Абдикеев Р.М., Яковенко И.И. Интеллектуальная система диспетчерского управления производством ДУЭТС. Сборник трудов второго международного научного семинара «Теория и применение искусственного интеллекта». Болгария, Созопольб, 1989.

ELECTRICITY GENERATION BY SOLAR PHOTOVOLTAIC IN TURKEY

TÜRKİYE'DE GÜNEŞ ENERJİSİNDEN FOTOVOLTAİK YÖNTEMLE ELEKTRİK ÜRETİMİ

H. Hüseyin Öztürk[a], Ümran Atay[b]
[a)]Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Makinaları ve Teknolojileri Mühendisliği Bölümü, 01330 Sarıçam/Adana, Türkiye
e-mail: hhozturk@cu.edu.tr
[b)]GAP Tarımsal Araştırma Enstitüsü, Şanlıurfa, Türkiye, e-mail: umranatay@hotmail.com

Özet

Fotovoltaik (PV) teknoloji, tasarım ve kurulum açısından en basit elektrik üretim teknolojidir. Bununla birlikte, PV teknolojinin asıl üstünlüğü, doğayı kirletmeyen, çevre dostu ve bakım maliyeti düşük bir teknoloji olmasıdır. Bu çalışmada, Türkiye'de güneş enerjisinden PV yöntemle elektrik üretiminin mevcut durumu ve gelecekteki beklentiler değerlendirilmiştir. Türkiye'de güneş enerjisinden PV yöntemle lisansız elektrik kurulu gücü 2015 yılında 292,91 MWe iken, 2016 yılında 939,19 MWe düzeyine yükselmiştir. Bu değer 2017 yılı Haziran ayı sonu itibariyle, 1490,56 MWe düzeyine ulaşmıştır. PV yöntemle üretilip, ihtiyaç fazlası olarak sisteme verilen elektrik miktarının, lisansız elektrik üretimindeki payı 2015 yılında % 83,03 düzeyinde iken, 2016 yılında % 90,64 düzeyine 2017 yılı Haziran ayı sonunde ise % 91,88 düzeyine ulaşmıştır. 2023 yılına kadar Türkiye'nin toplam enerji talebinin %30'unun yenilenebilir enerji kaynaklarından karşılanması ve elektrik üretiminde doğalgazın payının %30'un altına düşürülmesi öngörülmektedir.

Anahtar kelimeler: Türkiye, Güneş enerjisi, Elektrik üretimi

Abstract

Photovoltaic (PV) technology is the simplest electricity production technology in terms of design and installation. Nevertheless, the main advantage of PV technology is that it does not pollute the environment, it is environment friendly and low maintenance cost technology. In this study, the current state and future expectations of electricity generation by solar PV method in Turkey have been evaluated. In Turkey, solar PV installed power has increased from 554,05 MWe in the end of the June 2016 to 1490,56 MWe in the end of the June 2017. While the share of electricity supplied to the system as a surplus in terms of the solar PV method was 83,03% in 2015, it reached 90,64% in 2016 and 91,88% in the end of June 2017. It is envisaged that until 2023, Turkey will meet 30% of total energy demand from renewable energy sources and reduce the share of natural gas in electricity generation to less than 30%.

Keywords: Turkey, Solar energy, Electricity generation

1. Giriş

Güneşten yayılan ışınım enerjisinden, elektrik jeneratörünü çalıştıracak bir makinaya mekanik enerjisi olarak güç vermek için yüksek sıcaklıkta ısı enerjisi üretmek veya PV etki ile doğrudan elektriğe dönüştürmek amacıyla yararlanılır. PV teknoloji, pahalı ve yenilenebilir bir teknoloji olmakla birlikte, tasarım ve kurulum açısından en basit elektrik üretim teknolojidir. Bununla birlikte PV teknolojinin asıl üstünlüğü, doğayı kirletmeyen, çevre dostu ve bakım maliyeti düşük bir teknoloji olmasıdır.

Güneşten PV sistemlerle elektrik üretimi 1954 yılında gerçekleştirilmiş olmasına karşın, ilk güneş ısıl elektrik santralleri 1970'lerin sonunda kurulmuştur. PV etki, 1839 yılında *Becquerel* tarafından, elektrolitik hücrelerde ışığın etkilerini çalışırken keşfedilmiştir. PV uygulamalarında, yeteri kadar yüksek bir verime ulaşmak için uzun bir dönem gereklidir. Güneş hücreleri, uzay programları sayesinde, 1950'lerde hızla gelişme kaydetmiş ve uydular üzerinde kullanılmışlardır. Bu uygulamalar, verim düzeyleri % 6–10 arasında değişen kristal silisyum (c-Si) güneş hücreleri ile gerçekleştirilmiştir. 1970'lerdeki enerji krizi, PV teknolojilerdeki araştırma ve geliştirme (Ar&Ge) çalışmalarını büyük ölçüde hızlandırmıştır (Öztürk, 2008; Öztürk ve Kaya, 2013). Birleşik yarı iletkenlerin (III-V ve II-VI) kullanıldığı güneş hücreleri ilk olarak, 1960'lı yıllarda incelenmişlerdir. Aynı zamanda, çok kristal silisyum (pc-Si) ve ince film güneş hücresi teknolojilerinin başlıca üstünlükleri; üretim sürecinde düşük malzeme tüketimi, enerji girdisi, yüksek üretim kapasitesi ve modül yapılarının basit olmasıdır. Bu nedenle, bu tip güneş hücreleri, düşük maliyet ile büyük ölçekli karasal uygulamalarda kullanılmak amacıyla geliştirilmişlerdir.

Güneş enerjisinin üstünlükleri aşağıdaki gibi özetlenebilir:

- ✓ Güneş enerjisinin en çekici tarafı, ilk yatırım maliyeti geri kazanıldıktan diğer bir deyişle geri yatırımın geri ödeme süresinden sonra, üretilen enerjinin ücretsiz olması, hammadde giderlerinin olmamasıdır.
- ✓ Enerji maliyetlerinin yükselmesi karşısında güvence oluşturur
- ✓ Yerli ve yenilenebilir bir enerji kaynağıdır.
- ✓ Çevre açısından olumsuz etkileri yoktur.
- ✓ Bazı bölgeler, güneş enerjisi için diğerlerinden daha iyi olmasına rağmen, neredeyse tüm bölgelerde uygulanabilir durumdadır.
- ✓ Güneşten elektrik üretilerek, elektrik tüketim giderlerini azaltılabilir.
- ✓ Güneş enerjisi sistemlerinde yer alan hiçbir hareketli parça yoktur. PV sistemle ile ilgili hiçbir gürültü yoktur.
- ✓ Yatırım ve üretim teşvikleri uygulanmaktadır.
- ✓ Güneş enerjisi ekipmanı tasarımında ve imalatında sürekli olarak teknolojik ilerlemeler gerçekleşmektedir.

Diğer taraftan güneş enerjisinden PV yöntemle elektrik üretiminin bazı olumsuzlukları da vardır:

- ➢ Günümüz koşullarında yatırım maliyeti yüksektir.
- ➢ Yaz-kış ve gündüz-gece olmak üzere uzun ve kısa dönmeli kesikliliği olan bir enerji kaynağıdır.
- ➢ Akümülatörler gibi enerji depolama sistemleri, talebi ve yükü düzeltir ve güneş enerjisini daha kararlı hale getirir. Ancak enerji depolama teknolojileri de pahalıdır.
- ➢ Güneş enerjisi kesinlikle fosil yakıtlardan daha az kirletici olmakla birlikte, bazı sorunlar bulunmaktadır. Bazı ince film PV hücre üretiminde kadmiyum tellürür (CdTe) kullanmaktadır. Kadmiyum, bitki ve hayvan dokularında biriken ağır bir metaldir.
- ➢ Kadmiyum tellürür (CdTe) veya bakır indiyum galyum selenid (CIGS) gibi ince film PV hücrelerin üretiminde pahalı ve az bulunan malzemeler kullanılır.
- ➢ PV tesisatın yerleştirilmesi için yer gereksinimi fazladır. Bir enerji kaynağının belirli bir alanından ne kadar güç türetilebileceğine bakıldığında güç yoğunluğu veya alan (m^2) başına güç (W) (W/m^2) önemlidir.
- ➢ Güç yoğunluğunun düşük olması nedeniyle, talep edilen gücü kabul edilebilir fiyatlarla sağlamak için PV tesisatın yerleşimi için çok fazla alan gereklidir.
- ➢ PV tesisatın bulunduğu yerden başka bir yere taşınması maliyetlidir.

2. Türkiye'de Güneş Enerjisi Potansiyeli

Ülkemiz, coğrafi konumu nedeniyle sahip olduğu güneş enerjisi potansiyeli açısından birçok ülkeye göre şanslı durumdadır. Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğünde (DMİ) mevcut bulunan 1966-1982 yıllarında ölçülen güneşlenme süresi ve ışınım şiddeti verilerinden yararlanarak EİE tarafından yapılan çalışmaya göre Türkiye'nin ortalama yıllık toplam güneşlenme süresi 2640 saat (günlük toplam 7,2 saat),

ortalama toplam ışınım şiddeti 1311 kWh/m²yıl (günlük toplam 3,6 kWh/m²) olduğu belirlenmiştir. Türkiye'de aylara göre güneş enerji potansiyeli ve güneşlenme süresi değerleri ise Çizelge 1'de verilmiştir.

Türkiye'nin en fazla güneş enerjisi alan bölgesi Güney Doğu Anadolu Bölgesi olup, bunu Akdeniz Bölgesi izlemektedir. Güneş enerjisi potansiyeli ve güneşlenme süresi değerlerinin bölgelere göre dağılımı da Çizelge 2'de verilmiştir.

Çizelge 1. Türkiye'nin Aylık Ortalama Güneş Enerjisi Potansiyeli (YEGM, 2017)

Aylar	**Aylık Toplam Güneş Enerjisi (kWh/m^2-ay)**	**Güneşlenme Süresi (Saat/ay)**
Ocak	51,75	103
Şubat	63,27	115
Mart	96,65	165
Nisan	122,23	197
Mayıs	153,86	273
Haziran	168,75	325
Temmuz	175,38	365
Ağustos	158,40	343
Eylül	123,28	280
Ekim	89,90	214
Kasım	60,82	157
Aralık	46,87	103
Toplam	**1311**	**2640**
Ortalama	**3,6**	**7,2**

Çizelge 2. Türkiye'nin Yıllık Toplam Güneş Enerjisi Potansiyelinin Bölgelere Göre Dağılımı (YEGM, 2017)

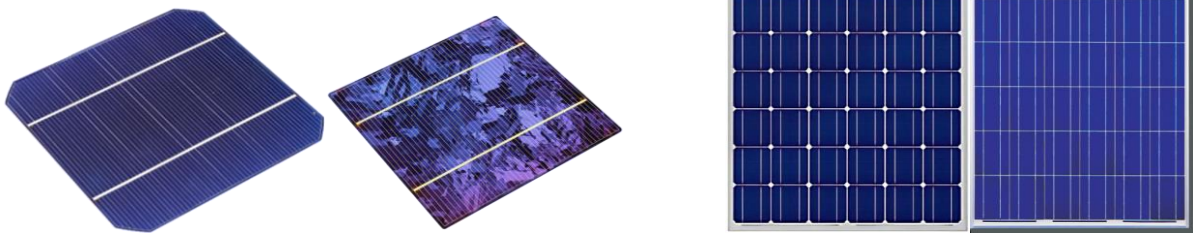
Aylar	**Yıllık Toplam Güneş Enerjisi (kWh/m^2-yıl)**	**Güneşlenme Süresi (Saat/yıl)**
Güney Doğu Anadolu	1460	2993
Akdeniz	1390	2956
Doğu Anadolu	1365	2664
İç Anadolu	1314	2628
Ege	1304	2738
Marmara	1168	2409
Karadeniz	1120	1971

3. Fotovoltaik Teknoloji

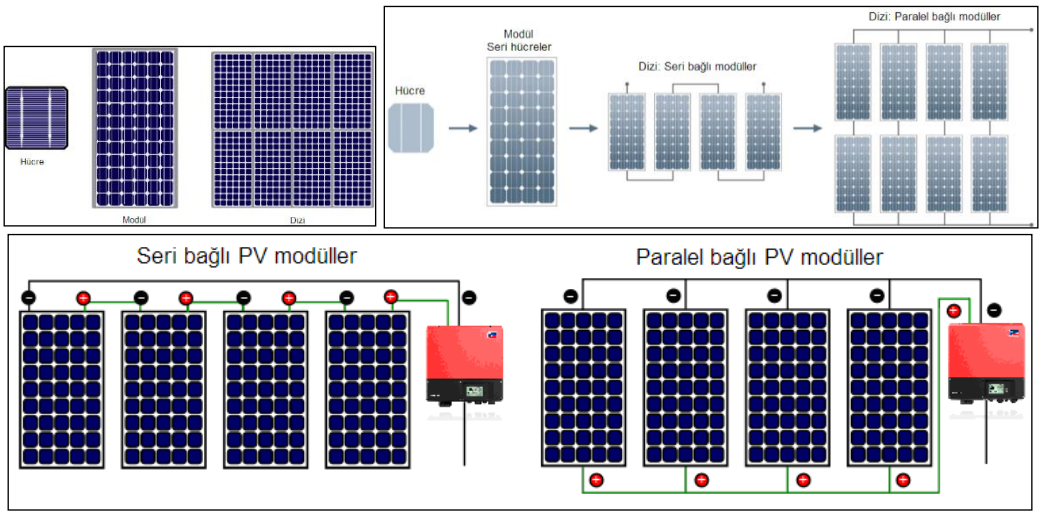
Fotovoltaik (PV) hücreler (Şekil 1.a), güneş ışınlarını doğrudan elektriğe dönüştürebilen, hareketli mekanik parçaları olmayan, bakımı kolay ve ömürleri uzun olan elektronik sistemlerdir. PV hücreler, yarı iletken maddeler olup, güneş enerjisini doğrudan elektriğe dönüştürürler (Şekil 1). Yarı iletken bir diyot olarak çalışan PV hücre, güneş ışığının taşıdığı enerjiyi iç fotoelektrik reaksiyondan faydalanarak doğrudan elektrik dönüştürür. Güneş enerjisi, PV hücrenin yapısına bağlı olarak % 5 ile % 20 arasında bir verimle elektriğe dönüştürülebilir. PV hücrelerin yüzeyleri genellikle kare, dikdörtgen ve daire biçimindedir. PV hücrelerin alanları da, 60–160 cm^2 arasında değişmekte olup, ortalama 100 cm^2'dir. Kalınlıkları ise 0,2–0,4 mm arasındadır. Güç çıkışını artırmak amacıyla çok sayıda PV hücre birbirine paralel ya da seri bağlanarak bir yüzey üzerine monte edilir. Bu yapıya PV modül adı verilir (Şekil 3.1b). Güç talebine bağlı olarak PV modüller birbirlerine seri veya paralel olarak bağlanarak birkaç Watt'tan megaWatt'lara kadar PV diziler oluşturulur (Şekil 2).

3.1. Fotovoltaik (PV) Modül

PV hücrelerin seri ve paralel bağlanması ve dış etkenlere karşı korumalı saydam (genellikle camdan) bir çerçeve içine yerleştirilmesi ile modüller oluşturulur. Tipik PV hücreleri kalınlıkları 0,25–0,35 mm arasında değişir. PV hücre boyutları 125 × 125 mm'dir. PV modüllerin güçleri 50 – 500 W arasında değişir. Standart kristal silikon modüller 60–72 arasında değişen PV hücrelere sahiptirler. Bu tip modüllerin kullanım süreleri ortalama 25 yıldır (Öztürk, 2017).



Şekil 1. a) Tek kristal ve çok kristalli PV hücreler b) Tek kristal ve çok kristalli PV modüller

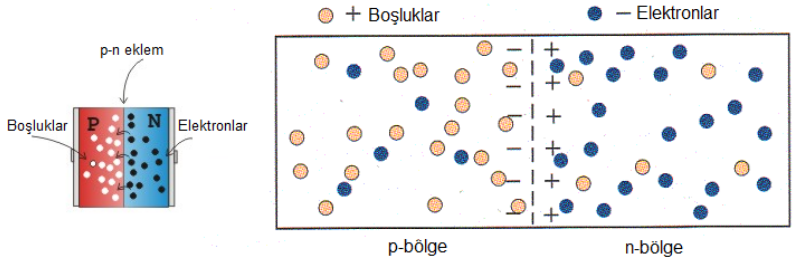


Şekil 2. Seri ve paralel bağlı PV modüller

PV modül üretiminde, PV hücrelerin dizilimleri ve sayıları ayarlanarak üretilecek olan modülün gerilim ve akım değerleri belirlenir. Şebeke bağlantılı sistemlerde kullanılacak olan modüllerin genel olarak 18 V'un üstünde gerilim çıkışı vermeleri tercih edilir. Bunun başlıca nedeni, yüksek gerilim ve düşük akım ille kayıpların azalmasını sağlamaktır. Buna karşın, şebekeden bağımsız sistemlerde gerilim çıkışı 18 V olan modüllerin kullanılması uygundur. Bunun nedeni akü gruplarının genel olarak 12-14-48 V olarak tasarlanmalarıdır. Örneğin, şebekeden bağımsız 12 V depolama sistemini şarj edecek modülün 18 V gerilim çıkışı olan modüllerden tasarlanması gerekir. 12 V çıkış verebilen bir akü grubunu şarj edebilmek için, 14,4 V DC şarj akımı vermek gerekir. Gerilim çıkışı 18 V olan bir modülde kayıplar sonucunda yeterli gerilim seviyesinde aküye besleme yapabilir (Öztürk, 2017).

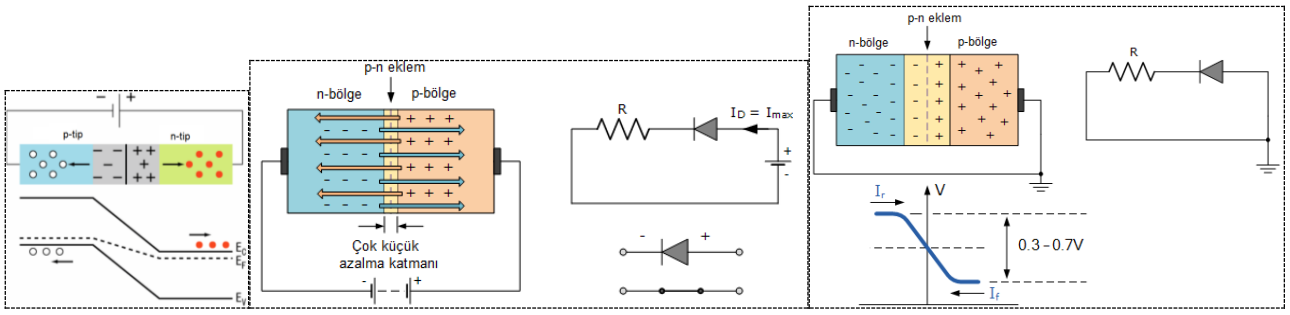
3.2. PV Hücrenin Yapısal Özellikleri

PV sistemin en önemli bileşeni, elektriksel iletkenlik özelliklileri birbirinden farklı olan *p-tipi yarı-iletken* ile *n-tipi yarı-iletkenden* oluşan *p-n eklem diyotlar*dır (Şekil 3).

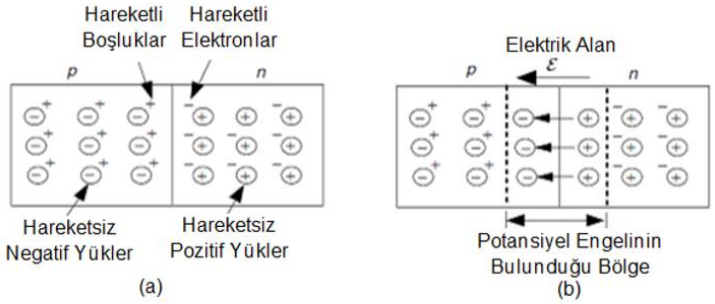


Şekil 3. p-n eklem

n-tipi yarı-iletken ile p-tipi yarı-iletken fiziksel olarak birbirlerine eklendiğinde n-tipi yarı-iletkenin çoğunluk taşıyıcıları elektronlar p-tipi yarı-iletken tarafına ve p-tipi yarı-iletkenin çoğunluk taşıyıcıları boşluklar n-tipi tarafına akmaya başlar (Şekil 4). Elektronların n-tipi bölgeden ayrılması ile geride artı (+) yükler kalırken, boşlukların p-tipi bölgeyi terk etmesi ile birlikte geride eksi (-) yükler kalmaktadır. Çoğunluk taşıyıcılarının eklem üzerinden akışları, eklemin hemen çevresindeki bölgeyi etkilemektedir. Geride kalan (+) ve (-) yükler eklem çevresinde bir elektrik alan oluştururken, bu alan, iki ayrı bölgedeki taşıyıcı farklarından dolayı oluşan doğal akışı engelleyici yönde artmaktadır.



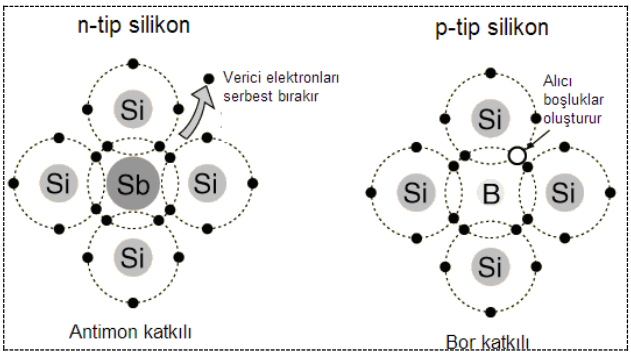
Şekil 4. p-n eklemde elektron ve boşluk akışları



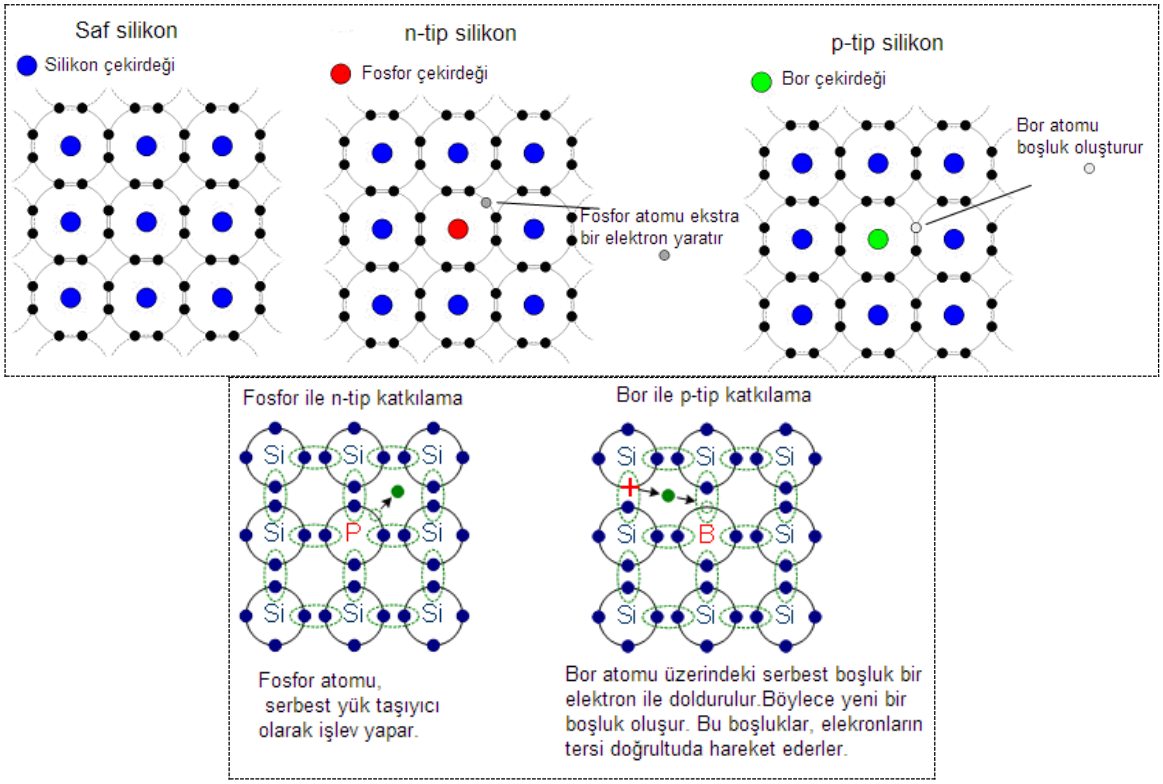
Şekil 5. n-tip ve p-tip yarı iletkenler: a) Birleşmeden önce b) Birleşmeden sonra

Günümüz elektronik ürünlerinde kullanılan transistörler, doğrultucu diyotlar gibi güneş pilleri de, yarı-iletken maddelerden yapılırlar. Yarı-iletken özellik gösteren birçok madde arasında PV hücre yapmak için en elverişli olanlar, silisyum, galyum arsenit, kadmiyum tellür gibi maddelerdir. Yarı-iletken maddelerin PV hücre olarak kullanılabilmeleri için n ya da p tipi katkılanmaları gereklidir (Şekil 6). Katkılama, saf yarı iletken eriyik içerisine istenilen katkı maddelerinin kontrollü olarak eklenmesiyle yapılır. Elde edilen yarı-iletkenin n ya da p tipi olması katkı maddesine bağlıdır. En yaygın PV hücre malzemesi olarak kullanılan

silisyumdan n tipi silisyum elde etmek için silisyum eriyiğine periyodik cetvelin 5. grubundan bir element, örneğin fosfor eklenir (Şekil 7). Silisyumun dış yörüngesinde 4, fosforun dış yörüngesinde 5 elektron olduğu için, fosforun fazla olan tek elektronu kristal yapıya bir elektron verir. Bu nedenle V. grup elementlerine "verici" ya da "n tipi" katkı maddesi denir.

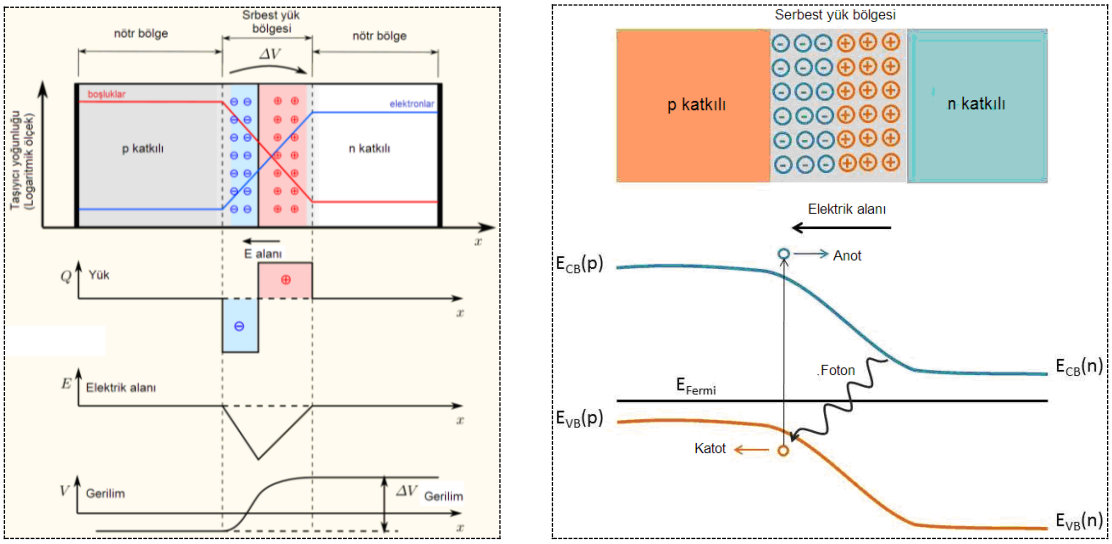


Şekil 6. Silisyumun n veya p tipi katkılanması



Şekil 7. Silisyumun fosfor ve bor ile katkılanması

P tipi silisyum elde etmek için, eriyiğe 3. gruptan bir element (alüminyum, indiyum, bor gibi) eklenir (Şekil 7). Bu elementlerin, son yörüngesinde 3 elektron olduğu için, kristalde bir elektron eksikliği oluşur. Bu elektron yokluğuna boşluk denir ve pozitif yük taşıdığı varsayılır. Bu tür maddelere de "p tipi" ya da "alıcı" katkı maddeleri denir. p veya n tipi ana malzemenin içerisine gerekli katkı maddelerinin katılması ile yarı iletken eklemler oluşturulur. n tipi yarı iletkende elektronlar, p tipi yarı iletkende boşluklar çoğunluk taşıyıcısıdır. p ve n tipi yarı iletkenler bir araya gelmeden önce, her iki madde de elektriksel bakımdan nötrdür. Diğer bir deyişle, p tipinde negatif enerji seviyeleri ile boşluk sayıları eşit, n tipinde ise pozitif enerji seviyeleri ile elektron sayıları eşittir. p-n eklem oluştuğunda, n tipindeki çoğunluk taşıyıcısı olan elektronlar, p tipine doğru akım oluştururlar (Şekil 8). Bu olay her iki tarafta da yük dengesi oluşana kadar devam eder. p-n eklemin ara yüzeyinde, diğer bir deyişle eklem bölgesinde, p bölgesi tarafında negatif, n bölgesi tarafında pozitif yük birikir. Bu eklem bölgesine "*geçiş bölgesi*" veya "*yükten arındırılmış bölge*" denir. Bu bölgede oluşan elektrik alan "*yapısal elektrik alan*" olarak adlandırılır (Şekil 8).



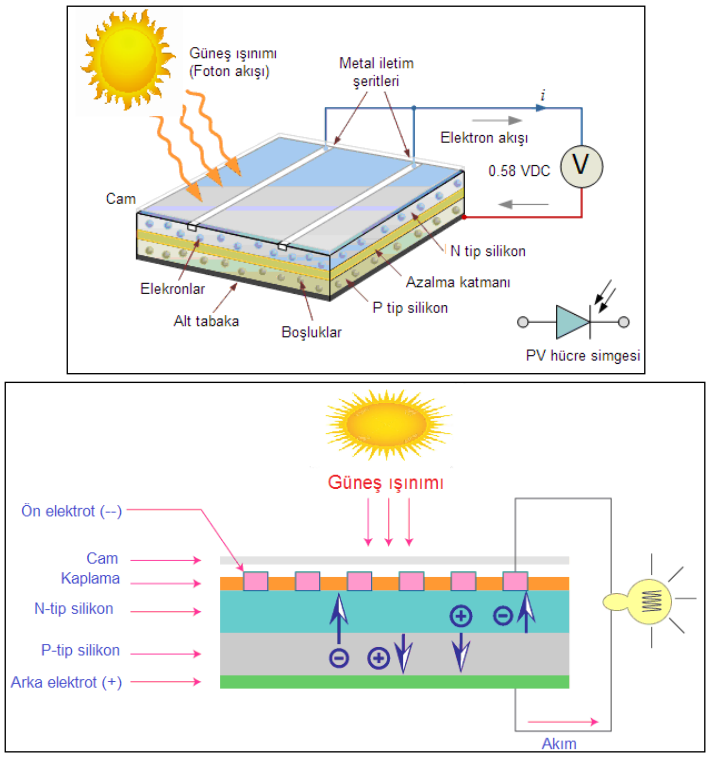
Şekil 8. p-n eklemde elektrik alanı oluşması

3.3. PV Hücre Çalışma İlkesi

PV hücreler PV etkiye bağlı olarak çalışırlar. *Fotovoltaik etki*, fotovoltaik bir hücre tarafından güneş ışınımının elektriğe dönüştürüldüğü temel bir fiziksel işlemdir (Şekil 9). Güneş ışınımındaki fotonların, silikon gibi yarı iletken malzemelerin yüzeyine çarparak, atomlardan elektronları serbest bırakmaları ile ortaya çıkar. *Fotovoltaik* Yunanca, ışık anlamına gelen *photo* ve elektrik akımını geliştiren makinayı tasarlayan *Alessandra Volt*'dan esinlenerek gerilim anlamına gelen *voltaic* kelimelerinin birleşmesinden oluşur. Güneş hücreleri (fotovoltaik hücreler), ilk kez 1839 yılında *Becquerel* tarafından araştırılmıştır.

Einstein ışığın sadece dalga yapısında olmadığını tanecik ya da parçacık olarak da hareket ettiğini göstermiştir. Işık bu karakteristiği içindeki foton adı verilen enerji paketçikleri sayesinde yapar. Diğer bir deyişle güneş ışınımı elektromanyetik parçacıkların yani fotonların bir akışı olarak da görülebilir. Fotonlar elektromanyetik radyasyonun parçacık temsilidir. Elektromanyetik radyasyon enerjisini foton adı verilen bu parçacıklar aracılığıyla iletir. Elektromanyetik radyasyon enerjisini fotonlar taşır ve iletir. Fotonlar, oldukça enerjik parçacıklar olup, fotosentez sürecinde olduğu gibi, foto reaksiyonları tetikleyebilirler. Veya yarıiletkenlerdeki elektronların iletkenliğini tetikleyerek güneş ışığının elektriğe dönüşmesini sağlayabilirler.

Güneşten gelen ışınım, enerji taşıyan fotonların birleşiminden oluşur. Bu fotonlar, güneş ışınım spektrumundaki farklı dalga boylarına bağlı olarak, farklı miktarlarda enerji içerirler. Fotonlar, fotovoltaik bir hücre üzerine geldiğinde; bir kısmı hücre tarafından soğurulur, bir kısmı yansıtılır, kalan kısmı da hücre içerisinden geçer. Fotovoltaik hücre tarafından soğurulan fotonlar elektrik üretir. Fotonun enerjisi, yarı iletken bir malzemenin atomundaki elektrona transfer edilir.



Şekil 9. PV hücrenin yapısı ve çalışma ilkesi

Şekil 9'da kesit alanı gösterilen PV hücreden elektriksel güç elde edilebilmesi için, güneşten gelen fotonların fotovoltaik malzeme tarafından soğurularak foto akımın ve gerilimin üretilmesi gerekmektedir. Güneşten gelen ışınım, enerji taşıyan fotonlardan meydana gelir. Fotonlar silikon gibi yarı iletken malzemelerin yüzeyine çarparak, atomlardan elektronları serbest bırakırlar. Fotovoltaik hücre üzerine gelen fotonların bir kısmı hücre tarafından soğurulur, bir kısmı yansıtılır, kalan kısım ise hücre içinden geçer. Fotovoltaik hücre tarafından soğurulan fotonlardan elektrik üretilir. Fotonun enerjisi, yarı iletken malzemenin atomundaki elektrona transfer olur. Elektron, yeni kazandığı bu enerji sayesinde bir elektrik devresindeki akımın parçası olabilmek için, yarı iletken malzemedeki bir tek atoma ilişkin normal pozisyonundan kurtulabilme yeteneği kazanır (Şekil 9).

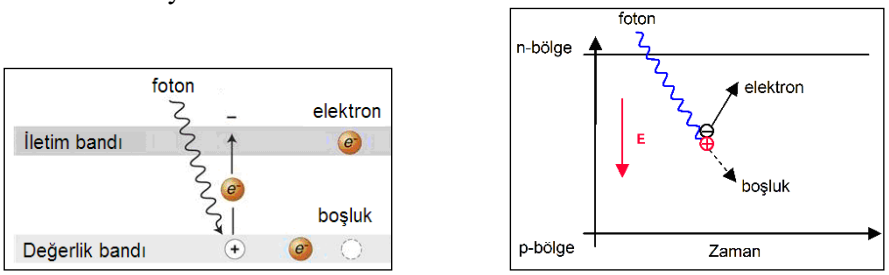
Fotovoltaik (PV) hücrelerin çalışma ilkesi fotovoltaik (PV) ilkeye dayanır. Üzerlerine ışık düştüğü zaman uçlarında elektrik gerilimi oluşur. PV hücrenin verdiği elektriğin kaynağı, yüzeyine gelen güneş enerjisidir. PV ilkeye göre çalışma gerçekleşebilmesi için, güneş ışığını soğuracak malzeme, yasak enerji aralığı güneş spektrumu ile uyumlu ve elektrik yüklerinin bir birinden ayrılabilmesine izin verebilecek özellikte bir yarıiletken (Si, GaAs, CdTe gibi) olmalıdır. Basitçe bir PV hücre, yarıiletkende n-tipi ve p-tipi bölgeler oluşturularak tasarımlanabilir. Oluşturulan bu n-tipi ve p-tipi bölgelerin geçiş bölgesindeki p-n eklemi kesiminde, doğal olarak bir elektrik alanı kurulur. Yarıiletken malzemenin PV hücre olarak çalışması için eklem bölgesinde fotovoltaik ilkenin gerçekleşmesi gerekir.

Yarı iletken eklemin PV hücre olarak çalışması için, eklem bölgesinde fotovoltaik dönüşümün sağlanması gerekir. Bu dönüşüm iki aşamada gerçekleşir:

1) İlk olarak, eklem bölgesine ışık düşürülerek elektron-boşluk çiftleri oluşturulur.
2) İkinci olarak ise, bunlar bölgedeki elektrik alan yardımıyla birbirlerinden ayrılırlar.

Yapıları basitçe bir p-n eklemden oluşan diyotlara benzer. Fotoelektrik ilkeye dayanarak hücreden fotonlar tarafından kopartılan elektronlar eklemde harekete geçer ve bir elektrik akımı oluşturur. Böylece, birbirlerinden ayrılan elektron-boşluk çiftleri, PV hücrenin uçlarında yararlı bir güç çıkışı oluştururlar. PV hücrelerin yüzeyine güneş ışığı düştüğünde bu elektrik alanı momentum (kuvvet) sağlar ve ışıkla uyarılmış elektronlar oluşur. PV ilkenin gerçekleşme sürecinde, p-n eklem diyodun p ve n bölgelerine gelen fotonlar soğurulduğunda; enerjisi yasak bant aralığından daha yüksek olan fotonlar, değerlik bandındaki elektronları

iletkenlik bandına çıkararak elektron-boşluk çiftleri (Şekil 10) oluştururlar. Elektron-boşluk çiftleri birbirinden ayrılarak, dış yük üzerinden bir foto akım akar. Böylece yüksek enerjili elektronlar enerjisini dış yüke aktararak tekrar PV hücreye dönerler.



Şekil 10. Elektron-boşluk çifti oluşması

4. Türkiye'de Fotovoltaik Elektrik Üretimi

Türkiye'de lisanssız elektrik üretiminin enerji kaynaklarına göre dağılımı Çizelge 3'de verilmiştir. 2015 yılında lisanssız elektrik üretimi kapsamında şebekeye verilen enerji miktarı 222 724,45 MWh iken, 2016 yılında 1 137 871,75 MWh olmuştur. Bunun % 90,64'ü güneşten, % 8,10'u ise biyokütleden üretilmiştir.

Çizelge 3. Türkiye'de Lisanssız Elektrik Üretiminin Kaynaklara Göre Dağılımı (EPDK, 2017)

Kaynak Türü	**2015**		**2016**	
	İhtiyaç fazlası olarak sisteme verilen enerji miktarı (MWh)	**Oran (%)**	**İhtiyaç fazlası olarak sisteme verilen enerji miktarı (MWh)**	**Oran (%)**
Güneş (Fotovoltaik)	185 034,44	83,08	1 031 358,00	90,64
Biyokütle	37 094,73	16,65	92 129,90	8,10
Rüzgar	393,88	0,18	8 268,44	0,73
Hidrolik	201,40	0,09	6 115,42	0,54
Genel Toplam	**222 724,45**	**100,00**	**1 137 871,75**	**100,00**

Türkiye'de 2016 ve 2017 yıllarının ilk 6 aylarında güneş enerjisinden elektrik üretimi için kurulu güç ve elektrik üretimi değerleri, sırasıyla Çizelge 4 ve Çizelge 5'de karşılaştırılmıştır. Güneş enerjisinden PV yöntemle elektrik üretimi için kurulu güç, 2016 yılı Ocak ayı sonunda 321, 25 MWe iken, 2017 yılı Ocak ayı sonunda 999,85 MWe düzeyine ulaşmıştır. Belirtilen tarihlerde, güneşten ısıl yöntemle elektrik üretimi için kurulu güç değeri, sırasıyla 1,75 MWe (2016 Ocak) ve 1,22 MWe (2017 Ocak) olarak gerçekleşmiştir. Güneşten PV yöntemle elektrik üretimi için kurulu güç, 2016 yılı Aralık ayı sonunda, 937,362 MWe düzeyine ulaşmıştır. Belirtilen tarihte (2016 Aralık), PV yöntemle elektrik üretimi, lisanssız elektrik üretiminin % 89,79'unu oluşturmuştur. Güneşten PV yöntemle üretilen elektrik miktarı, 2016 yılı Ocak ayının sonunda 19 758,1 MWh iken, 2016 yılı Aralık ayı sonunda 65 024,77 MWh düzeyine yükselmiştir. Belirtilen tarihlerde PV PV elektrik üretimi, lisanssız olarak üretilen toplam elektrik miktarının sırasıyla % 71,38 ve % 88'ine karşılık gelmektedir.

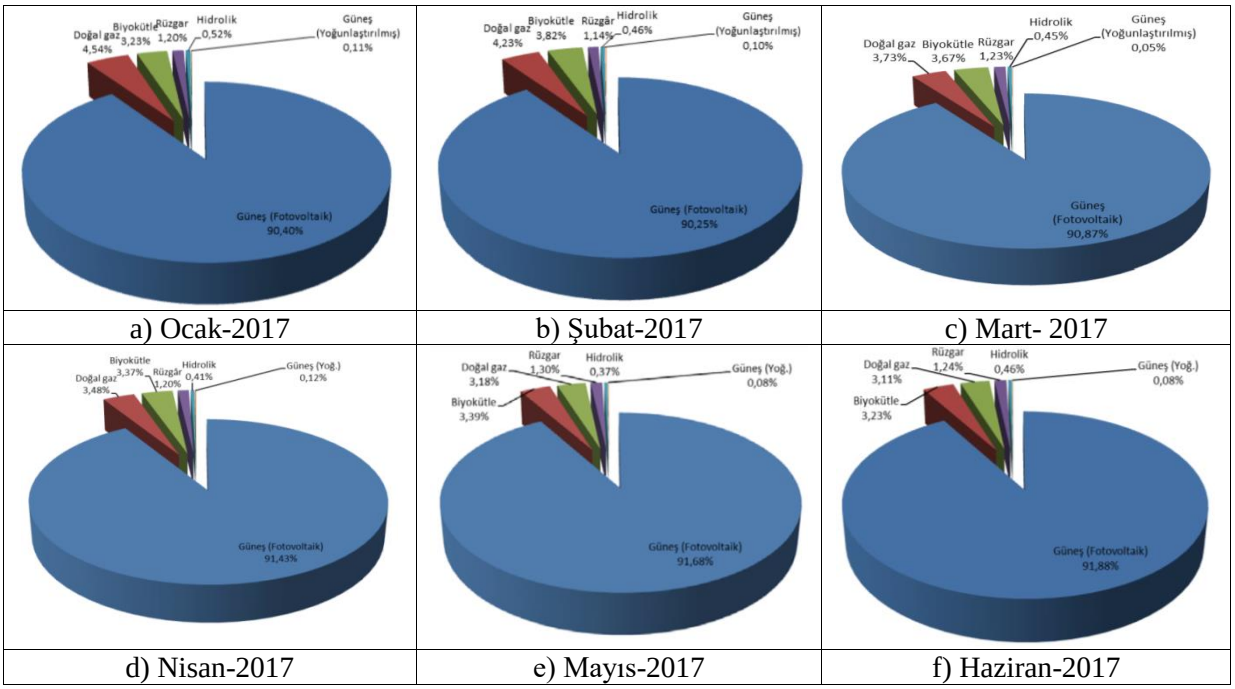
PV yöntemle elektrik üretimi için kurulu güç, 2016 yılı Haziran ayı sonunda 554,05 MWe iken, yaklaşık % 170 oranında artarak, 2017 yılı Haziran ayı sonunda 1490,56 MWe düzeyine ulaşmıştır. Türkiye'de 2017 yılı Haziran ayı son itibarıyla, toplam lisanssız elektrik üretiminin % 91,88'ini PV elektrik üretimi oluşturmuştur. Belirtilen tarihlerde PV yöntemle üretilen elektrik miktarı, kurulu güç artışına paralel olarak gerçekleşmiştir. PV elektrik üretimi, 2016 yılı Haziran ayı sonunda 96 612,08 MWh iken, % 183,58 oranında artarak, 2017 yılı Haziran ayı sonunda 273 973,9 MWh düzeyine ulaşmıştır.

Çizelge 4. Türkiye'de Güneş Enerjisinden Elektrik Üretim Kurulu Gücünün Karşılaştırılması (EPDK, 2017)

Yıl	2016				2017			
Yöntem	PV		Isıl		PV		Isıl	
Ay	Kurulu Güç (MWe)	Oran (%)	Kurulu Güç (MWe)	Oran (%)	Kurulu Güç (MWe)	Oran (%)	Kurulu Güç (MWe)	Oran (%)
Ocak	321,25	81,24	1,70	0,43	999,85	90,40	1,22	0,11
Şubat	383,54	83,11	1,70	0,37	1 124,33	90,25	1,22	0,10
Mart	425,22	83,77	1,70	0,34	1 178,28	90,87	0,72	0,05
Nisan	453,48	83,89	1,70	0,32	1 294,00	91,43	1,70	0,12
Mayıs	500,40	85,17	1,70	0,29	1 418,58	91,68	1,22	0,08
Haziran	554,05	86,23	1,22	0,19	1 490,56	91,88	1,22	0,08

Çizelge 5. Türkiye'de Güneş Enerjisinden Elektrik Üretiminin Karşılaştırılması (EPDK, 2017)

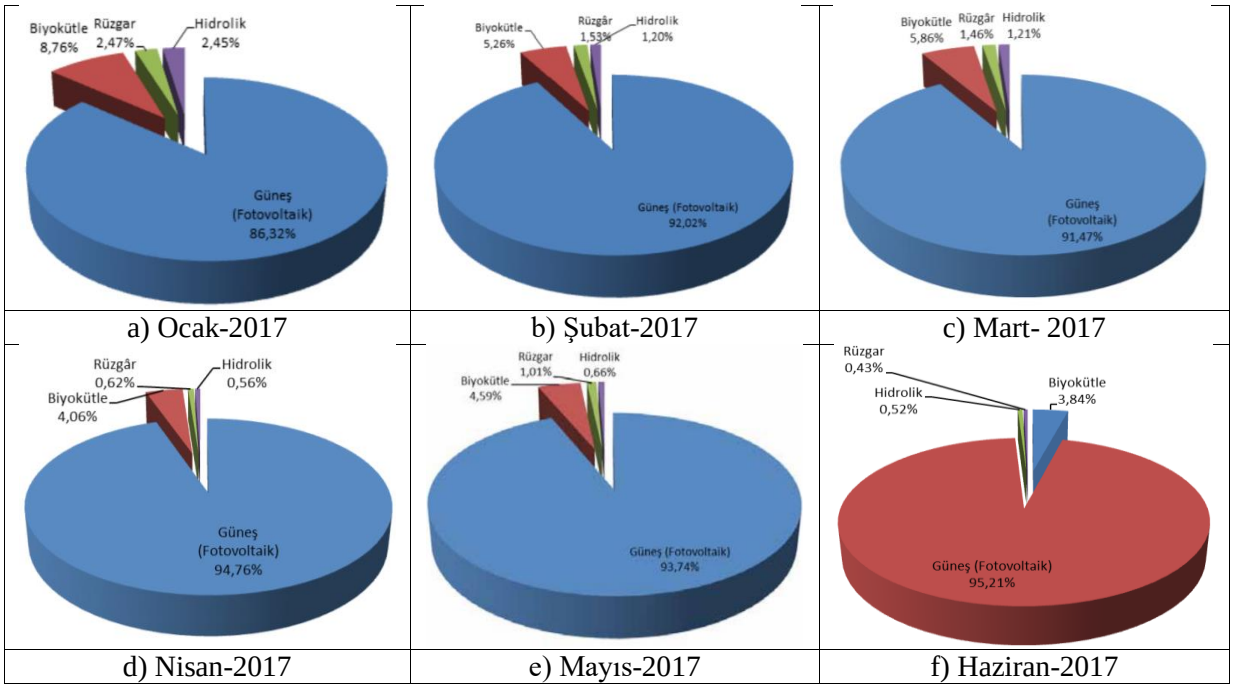
Yıl	2016				2017			
Yöntem	PV		Isıl		PV		Isıl	
Ay	Elektrik Üretimi (MWh)	Oran (%)	Elektrik Üretimi (MWh)	Oran (%)	Elektrik Üretimi (MWh)	Oran (%)	Elektrik Üretimi (MWh)	Oran (%)
Ocak	19 758,10	71,38	-	-	73 613,34	86,32	-	-
Şubat	36 130,69	82,13	-	-	125 733,21	92,02	-	-
Mart	55 431,37	87,40	-	-	156 882,45	91,47	-	-
Nisan	73 325,41	89,61	-	-	256 203,03	94,76	-	-
Mayıs	81 973,92	89,91	-	-	228 029,06	93,74	-	-
Haziran	96 612,08	91,10	-	-	273 973,90	95,21	-	-



a) Ocak-2017 | b) Şubat-2017 | c) Mart- 2017

d) Nisan-2017 | e) Mayıs-2017 | f) Haziran-2017

Şekil 11. 2017 yılının ilk altı ayında lisansız elektrik kurulu gücünün kaynaklara göre dağılımı (EPDK, 2017)



a) Ocak-2017 | b) Şubat-2017 | c) Mart- 2017

d) Nisan-2017 | e) Mayıs-2017 | f) Haziran-2017

Şekil 12. 2017 yılının ilk altı ayında lisanssız elektrik üretiminin kaynaklara göre dağılımı (EPDK, 2017)

4. Sonuç ve Öneriler

Hızla artan enerji talebi başta petrol ve doğalgaz olmak üzere, enerji ithalatına bağımlılığı artırmakta, böylece milyarlarca dolar dış ülkelere ödenmektedir. Buna rağmen, bazı dönemlerde politik sorunlarla karşı karşıya kalınabilmektedir. Toplam enerji talebimizin % 26'sı yerli kaynaklardan sağlanmaktadır. Bununla beraber Kyoto Protokolüne imza atan ülkemiz, fosil kaynaklı enerji tüketiminin bir sonucu olarak çevresel birçok problemle karşılayacağından ithalat bağımlılığının azaltılmasındaki en rasyonel yol öncelikli olarak yerli ve yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanılmasıdır

Yenilenebilir enerji sektörünün gelişmesi ve yapılan düzenlemeler ile bu kaynakların kullanımı teşvik edilmekte, sektör yatırımcıların da ilgisi sayesinde gün geçtikçe gelişmektedir. Ancak, halihazırda düşük seviyede olan teşviklerin artırılması, tarım sektöründe bu kaynakların kullanıma yönelik ifadelerin yer alması sağlanmalıdır.

Gelecek yıllarda dünyada fosil yakıt rezervlerinin azalacağı, özellikle kömür ve petrole dayalı üretimin çevre kirliliğine yol açması; büyük ölçekli barajların ve nükleer santrallerin kuruluş maliyetinin yüksek olması, çevre sorunlarına neden olması, hidrolik santrallerin yağış koşullarına bağımlı olması gibi nedenlerle elektrik üretiminin yeni ve yenilebilir kaynaklara yönelmesi söz konusudur. Ülkemizde de elektrik enerjisi üretiminde termik santrallerin yarattığı kirliliği önleyecek sistemlerin uygulanması ve yeni yenilenebilir kaynaklara dayalı üretim için çalışmalar başlatılmıştır.

Kaynaklar

EPDK., Elektrik Biyasası Düzenleme Kurumu, Strateji Geliştirme Dairesi Başkanlığı, Ankara, (2017).
Öztürk, H.H., Tarımsal Üretimde Güneşten Elektrik Üretiminin Tekno-Ekonomik Analizi LAMBERT Publishing, Saarbrücken, (2017).
Öztürk, H.H., Kaya, D., Güneş Enerjisinden Elektrik Üretimi: Fotovoltaik Teknoloji, Umuttepe Yayınları, Kocaeli, (2013).
Öztürk H.H., Güneş Enerjisi Ve Uygulamaları, BİRSEN Yayınevi, İstanbul, (2008).
YEGM., Yenilenebir Enerji Genel Müdürlüğü, Ankara, (2017).

Gıda Bilimleri ve Mühendisliği

(Food Security)

GIDA GÜVENLİĞİ UYGULAMALARI; KIRGIZİSTAN ÖRNEĞİ

FOOD SAFETY PRACTICES: KYRGYZSTAN EXAMPLE

Ümit Gurbuz[1,2]
[1]S.Ü. Veteriner Fakültesi, Besin Hijyeni ve Teknolojisi Anabilim Dalı, Konya/Türkiye.
[2]Kırgızistan Türkiye Manas Üniversitesi, Besin Hijyeni ve Teknolojisi Anabilim Dalı, Bişkek/Kırgızistan,
E-Posta: ugurbuz@selcuk.edu.tr

Özet

İnsanların sağlıklı olarak yaşamlarını sürdürebilmeleri yeterli ve dengeli beslenmeleriyle mümkün olabilmektedir. Beslenme ve sağlık açısından önemli olan gıda maddeleri ise uygun şartlar altında üretilmediği taktir de insanlar fiziksel, kimyasal ve biyolojik tehlikelerle karşı karşıya kalmaktadırlar. Gelişen teknoloji ile birlikte gıda ürünlerinde riskler artmaya başlamış ve aynı zamanda artan tehlikeler bilimsel olarak daha iyi anlaşılmaya başlamıştır. Uluslararası ticaretin gelişmesi, tüketicinin bilinçlenmesi, gıda ürünleri satın almada çeşitlilik ve farklılık taleplerinin yanı sıra, sağlık ve çevre kaygısının artması üreticilerin ve tüketicilerin konuya daha hassas ve bilinçli yaklaşmalarını sağlamıştır. Gıda güvenliği, son yıllarda üzerinde en çok durulan konulardan biridir. Gıda güvenliği artık uluslararası bir mesele olarak algılanmaktadır. Gıda Güvenliği, Kırgızistan'ında gerek üstlenmiş olduğu uluslararası sorumluluklar, gerekse gelişen tüketici bilinciyle doğru orantılı olarak önem vermesi gereken konuların başında gelmektedir. Orta Asya ülkeleri hatta Avrupa Birliği çerçevesinde Kırgızistan'ı, iç ve dış pazarlarda önemli piyasa rekabeti koşulları beklemektedir. Bu boyuttaki bir rekabeti sürdürebilmek için; güvenli, sağlıklı, kaliteli gıda üretme zorunluluğu yanında kalite yönetim sistemlerini oluşturmuş, modern teknolojileri uygulayan bir endüstriyel gelişim içinde olunması gerekmektedir. Aksi halde gerekli rekabet gücünü bulamamaktan dolayı, Kırgızistan gıda ürünleri, iç ve dış pazarlarda önemli ölçüde zorlanacaktır. Bu bildiride Kırgızistan gıda sektörünün yapısı ve gıda güvenliği uygulamaları bir sistematik dahilin de değerlendirmeye alınmıştır.

Anahtar Kelimeler: Gıda, Sağlık, Gıda güvenliği

Abstract

Adequate and balanced nutrition is necessary for people to survive their healthy life. Foodstuffs that are important for nutrition and health are subject to physical, chemical and biological hazards if not produced under suitable conditions. With the developing technology, the risks in food products have started to increase and at the same time, the increasing danger has begun to be understood scientifically. The development of international trade, consumer awareness, diversity in food products, as well as increased health and environmental concerns, have allowed producers and consumers to approach this issue more sensitively and consciously. Food safety is one of the most discussed topic in recent years. Food safety is now perceived as an international issue. Food Safety is one of the most important issues that Kyrgyzstan should pay attention to in line with the international responsibilities that it has undertaken and with the developing consumer consciousness. In Central Asian countries, even in the framework of the European Union, Kyrgyzstan have significant market competition conditions in domestic and foreign markets. In order to be able to sustain this level of competition, it is necessary to be in an industrial development that has created quality management systems and implements modern technologies in addition to the necessity of producing safe, healthy and quality food. Otherwise, Kyrgyzstan food products will have a significant difficulty in domestic and foreign markets because of the lack of competitive power. In this report, the structure of the food sector in Kyrgyzstan and food safety practices have been systematically evaluated.

Keywords: Food, Health, Food safety

1. Giriş

Kırgızlar, Türklerin anayurdu olarak bilinen Altay ve Tanrı Dağları civarlarında göçebe olarak yaşayan Türk boylarındandır. X-XII. Yüzyıllar arasında Karahanlıların egemenliği altında yaşayan Kırgızlar, bu dönemde kısmen şehir hayatına geçerek tarım ve ticaret ile uğraşmaya başlamışlardır. XII. Yüzyılın ortalarında Karahanlılar Devleti Timur tarafından yıkılmıştır. XV. yüzyıl Kırgız boylarının, Moğolistan topraklarında millet yapısında devlet teşkilini kuvvetlendirdikleri bir dönem olmuştur. 15 Aralık 1990'da egemenliğini, 31 Ağustos 1991 tarihinde de bağımsızlığını resmen ilan eden Kırgızistan, 21 Aralık 1991 tarihinde Bağımsız Devletler Topluluğuna üye olmuştur. Bağımsızlık sonrası dönemde siyasi ve ekonomik anlamda diğer Türk cumhuriyetlerine göre en aktif uluslararası ilişkiler politikası izlemiş, liberal ve demokratik bir ülke konumuna gelmiştir [1,2]. Bu aktif politika günümüzde de devam etmektedir.

Kırgızistan'ın coğrafi konumu itibariyle ekonomisi daha çok hayvancılık, orman ve tarıma dayanmaktadır. Dağlık arazide çok sayıda küçük ve büyük baş hayvan yetiştiren Kırgızistan'ın ekonomisine hayvan ürünleri ve bu ürünlerden oluşan bir yapı hakimdir. Kırgızistan dışarıya et, deri, yün, halı ihraç etmektedir. Verimli arazilerde buğday, kenevir, pamuk, üzüm, tütün, şeker pancarı gibi çeşitli meyve ve sebzeler yetiştirmekte ve tarım hayvancılıktan sonra ikinci önemli sektör halini almıştır [1,3]. Kırgızistan'da 2017 verilerine göre 7 (Talas, Chuy, Naryn, Jala-Abad, Batken, Osh, Ysyk-Köl) bölgede (Resim 1) 6.140.200 kişi yaşmakta olup bu nüfusun %33,8'i şehirlerde, % 66,2'si ise kırsal alanlarda yaşamlarını sürdürmektedir [4].



Resim 1. Kırgızistan Bölgesel Dağılım Haritası

2. Hayvancılık ve Hayvansal Kökenli Ürünler

Kırgızistan hayvancılığa elverişli bir ülke olmakla birlikte hayvancılık daha çok geleneksel yöntemlerle yürütülmektedir. Endüstriyel baz da hayvancılık son yıllarda yavaş yavaş olsa da yeniden yapılmaya başlanmıştır. Çizelge 1'de yıllara göre Kırgızistan hayvan sayıları gösterilmektedir [5].

Çizelge 1. Yıllara Göre Kırgızistan Hayvan Sayısı Dağılımı (bin baş)

	1992	2000	2012	2015	2016
Domuz	357.7	104.8	123.7	50.3	51.0
Koyun-Keçi	9225	3263.8	5286.9	5929.5	6022.5
At	320.5	349.8	388.8	449.6	467.2
Kanatlı	12,161	2660	4814.8	5586.2	5673.6
Sığır	1190	932.7	1337.7	1492.5	1527.7
Deve				258	235

Çizelge 1'de görüldüğü üzere, ülkede domuz sayısında önemli düzeyde bir düşüş gözlemlenmiştir. Bu düşüşün en önemli nedeni dini inançların etkili olması ve rus nüfusunun azalmasından kaynaklanmaktadır. Kanatlı, koyun ve keçi sayısı ise ne yazık ki 1992 yılındaki sayıya henüz ulaşamamıştır. Bununla birlikte planlı çalışmalara geçiş sürecini başlatan Kırgızistan hükümeti, uluslararası kuruluşların öneri ve yönlendirmeleri ile iler ki süreçte hem sayısal açıdan hem de verim kabiliyetleri açısından olumlu gelişmeleri olabileceği ön görülmektedir. Ayrıca kırsal alanlardan kentsel alanlara göç olgusu oluşmadan önlenebilir ve kırsal alandaki nüfus doğru bir planlama ile verimli hayvancılığa yönlendirilebilir ise özellikle tarım ve hayvancılık alanında gelişim daha hızlı olabileceği gibi ihraç ürün potansiyelinde de artış sağlanabilir. Hayvansal kökenli gıda maddeleri üretimi ise kısmı olarak artış eğlimi göstermektedir. Çizelge 2'de hayvansal ürünler üretim miktarları gösterilmektedir [6].

Çizelge 2. Hayvansal Ürünler Üretimi

	2015	2016
Et (ton)	380.265	388.520
Süt (ton)	1.481.108	1.524.636
Yumurta	432.941	469.727
Kirli Yapağı	-	12382
Su ürünleri (ton)	-	201.926

Kırgızistan'ın ihracatında ham postlar ve deriler önemli bir yere sahiptir. Fakat dünya deri piyasasında yaşanan durgunluk ve ithalatçı ülke olan Türkiye'de yaşanan ekonomik krizler bu kalemde düşüşe neden olmuştur. Pamuk ise piyasada hala canlılığını korumaktadır. Kırgızistan'da üretilen en önemli ihraç gıda maddesi olarak ise bal göze çarpmaktadır. Dünyanın en kaliteli balını üretme özelliğine sahip olan Kırgızistan, Avrupa Birliği (AB) tarafından yayınlanan bal ithalatı yapılacak üçüncü ülkeler listesine girmiştir. AB birçok ülkeden bal almayı yasaklarken Kırgızistan, Orta Asya ülkeleri arasında bu listeye giren tek ülke konumundadır [7]. Eğer Kırgızistan bal üretimi ile ilgili olarak, üretim, işleme, paketleme konularında ISO 22000'in gerekliliklerini yerine getirebilirse bu konuda ciddi bir ihracatçı ülke konumuna gelme şansına sahiptir.

Çizelge 2 incelendiğinde Kırgızitan'da hayvansal ürünlerin üretiminde geçmiş yıllara göre artışların olduğu gözlenmektedir. Dünya bankası, FAO, JICA ve benzeri kuruluşların yönlendirmeleri ile bu artışın devam edebileceği görülmektedir.

Kırgızistan süt endüstrisinin "dengesiz çiğ süt üretimi", "dengesiz çiğ süt kalitesi", "düşük üretim kapasitesi" ve "pazarda düşük rekabet " gücünün olması gibi 4 temel sorunu bulunmaktadır**.** Süt çiftliklerinin çoğunluğu küçük/orta çaplı çiftlikleridir ve birkaç sığır yetiştirmektedirler. Sovyetler Birliği'nin çöküşünden sonra çok insan meralarda büyük ve küçük baş hayvan yetiştirmeye başlamıştır. Ancak temel teknolojinin eksikliğine bağlı olarak devam eden birçok sorun bulunmaktadır. Bu tür çiftliklerin istikrarlı bir biçimde sabit kalitede

hammadde üretmesi oldukça zor gözüktüğü gibi, mevsimsel olarak üretim miktarlarında da ciddi düzeyde farklılıklar oluşmaktadır. Küçük ölçekli çiftliklerde sağım işlemleri hakkında bilgi oldukça sınırlıdır. Sağım hijyeni ve ekipmanı bakımından yetersizdir. Bu durumda özellikle fiziksel ve biyolojik tehlikelerin ortaya çıkması kaçınılmaz bir olgudur. Bu durum süt üretimi için ulusal düzeyde gıda güvenliğini olumsuz yönde etkilemektedir [8,9].

Genel anlamda değerlendirildiğinde, süt endüstrisinin en önemli sorununu sütün elde ediliş şekli ve dağıtım ağındaki yetersizlikler oluşturmaktadır. Süt ürünleri üretiminde özel sektöre ait modernize edilmiş, gıda güvenliği ilkeleri doğrultusunda üretim yapan firmalar bulunmaktadır. En büyük sorun ise genel anlamda gıda firmalarında yaşanan sertifikasyon ve akreditasyon sorunudur.

Süt endüstrisinde yaşanan olumsuz tablo et endüstrisinde de yaşanmaktadır. Hayvan sevkiyatı ve hayvan kesimleri genel olarak geleneksel yöntemlerle yapılmakta, satış işlemleri günlük pazarlarda gerçekleştirilmektedir. Mezbaha kavramı tam olarak gelişmemiş olan Kırgızistan'da, ülkenin yaylalarında doğal yöntemlerle yetişen hayvanlara ait tamamen organik olarak kabul edilebilecek hayvan etleri ne yazık ki uygun şartlarda kesilmemekte, soğuk hava depolarının yetersizliği nedeniyle kesilen hayvanlara ait etler olgunlaştırılmadan rigor mortis gerçekleşmeden tüketime sunulmaktadır. Etlerin sevkiyatı uygun olmayan araçlarla tüketim yerlerine ulaştırılmaktadır. Bununla birlikte yeni yeni AVM' lerin açılmasına bağlı olarak AVM merkezlerinde et reyonları oluşturulmakta, bu sektörde kısmı iyileşmeler görülmektedir. Japan International Cooperation Agency (JICA) tarafından kasım ve Haziran 2013 tarihlerinde Kırgızistan gıda sektörüne yönelik iki önemli sonuç raporu yayınlanmıştır. Bu raporlarda Kırgızistan gıda sektörlerinin mevcut durumu, potansiyeli ve gelecekte yapılması gereken konuları içermektedir. Bu raporlara göre et endüstrisinin değer zinciri de ortaya konulmuştur [8,9]. Et üretim prosesi şekil 1'de gösterilmektedir



Şekil 1. Kırgızistan'da Et Üretim Prosesi

Kırgızistan'da et ve et ürünlerinin üretimi ile ilgili temel sorunlar; "dengesiz et üretimi", "Et işleme tesislerinin yetersizliği", "yetersiz soğuk zincir sistemi" "sınırlı üretim skalasi" ve "pazar rekabet gücünün düşük olması" gibi 5 başlık altında toplanmıştır. Ayrıca, çiftliklerin çoğunluğu küçük ölçekli çiftlikler olup küçük aile işletmesi şeklinde bulunmaktadır. Bu işletmelerde genel olarak sığır, koyun, tavuk ve at gibi hayvanlar bir arda yetiştirilmektedir. Büyük ölçekli işletmelerin sayısı ise sınırlı düzeydedir. Sovyetler Birliği'nin çöküşünden sonra mera hayvancılığı daha yaygın bir hale dönüşmüş, endüstriyel bazda çiftlik yönetiminde belli bir birikim bulunmakla birlikte besi teknikleri bakımından yetersizlikler devam etmektedir. Et üretiminde koyun, at, domuz ve sığır kullanılmakla birlikte ağırlıklı olarak sığır kaynaklıdır [8,9].

Et ve süt sektörü genel olarak değerlendirildiğinde yukarıda belirtilen olumsuz tabloların ortadan kaldırılması için Kırgızistan hükümetinin çeşitli paydaşlarla oluşturduğu Ulusal Gıda Güvenliği Konseyi konu üzerinde hassasiyetle durmakta, başta insan kaynaklarının yetiştirilmesi olmak üzere gerekli girişimler de bulunmakta ve önümüzdeki süreçte bu sorunların aşılması için büyük gayretler göstermektedir.

3.Gıda Güvenliği

Sovyet dönemi merkezi komuta ekonomisinden pazar ekonomisine geçiş sürecinde, Kırgızistan'daki gıda güvenliği sorunlarını daha da karmaşık hale gelmesine neden olmuştur. 1990'lı yılların başında ekonomide gözlemlenen istikrarsızlık, gıda maddeleri üretimini de olumsuz yönde etkilemiştir. Geçiş sürecinin getirdiği olumsuz etkinin 1995 yılından sonra atlatılmasına bağlı olarak, başta buğday olmak üzere hububat üretiminin artması ile kısmen iyileşme sağlandığı görülmektedir. Bu süreçte insan beslenmesinde karbonhidratlara dayalı beslenme belli bir seviyeye ulaşmış, ancak protein ve diğer mikro besin alımları yetersizliğini

korumaya devam etmiştir. Bu süreçte gıda güvenliği ve beslenme şartlarında istenilen seviye sağlanamamış, konuya yönelik stratejik planların uygulanma safhasına geçilmiştir.
Kırgızistan'ın ekonomik kalkınmasına yönelik tarımsal kalkınma ve gıda güvenliğini içeren direktifler 21 Ocak 2013 tarihli Kırgız Cumhuriyeti Cumhurbaşkanının Kararı No.11 ile onaylanmış ve 2013-2017 için Sürdürülebilir Kalkınma İçin Ulusal Strateji oluşturulmuştur. Oluşturulan Ulusal Gıda Güvenliği Konseyi, ülkedeki gıda güvensizliği politikasına yönelik faaliyetlerine başlamıştır. Gıda Güvenliği Konseyi tarafından yönlendirilen ve FAO tarafından desteklenen gıda politikası, 4 Eylül 2015 tarihli ve 618 sayılı Kırgızistan Cumhuriyeti Hükümeti Kararnamesi ile 2015-2017 dönemi için Gıda Güvenliği ve Beslenme Programı (FSNP) ve Eylem Planı'nın geliştirilmesine yardımcı olmuştur [10].

3.1.Gıda Güvenliği ve Beslenme Programı

Gıda güvenliği ve beslenme konuları, ülkenin sürdürülebilir kalkınma politikasında önemli bir yer tutmaktadır. Sürdürülebilir kalkınma da gıda güvenliği ve beslenme programı ayrılmaz bir parça olarak görülmektedir. İnsani değerleri temel alan sürdürülebilir kalkınmaya geçiş, doğal kaynakların rasyonel kullanımı ışığında önemli miktarda ekonomik büyüme sunmaktadır [10].

Gıda Güvenliği ve Beslenme Programı, çeşitli paydaşlar arasında koordine edilmiş istişare süreci ve katılımcı yaklaşım nedeniyle; açık hedefler, öncelikler, finansman gereksinimlerinin analizi, programın uygulanması, izlenmesi ve değerlendirilmesi de dahil hesap verebilirlik açısından benzersiz bir belge olarak kabul edilmektedir. Gıda Güvenliği ve Beslenme Programı Eylem planının göre, ülkedeki gıda güvenliği ve beslenme konularını yönetmek; beslenme kalitesini ve halk sağlığını iyileştirmeyi amaçlayan hedeflerle gıda güvencesinin genişletmek, gıda güvenliği ile beslenme konularında gıdaların kullanılabilirliğini, erişilebilirliğini, istikralı gıda üretiminin temin edilmesinin sağlanması şeklinde küresel konsepte uygun çalışmaların yürütülmesinin sağlanmasıdır [8,10].

Kırgızistan'da gıda güvenliği ve beslenme programının verimli bir şekilde uygulanabilmesi için; ülkede gıdaların doğru bir şekilde kullanılabilirliğinin, gıdaya fiziki ve ekonomik bakımından erişimin, diyetin kalitesi, çeşitliliği, enerji alımı, gıda güvenliğinin kontrolünün ve denetiminin sağlanması gibi temel kriterler ortaya konulmuştur.

Kırgızistan'ın gıda yeterliliği, doğal kaynaklar, iklim dalgalanmaları ve üretim limitleri dikkate alınarak değerlendirildiğinde, buğday, buğday unu ve et ürünleri gibi temel ürünler arasında önemli bir eksiklik olduğunu gözlemlenmektedir. Genel anlamda şeker ve bitkisel yağ üretimi yeterlilik açısından kritik seviyedeyken, patates, sebze, kavun, süt ve süt ürünleri ile yumurta üretimi açısından yeterli üretime sahip olunabileceği görülmektedir. Buğday üretimi ile ilgili yeterli önlemler alınmaz ise gelecekte bu ürün ile ilgili olarak ithalatın kaçınılmaz olduğuna işaret edilmektedir. Gıda maddelerinin üretim rekoltesinin arttırılması için önerilen çözümler şunlardır: Sulama ve altyapının geliştirme yoluyla ekilebilir arazinin arttırılması, bölgesel ıslah programlarının uygulanması; tarımsal-sanayi kompleksini ve değer zinciri gelişiminin desteklenmesi; İhracatın ve ithalatın tedbirli düzenlenmesi; tarım ve hayvansal kökenli gıda maddelerinin depolanması ve muhafazası için modern depolama tesislerinin inşa edilmesi gerekmektedir [10].

Gıda maddelerine erişim ciddi bir sorun olarak ortaya çıkmaktadır. Tüketim açısından değerlendirildiğinde ekmek tüketiminin yeterlilik gösterdiği, ulaşılabilirliğinin kolay olduğu, patates tüketiminin ise yeterli düzeyde olduğu görülmektedir. Gıda maddelerine erişimin tamamen ekonomik gelir ile doğru orantılı değişim gösterdiği, gerçek anlamda tüketimin yeterli ve dengeli olmadığı, bu değişimin geniş bir yelpaze gösterdiği belirlenmiştir [9,10].

Kırgızistan'da dengeli beslenme değerlendirilmesinde, Batken bölgesi hariç olmak üzere, enerji alınımın ülkedeki minimum standartların üstünde olduğunu ortaya koymaktadır. Bununla birlikte, nüfusun yüksek gelir grubu dışında, tüm bölgelerde protein tüketiminin yetersiz olduğu belirtilmektedir. Hem çocuklar hem de yetişkinler arasında ciddi miktarda mikro besin yetersizliği bulunmakta ve bu durumda anemi, latent demir eksikliği, kadınlarda folik asit eksikliği ve çocuklardaki iyot yetersizliği gibi beslenme sorunları ortaya

çıkmaktadır. Çocuklarda ve hassas tüketici gruplarında gözlemlenen beslenme sorunları, çeşitlendirilmiş ve dengeli bir diyet, okul çocukları için beslenme programları uygulanarak mikro besin yetersizliklerine bağlı olarak gelişen beslenme sorunlarının çözülmesi mümkün görülmektedir [10].

Kırgızistan'da Gıda Güvenliğinin sağlanmasına yönelik çalışmalar son yıllarda hedef olarak seçilmiş ve bir dizi tedbirlerin alınması yönünde adımlar atılmıştır. Pestisitler, veteriner ilaç kalıntıları, yem üretiminde standardizasyon, hayvan sağlığı ve refahı, gıdaların üretim, işleme, sevkiyat ve pazarlanması, ithalat ve ihracat da denetim, kontrol, izleme ve ISO 9001 ve 22000 gibi yönetim ve denetim sistemlerinin uygulanmasına yönelik eylem planları ortaya konulmaya başlamıştır. Ancak bu anlamda etkinliğin sağlanması için gerekli olan, başta insan kaynakları olmak üzere, alt yapı, ölçüm, kontrol ve analizde rol alacak akredite laboratuvarlar, gerek özel sektörde gerekse kamu işletmelerinde yeterli olmadığı gibi, konu ile ilgili mevzuat da yeterli düzeyde değildir. Ayrıca tüketicinin de bilinçlendirilmesine yönelik çalışmalara da ihtiyaç duyulmaktadır.

3.2.Gıda Güvenliğinin Sağlanmasına Yönelik Eylem Planı

2015-2017 dönemi için Gıda Güvenliği ve Beslenme Programı (FSNP) ve Eylem Planı gıda güvenliğinin uygulanmasına yönelik eylem planını içermektedir. Ortaya konulan eylem planı gıda güvenliği ve beslenme programının uygulama konularıyla ilgilenmektedir. Bu eylem planı üç önemli bileşenden oluşmaktadır. Bunlar; Gıda güvenliği ve beslenme konularında devlet politikasının oluşturulmasının sağlanması, kaynak finansmanı, programın izlenmesi ve değerlendirilmesidir [10].

Oluşturulan eylem planının etkinliğini sağlamak için, konu ile ilgili olabilecek kamu kurumlarının katılımı sağlanmış ve sinerjik etki oluşturulmuştur. Kırgızistan'da Gıda Güvenliği ve Beslenme Programı Eylem Planı'nın uygulanmasında;
a) Gıda Güvenliği Konseyi;
(b) Tarım, Gıda Endüstrisi ve Onarımı Bakanlığı;
(c) Ekonomi Bakanlığı;
(d) Sağlık Bakanlığı;
(f) Maliye Bakanlığı (finansman karar mercisi) kendi yetki ve sorumlulukları çerçevesinde eylem planı içerisinde rol alması sağlanmıştır.

Gıda güvenliği ve beslenme programı Eylem Planının gerçekleştirilmesinde yukarıda belirtilen katılımcı kuruluşların her birinde, finansman eksikliği ya da yetersiz kapasite gibi darboğazları açıklığa kavuşturması ve çeşitli seviyelerde hesap verebilirliğin sağlanması beklenmektedir. Eylem Planının ayrıca, devlet kurumlarının eylemlerinin etkisinin düzenli olarak değerlendirilmesi, özel kurumların katılım statüsü ve Gıda güvenliği ve beslenme programı için finansman kaynaklarının belirlenmesi yoluyla süreci daha yönetilebilir kılması beklenmektedir [10].

4. Sonuç

Sonuç olarak Kırgızistan'da gıda güvenliği ile ilgili olarak çalışmalara hız verilmiş ve uluslararası ticarete var olmanın, güvenli gıda üretiminden geçtiği anlayışı bir politika olarak belirlenmiştir. Bu bağlamda gıda sektöründe gıda güvenliğinin sağlanması için gerekli çalışmalar koordineli bir biçimde yürütülmesine ve ülkede gıda güvenliğinin sağlanmasına çalışılmaktadır. Bu anlayış ve politikanın sürdürülebilir bir yapıda devam ettirilmesi halinde önümüzdeki yıllar içinde Kırgızistan gıda sektöründe ciddi düzeyde bir iyileşmenin olabileceği ve uluslararası ticarette var olmanın ekonomik getirilerinin, ülkenin kalkınmasında kullanılabileceği düşünülmektedir.

Kaynaklar

[1] Uludağ, İ., "Sovyetler Birliği Sonrası Bağımsız Türk Cumhuriyetleri ve Türk Gruplarının Sosyo-Ekonomik Analizi Türkiye İle İlişkileri". TOBB Yayınları, No:249, 320. İstanbul. (1992).

[2] Koichuyev T. (1996). Kırgızistan'dan Geleceğe Giden Yol. Avrasya Etüdleri, 2-18.
[3] Yüce, M., "Kırgızistan'ın Gelir Dağılımına Genel Bir Bakış". İş Güç ve Endüstri İlişkileri Dergisi, 5, (1), 26-48., (2003).
[4] National Statistical Committee of the Kyrgyz Republic http: //stat.kg /ru /statistics /naselenie/ 01.01.2017.
[5] National Statistical Committee of the Kyrgyz Republic http://stat.kg/ru/statistics/selskoe-hozyajstvo/01.01.2017.
[6] Ministry of Agriculture, Food Industry and Melioration of the Kyrgyz Republic http://www.agroprod.kg/index.php?aux_page=aux2001.01.2017.
[7] Kazakistan. KZ. 14 Ekim 2016. http://www.kazakistan.kz/kirgizistan-abye-bal-ihrac-edecek/ erişim Tarihi:15.10.2017.
[8] Japan International Cooperation Agency (JICA).,Kyrgyz Republic Data Collection Survey on Export Promotionof Agriculture Products and Strengthening of Farm Management, Final Report June 2013 Hokkaido IntellectTank Overseas Merchandise Inspection Coo.,Ltd. Japan. June 2013.
[9] Japan International Cooperation Agency (JICA)., Kyrgyz Republic Data Collection Survey on Dairy Industry. Final Report Hokkaido IntellectTank Overseas Merchandise Inspection Coo.,Ltd. Japan. Nowenber 2013.
[10] Food and Agriculture Organization of the United Nations., Global Forum on Food Security and Nutrition in Europe and Central Asia. www.fao.org/fsnforum/eca/activites/discussion/kyrgyzstan 2016.

CHARACTERISTICS OF KEFIR AND ITS EFFECTS ON HUMAN HEALTH
KEFİRİN ÖZELLİKLERİ VE İNSAN SAĞLIĞINA ETKİLERİ

Yakup Can Sancak[a], Özgür İşleyici[b], Enise Begüm Berber[c], Rabia Mehtap Tuncay[d]
[a]Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Veteriner Fakültesi Besin Hijyeni ve Teknolojisi Anabilim Dalı Kampüs/ Van/TÜRKİYE
E-posta: ycsancak@yyu.edu.tr
[b]Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Veteriner Fakültesi Besin Hijyeni ve Teknolojisi Anabilim Dalı Kampüs/Van/TÜRKİYE
E-posta: oisleyici@yyu.edu.tr
[c]Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Besin Hijyeni ve Teknolojisi Anabilim Dalı Kampüs/Van/TÜRKİYE
E-posta: enise_begum_bytr@hotmail.com
[d]Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Veteriner Fakültesi Besin Hijyeni ve Teknolojisi Anabilim Dalı Kampüs/ Van/TÜRKİYE
E-posta: r.m.gunes@hotmail.com

Özet

Yeterli ve dengeli beslenme için çok önemli bir besin maddesi olan sütün muhafaza süresini uzatmak ve insan sağlığına daha faydalı bir yapı kazanmasını sağlamak amacıyla çok eski tarihlerden beri fermente süt ürünleri üretilmektedir. En yaygın olarak tüketilen fermente süt ürünlerinden birisi de kefirdir. Kefir, Orta Asya ve Kafkasya'da yaşayan göçebe Türkler tarafından bulunan ve bu bölgelerden tüm dünyaya yayılan bir içecektir. İlk zamanlarda genellikle kısrak sütünden üretilmesine rağmen günümüzde inek, koyun ve keçi gibi hayvanların sütlerinden de elde edilen kefirin kendine has buruk, mayamsı bir tadı ve ferahlatıcı bir aroması vardır. Kefir üretimi, kefiran adı verilen ve içerisinde laktik asit bakterileri, mayalar ve bazı asetik asit bakterilerini bulunduran kefir taneleri kullanılarak geleneksel usullerle veya endüstriyel yollarla yapılabilmektedir. Endüstriyel üretimde modern yöntemler ile daha standart bir ürün elde edilirken, geleneksel üretimde elde edilen ürünün bileşimi her defasında değişebilmektedir. Protein, yağ, karbonhidrat, vitamin ve mineraller yönünden besleyici bir bileşime sahip olan sütten üretilen kefir, ayrıca üretimi esnasında meydana gelen organik asitler ile antimikrobiyal, antifungal, antialerjik, antitümoral, antienflamatuvar ve immun sistemi uyarıcı birçok maddeden dolayı insan sağlığı için önemli bir besin maddesidir. Bileşimindeki bu maddeler ile; kolestrol seviyesini, kan şekerini, kan basıncını, bağışıklık ve sindirim sistemini düzenleyici etkisinin bulunduğu, laktoz intoleransını azaltıcı fonksiyonu olduğu belirtilmektedir. Bu derlemede; fermente bir süt ürünü olan kefirin tarihçesi, üretimi metotları, bileşimi ve sağlık üzerine etkileri hakkında bilgi verilmesi amaçlanmış, ayrıca bu ürünün ülkemiz ile dünyadaki üretim ve tüketim durumu ortaya konulmaya çalışılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Kefir, Üretim, Bileşim, Sağlığa etkisi

Abstract

Milk is a very important food for adequate and balanced nutrition in humans. Fermented dairy products have been produced from milk since ancient times in order to extend the shelf life and to provide a more beneficial structure for human health. Kefir is one of the most widely consumed fermented dairy products all over the World and it is a drink that has been discovered by the Turks living in Central Asia and the Caucasus and spreading to the whole world from these regions. Kefir is usually produced using mare's milk in the past, but today it is also obtained from the milk of animals such as cows, sheep and goats. Kefir has its own unique, bitter, yeasty flavor and refreshing aroma. Kefir production can be accomplished by conventional methods or by industrial means, using kefir granules, known as kefiran, containing lactic acid bacteria, yeast, and some acetic acid bacteria. In industrial production, while a more standard product is obtained with modern methods, the product composition obtained in traditional production is always changeable. Kefir is produced from milk which has a nutritive composition in terms of protein, fat, carbohydrates, vitamins and minerals and also it is an important food material for human health due to many substances such as organic acids, antimicrobial, antifungal, antiallergic, antitumoral, antiinflammatory and immun system stimulants. It has been reported that these substances in the composition of kefir could regulate cholesterol level, blood sugar, blood pressure, immune system and digestive system and could decreasing lactose intolerance in humans. In this review; It is aimed to give information about the history of kefir, a fermented dairy product, its

production methods, its composition, its effects on human health and the production and consumption situation in the world and Turkey.

Key words: Kefir, Production, Composition, Health effect

1. Giriş

İnsan beslenmesinde yeri çok önemli olan süt, organizmanın ihtiyaç duyduğu hemen hemen tüm besin unsurlarını tam ve yeterli oranda içeren bir gıda maddesidir [1]. Sütün sıvı halde muhafazası ve taşınması zor olduğu için, onun besleyici niteliğinden daha çok yararlanmak ve muhafaza süresini uzatmak amacıyla çeşitli süt ürünleri üretim teknolojileri geliştirilmiştir. Fermente süt ürünleri bu amaca yönelik olarak sütten üretilen en eski süt ürünlerindendir [1-3].

Fermente süt ürünlerinin, süt ürünleri içinde özel bir yeri ve önemi vardır. Bu önem, fermente süt ürünlerinin sütte yer alan bütün besin ögelerini tam ve çoğunlukla yoğun bir şekilde içermelerinden ve sindirimlerinin diğer süt ve süt ürünlerine göre daha kolay olmasından ileri gelmektedir [4]. Kefir, fermente süt ürünleri içinde yaygın olarak bilinen ve tüketilen en eski ürünlerden birisidir. Türk Gıda Kodeksi'nde kefir; "fermentasyonda spesifik olarak *Lactobacillus kefiri, Leuconostoc, Lactococcus* ve *Acetobacter* cinslerinin değişik suşları ile laktozu fermente eden (*Kluyveromyces marxianus*) ve laktozu fermente etmeyen mayaları (*Saccharomyces unisporus, Saccharomyces cerevisiae ve Saccharomyces exiguus*) içeren starter kültürler ya da kefir tanelerinin kullanıldığı fermente bir süt ürünüdür' şeklinde tanımlamıştır [5].

Dünyada yoğurttan sonra en yaygın tüketilen fermente süt ürünlerinden birisi olarak bilinen kefir; Orta Asya Türk Cumhuriyetleri, Türkiye, Rusya, Bulgaristan ve Polonya gibi ülkeler başta olmak üzere dünyanın değişik ülkelerinde sevilerek tüketilen popüler bir içecektir [3,6-8]. Kefirin duyusal özellikleri ve kompozisyonu, üretimde kullanılan sütün çeşidi, sütün yağ içeriği, kefir tanelerinin veya kullanılan starterin bileşimi ile üretimin gerçekleştirildiği teknolojik şartlar gibi pek çok faktöre bağlı olarak değişmektedir. Başta esansiyel amino asitler ile yağ asitleri olmak üzere önemli besin bileşenlerini içermesi ve son yıllarda sağlık için çok faydalı olduğu ortaya çıkan probiyotik gıdalar içinde yer alması, kefirin insan beslenmesi açısından önemli bir süt ürünü olduğunu ortaya koymuştur [9-11].

2. Kefirin Tarihçesi

Kefirin tarihçesi ve ilk kefirin nasıl üretildiği konusunda fazla bir bilgi yoktur. Kefir tanesi kullanılarak elde edilen fermente bir süt ürünü olan kefir, kökenini Kafkas dağlarından almaktadır. Efsanelerde Peygamber tarafından kefir tanelerinin Kafkas dağlarında yaşayan insanların atalarına hediye edildiği anlatılmaktadır. Önceleri koyun ve keçi sütünden üretilen, sonradan inek sütünün de üretimde kullanıldığı kefirin üretim sırrı ve kefir taneleri, efsanelerdeki öğüde uyularak gizli tutulmuş, korunmuş ve nesilden nesile aktarılarak günümüze ulaşmıştır. Yaklaşık 5000 yıldır üretildiği bilinen kefirin Hun Türklerinin imparatoru Atilla Kağan'ın askerleri tarafından savaşlarda sağlıklı ve zinde kalmak için tüketildiği kayıtlarda geçmektedir. Marko Polo'nun Asya gezilerinin kayıtlarında bahsettiği kefirin ilk defa Orta Asya Türkleri tarafından üretildiği ve buradan tüm dünyaya yayıldığı bildirilmektedir [12-15]. Bazı kaynaklarda kefir kelimesinin Türkçe "keyif veren, coşturan, mest eden" anlamındaki "kef" sözcüğünden türediği bildirilmekte ise de Türkçe'de bu anlamda "kef" sözcüğü olmadığından bu kelimenin muhtemelen "keyf" olduğu, diğer bazı kaynaklara göre ise, kefir kelimesinin Kafkasya kökenli "en iyi yapıldı" anlamına gelen "keyf" kelimesinden köken aldığı bildirilmiştir. Her halükarda kefirin ilk kez Orta Asya ya da Kafkaslarda üretildiği ve bu bölgeden tüm dünyaya yayıldığı anlaşılmaktadır. Kefirin Avrupa ülkelerinde yaygınlaşması Rusya'da yayınlanan "Kefir" kitabının 1884 yılında Almanca'ya çevrilmesi ile olmuştur [14]. Bir kısım kaynaklar kefirin kökenini Himalayalar'a (şimdiki Tibet) dayandırmaktadırlar [16].

3. Kefirin Duyusal ve Fiziksel Özellikleri

Kefirin fiziksel ve organoleptik özellikleri, üretiminde kullanılan sütün çeşidi ve bileşimi, kefir tanelerinin temin edildiği kaynak, üretim teknolojisi ve kefirin içerdiği mikrofloranın niteliği gibi faktörlere bağlı olarak farklılıklar göstermektedir [17].

Kefir üretiminde kullanılan kefir taneleri fiziksel olarak; 3–20 mm çapında, küçük karnıbahar veya patlamış mısır görünümünde, süngerimsi, bezelye ya da fındık büyüklüğünde, yumuşak, jelatinimsi yapıda, beyaz veya sarımtırak renkte, düzensiz partiküller halde görülürler. Granüllerin iç kısmında protein ve polisakkaritlerden oluşan ipliğimsi, ağ şeklinde bir yapı bulunur [2,18].

Kefirin kendinden karbonatlı, hafif asidik, buruk ve mayamsı bir tadı vardır. Bu tadın oluşmasında kefir kültüründe bulunan mayalar tarafından üretilen karbondioksidin etkisinin olduğu belirtilmektedir. Karbondioksit kefire ferahlatıcı bir özellik kazandırırken, kefirde oluşan laktik asit ise hafif ekşimsi bir tat vermektedir. Kefirde meydana gelen laktik asit, etanol, okzalik asit ve α-ketoglutarik asit gibi metabolitler ve diasetil, propiyonaldehit, asetaldehit, uçucu yağ asitleri, karbonil bileşikleri, n-propanol ve izoamilalkol gibi aroma ve lezzet ürünleri birbirleri ile karışarak kefirde egzotik ve farklı bir tat ve aroma oluşturmaktadırlar [2,17,19-21].

4. Kefirin Kimyasal Özellikleri

Kefir Kafkasya'da inek, koyun ve keçi sütlerinden oldukça düşük ısılarda (5-23 ^{o}C) üretilmektedir. Düşük ısı derecelerinde mayaların çoğalmasıyla alkolik fermentasyonu daha çok gelişirken, yüksek ısı derecelerinde ise laktik asit bakterilerinin üremesiyle laktik asit fermentasyonu gelişmektedir [2].

Kefirin kimyasal bileşimini, kefir üretiminde kullanılan sütün kaynağı ve bileşimi, kefir tanelerinin kompozisyonu ile kefir tanelerininin süte oranı, fermentasyon zamanı ve sıcaklığı, üretimde kullanılan teknoloji, çalkalama derecesi, paket tipi ve depolama koşulları gibi faktörler etkilemektedir [22,23].

Renner ve Renz-Schaven [24], 100 g yağlı kefirin enerji değerini 65 kcal, yağ oranını %3.5, protein oranını %3.3, laktoz oranını %4, su miktarını %87.5 olarak bildirmişlerdir (Tablo 1) [21]. Türk Gıda Kodeksi'nde [5] kefirde ağırlıkça en az %2.7 oranında süt proteini, %0.6 L.A. asitlik ve %10 yağ bulunması gerektiği bildirilmiş, etanol için bir sınır değer verilmemiştir.

Tablo 1. Kefirin Kimyasal Bileşimi [21,24]

Bileşik ismi	Miktarı	Bileşik ismi	Miktarı
Enerji (kcal)	65 kcal	**İz Elementler**	
Yağ	%3.5	Demir	0.05 mg
Protein	%3.3	Bakır	12
Laktoz	%4.0	Molibden	5.5
Su	%87.5	Çinko	0.36
Esansiyel aminoasitler		Mangan	5
Triptofan	0.05	**Vitaminler**	
Fenilalanin + sistin	0.35	A	0.06 mg
Leucine	0.34	Carotin	0.02 mg
İzoleucine	0.21	B1	0.04 mg
Treonin	0.17	B2	0.17 mg
Metionin + sistin	0.12	B6	0.05 mg
Lisin	0.27	B12	0.5 mg
Valin	0.22	Niasin	0.09
Mineral Maddeler		C	1 mg
Kalsiyum (g)	0.12 g	D	0.08
Fosfor (g)	0.1 g	E	0.11 mg
Mahnezyum (mg)	12 mg	Süt Asidi	%0.8
Potasyum (g)	0.15 g	Fosfatitler	40 mg
Sodyum (g)	0.05 g	Kolesterin	13 mg
Klor (g)	0.1 g	Alkol	1.0-0.2 mg

Kefir, insan beslenmesi için önemli olan protein, yağ, karbonhidrat, vitamin ve mineral maddeleri bileşiminde bulundurmaktadır. Ayrıca organik asit ve alkol dışında özellikle yağ asitleri, lesitin, linolenik asit, B_1, B_{12}, biotin, folik asit, K vitamini, kalsiyum, magnezyum, demir ve fosfordan zengin bir besin maddesidir [22,25]. Kefirde su oranı yaklaşık %86.3 civarındadır. Miktarı fazla bileşenlerin başlıcaları şeker, protein, yağ ve kül iken daha az miktardaki bileşenleri ise alkol ve laktik asittir [26,27].

Kefir tanesi miktarı ile kefirdeki CO_2 miktarı arasında doğru orantı vardır. Kefir tanesi miktarı arttıkça CO_2 miktarı da artar. Fermentasyon süresince laktik asit başta olmak üzere asetik asit, piruvik asit, hipürik asit, propiyonik asit ve bütirik asit gibi organik asitler meydana gelmektedir. Kefir için en önemli aroma bileşenleri *Str. lactis* ssp. ve *Leucunostoc* spp. tarafından üretilen asetil grubu bileşiklerdir [18,28].

5. Kefir Tanesi ve Mikrobiyolojik Özellikleri

Kefir taneleri; laktik asit bakterileri, mayalar ve bazen de asetik asit bakterilerinin yer aldığı kompleks bir mikroflorayı içeren ve "kefiran" adı verilen polisakkarit bir matriksten oluşmaktadır [29]. Homofermentatif *Lactobacillus* türlerinden; *Lactobacillus kefiranofaciens* ve *Lactobacillus kefir* tarafından üretilen kefiran; eşit miktarda glikoz ve galaktoz içeren bir polisakkarittir [30]. Kefir tanelerinin mikroflorasında bulunan mikroorganizma türleri arasında genellikle simbiyotik bir ilişki söz konusudur [27,31].

Hem kefir, hem de kefir tanelerinde çok fazla sayıda mikroorganizma türünün bulunduğu, genel olarak mikrobiyal popülasyonun %65-80'inin laktobasillerden, kalanının ise laktokok ve mayalardan meydana geldiği bildirilmiştir [32,33]. Kefir tanelerinden farklı araştırmacılar tarafından izole edilen çok sayıda mikroorganizma türü bulunmakta, yapılan çalışmalar ile her gün bu türlere yenileri ilave olmaktadır (Tablo 2).

Tablo 2. Kefir tanesinde bulunan mikroorganizmalar [22,30,33].

***Lactobacillus* spp.**	***Lactococcus* spp., *Leuconostoc* spp., *Pediococcus* spp. ve diğer türler**	**Mayalar**
Lactobacillus kefir	*Lactococcus lactis* subsp. *lactis*	*Candida kefyr*
Lactobacillus kefiranofaciens	*Lactococcus lactis* subsp. *cremoris*	*Candida pseudotropicalis*
Lactobacillus kefirgranum	*Lc. lactis* subsp. *lactis* biovar. *diacetilactis*	*Candida tenuis*
Lactobacillus parakefir	*Lactococcus thermophilus*	*Candida inconspicua*
Lactobacillus acidophilus	*Leuconostoc lactis*	*Candida maris*
Lactobacillus brevis	*Leuconostoc mesenteroides* subsp. *cremoris*	*Candida lambica*
Lactobacillus casei	*Leuconostos mesenteroides* subsp. *dextranicum*	*Candida tannotolerans*
Lactobacillus paracasei	*Ln. mesenteroides* subsp. *mesenteroides*	*Candida valida*
Lactobacillus crispatus	*Pediococcus acidilactici*	*Candida holmii*
Lb. delbrueckii subsp. *bulgaricus*	*Pediococcus dextrinicus*	*Debaryomyces hansenii*
Lb. delbrueckii subsp. *delbrueckii*	*Pediococcus pentosaceus*	*Kluyveromyces marxianus*
Lactobacillus fermentum	Acetobacter *aceti,*	*Kluyveromyces lactis*
Lactobacillus fructivorans	*Acetobacter pasteurianus*	*Pichia fermentans*
Lactobacillus gallinarum	*Acetobacter lovaniensis*	*Sac. turicensis*
Lactobacillus helveticus	*Acetobacter syzgii*	*Saccharomyces unisporus*
Lactobacillus hilgardii	*Enterococcus durans*	*Saccharomyces cerevisiae*
Lactobacillus viridescens	*Enterococcus faecium*	*Saccharomyces exiguss*
Lactobacillus gasseri	*Escherichia coli*	*Saccharomyces turicensis*
Lactobacillus helveticus	*Bacillus subtilis*	*Saccharomyces delbrueckii*
Lactobacillus plantarum	*Micrococcus* spp.	*Torulaspora delbrus*
Lactobacillus paraplantarum		*Torulaspora delbrueckii*
Lactobacillus reuteri		*Zygosaccharomyces rouxii*
Lactobacillus rhamnosus		*Bretannomyces anomalus*
		Issatchenkia accidentalis

Kefir taneleri kazein ve birbirleri ile ortak yaşayan mikroorganizmalardan kaynaklanan jelatinimsi koloniler oluştururlar. Bazı tanecikler fermentasyon sonunda çok büyürler ancak bunlar kopartılarak hacimleri küçültülebilir. Taneler elastik olup dayanıklı bir yapıdadır ve süte katıldıklarında şişer, beyazlaşır ve aktifleşirler. Tanelerin elektron mikroskobunda dokuma ipliklerinin bir araya gelerek oluşturduğu bir yapıya benzedikleri ve mikroorganizmaların da bunlar arasında tutunduğu tespit edilmiştir. İyi bir kefir tanesi elastik olmalı, yapışkan ve yumuşak olmamalıdır [16].

Kefir tanelerinin iç kısımlarında laktozu fermente edebilen mayalar, dış yüzeylerinde ise laktozu fermente edemeyen mayalar bulunmuştur [34]. Kefir mikroflorasının heterojen yapıda olması, arzulanmayan mikroorganizmalar ve hijyen indikatörleri için sınırlama konulmasını zorlaştırmaktadır. Kefirlerde küflerin ve koliform mikroorganizmaların bulunması arzulanmaz. Patojen mikroorganizmalar ise kesinlikle bulunmamalıdır [2].

6. Kefirin Üretimi

Kefir eskiden Kafkasya'da koyun ve keçi sütlerinden üretilmekte, fermentasyon genellikle deri torbalarda gerçekleştirilmekteydi. Günümüzde kefir üretiminde inek sütü kullanımı ve fabrikasyon tip üretim giderek artmaktadır. Kefir başlıca;

1. Süte sıvı şekilde eski kefir katılarak fermente edilmek suretiyle,
2. Eski kefirin süte katılması ve fermentasyonu sonrasında elde edilen taze kefir starter kültürler ile,
3. Liyofilize edilmiş starter kültürlerin veya kullanma kültürlerinin hazırlanmasına yarayan derin dondurulmuş konsantrelerin kullanılmasıyla,

3 farklı şekilde üretim yapılmaktadır [2]. Ülkemizde geleneksel olarak kefir üretimi genellikle süte kefir kültürü ya da kefir tanesi aşılanmasıyla yapılmaktadır. Son yıllarda kefire olan ilginin artmasıyla üretim

teknolojisinde de ilerlemeler olmuştur ve kefir üretiminde çeşitli yöntemler geliştirilmeye çalışılmaktadır [35-37]. Genel olarak kefir geleneksel ve endüstriyel tip olmak üzere iki farklı şekilde üretilmektedir.

6.1. Kefirin geleneksel üretimi

Kefirin geleneksel ve orijinal üretim şekli, sütün kefir taneleri ile aşılanması ve daha sonra kefir danelerinin gelecekte kullanılmak üzere üretilen üründen geri kazanılmasını içermektedir. Ancak önce kurutulmuş kefir tanelerinin aktive edilmesi gerekmektedir. Bu amaçla kuru kefir taneleri tercihan cam veya çelik kaplama kaplar içerisinde, önce kaynatılmış ılık suda 2-3 saat, daha sonra da %1'lik sodyum bikarbonat solüsyonunda birkaç saat ıslatılmaktadır. Alternatif bir başka yöntem ise, kuru kefir taneleri önceden kaynatılmış sıcak suda rehidre edilir ve 2-3 defa su değişimi ile 24 saatte 25-30 ºC'ye soğutulur.

Geleneksel yöntemle kefir üretiminin iki farklı yöntemi tanımlanmıştır. Birinci yöntemde; kaynamış veya pastörize edilmiş ve 20-23 ºC'ye soğutulmuş sütün içerisine hazırlanan şişmiş, elastik ve berrak görünüşte kefir tanelerinden yaklaşık %0.5-10 olacak şekilde eklenir. Ürün 12-24 saat inkubasyonda tutulur ve bu esnada laktik fermentasyon meydana gelerek kefir taneleri gerilir. Süt kesilince yüzeye çıkan kefir taneleri yeni bir süte aktarılır veya kefir taneleri süzülerek oda sıcaklığında kurutulur ve +4 ºC'de saklanır. Sonra ürün şişelenir ve 10-15 ºC''de 1-3 gün boyunca tutulur. Bu esnada da maya aktivitesinden dolayı karbondioksit içeriği artar. Daha sonra kefir soğutulur ve parakende satış noktalarına dağıtılır. Bu yöntem büyük ölçekli üretimler için uygun değildir. Mikroflora bir üretimden diğerine değişebilir ve sürekli aynı kaliteyi tutturmak zordur [8,38].

Avrupa'da yaygın olan ikinci üretim yönteminde ise kefir taneleri bir başlangıç starter kültürü üretmek için kullanılır. Daha sonra kefir taneleri çıkarılır ve "tane içermeyen" bulk kültürü, kefirin yüksek hacimde üretimi için kullanılır. Bu yöntemle üretilen kefir bileşimi taze kefir taneleri ile üretilenlerden farklı olup, etanol ve diasetil içeriği düşüktür. Ancak laktoz içeriği %3.7-3.8 olup, ilk yöntemle üretilen kefirden (%2.5) daha yüksektir [38]. Bu yöntemlere ilaveten benzer geleneksel üretim yöntemlerine Rusya ve Polonya gibi ülkelerde de rastlanmaktadır [12,39].

6.2. Kefirin endüstriyel üretimi

Kefirin endüstriyel üretiminde farklı metotlar geliştirilse de temel üretim prensiplerinde geleneksel üretim şekline bağlı kalınmaktadır. Endüstriyel üretimde ürünün uniform olması için hammadde kalitesi iyi olmalıdır ve kullanılan kefir tanelerinin büyük önemi vardır. Günümüzde kefir daha çok inek sütünden üretilmekte, bunun yanı sıra keçi, koyun, deve ve bufalo sütü de üretimde kullanılabilmektedir [13,40]. Sade kefir üretimi için %3, hafif içimli (light) kefir üretimi için ise %1 yağlı inek sütü kullanılmasının uygun olacağı, süt kurumadde oranının ise %8 düzeyinde ayarlanması gerektiği bildirilmiştir. Daha yüksek yağ oranına sahip sütlerden üretilen kefirlerde acı tat oluşumu gibi sakıncalar ortaya çıkabilmektedir [13,40,41]. Homojenize edilmiş sütlerden üretilen kefirin geleneksel olarak üretilen kefirden daha iyi yapısal ve duyusal özelliklere sahip olduğu, kıvam, tat, aroma, pıhtı sertliği ve viskosite gibi niteliklerinin daha iyi olduğu ifade edilmektedir [40]. Petterson ve ark. [42] kefir tanelerinden dondurulup kurutularak elde edilen konsantre kültürlerin kullanılması ile daha uniform üretim yapılabildiğini bildirmişlerdir.

Endüstriyel üretimde süt önce 70 ºC'de 150 kg/cm^2 basınçta homojenize edilir. Daha sonra 90-95 ºC'de 5-10 dk pastörize edilerek süt proteinlerinin denatüre olması sağlanır ve sağlanan yüksek su tutma kapasitesiyle kefir içindeki suyun ayrılması önlenerek kıvamının artması sağlanır. Pastörizasyondan sonra süt 18-24 ºC'ye soğutularak %2-8 oranında kefir kültürü ilave edilir ve 18-24 saat fermentasyon işlemine tabi tutulur. Fermentasyon sırasında pıhtının pH'sı 4.5-4.6 civarına düşünce pıhtı hızla soğutularak pH düşmesi engellenir. Oluşan pıhtı kırılır ve şişelere dağıtılır. Böylece elde edilen kefir 12-14 ºC veya 3-10 ºC'de 24 saat süren bir olgunlaşma aşamasından sonra 4 ºC'de depolanmaktadır [12,36,40,41].
Yapılan çalışmalarda; kefir taneleri kullanılarak üretilen kefirlerin duyusal niteliklerinin starter kültürler kullanılarak üretilenlerden daha iyi olduğu, starter kültür ile üretilen kefirlerin daha az asidik ve kremsi yapıda olduğu tespit edilmiştir [43].

7. Kefir Tanelerinin Muhafazası

Kefir taneleri uzun bir süre sonra kullanılacaksa; temiz soğuk su ile çalkalanarak oda sıcaklığında temiz bir ortamda 36-48 saat kurutulur. Daha sonra alüminyum folyoya ya da temiz bir ambalaj kağıdına sarılarak kuru ve serin bir ortamda saklanırlar. Bu şekilde hazırlanan kefir taneleri, özelliklerini kaybetmeden 12–18 ay muhafaza edilebilirler [44]. Kefir taneleri düşük sıcaklıklarda da uzun süre muhafaza edilebilirler. Kefir tanelerinin -80 veya -120 °C'de 120 gün muhafaza edilmesi sonucu fermentasyon özelliklerinde bir değişim olmadığı, bu taneler ile üretilen kefirin mikroflora, reolojik özellikler, asitlik ve karbondioksit miktarı gibi özelliklerinin +4 ºC'de depolanan kefir taneleri ile üretilen kefirler ile aynı özellikleri gösterdiği belirlenmiştir. Bu ısı derecelerinden -20 ºC'de depolamanın kefir tanelerini korumak için iyi bir yöntem olduğu bildirilmiştir [45].

8. Kefirin Sağlık Üzerine Etkileri

Kefir, laktik asit bakterileri ile bir ekzopolisakkarit ve protein kompleksi olan kefir tanelerinde bulunan mayaların sütü simbiyotik olarak fermente etmeleri ile oluşan kompleks bir fermente süt ürünüdür. Kefirin bileşimi, üretimde kullanılan sütün kompozisyonuna, kefir tanelerinin mikrobiyolojik özelliklerine, fermentasyon zamanı ve sıcaklığı ile muhafaza şartlarına göre değişmektedir. Son zamanlarda kefir, insan sağlığına olan sayısız faydalı etkilerinden dolayı araştırmacıların ilgisi çekmiş ve üzerinde yoğun araştırmalar yapılmaya başlanmıştır. Günümüzde sağlık üzerine olumlu etkileri bilimsel verilerle desteklenen ve probiyotik bir içecek olarak nitelendirilen kefirin düzenli olarak tüketilmesinin sindirimi geliştirdiği, laktoz intolerans üzerine olumlu etkilerinin olduğu, antienflamatuvar, antioksidan, antikanserojen, antiallerjik özellikler gösterdiği, yara iyleşmesini hızlandırdığı, bağışıklık sisteminin modülasyonuna yardımcı olduğu, allerji ve astımı hafiflettiği gibi önemli sonuçlara ulaşılmıştır [46,47]. Yine birçok araştırmacı kefirin antibakteriyel, antifungal, antiviral, antitümoral, antihipertensif ve hipokolesterolemik etkilerinin bulunduğunu, plazma glikozunun kontrolüne katkı sağlayabildiğini, tüberküloz, osteoporoz, kanser ve gastrointestinal rahatsızlıklarda destek tedavisi amaçlı olarak kullanılabileceğini bildirmişlerdir [31,48-50].

Kefirin kalsiyum ve fosfor gibi mineraller ile aminoasitler, folik asit ve B vitaminleri yönünden besin değeri yüksek bir fermente süt ürünü olduğu, yapısında bulunan mikroorganizmaların sütün sindirilebilirliğini ve emilimini arttırdığı, bileşiminde bulunan esansiyel amino asitlerden triptofanla birlikte Ca ve Mg minerallerinden de zengin olmasından dolayı sinir sisteminin rahatlamasında etkili rol oynadığı, içerdiği yüksek orandaki orotik asitin kolesterolün biosentezini engellemede, karaciğeri korumada, nükleik asitlerin sentezinde ve proteinlerden yararlanmada büyük öneme sahip olduğu bildirilmiştir. Her gün yarım litre kefir tüketiminin metabolizmayı stabilize edici etkisinin olduğu, safra, karaciğer ve böbrek fonksiyonları ile kan dolaşımı üzerine olumlu etkiler gösterdiği, mide ve pankreas salgılarını artırdığı, ayrıca sinirsel rahatsızlıklara, iştahsızlığa ve uykusuzluğa karşı iyi geldiği yapılan çalışmalarla ortaya konulmuştur. Kefirde bulunan mikroorganizmalar; laktik asit, antibiyotik ve bakteriyosin üreterek patojenik mikroorganizmaların gelişmesini önlerler. Kefir granüllerini saran polisakkarit matriksin kendi başına antimikrobiyel, antimikotik ve antitümöral özelliği olduğu konusunda çalışmalar bulunmaktadır [48,50-53].

8.1. Kefirin antikarsinojenik etkisi

Yapılan bazı çalışmalar, kefirin polisakkaridler ve peptidler gibi biyoaktif bileşiklerinden bazılarının tümör hücrelerinde çoğalmayı durdurmada ve apoptozu indüklemede büyük bir potansiyele sahip olduğunu ileri sürmektedir. Birçok çalışma kefirin kolorektal kanser, malign T lenfositleri, meme kanseri ve akciğer karsinoması gibi farklı kanser tipleri üzerinde etkisi olduğunu göstermiştir. Araştırmalar kefir gibi ürünlerdeki probiyotik bakterilerin bağışıklık sisteminin kanser hücreleri üzerinde etkili fonksiyonlarını harekete geçirebildiğini göstermiştir. Kefirin kanseri önleyici etkisinde anti-oksidatif, immün modülatör ve anti-inflamatuvar özellikleri çok önemlidir [54,55].

Kefirin antikanser ve antikarsinojenik etkisinin; kefirdeki biyoaktif peptidlerin makrofajların fagositoz ve nitrik oksit (NO) üretimini aktive etmesi, TNF-α sekresyonu ve IL-5, IL-6, IL-1β ve IL-12 gibi sitokinlerin artmasını sağlaması, IL-8 gibi sitokininlerin sekresyonunun azalmasını sağlaması, T helper 2 immun yanıtı baskılayarak T helper 1 immun yanıtı aktive etmesi gibi mekanizmalar ile anti-alerjik etkilere yol açması, TGF-α, TGF-β ve BcI_2 salınımını azaltıp bax salgısını arttırarak apoptozisin başlamasına yardımcı olması, kefirdeki aktif peptidlerin ROS aracılı apoptozu indüklemeleri ve DNA bölünmesi için Ca^- /Mg^-bağımlı endonükleazları aktive etmesi, düşük TGF-α, TGF-β salınımının kanserli hücrelerdeki antiproliferatif etkisi, kefirdeki sfingomiyelinlerin anti-proliferatif sitokin olan interferon-β salgısını arttırmaları gibi özelliklerinden kaynaklandığı bildirilmiştir [55,56].

Kefir alımı glutathion peroksidaz seviyesini arttırarak oksidatif stresin kontrolünde rol oynayan malonaldehit seviyesini düşürmektedir. Kefir 1,1-difenil-2-pikrilhidrazil (DPPH) ve süperoksit köklerine bağlanabilmekte, linoleik asit peroksidasyonunu inhibe edebilmektedir. Böylece anti-oksidatif etkileri ile DNA hasarını azaltarak antikanserojen özellik göstermektedir. Kefirdeki yüksek seviyelerde konjuge linoleik asit izomerleri, bütirik, palmitik, palmitoleik ve oleik asitler, metil metansülfonat, sodyum azid ve aflatoksin B_1'in indüklediği mutajenitenin azalmasına katkıda bulunabilmektedir. Kefir ayrıca radyasyona bağlı hasarlara karşı koruyucu etki göstermektedir [55].

Kefirin meme kanseri hücrelerinde apoptozu, hücre döngüsünü durdurmayı ve tümör büyümesini azalttığı tespit edilmiştir. Lösemide apoptozu arttırdığı, hücre proliferasyonunu azalttığı, HuT-102 malign lenfositler üzerinde antiproliferatif etkisi olduğu, myeloid lösemide apoptotik etkisi olduğu bildirilmiştir [55,57]. Kefirin cilt kanseri üzerinde olumlu etkilerinin olduğu, UVC ışınlarına bağlı morfolojik değişiklikleri baskıladığı, UV hasarını engelleyebildiği, UVC radyasyonundan kaynaklanan hücre ölümüne engel olabileceği tespit edilmiştir [55,58].

Kefirin ve bir kefir ürünü olan *Lactobacillus kefiri*'nin gastrik kanser hücrelerinde apoptozu indükleme, hücre proliferasyonunu baskılama ve bağışıklık sistemini uyarma gibi farklı mekanizmalar ile apoptozisin indüksiyonuna neden olabildiği gösterilmiştir. Benzer şekilde kolon ve kolorektal kanserlerde kefir ve ayran alımının DNA hasarını önemli ölçüde azalttığı, pro-apoptotik etkisinin olduğunu, kolorektal tedavi gören hastalarda tedaviden kaynaklanan uyku bozukluklarını azaltabileceği gösterilmiştir [55,59]. Kefirin çeşitli sarkom hücre türlerinde anti-tümör etkilerinin olduğu, tümör boyutunu azaltıcı etkilerinin bulunduğu, bu tümör tipinde en etkili ürünlerin alkalin kefir, ekso-polisakkaritler (EPS), alkali ekso-polisakkaritler (AEPS) ve kefir şeklinde olduğu bildirilmiştir [55].

Süt ve süt ürünlerinin bileşiminde bulunan selenyum, E vitamini, katalaz ve süperoksit dismutaz enzimlerinin hücrelerde antioksidatif etkileri ile antikanserojenik etkiler gösterebileceği, süt ürünlerindeki başlıca koruyucu maddelerin; kalsiyum, süt proteinleri, konjuge linoleik asit, bütirik asit, izopalmitik asit ve sfingomiyelin gibi süt yağı bileşenleri ile laktik asit bakterileri ve onların metabolitleri olduğu bildirilmektedir [60,61].

8.2. Bağışıklık sistemi üzerine etkileri

Bağışıklık sisteminin uyarılması, kefirde bulunan probiyotik bakterilerin yararlı etkilerinden kaynaklanmaktadır. Kefirin bağışıklık sistemi üzerine etkisi, fermentasyon boyunca meydana gelen aktivitelerin çeşitliliğine ve genel immun sistemin durumuna göre değişiklikler gösterebilmektedir [31,50].

Ender [62], oligofruktozla zenginleştirilmiş sütten üretilen kefirler üzerine yaptığı bir çalışmada, kefirin fermentasyonu sırasında süt kazeininin proteolize olduğunu, oluşan peptidik fraksiyonların kefir bakterileri üzerinde büyümeyi uyarıcı etkilerinin yanı sıra immun sistemi düzenleyici etkilerinin de olabileceğini bildirmiştir.

Kefirde bulunan mikroorganizmalar tarafından üretilen biyoaktif petidlerin; makrofajları uyararak, fagositozu arttırarak, NO ile sitokin üretimini fazlalaştırarak ve IgG ile IgA + B-lenfositlerin lümen seviyelerini arttırarak doğal bağışıklığı aktive ettikleri bildirilmektedir. İnsanlarda yapılan bir araştırmada 6

hafta boyunca günde 200 ml taze kefir tüketen bireylerde; kefirin TH1 türüne karşı bağışıklık tepkisinin kutuplaşmasının arttığı ve TH2 türünün yanı sıra allerjik yanıtın azaldığı, kefir kullanımı nedeniyle IL-8 düzeyindeki azalmanın nötrofil kemotaksisini ve aktivasyonunu baskılayarak inflamatuvar cevabı kontrol edebileceği, artmış IL-5 seviyesinin gastrointestinal mukozadaki sekresyonlu IgA'yı uyarması ile bağırsak lümeninde daha etkili bir bağışıklık tepkisine neden olabileceği sonuçlarına varılmıştır. Farelerde yapılan bir çalışmada süt ve soya sütü kefirlerinin oral yolla tüketiminin tümör hücrelerinin büyümesini %64.8 ve %70.9 oranlarında durdurduğu, barsak duvarındaki immungobulin A seviyesinin miktarını arttırdığı ortaya konmuştur [54,63].

Laktik asit bakterilerini yoğun biçimde içeren kefirin tüketiminden sonra insanlarda ve çeşitli hayvanlarda bağışıklık sisteminin verdiği tepkiler incelenmiş, tümör ve enfeksiyonlara karşı vücutta spesifik olmayan direncin veya spesifik immün reaksiyonların kuvvetlendiği tespit edilmiştir [54,60,64,]. Yapılan çalışmalarda; kefir tüketiminin genç ratlarda *Vibrio cholerae*'ya ve toksinine karşı özgül barsak mukozal yanıtını arttırdığı [65], farelerde mukozal bağışıklığın düzenlenmesinde rol oynadığı, akciğer ve karın zarı makrofajlarının patojenlere karşı aktivitelerini fazlalaştırdığı [66] ve gökkuşağı alabalıklarında kefir içeren peletlerle beslemenin lökositozise ve yersiniozise karşı spesifik olmayan bağışıklık yanıtını arttırdığı, *Lactococcus garvieae*'dan ölüm oranını ise önemli ölçüde azalttığı [67] belirlenmiştir.

8.3. Kolesterol düşürücü etkisi

Kefirin yüksek kolesterol seviyeli farelere verilmesi sonucunda Very Low Density Lipoprotein (VLDL), Low Density Lipoprotein (LDL) ve triasilgliserol seviyelerini anlamlı olarak düşürdüğü ancak High Density Lipoprotein (HDL) kolesterol seviyesini yükselttiği belirlenmiştir. Farelerde kefir tüketimi sonucu görülen bu etkiler, kalp-damar hastalıklarını önleyici ve kolesterolü ayarlayıcı etkilerdir. Kefirin kolesterol düşürücü etki mekanizması tam olarak bilinmese de; kefirde bulunan mikroorganizmaların safra asidini parçalayıcı enzimler ile kolesterol emilimini azaltarak ve kolesterol sentezinin en önemli enzimi olan HMG-CoA redüktazın aktivitesini düşürerek etkili olduğu ileri sürülmektedir. Farklı açıklayıcı mekanizmalardan birisi de, kefir fermentasyonu sırasında orotik asitlerin azalmasıdır [68-70]. Huang ve ark. [71], Tibet kefir tanelerinden izole ettikleri *Lactobacillus plantarum* suşunun pH 2.0'da 3 saat canlı kalabildiği ve Caco-2 hücreleriyle %9.5±2.5 oranında yapışma gösterdiğini belirlemişler, bu izolatların Caco-2 hücrelerinde Niemann-Pick C1-like 1 (NPC1L1) downregulasyonu vasıtasıyla kolesterol absorbsiyonunu inhibe ettiğini, bu suşların hiperkolestremik ratlarda 10^9 cfu/d dozunda 4 hafta boyunca verilmesinin serum kolesterol, LDL kolesterol ve trigliserid konsantrasyonunu seviyesini önemli ölçüde düşürdüğünü, ancak serum HDL kolesterol seviyeside önemli bir değişiklik yapmadığını belirlemişlerdir. Bu gruplarda karaciğer total kolesterol ve trigliserid seviyesini azalttığı ortaya konmuş, duedenum ve jejunumdaki NPC1L1expressiyonunda önemli seviyelerde düşme görüldüğünü, bu sonuçların kefirden elde edilen *Lactobacillus plantarum* suşunun etkili bir kolesterol düşürücü probiyotik olarak değerlendirilebileceğini gösterdiğini bildirmişlerdir. Benzer şekilde kefirden izole edilen *Lactobacillus kefiri* gibi suşların gastrointestinal sistemde %100 canlı kalabildiği, yağ dokuda kolesterolü direkt olarak azalttığı, yüksek yağlı diyetlerle beslenen farelerde PPAR-α geninin upregülasyou ile obezite ve alkolsüz yağlı karaciğer hastalığının gelişimini engellediği bildirilmiştir [72].

8.4. Antialerjik ve anti-inflamatuvar etkileri

Eozinofiller, alerjik reaksiyonlarda inflamasyon alanında yer alan ve alerjenle başlayan patolojik süreçte etkin rol oynayan bağışıklık sistemi elemanlarıdır. Bronşiyal astım, atopik dermatit gibi alerjik temeli olan hastalıklarda eozinofiller hem kanda hem de ilgili dokuda artmaktadır. Eozinofil artışını ya da etkilerini azaltmak alerjik hastalıkların önlenme ve tedavisinde oldukça önemlidir. Gıda alerjisinin patogenezinde rol oynayan faktörlerden birisi de gastrointestinal kanalda gıda antijenlerine karşı hiperpermeabilite oluşmasıdır [73,74].

Umeda ve ark. [75], farelerde ovalbümine karşı oral sensitizasyon ve intestinal permeabilite üzerine kefirin etkisini araştırdıkları bir çalışmada; kefir verilen grupta kontrollere göre plazma ovalbümin

konsantrasyonunun azaldığını, anti-ovalbümin IgG konsantrasyonunun daha düşük olduğunu ve eksvivo olarak ovalbümin tarafından uyarılan splenik mononükleer hücre proliferasyonunun da daha az olduğunu tespit etmişlerdir. Araştırmacılar bu etkilerin oluşmasında, kısmen de olsa intestinal geçirgenliğin azalmasıyla antijenin intestinal sistemi geçememesi ve kefir içinde bulunan aktif canlı bakterilerin etkisinin olabileceğini ifade etmişlerdir. Çalışmanın sonuçları kefirin gıda alerjisinin önlenmesinde kullanılabileceğini göstermektedir.

Farelerdeki astım durumunda kefirin anti-inflamatuvar ve anti-alerjik etkisi ile ilgili yapılan çalışmada, kefirin akciğer dokusunda ovalbumin aracılı eozinofil artışını ve aşırı mukus salgılanmasını azalttığı gösterilmiştir. Sonuçta, kefirin alerjik bronşiyal astımın tedavisi için yeni bir terapötik potansiyele sahip olabileceği bildirilmiştir [76].

Antijenle indüklenen mast hücresi aktivasyonunun baskılanması ile ilgili yapılan bir çalışmada, kefiranın mast hücre degranülasyonunu baskıladığı tespit edilmiş ve bu nedenle mast hücre aracılı allerjik hastalıklardan korunma ve bu tip hastalıkların önlenmesinde etkili olabileceği düşünülmüştür [77].

8.5. Kan şekeri düzenleyici etkisi

Yapılan çalışmalarda kefirin kan şekeri düzenleyici etkisiyle ilgili önemli sonuçlara ulaşılmıştır. Fermente süt ve kefiran/kefir gibi süt ürünlerinin insülin duyarlı kas hücrelerinde glukoz alımını arttırması ile ilgili yapılan çalışmada, kefirin suda çözünen kısımlarının iskelet kası hücrelerinde glikoz alımını artırdığı ve bunun Tip 2 diyabet tedavisinde kullanılabileceği bildirilmiştir. Araştırmacılar, etkin olan maddenin küçük moleküler yapıda olduğunu, pH ve ısı değişikliklerinden etkilenmediğini, böylelikle kefiran/kefirin suda çözünen ve etkin olan kısmı ağızdan alındıktan sonra mide asidinde bozulmadığını ve küçük yapısı sayesinde bağırsaktan kolaylıkla emileceğini belirtmişlerdir [78]. Tip 2 diabet hastalarında kefirin glikoz ve lipid profili kontrolü üzerindeki etkisini belirlemek üzere yapılan bir çalışmada; 8 hafta boyunca *Lactobacillus casei, Lactobacillus acidophilus* ve Bifidobakteri içeren kefir ile beslenen hastalarda istatistiksel olarak anlamlı seviyede açlık kan glikozunun daha düşük olduğu tespit edilmiştir [79].

8.6. Antimikrobiyel ve antifungal etkileri

Kefirin içinde bulunan mikroorganizmaların ürettiği laktik asit, antibiyotikler ve çeşitli bakterisitler patojenlerin yıkımında ve çoğalmalarının inhibisyonunda rol oynarlar [80].

Kefirin, *Salmonella, Helicobacter, Shigella, Staphylococcus, E. coli, Enterobacter aerogenes, Proteus vulgaris, Bacillus cereus, Bacillus subtilis, Micrococcus luteus, Listeria monocytogenes, Listeria innocua, Yersinia enterocolitica S. pyogenes* gibi çeşitli Gram-negatif ve Gram-pozitif bakterilere antimikrobiyal, ayrıca *Candida, Saccharomyces, Rhodotorula, Torulopsis, Microsporium, Trichoptian* gibi funguslara karşı da antifungal etkisi olduğu bildirilmiştir [48,81-83].

Kefirin, Gram negatif bakteriler üzerinde bakteriyostatik; Gram pozitif bakteriler üzerinde ise bakterisit etkisinin daha ön planda olduğu belirtilmektedir [84]. Yapılan bir çalışmada kefirin bazı bakteri ve mayalar üzerine antibakteriyel etkisi incelenmiş ve *S. pyogenes* en duyarlı mikroorganizma olarak belirlenirken *S. aureus, S. salivarus, S. typhimurium, C. albicans* ve *L. monocytogenes* daha az duyarlı mikroorganizmalar olarak saptanmış, *P. aeruginosa ve E. coli* ise en az duyarlı mikroorganizmalar olarak tespit edilmiştir [85].
Santos ve ark. [86], kefirden izole edilen 58 farklı *Lactobacillus* spp. suşunun antimikrobiyal özelliklerini araştırmışlardır. Bu suşların *Salmonella typhimurium* adezyonunu inhibe etme yeteneklerin değerlendirmişler ve en iyi probiyotik özelliğin *L. acidophilus* CYC 10051 ve *L. kefiranofaciens* CYC 10058 suşlarında bulunduğunu göstermişlerdir.

Anselmo ve ark. [87], Arjantin de bulunan Lugar nehrinden izole ettikleri 53 *Salmonella enteritidis* suşunun kefir varlığında hayatta kalma gücünü değerlendirmek amacıyla, izole ettikleri suşları 22 °C ve 4 °C'de kefir içine inoküle etmişler ve 4 °C'de 24 saat, 22 °C'de ise 18 saat inkübasyon sonrasında kültür ortamında *S.*

enteritidis tespit edilemediğini bildirmişlerdir. Takahashi ve Kawakami [88] ise *E. coli* O157:H7 ve *E. coli* ATCC 25922) suşlarına karşı kefirin antibakteriyel aktivitesini değerlendirmişler ve nötral pH'da bakteriyel büyüme etkilenmezken, asidik pH ortamında kısa sürede her iki suşun da büyümesinin inhibe olduğunu belirlemişlerdir. Araştırmacılar, bu durumun kefirde her iki mikroorganizma suşunun üremesine engel olan antibakteriyel bir maddenin olabileceğini ve bu antibakteriyel maddenin asidik ortamda etkisini daha iyi gösterdiğini düşündürdüğünü bildirmişlerdir.

8.7. Laktoz intoleransını azaltıcı etkisi

Laktoz, tüm memeli sütlerinde bulunan temel disakkarittir ve laktozun sindirilmesindeki bozukluk olarak tanımlanan laktoz intolerans durumu, barsakta yetersiz β-galaktosidaz olmasıyla ortaya çıkan oldukça yaygın bir rahatsızlıktır [89].

Hertzler ve ark. [90]'nın yapmış oldukları bir çalışmada; sade kefir ve tatlandırılmış kefirin laktoz sindirimi üzerine etkisi incelenmiş, çalışmada kullanılan kefirin içerdiği mikroorganizmalar *Streptococcus lactis, Lactobacillus plantarum, Streptococcus cremoris, Lactobacillus casei, Streptococcus diacetylactis, Saccharomyces şorentinus* ve *Leuconostoc cremoris* olarak tespit edilmiş, çalışma sonucunda, sade kefirin laktoz sindirimine yardımcı olduğu ortaya konmuştur.

Daha düşük laktoz içeriği ve daha yüksek β galaktozidaz aktivitesi nedeniyle kefirin laktoz tolerans bozukluğu olan bireylerde laktoz sindirimini kolaylaştırdığı ve şişkinlik hissini %71'lere varan oranlarda azalttığı bildirilmiştir [9,90]. Laktoz intoleransı olan kişilerde ağızda meydana gelen kokunun tedavisinde kefir yoğurt kadar etkili olmaktadır [90].

Kefir aynı zamanda sindirim sistemindeki motor fonksiyonlar ve boşalma faaliyetleri üzerinde uyarıcı bir etki gösterir [91]. Kefir, antagonistik etkisiyle barsakta patojen bakteri kolonizasyonunu da engellemektedir [48]. Kefirin insanlarda mide ve oniki parmak barsak ülserinin tedavisinde etkili olduğunu bildiren çalışmalar bulunmaktadır [31].

8.8. Kan basıncı üzerine etkisi

Maeda ve ark. [92], yağlar, kan basıncı, kan şekeri ve kabızlık üzerine eksopolisakkaritin (kefiran) etkileri isimli çalışmalarında kefiranın farelerde kan basıncını anlamlı ölçüde düşürdüğünü belirtmişlerdir. Bu etki kefiranın anjiyotensin dönüştürücü enzim etkisini baskılamasına bağlı olabilir. Kefirin içerdiği onaltı proteinden ikisinin anjiyotensin dönüştürücü enzim baskılayıcı etki gösterdiği bildirilmiştir [70,93,]. Miguel ve ark. [94], daha önceden kazein fraksiyonlarından elde edilerek anjiotensin dönüştürücü enzim inhibitörü etkileri ile antihipertansif etkileri olduğu invitro olarak gösterilen kazein fraksiyonlarından elde edilen bazı peptid dizilerinin hipertensif ratlarda etkisini araştırmışlar ve bu hayvanlarda diastolik kan basıncında hafif ancak önemli ve devamlı bir düşüşe neden olduğunu ortaya koymuşlardır.

9. Sonuç

Probiyotik besinler son yıllarda tüketicilerin ilgisini daha çok çekmeye, sağlıklı beslenme için hazırlanan günlük diyetlerin önemli bir bileşeni olmaya başlamıştır. Bilinen en eski probiyotik içeceklerden birisi olan kefir de zengin besinsel ve mikrobiyal bileşimi ile giderek daha popüler olmakta, tüm dünyada sevilerek tüketilen sağlıklı içeceklerin başında gelmektedir. Yapılan bilimsel araştırmalar ile her geçen gün insan sağlığı üzerinde olumlu etkileri daha çok gözlemlenen bu besinin ülkemizde de yeterince üretilmesi ve tüketim alışkanlığının geliştirilmesi gerekmektedir. Bu derleme ile, kefirin üretimi, bileşimsel özellikleri ve sağlık üzerindeki etkilerine ilişkin bilgiler verilmiş, kökleri bizim coğrafyamıza ait olan bu içeceğin toplumun daha geniş kitlelerince tanınmasına katıda bulunulması amaçlanmıştır.

Kaynaklar

[1] Tekinşen, O.C., "Süt Ürünleri Teknolojisi", Selçuk Üniversitesi Basımevi, Konya, (2000).
[2] İnal, T., "Süt ve Süt Ürünleri Hijyen ve Teknolojisi", Final Ofset, İstanbul, (1990).
[3] Tekinşen, O.C., Tekinşen KK "Süt ve Süt Ürünleri, Temel Bilgiler, Teknoloji, Kalite Kontrolü", Selçuk Üniversitesi Basımevi, Konya, (2005).
[4] Hocalar, B., K. Kemahlıoğlu, and F. Dokuzoğuz. "Geleneksel bir süt ürünü: torba yoğurdu." Geleneksel Gıdalar Sempozyumu, Van, (2009).
[5] Anonim, "Türk Gıda Kodeksi Tebliği Fermente Süt Ürünleri Tebliği: 2009\25", Resmi Gazete, 16 Şubat 2009, Sayı: 27143, Ankara, (2009).
[6] Halle, C., Leroi, F., Dousset, P.M., "Les Kefirs Des Accosiations Bacteries Lactiques –Levures, in Bacteries Lactiques; Aspects Fondamentaux Et Technologiques", Vol: 2, Uriage, France:Lorica 169-182, (1994).
[7] Toklu, Ş., "Süt şampanyası, kefir", Gıda Derg, 99(6): 51-53, (1999).
[8] Karagözlü, C., Kavas, G., "Alkollü fermente süt içecekleri: kefir ve kımızın özellikleri ile insan beslenmesindeki önemi", Dünya Yayınları Gıda Dergisi, 6: 86-93, (2000).
[9] De Vrese, M., Keller, B., Barth, C.A., "Enhancement of intestinal hydrolysis of lactose be microbial B-galoctosidase of kefir", Brit. J. Nut., 67: 67-75, (1992).
[10] Duitschaever, C.L., Kemp, N., Emlans, D., "Comparative evaluation of five procedures for making kefir", Milchwissenschaft, 43: 343-345, (1988).
[11] Lv, J.P., Wang, L.M., "Bioactive Components in Kefir and Koumiss", Bioactive Components in Milk and Dairy Products. Ed: Park YW, John Wiley & Sons, 440 p., ISBN: 0813819490, 9780813819495, (2009).
[12] Koroleva, N.S., "Technology of kefir and kumys", Bulletin of the International Dairy Federation, 227: 96-100, (1988).
[13] Ötleş, S., Çağındı, Ö., "Kefir: a probiotic dairy composition, nutritional and therapeutic aspects", Pakistan Journal of Nutrition, 2(2): 54-59, (2003).
[14] Tayyar, M., "Kefir sağlığınıza kefil", Dünya Gıda Derg., 41-46, (2012).
[15] Gasbarrini, G., Fiorenza, B., Annagiulia, G., "Probiotics history", Journal of Clinical Gastroenterology, 50(2): 116-119, (2016).
[16] Kendirci, P., "Kefir ve Kefir Tanesinde Aflatoksin M1 Tayin Yönteminin Geliştirilmesi ve Kontamine Sütlerden Kefire ve Kefir Tanelerine Aflatoksin M1 Geçişinin Araştırılması", Y Lisans Tezi, Ege Üniv Fen Bil Enst, İzmir, (2002).
[17] Güzel Seydim, Z.B., Seydim, A.C., Greene, A.K. Bodine, A.B., "Determination of organic acids and volatile flavor substances in kefir during fermentation", J. Food Compos Anal, 13, 35-43, (2000).
[18] Libudzisz, Z., Piatkiewicz, A., "Kefir production in Poland", Dairy Industries International, 55(7): 31-33, (1990).
[19] Marshall, V.M., Cole, W.M., Brooker, B.E., "Observation on the structure of kefir grains and the distribution of the microflora". J Appl Bacteriol, 57:491-497, (1984).
[20] Irigoyen, A., Arana, I., Castiella, M., Torre, P., Ibanez, F.C., "Microbiological, physicochemical and sensory characteristics of kefir during storage", Food Chem., 90: 613-620, (2005).
[21] Karagözlü, C., "Fermente Süt İçeceği: Kefir", Apelasyon, 25, (2015).
[22] Sarkar, S., "Biotechnological innovations in kefir production: a review", British Food Journal, 110(3): 283-295, (2008)
[23] Zubillaga, M., Weill, R., Postaire, E., Goldman, C., Caro, R., Boccio, J., "Effect of probiotics and functional foods and their use in different diseases", Nutr. Res., 21(3):569-579, (2001).
[24] Renner, E., Renz-Schauen, A., "Nahrwerttabellen für milch und milchprodukte", ISBN 3.926041-00-5. Verlag B. Renner, Köhner K.,G. Gieβen, Germany., (1986).
[25] Dinç, A., "Kefirin bazı mikrobiyolojik ve kimyasal özelliklerinin belirlenmesi", Y. Lisans Tezi, Ank. Üniv. Sağlık Bil. Enst., Ankara, (2008).
[26] Webb, B.H., Johnson, A.H.A., J.A., "Fundamentals of Dairy Chemistry", Westport, Connecticut: AVI Publishing Co., Inc. , pp, (1987).
[27] Liutkevičius, A., Šarkinas, A., "Studies on the growth conditions and composition of kefir grain - As a food and forage biomass", Vet. Zootec., (2004).

[28] Ahmed, Z., Wang, Y.P., Ahmad, A., Khan, S.T., Nisa, M., Ahmad, H., Afreen, A., "Kefir and health: A contemporary perspective", Crit. Rev. Food Sci., 53: 422-434, (2013).
[29] Öner, Z., Karahan, A.G., Çakmakçı, M.L., "Effect of different milk types and starter cultures on kefir", Gıda, 35(3): 177-182, (2010).
[30] Kınık, Ö., Kesenkaş, H., Dinkçi, N., Seçkin, K., Kavas, G., Gönç, S., "Kefir Üretiminde Soya Sütünden Faydalanma Olanakları Üzerinde Araştırmalar", Proje No: Tovag 106 O 810 'Alınmıştır'. C. Demir (2011). Kefir Üretiminde Bitkisel Lif Kullanımı, Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Süt Teknolojisi Anabilim Dalı, Bornova İzmir, (2008).
[31] Farnworth, E.R., Mainville, I., "Kefir-A Fermented Milk Product", In: Handbook of Fermented Functional Foods (2. ed), Ed. Farnworth ER, CRC Press, Taylor&Francis Group, Boca Raton, (2003).
[32] Wouters, J.T.M., Ayad, E.H.E., Hugenholtz, J., Smit, G., "Microbes from raw milk for fermented dairy products", Int. Dairy J., 12, 91-109, (2002).
[33] Arslan, S., "A review: chemical, microbiological and nutritonal characteristics of kefir", CyTA-Journal of Food, 13(3): 340-345, (2015).
[34] Sezer, Ç., "Kefirde Laktik Asit Bakterilerinin Tür Düzeyinde Araştırılması", Y Lisans Tezi, Kafkas Üniversitesi Sağ. Bil. Enst., 85 sh, (2003).
[35] Ersoy, M., Uysal, H., "Süttozu, Peyniraltı Suyu Tozu ve Yayıkaltı Karışımları ile Üretilen Kefirlerin Özellikleri Üzerine Bir Araştırma", Ege Üniv. Ziraat Fak. Derg., 40(1): 79-86, (2003).
[36] Uslu, G., "Ankara Piyasasında Satılan Kefirlerin Mikrobiyolojik, Fiziksel, Kimyasal ve Duyusal Özellikleri Üzerine Bir Araştırma", Y. Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi Fen Bil. Enst., Ankara, (2010).
[37] Karagözlü, C., Dumanoğlu, Z., "Türkiye'de endüstriyel kefir tüketiminin artırılması, Avrupa'da yakult pazarlaması", Gıda Teknolojisi Derg, 15(1): 48-51, (2011).
[38] Yaman, H., "Kefir: A fermented milk product and production methods. Kocatepe Veteriner Dergisi, 4(1): 43-56, (2011).
[39] Marshall, V.M., "Kefir. In: Macree, R., Robinson, R., Sadler, M.S., Editors, Encyclopaedia of Food Science Food Technology and Nutrition, Vol:3, Academic Press, (1993).
[40] Koçak, C., Gürsel, A., "Kefir", Gıda, 6(4), 11-14, (1981).
[41] Ürkek, B., Erkaya, T., Şengül, M., "Kefir: bileşimi, üretimi, probiyotik ve terapötik özellikleri", Akademik Gıda, 9(5): 60-66, (2011).
[42] Petterson, H.E., Christiansson A., Ekelund, K., "Making kefir without grains", Scandinavian J Dairy Technol and Know-How/Nm 2-85 (Nordisk Mejeriindustri, Vol: 12, PT:8, pp: 58-60, (1985).
[43] Otsoa, FL., Rementeria, A., Elguezabal, N., Garaizar, J., "Kefir: A symbiotic yeasts-bacteria community with alleged healthy capabilities", Rev. Iberoam. Micol., 23: 67-74, (2006).
[44] Altınayar, A., "Geleneksel Fermente Süt Ürünlerimizin Raf Ömürlerini Arttırma Yolları", Seminer, Ank. Üniv. Zir. Fak., Süt Teknolojisi Bölümü, Ankara, sh: 24-34, (1994).
[45] Garrote, G.L., Abraham, A.G., De Antoni, G.L., "Preservation of kefir grains, a comparative study", Lebensm. Wiss. Technol., 30(1): 77-84, (1997).
[46] Bourrie, B.C.T., Willing, B.P., Cotter, P.D., "The microbiota and health promoting charcteristics of the fermented beverage kefir", Front Microbiol., 7: 647, (2016).
[47] Rosa, D.D., Dias, M.M.S., Grześkowiak, L.M., Reis, S.A., "Milk *kefir*: nutritional, microbiological and health benefits. Nutrition Research Reviews, 30(1): 82-96, (2017).
[48] Zacconi, C., Parisi, M.G., Sarra, P.G., Dallavalle, P., Bottazzi V., "Competitive exclusion of *Salmonella Kedougou* in kefir fed chicks", Microbiologie, Aliments, Nutrition, 12: 387-390, (1995).
[49] Tamai, Y., Yoshimitsu, N., Watanabe, Y., Kuwabara, Y., Nagai, S., "Effect of milk fermented by culturing with various lactic acid bacteria and a yeast on serum cholesterol level in rats", J. Ferm. Bioeng., 81: 181-182, (1996).
[50] Karatepe, P., Yalçın, H., "Kefirli sağlık", Iğdır Üni. Fen Bil. Enst. Derg., 4(2): 23-30, (2014).
[51] Micheli, L., Uccelletti, D., Pallesschi, C., Crescenzi, V., "Isolation and characterisation of a ropy *Lactobacillus* strain producing the exopolysaccharide kefiran", Appl. Microbiol. Biot., 53(1): 69-74, (1999).
[52] Liu, J.R., Lin, C., "Production of kefir from soymilk with or without added glucose, lactose or sucrose", J. Food Sci., 65(4): 716-719, (2000).

[53] Wszolek, M., Kupiec-Teahan, B., Skov Guldager, H., Tamime, A.Y., "Production of Kefir, Koumiss and other Related Products", Fermented Milks, (Ed A. Tamime), Blackwell Publishing Ltd, Oxford, UK, (2006).
[54] Liu, J.R., Wang, S.Y., Lin, Y.Y., Lin, C.W., "Antitumor activity of milk kefir and soy milk kefir in tumor-bearing mice. Nutrition and Cancer, 44(2): 183-187, (2002).
[55] Sharifi, M., Moridnia, A., Mortazavi, D., Salehi, M., Bagheri, M., Sheikhi, A., "Kefir: a powerful probiotics with anticancer properties", Med Oncol, 34: 183-190, 2017.
[56] Toliopoulos, I., Simos, Y., Verginadis, I., Papandreou, D., Oikonomidis, S., Evangelou, A., " "Anticancer activities of kefir against LMS and K562 cell lines by flow cytometry analysis", Nutrition&Food Science, 42(4): 261-270, (2012).
[57] Ghoneum, M., Gimzewski, J., "Apoptic effect of a novel kefir product, PFT, on multidrug-resistant myeloid leukemia cells via hole-piercing mechanism. Int. J. Oncol., 44(3): 830-837, (2014).
[58] Nagira, T., Narisawa, J., Teruya, K., Kusumoto, K., katakura, Y., Barnes, D.W., Maru, S., Shirahata, S., "Suppression of Apoptosis in UV-Damaged Human Melanomacells by a Fermented Milk, Kefir", In: Bernard, A., Griffiths, B., Noé, W., Wurm, F. (eds) Animal Cell Technology: Products from Cells, Cells as Products. Springer, Dordrecht, (1999).
[59] Ghoneum, M., Felo, N., " Selective induction of apoptosis in human gastric cancer cells by *Lactobacillus kefiri* (PFT), a novel kefir product. Oncology Reports, 34(4): 1659-1666, (2015).
[60] Öresin, Z.A., "Sepsis Oluşturulmuş Ratlarda Kefirin Etkinliği", Trakya Üniversitesi Tıp Fakültesi Anesteziyoloji Anabilim Dalı, Uzmanlık Tezi, 39s, Edirne, (2008).
[61] Demir, C., "Kefir Üretiminde Bitkisel Lif Kullanımı", Y. Lisans Tezi, Ege Üniv. Fen Bil. Enst., İzmir, (2011).
[62] Ender, G., "Oligofruktozla Zenginleştiriliş Sütten Üretilen Kefirlerin Kalitesi Üzerine Tane ve Kültür Kullanımının Etkileri", Doktora Tezi, Ege Üniv. Fen Bil. Enst., 236 s, (2009).
[63] Ak, A., Gönülateş, N., İşler, M., Senol, A., "The effect of kefir consumption on human immune system: a cytokine study. Mikrobiyoloji Bülteni, 47(2): 273-281, (2013).
[64] Alpkent, Z., Demir, M., "Kefir ve kefirin sağlık üzerine etkileri", I. Geleneksel Gıdalar Sempozyumu, Van, 257-262, (2004).
[65] Thoreux, K., Schmucker, D.L., "Kefir milk enhances intestinal immunity in young but not old rats", The Journal of Nutrition, 131(3): 807-812, (2001).
[66] Vinderola, C.G., Duarte, J., Thangavel, D., Perdigon, Farnworth, E., Matar, C., "Immunomodulating capacity of kefir", J. Dairy Res., 72(2): 195-202, (2005).
[67] Uluköy, G., Metin, S., Kubilay, A., Güney, Ş., Yıldırım, P., Güzel-Seydim, Z., Kok-Tas, T., Gümüş, E., "The effect of kefir as a dietary supplement on nonspecific immune responce and disease ressitance in juvenil Rainbow Trout, Oncorhynchus mykiss (Walbaum 1792)", Journal of the World Aquaculture Society, 48(2): 248-256, (2017).
[68] Özer, D., Özer, B., "Product of Eastern Europe and Asia", Encyclopedia of Food Microbiology, Ed. Robinson R., Academic Press, London: (1999).
[69] De Angelis Pereira M.C., Barcelos M.F.P., Sousa M.S.B., Pereira J.A.R., "Effects of the kefir and banana pulp and skin flours on hypercholesterolemic rats", Acta. Cir. Bras., 28(7): 481-486, (2013).
[70] Köroğlu, Ö., Bakır, E., Uludağ, G., Köroğlu, S., Dayısoylu, K.S., "Kefir ve sağlık", KSÜ Doğa Bil. Derg., 18, (2015).
[71] Huang, Y., Wu, F., Wang, X., Sui, Y., Yang, L., Wang, J., " Characterization of *Lactobacillus plantarum* Lp27 isolated from Tibetian kefir grains: A potential probiotic bacterium with cholesterol-lowering effects. J Dairy Sci, 96(5): 2816-2825, (2013).
[72] Kim, D.H., Jeong, D., Kang, I.B., Kim, H., Song, K.Y., Seo, K.H., "Dual function of *Lactobacillus kefiri* DH5 in preventing hih-fat-diet-induced obesity: direct reduction of cholesterol and upregulation of PPAR-α n adipose tissue. Molecular Nutrition&Food Research, 61(11): 1-12, (2017).
[73] Yalçın, B., "Allerjik reaksiyonların patogenezi: T hücreleri ve eozinofillerin rolü", İç Hastalıkları Dergisi, 12(4): 209-214, (2005).
[74] Turan, İ., İlter, T., "Kafkas Dağlarından Günümüze", Güncel Gastroenteroloji, 11(2): 65-75, (2007).
[75] Umeda, C., Sonoyama, K., Yamaguchi, N., Saito, R., Akashi, K., Motoshima, H., Kawabata, J., "Oral administration of freeze-dried kefir reduces intestinal permeation of and oral sensitization to ovalbumin in mice", Biosci. Biotechn. Bioch., 69: 249-251, (2005).

[76] Lee, M.Y., Ahn, K.S., Kwon, O.K., Kim, M.J., Kim, M.K., Lee, I.Y., Oh, S.R., Lee, H.K., "Antiinflammatory and anti-allergic effects of kefir in a mouse asthma model", Immunobiology, 212(8): 647-654, (2007).
[77] Furuno, T., Nakanishi, M., "Kefiran suppresses antigen-induced mast cell activation", Biol. Pharm. Bull., 35(2): 178-183, (2012).
[78] Teruya, K., Yamashita, M., Tominaga, R., Nagira, T., Shim, S.Y., Katakura, Y., Tokumaru, S., Tokumaru, K., Barnes, D., Shirahata, S., "Fermented milk, kefran-kefir enhances glucose uptake into insulin responsive muscle cells", Cytotechnology, 40(1-3): 107-116, (2002).
[79] Ostadrahimi, A., Taghizadeh, A., Mobasseri, M., Farrin, N., Payahoo, L., Gheshlaghi, Z.B., Vahedjabbari, M., " Effect of probiotic fermented milk (kefir) on glycemic control and lipid profile in Type 2 diabetic patients: A randomized double-blind placebo-controlled clinical trial. Iran J. Public Health, 44(2): 228–237, (2015).
[80] Angulo, L., Lopez, E., Lema, C., "Microflora present in kefir grains of the Galician Region (North - West of Spain)", J. Dairy Res., 60: 263-267, (1993).
[81] Morgan, S.M., Hickey, R., Ross, R.P., Hill, C., "Efficient method for the detection of microbially-produced antibacterial substances from food systems", J. Appl. Microbiol., 89(1): 56-62, (2000).
[82] Gülmez, M., Güven, A., "Behavior of *Escherichia coli* 0157:H7, *Listeria monocytogenes* 4b and *Yersinia enterocolitica* O3 in pasteurized and nonpasteurized kefir fermented for one or two days", Food Sci. Technol. Int., 9: 365-369, (2003).
[83] Ulusoy, B.H., Çolak, H., Hampikyan, H., Erkan, M.E., "An in vitro study on the antibacterial effect of kefir against some food-borne pathogens", Türk Mikrobiyol. Cem. Derg., 37: 103-107, (2007).
[84] Czamanski, R.T., Greco, D.P., Wiest, J.M., "Evaluation of antibiotic activity in filtrates of traditional kefir", Hygiene Alimentar, 18 (124): 75-77, (2004).
[85] Rodrigues, K.L., Caputo, L.R.G., Carvalho, J.C.T., Evangelista, J., Schneedorf, J.M., "Antimicrobial and healing activity of kefir and kefiran extract", Int. J. Antimicrob. Ag., 25: 404-408, (2005).
[86] Santos, A., San Mauro, M., Sanchez, A.. Torres JM, Marquina D, "The antimicrobial properties of different strains of *Lactobacillus* spp. isolated from kefir", Syst. Appl. Microbiol., 26: 434-437, (2003).
[87] Anselmo, R.J., Viora S.S., Lausada, L.I., "Effect of kefir bactericide on *Salmonella* spp.", Informacion Technologica, 12: 91-95, (2001).
[88] Takahashi, F., Kawakami, H., (1999). Antibacterial action of kefir against *E. coli* O157:H7", Jpn. J. Food Microbiol., 16 (4): 245-247, (1982).
[89] Alm, L., "Effect of fermentation on lactose, glucose, and galactose content in milk and suitability of fermented milk products for lactose intolerant individuals", J. Dairy Sci., 65(3): 346-352, (1982).
[90] Hertzler, S.R., Clancy, S.M., "Kefir improves lactose digestion and tolerance in adults with lactose maldigestion", J. Am. Diet. Assoc., 103(5): 582-587, (2003).
[91] Loranskala, T.I., Khoromskii, L.N., Benedikt, V.V., "Effects of a series of food substances on motor and emptying function of the gastric stump and diverting intestinal loop after stomach resection and truncal vagotomy" Voprosy Pitaniia, 1: 19-22, (1986).
[92] Maeda, H., Zhu, X., Omura, K., Suzuki, S., Kitamura, S., "Effects of an exopolysaccharide (kefiran) on lipids, blood pressure, blood glucose, and constipation", Biofactors, 22(1): 197-200, (2004).
[93] Quiros, A., Hernandez Ledesma, B., Ramos, M., Amigo, L., Recio, I., "Angiotensin converting enzyme inhibitory activity of peptides derived from caprine kefir", J. Dairy Sci., 88(10): 3480-3487, (2005).
[94] Miguel, M., Gómez-Ruiz, J.A., Recio, I., Aleixandre, A., "Changes in arterial blood pressure after single oral administration of milk-casein-derived peptides in spontaneously hypertensive rats. Molecular Nutrition&Food Research, 54(10): 1422-1427, (2010).

HEAT TREATMENT OF A TRADITIONAL SAUSAGE: SUCUK

Hüdayi Ercoşkun
Çankırı Karatekin University Department of Food Engineering Çankırı
hercoskun@yahoo.com

Abstract

Sucuk, is a widely consumed traditional sausage in Turkey and neighboring countries. Sucuk has been described as a single meat product, during the centuries the attributes of sucuk have changed due to different formulations, development of production technologies, habits of artisans, and regional influences. Ancient sucuk is a fermented sausage produced from red meats requires several weeks for ripening and neither smoking nor any heat treatment is employed in production. Heat treatment became an indispensable step in sucuk production nowadays. The aims of the heat treatment of sucuks are the elimination of pathogens, extension of shelf life, shortening of production length, and decrease the production costs. Notwithstanding there are little knowledge about the heat treatment of sucuk. It is necessary to understand the present situation of the sector to improve production methods for different types of sucuk and to develop legal standards.

Keywords: Traditional Turkish sucuk, Pasteurized sucuk, Heat treated sucuk

1. Introduction

Sucuk is a spicy, typically dry, fermented sausage which is a popular and most liked meat product in Turkey and also be found in neighboring countries located in Balkans, Middle East and Caucasus. Literally, sucuk is a sausage produced from a mixture of meat and fat that may include cattle, sheep and/or water buffalo meat, beef fat and sheep tail fat, and salt, sugar, garlic and some other ingredients with spices and seasonings followed by stuffing the mixture into a casing and then subjected to fermentation at certain conditions resulting in a semi dry or dried meat product (Onuk 1940; İnal 1964; Özer & Özalp 1968).

There are numerous documents showing that ancient Turks made and consumed sausages thousands of years ago. It has been documented that sucuk was a easy to carry, easy to to prepare and a palatable meat product in Manas saga, a thirteen hundred years old Kyrgyz legend (Gülensoy, 2002). Sucuk was described in an old source, the dictionary named as "Divan-ı Lugat-ı Türk" Great Dictionary of Turkish, originally written by Kaşgarlı Mahmut in 1072 (Atalay, 2006).

Sucuk goes by different names such as; sujuk in Bulgaria, sudjuk in Russia, suxhuk in Albany, sugiuc in Romania, sudžuka or sujuka in Serbia/Croatia/Bosnia/Macedonia, eršik in Armenia, sujuq in Arab lands, soutzouki in Greece, chuchuk in Kyrgyzistan, shujiq in Kazakhistan, soujouk in Turkmenistan. The English pronunciation of sucuk is soudjouk (Petkoff, 1938; Ayyıldız, 2001, Hyse, 2000; Ötleş & Çağındı, 2008; Bakalinova, Grigorova & Kaloyanov, 2008; Porto-Fett, Cheng-An, Call, Juneja, Ingham, Ingham & Luchansky, 2008; Cheng-An, Porto-Fett, Juneja, Ingham, Ingham & Luchansky, 2009).

Traditional sucuk is a semi-dry or dry fermented sausage made by red meats and fat that may include cattle, sheep and/or water buffalo meat, stuffing the mixture into natural or rarely artificial casing and fermentation at certain conditions and no heat treatment or smoking process is applied (Gökalp & Ockerman 1985). The ingredients used in traditional sucuk are; nitrite with spices; cumin, allspice, garlic, salt, black and red pepper. The sausage dough prepared is stuffed into a natural casing from cattle small intestine, and hung for ripening at around 20-25ºC by either chance inoculation or starter culture addition and allowed to dry for several weeks at ambient temperature and humidity (Ertaş & Göğüş 1980; Gökalp & Ockerman 1985; Yetim & Kesmen 2005).

Sucuk has typical properties of both Northern European and Southern European style fermented sausages. Sucuk is characterized by its short fermentation time, and clearly separated fermentation and drying intervals as in Northern European style fermented sausages. On the other hand, sucuk fermentation often occurs at lower temperatures and smoke is not applied as in Southern European style fermented sausages (Ercoşkun & Özkal, 2010).

Fermentation is the main stage of the curing process of sausages, since at this phase the major physical, biochemical and microbiological changes start to occur. These transformations continue in also storage and are influenced by attributes of the raw material and the process conditions, that determining the sensory properties, shelf life and safety of the final product. These changes are mainly; changes in initial microflora, acidification, pH decrease, reduction of nitrates into nitrites and the latter into nitric oxide, formation of nitrosomyoglobin, solubilization and jellification of myofibrillar and sarcoplasmic proteins, proteolytic, lipolytic and oxidative phenomena, and dehydration (Mottram and Edwards 1983, Beriain et al. 1993, Lizaso, Chasco and Beriain 1999, Ordōňez, Hierro, & Bruna 1999). Since, the characteristics of fermented sausages attributes change continuously due to the reactions from fermentation to storage (Ercoşkun, Tağı and Ertaş 2010), the quality attributes of end product exhibits wide variations, which interest to the meat industry. The production of fermented sucuk generally lays in traditional methods; however, both the quality and in particular the safety of such products intrinsically lays with the micro flora of the fermentation processes. The characteristic properties of traditional sucuk are partially or completely dependent on fermentative action of certain types of bacteria.

2. Reasons and Rationales of Heat Treatment in Sucuk Production

In recent several decades increased urbanization increased the demand for sucuk. The capacity of artisanal sucuk production was low comparing increment in demand. On the other hand the production of traditional sucuk generally takes several weeks which is increasing the cost of the product and limiting the production capacity. Moreover continuous changes of product attributes as natural results of fermentation and ripening limits the shelf life of the product. The use of multiple hurdles with including heat treatment, climatic conditions and starter cultures in sucuk production lead to shorter, safer production method. On the other hand, the production of a standard and high quality fermented sucuk requires knowledge and experience supported with technological conditions.

As a net result of various sucuk production methods, market studies report very wide range of sucuk quality attributes. Market studies on sucuk show that a values of 4.5-6.9 for pH, 26-47% for moisture, 0.82-0.85 for water activity, 23-41% for fat, 15-20 for protein, 4-4.5% for ash, 2.5-3.5% for salt and 5-631 ppm for residual nitrite (Yaman, Gökalp & Çon, 1998; Doğu et. al., 2002). There are also variations on the microbiology of sucuk; total viable count of 4 to 8 log cfu/g, *Staphylococci/Micrococci* (around 4 log cfu/g), *Enterobacteriaceae* (<10 to 4 log cfu/g), yeast and mould (<10 to 4 log cfu/g), lactic acid bacteria (2 to 6 log cfu/g), coliforms (< 1 to 3 log cfu/g) (Yaman, Gökalp & Çon, 1998; Erkmen & Bozkurt, 2004). Some authors associated this variation due to insufficient standardization procedures applied during processing, inadequate and variable technological and hygiene practices, the varying quality of the raw materials, and lack of the starter cultures in sucuk processing (Erkmen & Bozkurt, 2004; Kok et al., 2006; Kiliç, 2009). These wide variations may be attributed to the differences in production methods.

More importantly, there have been several studies, highlighting the significance of sucuks for being a source of food-poisoning organisms (survival, behavior/inhibition of some pathogenic microorganisms (Turantaş & Ünlütürk, 1991; Erol & Hildebrandt, G., 1992; Coşansu and Ayhan, 2000, Kaya & Gökalp, 2004; Kaban & Kaya, 2006; Cheng-Anet al., 2009). Recently, Çalıcıoğlu et al. (2002) studied the viability of *E. coli* O157:H7; Kaya and Gökalp (2004) and Erol and Hildebrandt (1992) tested the viability of *L. monocytogenes* and Turantaş and Ünlütürk (1993) researched the viability *Salmonella typhimurium* during the production and storage of the sucuks. The consumption of sucuk was linked to an outbreak that resulted in 42 cases of salmonellosis (Ulutan, Sultan, Davutoğlu & Usta, 1988). Furthermore, between 1997 and 1998, the USDA/FSIS recalled ca. 385 lbs. of soudjouk-style sausage due to potential contamination with *Listeria*

monocytogenes (www.usda.fsis.gov/FSIS_Recalls/index.asp). Çon, Gökalp & Kaya (2001) reported that 16.7% of sucuks collected from retail markets in Turkey were contaminated with *L. monocytogenes*. Siriken et al. (2006) also conducted a survey of local shops and retail markets in Turkey and reported an incidence of 7% for both *L. monocytogenes* and *Salmonella* spp. in sucuks but none of these sausages tested positive for *Escherichia coli* O157:H7. More recently, Çolak et al. (2007) reported a prevalence of 21% (63 of 300) for *Listeria* spp. and 11.6% (35 of 300) for *L. monocytogenes* in sucuks obtained from retail outlets in Istanbul between February of 2004 and January of 2005. Safety is the prime consideration and food manufacturers must ensure that products pose a minimum hazard to the consumer. The required safety must be achieved by preventing the growth of pathogens during production and by reducing the remaining contamination to the lowest possible level (Barbuti and Parolari 2002).

3. Heat Treatment in Sucuk

In the heat treatment process, the sucuks are exposed to heat between 45-70ºC after a fermentation period of about 12 to 48 hours in small scale enterprises (Tayar, 1993; Filiz, 2002). However, this process generally utilizes a sealed oven or steam injection to raise the temperature and relative humidity to meet specific temperature/time requirements, which are sufficient to eliminate pathogens in most of the modern factories. Most of the industrial sucuk manufacturers apply similar heat treatments as prescribed in regulation of United States of America, Food Safety and Inspection Service (9 CFR 318.17) in which a 5-log10 relative reduction of *E. coli* O157:H7 can be achieved (Ercoşkun, 2006, Toptancı, 2007, Yürür 2007).

4. The effect of Heat Treatment on Quality Attributes of Sucuk

Although there are numerous articles on traditional sucuk there are some studies on heat treated sucuk. Several studies showed that heat treatment after an acceptable fermentation time can improve the physicochemical attributes of the product better than non-heat treated sucuks (Tayar, 1993; Filiz, 2002; Kurt & Zorba, 2009).

Tayar (1993) heat treated sucuks at different temperatures (45, 52, 60 and 62ºC) and different times (3, 10, 15, 30, 45 and 120 minutes) and observed decrements in moisture content and aw and increments in dry matter, fat, protein, ash and salt contents. Tayar (1989) also reported increment pigment conversion ratio. Tayar also determined a reduction of 22,72 – 99,45% in total bacterial count and a reduction of 65,00 – 100,00% in *Enterobacteriaceae*. Filiz (1996) reported similar changes in heat treated sucuks. Vural (1998), Anar, Soyutemiz, Temelli & Çetinkaya (2000) and Filiz (2002) tried different starter cultures in heat treated sucuks. Another study on changes of residual nitrate and nitrite content in sucuk showed that pasteurization at 63°C for 30 min significantly reduces residual nitrate and nitrite in sucuk (Soyutemiz, Oruç, Ceylan & Çetinkaya, 2004). Heat treatment during ripening period in sucuk manufacture was suggested to improve chemical composition, microbial content and sensory properties (Değirmencioğlu, Arslan, Gökgözoğlu & Tavşanlı, 2006). Gürbüz, Ardıç & Çalım (2009) studied heat treatment on hygienic quality of sucuks. Kurt and Zorba (2009) studied the biogenic amine formation in heat treated sucuks. Ercoşkun (2006) studied the effect of different fermentation intervals (0, 1, 2, 3, 4, 5 and 6 days) on the quality characteristics of heat treated and traditional sucuks. Ercoşkun (2006) heat treated sucuks at 60ºC for 10 minutes and reported that in terms of physicochemical, sensory and microbial properties, fermentation for three or more days before heat treatment resulted in sucuk samples with better acceptability, and produced sucuk samples with quality characteristics similar to those of traditional sucuks. Yürür (2007) studied the effect of nitrite levels (0, 25, 50, 75 and 100ppm) on color attributes of heat treated sucuks at 68ºC and advised a nitrite dose of 50-100 ppm for heat treated sucuks. Toptancı (2007) studied the effect of heat treatment at 60 (for 15 minutes), 65 (for 10 minutes) and 70ºC (as reached) on physicochemical attributes and reported that highly acceptable heat treated sucuk could be manufactured with lower heat treatment temperatures.

References

Aksu, M.I. & Kaya, M. (2004). Effect of usage *Urtica dioica* L. on microbiological properties of sucuk, a Turkish dry-fermented sausage. *Food Control*, 15, 591-595.

Anar, S., Soyutemiz, E., Temelli, S. & Çetinkaya, F. (2000). Dogal kosullarda üretilen ve ısı işlemi uygulanan Sucuklarda starter kültürlerin kullanım olanakları). *Uludag Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 19(1-2), 51-57.

Anonymous (1992). Turkish Standards Institute: Salami TS 979, Ankara Anonymous 2002

Anonymous (2000). Communiqué on Meat Products. In Turkish Food Codex – Communiqué on Fresh Meat, Prepared Meat and Prepared Meat Mixtures. *The Official Gazette*: 10.02.2000-23960, Communication no: 2000/5.

Anonymous. (2002). Turkish Standard (TSE). Turkish sucuk. TS 1070, ICS 67.120.10, Ankara.

Anonymous. (2007). Turkish Standards Institute Sucuk-like meat products- thermally treated, TS 13297, Ankara.

Atalay, B. (2006). *Divanü Lûgat-it-Türk.* IV Ankara, Turkey: Turkish Language Institute Press.

Ayhan, K. (2001). Biogenic amine content of Turkish soudjouck (sucuk) samples. *Ciencia*, 9(3): 398-404.

Ayhan, K., Kolsarıcı, N. & Alsancak, G. (1999). The effects of a starter culture on the formation of biogenic amines in Turkish soudjoucks. *Meat Science*, 53(3):183-188.

Ayyıldız, R. (2001). *Et ve Et Mamulleri İmalatı Tesisi Sanayi Profili*. Türkiye Cumhuriyeti Sanayi ve Ticaret Bakanlığı Sanayi Araştırma ve Geliştirme Genel Müdürlüğü, Ankara.

Bakalivanova, T., Grigorova S. & Kaloyanov, N. (2008). Effect of irradiation and packaging on lipid fraction of Bulgarian salami during storage. *Radiation Physics and Chemistry*. 78, 273-276.

Barbuti, S. & Parolari, G. (2002). Validation of manufacturing process to control pathogenic bacteria in typical dry fermented products. *Meat Science*, 62, 323-329.

Bozkurt, H. & Erkmen, O. (2002). Effect of starter cultures and additives on the quality of Turkish style sausage (sucuk). *Meat Science*, 61, 149–156.

Bozkurt, H. & Erkmen, O. (2004). Effect of nitrate/nitrite on the quality sausage (sucuk) during ripening and storage, *Journal of the Science of Food and Agriculture* 84, 279–286.

Bozkurt, H. & Bayram, M. (2006). Colour and textural attributes of sucuk during ripening. *Meat Science*, 73, 344–350.

Ceylan, E. and Fung, D. Y. C. (2000). Destruction of *Yersinia enterocolitica* by *Lactobacillus sake* and *Pediococcus acidilactici* During Low-temperature Fermentation of Turkish Dry Sausage (sucuk). *Journal of Food Science*, 65(5), 876-879.

Cheng-An H., Porto-Fett, A.C.S., Juneja, V.K., Ingham, C. Ingham, B.H. & Luchansky, J.B. (2009). Modelling the survival of Escherichia coli O157:H7, *Listeria monocytogenes*, and *Salmonella* Typhimurium during fermentation, drying and storage of soudjouk-style fermented sausage. *International Journal of Food Microbiology*, 129, 244–252.

Coşansu, S. & Ayhan, K. (2000). Survival of enterohaemorrhagic Escherichia coli O157:H7 strain in Turkish soudjouck during fermentation, drying and storage periods. *Meat Science*, 54, 407–411.

Çalıcıoğlu, M., Faith, N.G., Buege, D.R., Luchansky, J.B. (2002). Viability of Escherichia coli O157:H7 during manufacturing and storage of a fermented, semidry soudjouk-style sausage. *Journal of Food Protection*, 65, 1541–1544.Çolak & Ugur, 2002

Çolak, H. & Ugur, M. (2002). The effect of different temperature and time in storage on the formation of biogenic amines in fermented sucuks. *Turkish Journal of Veterinary & Animal Sciences*, 26 (4), 779-784.

Çolak, H., Hampikyan, H., Ulusoy, B. & Bingöl, E.B. (2007). Presence of *Listeria monocytogenes* in Turkish style fermented sausage (sucuk). *Food Control*, 18 (1), 30-32.

Çon, A.H. & Gökalp, H.Y. (1998). Some Chemical and Microbiological Characteristics of Sucuk Samples Marketed in Türkiye. *Gıda*, 23(5), 347-355.

Çon, A.H., Gökalp, H.Y., Kaya, M. (2001). Antagonistic effect on *Listeria monocytogenes* and *Listeria innocua* of a bacteriocin-like metabolite produced by lactic acid bacteria isolated from sucuk. *Meat Science*, 59, 437–441.

Çon, A. H., Doğu, M. & Gökalp, H. Y. (2002). Afyon' da büyük kapasiteli et işletmelerinde üretilen sucuk örneklerinin bazı mikrobiyolojik özelliklerinin periyodik olarak belirlenmesi. *Türk Veteriner ve Hayvancılık Bilimleri Dergisi*, 26(1), 11-16.

Değirmencioğlu, A. Arslan, M., Gökgözoğlu, İ. & Tavşanlı H. (2006). Klasik tip ve ısıl işlem uygulanarak olgunlaştırılan sucukların özelliklerindeki değişimlerin belirlenmesi üzerine bir araştırma. *Türkiye 9. Gıda Kongresi Bildirisi*, pp. 343-344. 24-26 Mayıs, Bolu, Turkey.

Doğu, M., Çon, A.H. ve Gökalp, H.Y. (2002). Afyon ilindeki yüksek kapasiteli et işletmelerinde üretilen sucukların bazı kalite özelliklerinin periyodik olarak belirlenmesi, *Türk Veteriner ve Hayvancılık Bilimleri Dergisi*, 26(1), 1-9.

Erkmen, O. & Bozkurt, H. (2004). Quality characteristics of retailed sucuk (Turkish dry fermented sausage). *Food Technology and Biotechnology*, 42 (1), 63-69.

Erkmen, O. (2008). Modeling the effects of sucuk production technique on *Listeria monocytogenes*, aerobic bacteria and lactic acid bacteria during ripening and storage. Food and Bioproducts Processing, 86(3), 220-226.

Erol, I & Hildebrandt, G. (1992). Einflub von starterkulturen auf das wachstum pathogener keime in turkischer rohwurst. *Fleischwirtsch*aft, 72(1), 90–97.

Ertaş, A. H. & Göğüş, A. K. (1980). Değişik oranlarda kuyruk yağı ve farklı starter kullanılmış olan sucuklar üzerine araştırmalar. *Doğa Bilim Dergisi, Veterinerlik ve Hayvancılık /Tarım ve Ormancılık*, 4(3), 48–53.

Filiz, N. (2002). Yüksek Isı uygulaması ile üretilen "türk sucuklarında" starter kültür kullanımı. *İstanbul Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 28(1), 17-29

Gökalp, H.Y. & Ockerman H.W. (1985). Turkish-type fermented sausage (soudjouk) manufactured by adding different starter culture and using different ripening temperatures. II. Growth of total, psychrophilic, proteolitic and lipolytic micro-organisms. *Fleischwirtschaft*, **65** (10),1235–1240.

Gökalp, H.Y. (1995). Fermente et ürünleri-sucuk üretim teknolojisi. *Standart Ekonomik ve Teknik Dergi* 34, 48-55.

Gökalp, H. Y., Yetim, H., Kaya, M., & Ockerman, H. W. (1998). Saprophytic and pathogenic bacteria levels in Turkish Soudjouks manufactured in Erzurum, Turkey. *Journal of Food Protection*, 51(2), 121–125.

Gülensoy, T. (2002). *Manas Destanı*. Akçağ Yayınları 366p. Istanbul.

Gürakan, G.C., Bozoğlu, T.F. & Wiess, N. (1995). Identification of Lactobacillus strains from Turkish-style dry fermented sausage. *Lebensmittel-Wissenshaft Unter-Technology*, 28, 139–144.

Gurbüz, A., Ardıç, M. & Çalım, H.D. (2009). Microbiological characteristics of Turkish semi-dry fermented sausage during processing stages and storage. *Animal and Veterinary Advances*, 8(4), 677-682.

Hyse, R. J. (2000). *Albanian Dictionary and Phrasebook*. Hippocrene Boks Inc. New York, USA.

Ilıkkan, H., Ercoşkun, H., Vural, H. & Şahin, E. (2009). T he effect of addition of hazelnut oil on some quality characteristics of Turkish fermented sausage (sucuk). *Journal of Muscle Foods*, 20, 117–127.

İnal, T. (1964). Sucuk ve salamlarda mikrop florası. *A.Ü. Veteriner Fakültesi Dergisi*, 11, 108–120.

Kaban, G, & Kaya, M. (2006). Effect of starter culture on growth of Staphylococcus aureus in sucuk. *Food Control*, 17 797–80.

Karasoy, M. (1959). Yerli sucuklarımız üzerinde araştırmalar. *A.Ü. Veteriner Fakültesi Dergisi*, 6, 301–307.

Kaya, M. & Gökalp, H.Y. (2004). The behavior of *Listeria monocytogenes* in sucuks produced with different lactic starter cultures. *Turkish Veterinary Animal Science*, 28(6), 1113–1120.

Kayaardı, S. & Gök, V. (2003). Effect of replacing beef fat with olive oil on quality characteristics of Turkish soudjouk (sucuk), *Meat Science*, 66, 249–257.

Kılıç, B. (2009). Current trends in traditional Turkish meat products and cuisine. *LWT - Food Science and Technology*, 42(10), 1581-1589.

Kök, F., Oksuztepe, G., Ilhak, O.I. & Patir, B. (2006). Chemical and microbiological quality of fermented sausages made from camel meat. *Medycyna Weterynaryjna*, 62 (8), 893- 896.

Kolsarıcı, N., Ertaş, A.H. & Şahin, E. (1986). Afyon , Ankara ve Aydın Yöresi Sucuklarının Bileşimi Üzerine Araştırma. *Gıda*, 11(1), 34–39.

Kurt, Ş. & Zorba, Ö. (2009). The effects of ripening period, nitrite level and heat treatment on biogenic amine formation of "sucuk" – A Turkish dry fermented sausage. *Meat Science*, 82, (2), 179–184.

Onuk, S. (1940). Ankara mağazalarında tedarik edilmiş sucuk numunelerinin terkipleri ve bunlar hakkında hüküm. T.C. Ziraat Vekaleti, Yüksek Ziraat Enstitüsü Çalışmalarından, Sayı 59, Ankara Yüksek Ziraat Enstitüsü.

Ötles, S. & Cağındı, O. (2008). Fatty acid composition of turkey meat sucuk (soudjuck), salami, and sausages. *Electronic International Journal of Food Engineering*. 4(2). http://www.bepress.com/ijfe/vol4/iss2/art2

Özer, İ. & Özalp, E. (1968). Yerli sucuklarda mikroflora ve enterotoksijenik *Staphylococ*'lar üzerine bir araştırma *Türkiye Gıda, Hijyen ve Teknolojisi Cemiyeti Yayın* No. 3. Ankara .

Petkoff, N. (1938). Über die Bereitung und Zusammensetzung der bulgarischen Kaschkawal, Käse, Pastarma u. a. *Zeitschrift für Lebensmitteluntersuchung und -Forschung A*, 75, 421-428.

Porto-Fett, A. C. S., Cheng-An, H., Call, J.E., Juneja, V.K., Ingham, S.C., Ingham, B.H., & Luchansky, J.B. (2008). Viability of multi-strain mixtures of *Listeria monocytogenes*, *Salmonella typhimurium*, or *Escherichia coli* O157:H7 inoculated into the batter or onto the surface of a soudjouk-style fermented semi-dry sausage. *International Journal of Food Microbiology*, 106, 369-370.

Samelis, J., Sofos, J. N., Kendall, P. A., & Smith, G. C. (2001). Fate of Escherichia coli O157:H7, Salmonella Typhimurium DT 104, and *Listeria monocytogenes* in fresh meat decontamination fluids at 4 and 10°C. Journal of Food Protection, 64(7), 950–957.

Saricoban, C., Karakaya, M. & Caner, C. (2006). Properties of Turkish-style sucuk made with different combinations of beef and hen meat. *Journal of Muscle Foods*, 17 (1), 1-8.

Siriken, B., Pamuk, S. Özakın, C., Gedikoğlu, S. & Eyigör, M. (2006). A note on the incidences of *Salmonella* spp., *Listeria* spp. and *Escherichia coli* O157:H7 serotypes in Turkish sausage (soudjouk). *Meat Science*, 72(1), 177–181.

Soyutemiz, E., Oruç, H.H., Ceylan, S. ve Çetinkaya, F. (2004). Farklı teknolojilerle üretilen yerli sucukların üretim aşamalarında nitrat ve nitrit miktarlarında meydana gelen değişiklikler. *Gıda,* 29(1), 73-78.

Tayar, M. (1993). Türk sucuğu üretiminde starter kültür kullanımı *Uludağ Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 12(2), 83-88.

Toptancı, İ. (2007). Effect of different thermal processing temperatures on colour and texture of sucuk. Master Dissertation, Graduate School of Natural and Applied Science, Ankara University, Ankara.

Turantaş, F. & Ünlütürk, A. (1991). The effect of sodium nitrite on the growth and survival of *Salmonella typhimurium* and *Staphylococcus aureus*. *Lebensmittel Wissenschaft*, 13, 167–172.

Turantaş, F.,& Ünlütürk, A. (1993). The effect of nitrite, garlic and starter culture on the survival of Salmonella typhimurium in Turkish soudjouk. Journal of Science Food and Agriculture, 61, 95–99.

Ulutan, F., Sultan, N., Davutoglu, E., Usta, D. (1988). Outbreak of food poisoning caused by Salmonella typhimurium. Mikrobiyology Bulletin, 2, 95–100.

von Holy, A., Cloete, T.E. and Dykes, G.A. (1991). Quantification and characterization of microbial populations associated with spoiled, vacuum packed Vienna sausages. *Food Microbiology,* 8, 95–104.

Vural, H. (1998). The use of commercial starter cultures in the production of Turkish semi-dry fermented sausages. *Food Science and Technology*, 207, 410-412.

Yaman, A., Gökalp, H.Y. & Çon, A.H. (1998). Some characteristics of lactic acid bacteria present in commercial sucuk samples. *Meat Science*, 49(4), 387-397.

Yetim, H. & Kesmen, Z. (2005). Sucuk – Türkische rohwurst – wirkung von hydratisiertem, fettfreiem sojamehl (ffsm) auf die reifung, *Fleischwirtschaft*, 85 (5): 94-96.

Yürür, C. (2007). Effect of nitrite contents on the formation of colour in thermal processed sucuks. Master Dissertation, Graduate School of Natural and Applied Science, Ankara University, Ankara.

İnşaat Mühendisliği

(Civil Engineering)

STRENGTHENING METHODS OF MASONARY STRUCTURES

YIĞMA YAPI GÜÇLENDİRME YÖNTEMLERİ

M. Mustafa Önal[a]
[a]Ahi Evran Üniversitesi, Kırşehir, Türkiye, mmonal@ahievran.edu.tr

Özet

Yığma yapıların korunması ve gelecek nesillere ulaştırılması, bu yapıları dikkatle incelemek ve problemlerini tespit edip çözüm önerileri geliştirmek suretiyle ortaya konulacak sürdürülebilir ve etkin bir koruma anlayışıyla mümkün olabilir. Özellikle aktif deprem kuşağında yer alan ülkemizde, yığma yapıların korunması için bu yapıların deprem performanslarının belirlenmesi ve gerekli önlemlerin alınması kaçınılmazdır [1]. Gerekli performans testleri ve gözlemler sonucu elde edilen bulgular iyi değerlendirilmeli, değerlendirme sonucunda uygun onarım ve güçlendirme yöntemleri belirlenmelidir.

Bu çalışmada, yığma yapılarda çeşitli nedenlerle hasar gören ve hasar görmesi muhtemel duvarların hasar sebepleri ve güçlendirme yöntemleri anlatılmıştır. Bu yöntemlerin açıklanmasında ülkemizin deprem yönetmeliği ve yığma binaların depreme dayanıklı tasarımı ile ilgili önemli noktalar göz önüne alınarak, hasar nedenlerine ve güçlendirme yöntemlerine kısaca değinilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Yığma yapı, Hasar, Deprem

Abstract

The conservation of masonary structure is possible if only in the case of investigating them in detail, obtaining their problems and improving solution method and techniques. Thus they can be preserved for the next generation with a sustainable and effective approach. Especially, in Turkey which is located in highly seismic activity region, it is an obligation to determine the earthquake performance of historical masonry structures to preventstructural damages and loss of heritage.

In this study, related the damage reasons of damaged or expected to posibble damaged walls at masonary structures and repair and strengthening methods. To expalin for these methods, important points of Turkish Earthquake Code and earthquake resistant design of masonary structures are evaluated, damage reasons and strengthening methods are explained.

Keywords: Masonary structures, Damaged, Earthquake

1. Giriş

Türkiye iki aktif deprem kuşağı arasında olması nedeniyle, ülkemizde bulunan bütün yapıların yeterince mevcut yönetmelik ve hesap kurallarına gerekli titizliğin gösterilmesi gerekmektedir. DİE araştırmalarına göre ülkemizin topraklarının %92,3'ü deprem riski ile karşı karşıyadır. Bu nedenle nüfusumuzun %95'i deprem tehlikesi ile yaşamaktadır. Yapılan araştırmalarda son 60 yılda 60 binden fazla yurttaşımız hayatını kaybetmiş 123000 kişi yara almış ve 400000'den fazla binamızda hasar görerek yıkılmıştır. Bunun maddi kaybı ele alındığında son on yıl için memleketimizin mali açıdan kaybı 20 milyar $ düzeyindedir.

Ülkemizde büyüklü küçüklü depremlerde yıkılan binaların birçoğu yığma bina olup, can kayıplarının çok önemli bir kısmı da bu tür yapılarda gerçekleşmektedir. Yığma yapılar genellikle mali açıdan gücü zayıf insanlarımız tarafından yapılmakta, yaptırılmakta ve az gelişmiş kırsal bölgelerimizde bulunmaktadır. İstanbul, Ankara, İzmir, Adana gibi gelişmiş büyük şehirlerimizde bulunan yığma yapıların bu şehirlerdeki toplam yapı sayısına oranları DİE'ne göre %40-45 gibi seviyelerdedir. Türkiye genelinde rakamların daha da büyüyeceği düşünülmektedir [2].

2. Yığma Yapılardaki Hasar Nedenleri

Yığma binaların yapımında kullanılan tuğla, taş, briket vb. malzeme ve bağ düzeyleri, yatay ve düşey derz şekilleri, malzemelerin ve taşıyıcı elemanın davranışları, çözümleme ve yapım kuralları dikkate alınmalıdır. Yığma yapıların duvarları taşıyıcı olduğu için, duvarlardaki her türlü hasar doğrudan taşıyıcı sistemini ve tüm yapıyı etkilemektedir.

2.1. Yığma Binalarda Gözlenen Hasarların Nedenleri

Yığma yapılarda oluşan hasar nedenleri; taşıyıcı duvarda üst üste gelişigüzel konmuş duvar eleman birimlerinin kuvvetli bir harçla birbirine bağlanmamış olması, duvar bütünlüğünü bozacak büyüklükte kapı ve pencere boşluğu oluşturulması, dış duvarlar boyunca bir kuşak oluşturan ve iç duvarlara da yerleştirilen beton veya ahşap sürekli hatıllar oluşturulmaması, dik teşkil edilen iki duvarın birleşiminde düzgün kesilmiş taşlarla geçme yapılmaması, toprak örtülü çatı döşemesiyle yapının ağırlaştırılması**,** binanın duvarlarında tek tür malzeme kullanılmaması; taş, kerpiç, hımış vb. karmaşık malzeme kullanılmasıdır [3]. (Şekil 1, 2, 3, 4, 5,6)



Şekil 1. 1998 Spitak-Ermenistan Depremi



Şekil 2 1999 Gölcük Depremi-Adapazarı



Şekil 3. 1970 Deprem Örnekleri



Şekil 4. 1995 Dinar depremi





Şekil 5 ve 6. 1999 Gölcük Depremi

2.2. Yığma Binalardaki Hasar Biçimleri

Yığma yapılar deprem, dış yük ve temellerde meydana gelen oturmalardan dolayı hasara uğrayarak, elemanlarında çatlaklar oluşturur. Oluşan çatlağın biçimi, yeri ve boyutu yapıyı etkileyecek nitelikte veya önemsiz olabilmektedir. Çatlak oluşumunda, oluşum şekli, yeri ve miktarına göre yapıya gerekli müdahale yöntemi belirlenmektedir. Aşağıda yığma duvarlarda oluşan çatlak genişliğine göre hasar durumları Çizelge 1'de verilmiştir.

Çizelge 1. Yığma yapılarda çatlak düzeyleri [4]

Çatlak genişliği	**Hasar Derecesi**	**Açıklamalar**
0.1'den az	Önemsiz	Yapıya ve kullanıma etkisi yoktur
0.1-0.3 mm	Önemsiz, az	Taşıyıcı sisteme ve yapının kullanımına bir etkisi yoktur
0.3-1.0 mm	Az	Taşıyıcı sisteme bir etkisi yoktur. Estetik açıdan sakıncalı olabilir.Dış cephe elemanlarının yıpranmasını hızlandırır.
Buraya kadar olan çatlaklar kılcal çatlaklardır. Çoğu zaman gözden kaçabilir. 1 mm yakın çatlarda duvar kağıtlarında buruşukluklar gözlenebilir.		
Çatlak genişliği	**Hasar Derecesi**	**Açıklamalar**
1.0-2.0 mm	Orta	Taşıyıcı sisteme bir etkisi yoktur. Estetik açıdan sakıncalı olabilir. Dış cephe elemanlarının yıpranmasını hızlandırır.Bu düzeydeki çatlaklar ve briketleri, pencere kapı lentolarını çatlatabilir.Birkaç metre uzaktan fark edilebilirler. Bu düzeyden daha ileri düzeydeki çatlaklar yapıda oturanları önlem alınması için harekete geçebilir.
2-5 mm	Orta	Taşıyıcı sistemi etkilemeye başlar.Dış duvarlardan içeriye hava akımları duyumsanmaya başlar, pencere ve kapalar sıkışır ve kapanmamaya başlar. Yapının kullanımı eklenmeye başlar.
5.0-15.0 mm	Orta-Ağır	Kapı ve pencereler sıkışabilir. Su ve kanal bağlantıları kırılabilir. Binaya su ve soğuk hava girer. Pencere camları çatlar ve kırılabilir, sıvılar dökülmeye başlar. Tuğla duvarlar parçalanır. Yığma kemerler çökebilir. Bu boyutlardaki çatlaklar kabul edilemez çatlak sınırı oluşturur.
15.0-25.0 mm	Ağır	Ciddi onarım ve güçlendirme gerektirir. Yapının stabilitesi çok büyük bir tehlike altındadır.
25.0mm'den çok	Çok ağır ve çok tehlikeli	Yapıda ağır hasar, ciddi onarım ya da yeniden yapım gerekir

3. Yığma Yapılarda Güçlendirme Yöntemleri

Yığma yapıların onarım ve güçlendirilmesinde çeşitli yöntemler uygulanmaktadır. Aşağıda yığma yapı duvarlarının güçlendirilmesi, temellerin güçlendirilmesi ve yığma yapının tümünün güçlendirilmesi kısaca anlatılmıştır.

3.1. Yığma Yapıda Duvarların Güçlendirilmesi

Duvardaki küçük çatların onarım ve güçlendirilmesi için duvarın iç ve dış yüzüne, içinde donatı olan beton bantlar eklenir. Ayrıca çatlamış duvarın iç ve dış yüzüne hasır donatı yerleştirilir. Duvarda belli aralıklarla delikler açılarak iç ve dış yüzeydeki donatılar birbirine kaynakla veya kancalarla bağlanır. Duvarda hasar gören kısımlar sökülür ve yeniden örülerek onarılır. Duvarda bulunan büyük çatlaklar kelepçelerle tamir harçları ile onarılır. Ayrıca duvarların güçlendirilmesinde pencere boşlukları küçültülerek duvarın dayanımı artırılır. Duvarların hasarlı kısımlarının birleştirilmesinde çelik ankraj, ankraj çubukları ve çimento harçları kullanılır.

Yığma yapıda içte ve dışta "x" şeklinde çatlaklar varsa;

a) içten ve dıştan takviye bantları,
b) İçten ve dıştan her iki yüzeye takviye,
c) İçten ve dıştan takviye bantlarının veya her iki yüzeydeki takviyelerin bağlantısının yapılması en uygun çözümdür [5].

1-Düşey takviye bantları kolon veya perde tipinde teşkil edilebilir: Normal betonarme donatısı veya hasır çelik donatı kullanılır. Duvarların güçlendirilmesinde yapı duvarları donatı ile bağlanır. Gergi donatılarının bağlanması ve bulonların sıkılmasıyla bağlantı gerçekleşir. Yığma yapılarda pencere ve kapı boşlukları arasındaki kısımlarda, kesme çatlaklarına karşı duvara yatay delikler açılarak bulonların her iki uçtan sıkılması ile öngerme verilir veya bu kısımlar çelik profil ile çerçevelenir. Çerçeve içi değiştirilebilir. Gergi demirleri, eğik çekme gerilmelerinin bir kısmını taşır. Gergi demirlerine, düşey yönde germe verildiği gibi yatay yönde de gerilme verilir. Gerilme, ankraj betonunun tam olarak sertleşmesinden sonra uygulanır. Ankraj betonu içinde en az 40ϕ donatı gömülür. Duvar köşesinde bazı kısımlar yıkılarak tuğlalar geçmeli olarak yeniden örülür. Bazı durumlarda betonarme kolon konularak güçlendirme yapılabilir. Eski hatıl ve yeni duvarın kaynaşmasını sağlamak için duvarı üst başına yeni bir hatıl yapılır. Eski hatıla 20-25 cm kala duvar yapımı bitirilir, kalıp yapılarak donatı konulur ve beton harç konulur. Duvar temelinde donatı ankrajı için yeterli derinlikte açılan çukurların donatısı betonla ankre edilir. Temelden gelen donatıların ucuna diş açılarak somunların sıkıştırılmasıyla düşey gerilme verilebilir.

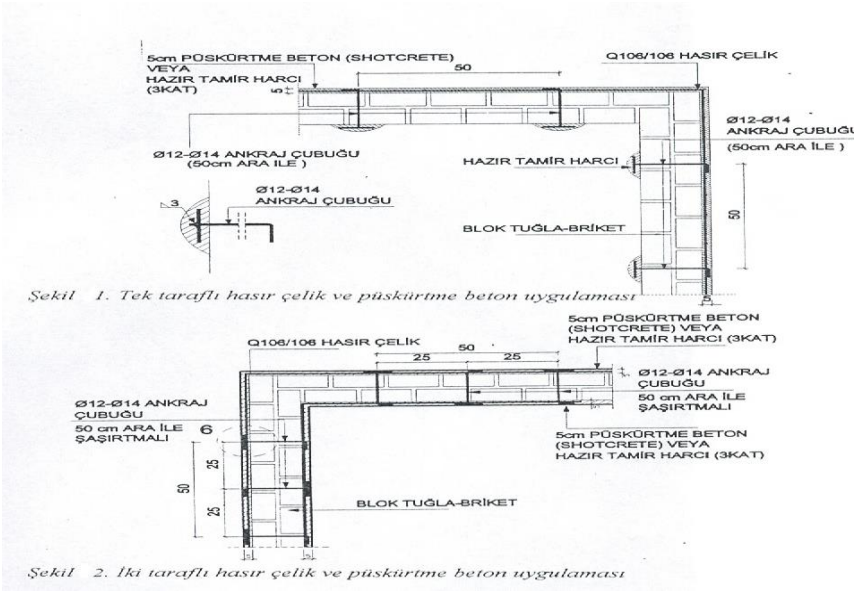
2-Yığma duvarda köşe açılması: Yığma yapılarda iyi bağlantı yapılmamış ise, yatay duvar hatılları yetersizse, yatay yükten köşe açılmalarına sık rastlanır. Köşeler yıkılır ve yeniden örülür. Köşelerde düşey olarak betonarme kolon teşkil edilerek takviye yapılabilir. Duvar köşesindeki bazı kısımlar yıkılarak tuğlalar geçmeli olarak yeniden örülür. Bazı durumlarda betonarme kolon konularak güçlendirme yapılabilir. Kolon donatıları duvar üst hatıla ve temel hatılına ankre edilir. Köşe hasarında donatıların geçeceği delikler açılır, buralara her iki duvarı birbirine bağlayacak donatılar konularak iki duvar birbirine bağlanır.

3-Yığma yapıda hasarlar büyükse ve yeniden duvar yapılması gerekirse döşemeler ve hatıllar gerekirse askıya alınarak yeni hatıl ve duvarlar yapılır.

4-Yığma yapının bütününün güçlendirilmesi gerekirse yapıya dıştan ve içten betonarme çerçeve sistem giydirilir.

5-Duvarlarda düşey yüklerden genişlemeler varsa duvarın bir tarafı kalıp gibi kullanılarak diğer yüz yeniden örülür. Yüksek dozajlı çimento, harç veya beton kullanılır.

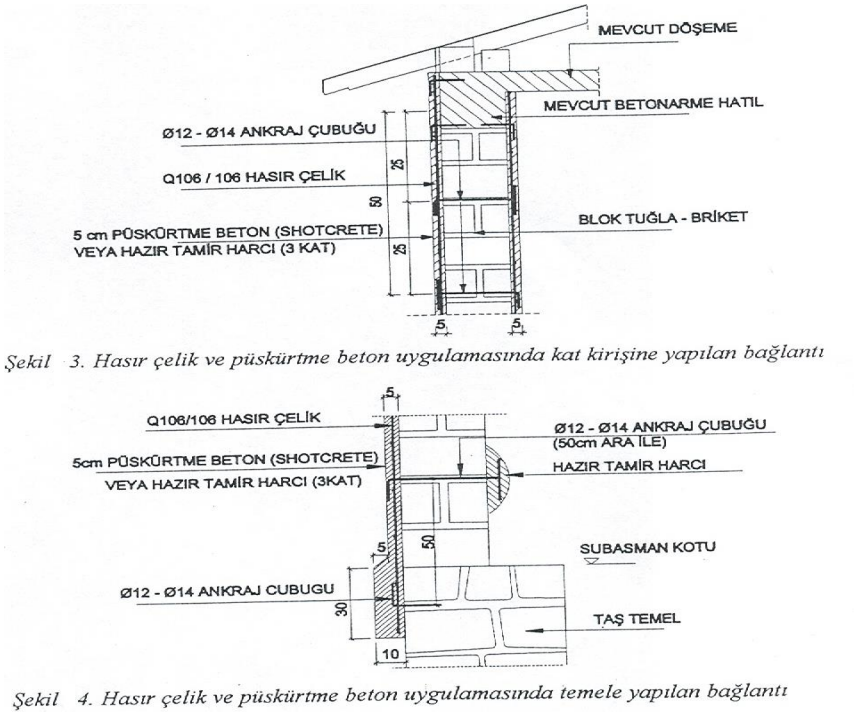
6-Duvarda gerekirse bazı kapı pencere gibi boşluklar kapatılarak duvarın kesme kapasitesi arttırılır (Şekil 7).



Şekil 7. Tek ve iki taraflı hasır çelik ve püskürtme beton uygulaması [6]

3.2. Yığma Yapılarda Temellerin Güçlendirilmesi

Temellerin güçlendirilmesinde, eski ve yeni yapı bölümleri beraber çalışma yapmalı, eski elemanlardan yeni elemana yük aktarımı yapılmalıdır. Yığma yapılarda mevcut temel hatılına ek takviye temeli çeşitli konstrüksiyonlar ile yapılabilir. Duvar yükleri, subasman hatılı altında 1.0 m ara ile konulan duvara dik yönde hatıllara oradan da eski temelin iki yanına yeni takviye yapılan temellere aktarılır. Yığma yapı duvar altı temel hatılı dıştan ve içten yeni yapılan hatıllarla büyütülür (Şekil 8). [5]



Şekil 8. Hasır çelik ve püskürtme beton uygulamasında temele yapılan bağlantı [6]

3.3. Yığma Yapının Tümünün Güçlendirilmesi

Yapının tümünün dıştan güçlendirilmesi için yığma yapı bir çerçeve sistem içine alınabilir. Çerçeve sistemin yatay yükleri karşılayacak şekilde boyutlandırılması, temellerinin de yeni duruma göre hesaplanması gerekir. Bu tür uygulamalar 1-2 katlı yığma yapılarda kullanılır. Yığma yapıya dıştan destek veren payanda duvarlar yardımıyla da güçlendirilebilir. Yığma yapı tümü ile dıştan güçlendirilebilir. Bu çerçeve yatay kuvvetlerin tamamını alacak şekilde boyutlandırılmalıdır. Çerçeve, yığma yapıdan bağımsız yatay ve düşey yükleri aktarabilecek betonarme yapı elemanlarına sahip olmalıdır. Bu durumda ilave kolon, kiriş ve temel yeniden projelendirilir. Ayrıca dıştan payanda duvarı ve istinat duvarı veya konturforlu dayanaklar yapılabilir. Yığma duvarların güçlendirilmesinde, duvarın bir yüzü veya iki yüzüne gerekli kalınlıkta donatılı beton kaplama yapılır. Duvar yüzüne yeterli aralıklarla delikler açılarak, içine filiz donatıları epoksi ile veya beton enjeksiyonla yapıştırılır. Bu donatı ile ek konulacak donatı mevcut duvara ankre edilir [5].

4. Sonuç ve Öneriler

Yığma yapıların onarım ve güçlendirilmesinde çeşitli yöntemler kullanılabilir. Bu tip yapılardaki onarım ve güçlendirmenin ana ilkeleri şu şekilde özetlenebilir:

7.1- Yapıdaki yüklerin kaldırılması ya da azaltılması,
7.2-Yapıda köşelere yakın kapı ve pencere boşluklarının kapatılması ya da küçültülmesi, kütle ve rijitlik merkezini birbirlerine yaklaştırmak üzere yeni duvarlar eklenmesi,
7.3- Onarım yönteminin malzeme ve işçilik açısından hasarlı yapının bulunduğu bölgede uygulanabilir olması,
7.4- Onarım sırasında yapının kesinlikle deprem dayanımının öncesine göre daha sağlam hale getirilmesi,
7.5- Yapının simetrik olmaması ya da tek katlı bir yapının iki katlı bir yapıya bağlı olması halinde yapının iki ayrı bölüme ayrılarak daha basit yapılara dönüştürülmesi,
7.6- Yapıda iç ve dış duvarların kesme ve düşey gerilme taşıma güçlerinin arttırılması.
Yığma yapılardaki çatlakların onarılabilmesi için çatlakların durmuş olması gerekir. Çatlak onarımı kendi başına bir olay değildir. Çatlak etkileyen bir kuvvet karşısında dayanım yetersizliğinin ifadesidir. Çatlağa yol açan etki ortadan kaldırıldıktan sonra çatlak onarımı yapılmalıdır [4].

Yeterli deprem güvenliğine sahip olmayan binada, yeterli kalite de bulunmayan duvarların yenilenmesi, bazı pencere, kapı ve dolap boşluklarının doldurulması ile kat kesme kuvveti kapasitesi belirli ölçüde arttırılabilir. Bunun yanında duvarı iki taraflı çelik hasır ilavesi ve püskürtme beton veya tamir harcı uygulanması ile duvarın kesme kuvveti kapasitesi önemli ölçüde arttırılabilir. Ancak püskürtme betonun iç hacimlerde uygulanması oldukça güçtür. Bu nedenle iç hacimler gibi, dar mekanlarda hazır tamir harcının uygulaması tercih edilebilir. Duvara yerleştirilen çelik hasır kenetleme donatıları ile duvara bağlanarak mevcut duvarla bütünleşme sağlanır. İki taraflı püskürtme beton uygulanmasında, iki yüzdeki çelik hasırlar birbirine duvarı delen donatılarla bağlanır. Bu suretle taşıyıcı sistemin bölme duvarları da taşıyıcı duruma getirilmekte ve temele geçecek etkileri yayılı biçimde iletmek mümkün olabilmektedir. Bunu sonucu olarak temel güçlendirilmesine ihtiyaç olmayan durumlar elde edilebilir [7,8]. Eşdeğer elastik deprem kuvvetleri, duvarların bir veya iki taraflı olarak çelik hasırla güçlendirilmeleri dolayısıyla sünekliklerine bağlı olarak deprem yükü azaltma katsayısı %20 oranında arttırılabilir. Deprem kuvvetlerinin en az %25' inin duvarın çelik hasarlı beton kesiti ile karşılanması tavsiye edilir.

Kaynaklar

[1] Koçak, A., (1999),"Tarihi yığma yapıların statik ve dinamik yükler altında lineer ve non-lineer analizi: Küçük Ayasofya Camii Örneği", Doktora Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi, İstanbul,1-10, (1999).
[2] www._Spim_netcat
[3] Sorguç, D., "İnşaatların Deprem Hasarlarından Doğan Sorumlulukların ve Hasarlı Binaların Onarma ve Güçlendirme Yolları", İTO Yayın No 2000-45., İstanbul, (2000).

[4] Bayülke, N., "Yapıların Onarımı ve Güçlendirilmesi", İnşaat Mühendisliği Odası İzmir Şubesi, Yayın No: 15, (1999).
[5] Mertol,A., "Deprem Mühendisliği ,Depreme Dayanıklı Yapı Tasarımı", Kozan Ofset, Ankara, (2002).
[6] Kumbasar, N., Eren, İ., İlki, A., "Yapıların Onarım ve Güçlendirme Alanında Gelişmeler"i İ.T.Ü., İMO İstanbul Şubesi, degussa YKS., İstanbul, (2003).
[7] Türer, A., v.d "Yığma Yapıların Deprem Güvenliğinin Artırılması –ve Ard Germe Yöntemi ile Depreme Karşı Güçlendirilmesi Çalıştayı", Ankara, (2005).
[8] Önal, M.M., "Hasar Görmüş Dikdörtgen Kesitli Kirişlerin Mantolama yöntemi ile Onarımı Üzerine Deneysel Bir Araştırma", Doktora Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, (2002).

BUILDING STOCK AND EARTHQUAKE RISK IN KIRSEHIR

KIRŞEHİR YAPI STOĞU VE DEPREM RİSKİ

M. Mustafa Önal[a]
[a]Ahi Evran Üniversitesi, Kırşehir, Türkiye, mmonal@ahievran.edu.tr

Özet

Teknolojik gelişmeler ve bulgular, değişen yönetmelikler mevcut yapıların değerlendirilmesini gerektirmektedir. Özellikle bölgesel deprem riskinin değişimi, yapılardaki belirgin eksiklikler ve hatalar mevcut yapıların değerlendirilmesi gerekliliğini daha da desteklemektedir. Türkiye' de gerek Deprem Yönetmeliği, gerekse Deprem Bölge Haritası son yıllarda hızlı bir değişime uğramıştır. Bununla birlikte yakın dönemde olan depremler sonucu oluşan yapısal hasarın bölgesel olarak değişiklik göstermemesi yapı kalitelerindeki düşüklüğü de göz önüne sermektedir. Sözü edilen bölgelerimizden biri de Kırşehir ve yakın çevresidir. Bölge son yıllarda bina ve nüfus yönünden hızla gelişmekte, değişen ekonomik duruma bağlı olarak binaların kat sayısı artmaktadır. 1950'li yıllarda yığma, kerpiç ve karma şekilde yapılan binalar son dönemlerde betonarme karkas şeklinde yapılmaktadır. Ancak 1998 yılında değişen Deprem Yönetmeliği' ne kadar yapılan yapıların kontrolsüzlüğü ve zemin-üst yapı ilişkisi dikkate alınmadan projelendirilmesi, özellikle deprem riskinin düşük alınması 1998 öncesi yapılan yapıların riskli olduğunu düşündürmektedir.

Bu çalışmada, Kırşehir ve yakın çevresinde yer alan binaların envanteri çıkartılmış, özellikle 1998 öncesi yapılan binaların bazı özelliklerine göre gruplandırmaları yapılmıştır. Gruplandırılan binaların ise performans analizleri yapılmıştır. İstatistiksel değerlendirmeye alınabilecek sayıda bina ele alınarak incelenmiş ve Kırşehir için bina kalitesi ve binaların olası deprem riskleri saptanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Yapılar, deprem riski

Abstract

Technological developments, findings, and associated improvement of structural codes together with the change in the earthquake potentials and deficiencies of the old buildings necessitate the evaluation of the present building stocks. Both the Earthquake Regulations and the Seismic Zoning Map in Turkey have been going through a fast change in the recent years. Furthermore, the fact that the structural damage due to the recent earthquakes did not change according to the regions which is indicative of the building stock with low structural quality. Kirsehir is one of these regions with low quality buliding stock. Kirsehir is a developing region in relation to the increase in population and number of buildings in recent years. Accordingly, the heights of the buildings also increase in relation to the improving economical conditions. In contrary to the older masonry buildings of 1950s, the newer buildings are manufacturing using reinforced concrete. However, the lack of control mechanisms, designs according to lower eqarthquake risks without considering the the soil- structure relationship also make the more recent buildings prone to earthquake damage.

In this study, the building stock in Kirsehir and its close surroundings (constructed before 1998) was considered and grouped in relation to their some properties. The performance analyses of the considered buildings were performed. Then, the earthquake risks of these buildings are calculated.

Key words: Buildings, Earthquake Risk

1. Giriş

Yoğun deprem riski altında bulunan ülkemiz topraklarının %92'si aktif deprem kuşağında yer almaktadır. Depremden ülke nüfusunun %95'i etkilenmektedir. Diğer yandan önemli endüstri merkezlerimizin yaklaşık %75'i I. ve II. Derece Deprem Bölgesi'nde yer almaktadır. Buradan da anlaşılacağı gibi Türkiye jeolojik konumu dolayısıyla yıkıcı deprem oluşu en sık olan ülkedir.

Bununla birlikte her yıkıcı deprem sonrasında yönetmelikler, deprem bölge haritaları ve mevcut yapıların durumu tartışılmıştır. Mevcut yapıların değerlendirilmesi ve bölgesel deprem risklerinin saptanması ile ilgili çok sayıda çalışma deprem sonrasında yapılmış ve bu çalışmalar halen devam etmektedir. 1932 Erzincan Depremi' nden hemen sonra ilk Deprem Yönetmeliği oluşturulmuş, 1947, 1953, 1968, 1975 ve en nihayet 1997 yılında yönetmelik daha modern ve teknolojik gelişmelere uygun şekilde hazırlanmıştır. Ancak deprem sonrası yıkımlardan alınan dersler neticesinde mevcut yapıların değerlendirilmesi ve güçlendirilmesine ilişkin bölüm 2007 yılında Deprem Yönetmeliği' ne eklenmiştir. 1959' da Bayındırlık ve İskan Bakanlığı bünyesinde Afet İşleri Genel Müdürlüğü kurulmuş, müdürlük Deprem Bölge Haritaları ve Deprem Yönetmeliği' nin hazırlanmasında yetkili kılınarak 1945 yılında Yer Sarsıntısı Bölgeleri Haritası' nı hazırlamıştır. Haritalar 1947, 1948, 1963, 1972 ve 1996 yıllarında revize edilerek bugünkü haline getirilmiştir. 1972 tarihli Deprem haritası incelendiğinde henüz birçok bölge düşük deprem riski olarak gösterilmiş, bina hesaplarında da düşük deprem yükleri ele alınmıştır. Bu illerden bir tanesi de Kırşehir' dir. 1996 Deprem Bölge Haritalarına kadar olan zamanda Kırşehir ve yakın çevresi 3. Derece Deprem Bölgesi olarak ele alınmış, 1996 yılında hazırlanan yeni haritalarda Kırşehir ve çevresi 1. derece deprem bölgesine alınmıştır. Hızla nüfusu ve yapı sayısı artan Kırşehir' de 1996 Deprem Haritası ve 1998 Deprem Yönetmeliği öncesinde çok sayıda yapı mevcuttur ve bu yapıların bir şekilde değerlendirilmesi gerekmektedir.

Bu çalışmada, Kırşehir' in deprem riski ve yapı kalitesi yönünden olası riskleri belirlenmiştir. Yerel zemin koşullarının, geçmişteki depremlerin etkileri de bu çalışmada dikkate alınmıştır.

2. Kırşehir İlinde Bulunan Yapıların Değerlendirilmesi

Mevcut yapıların değerlendirilmesi uzun süredir araştırıcıların ilgi odağı olmuştur. Olası deprem tehlikesinin tespiti ve yapı sistemlerinin hasar görebilirliğinin belirlenmesi deprem afetinin etkisinin tahmini hakkında yaklaşıklık sağlayacaktır. Bunun içinde ancak bölgesel olarak incelemeler yapılabilmekte, bölgenin sismik riski, yapı stoğunun kalitesi, bölgede oluşan önceki depremlerin etkisi de dikkate alınarak riskler saptanabilmektedir. Kırşehir ve yakın çevresi de deprem riski yüksek olan bölgelerden biridir ve mevcut yapı kalitesi hakkında bu güne kadar bir şey söylemek de mümkün değildir. Bu çalışmada Kırşehir ve ilçelerinde yer alan yapıların genel yapısı hızlı tarama yöntemiyle örneklenerek incelenmiş, 40 adet betonarme bina daha ayrıntılı incelenmiştir (Şekil 1).



Şekil 1. Binalarda yapılan incelemelerden fotoğraflar

Bölgesel yapı kalitesinin incelenmesi ATC-21 [1]' de olduğu gibi bir yapının depremde hasar görmesine neden olacak kısa kolon, mimari ve taşıyıcı sistem düzensizliği, bitişik bina durumu, mimari çıkmalar, zayıf-yumuşak kat, gözle görülür kalitesizlik ve yapısal hasar gibi durumların incelenmesi şeklinde olmuştur. Bu incelemeye ait sonuçlar aşağıda verilmiştir.

Ayrıntılı inceleme de ele alınan yapıların projelerine göre röleveleri çıkartılmış, beton dayanımı, kullanılan donatı ve miktarı, yerel zemin koşulları ve eleman boyutları tespit edilmiştir. Bütün yapılar modellenmiş, Modeller Türk Deprem Yönetmeliği' 2007 [2]' de verildiği gibi performans analizleri yapılmıştır.

3. Bina Deprem Performansının Belirlenmesi

Binaların deprem güvenliği, uygulanan deprem etkisi altında yapıda oluşması beklenen hasarların durumu ile ilişkilidir ve dört farklı hasar durumu için tanımlanmıştır. Yönetmelikte tanımlanan hesap yöntemlerinin uygulanması ve eleman hasar bölgelerine karar verilmesi ile bina deprem performans düzeyi belirlenir. Yönetmelikte 4 düzey belirlenmiştir. Bunlar hemen kullanım performans düzeyi, can güvenliği performans düzeyi, göçme öncesi performans düzeyi ve göçme durumudur. Türk Deprem Yönetmeliği' nde yapı tipine göre hedeflenen bu sınır belirlenmektedir. Bu çalışmada can güvenliği performans düzeyi dikkate alınmıştır. Buna göre Türk Deprem Yönetmeliğinde; "Herhangi bir katta, uygulanan her bir deprem doğrultusu için yapılan hesap sonucunda kirişlerin en fazla %20'si ve kolonların bir kısmı ileri hasar bölgesine geçebilir. Ancak ileri hasar bölgesindeki kolonların, kolonlar tarafından taşınan kesme kuvvetine toplam katkısı %20'nin altında olmalıdır. Diğer taşıyıcı elemanların tümü Minimum Hasar Bölgesi veya Belirgin Hasar Bölgesi'ndedir. Bu durumda bina Can Güvenliği Durumu'nda kabul edilir. Can güvenliği durumunun kabul edilebilmesi için herhangi bir katta alt ve üst kesitlerinin ikisinde birden minimum hasar sınırı aşılmış olan kolonlar tarafından taşınan kesme kuvvetlerinin, o kattaki tüm kolonlar tarafından taşınan kesme kuvvetine oranının %30'u aşmaması gerekir. En üst katta ileri hasar bölgesindeki düşey elemanların kesme kuvvetleri toplamının, o kattaki tüm kolonların kesme kuvvetlerinin toplamına oranı en fazla %40 olabilir." denilmektedir.

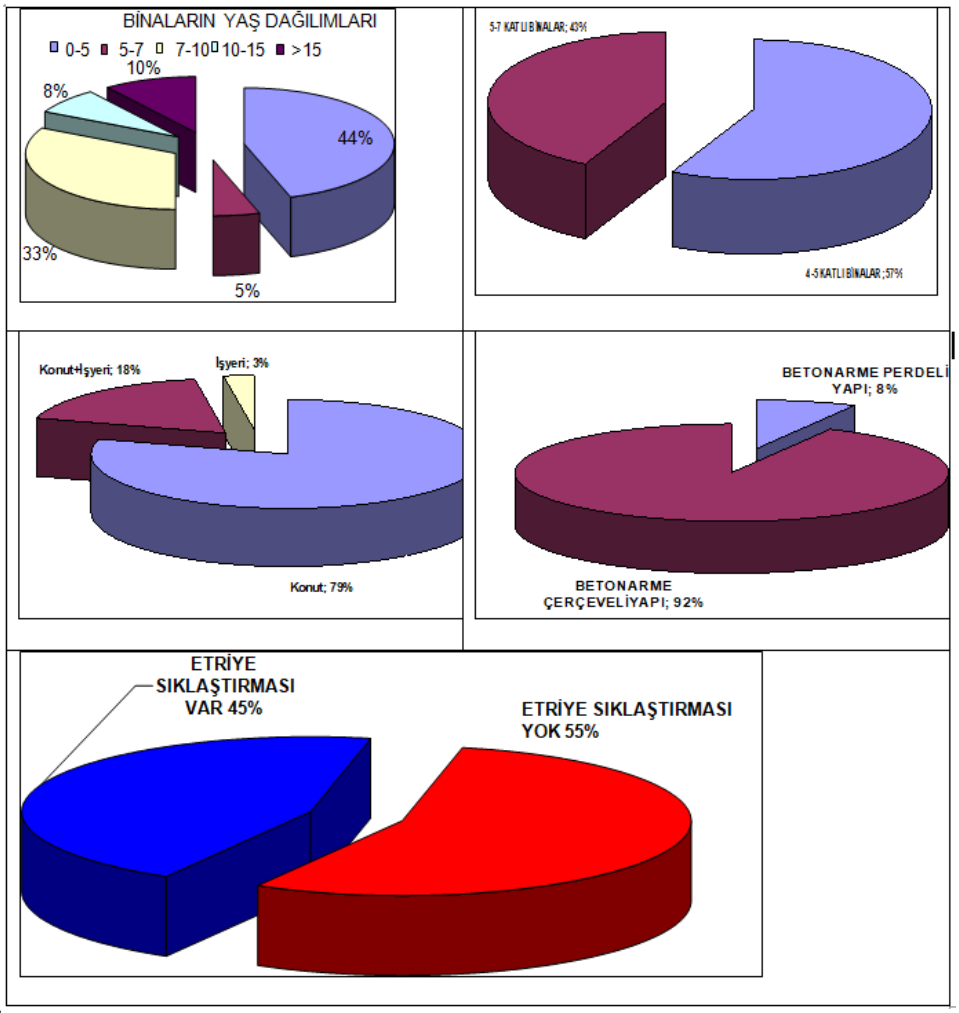
4. İncelenen Binalar, Analizler ve Hesap Sonuçları

İncelenen toplam bina sayısını gösteren Çizelge 1' de verilmiştir. Çizelge 2'de ise binaların performans sınıflarının tanımları verilmiştir.

Çizelge 1. İncelenen binaların kullanım amaçları

Mahalle	**1-Konut**	**2-Özel İşyeri**	**3-Kamu İşyeri**	**4-İnşaat**	**5-Yazlık**	**6-Diğer**	**Toplam**
AHİEVRAN	4202	1462	37	26	23	23	5773
AŞIKPAŞA	5885	330	35	76	24	17	6367
BAGBAŞI	2510	43	17	14	21	220	2825
BAHÇELİEVLER	1100	838	21	10		36	2005
ÇUKURÇAYIR	634	12	11		6	7	670
GÖLHİSAR	331	8	3			8	350
GÜLDİKEN	1302	30	8	71	32	19	1462
KAYABAŞI	895	33	20		2	3	953
KERVANSARAY	3239	53	33	106	32	15	3478
KINDAM	583	45	50	7	3	11	699
KUŞDİLLİ	1335	1028	24	7	13	48	2455
MEDRESE	5813	469	27	61	11	21	6402
NASUHDEDE	1353	12	21	18	9	6	1419
YENİCE	6613	458	23	61	30	14	7199
Toplam							**42057**

Binalara ait inceleme sonuçları aşağıda verilmiştir (Şekil 2).



Şekil 2. İncelenen Binaların yaş dağılımları, kat sayılarına göre dağılımları, yaş dağılımları taşıyıcı sitemleri ve etriye durumu

Yapıların hemen hemen tamamında hatalar ve kusurlar saptanmıştır. Bunların başında donatı yetersizliği, zayıf kat, kısa kolon etkisi, deprem anında bitişik binaların kat seviyelerinin farklı olmasından kaynaklanan çarpışma etkisi gelmektedir. Binaların beton dayanım tespitinden de ilginç sonuçlar elde edilmiştir. 1998 yılında Türk Deprem Yönetmeliği değişimi sonucunda minimum beton dayanımı deprem bölgelerinde C20 sınıfı olarak öngörülmüştür. Örnek yapıların 1998 öncesi yapılan binalarında beton dayanımı 8-12 MPa, 1998 sonrası yapılan binalarda bu değer 16-22 Mpa olarak belirlenmiştir. Binaların bir çoğunda korozyon ve buna bağlı olarak taşıyıcı elemanlarda hasara rastlanmıştır. Yapılan analizler sonucunda ise yapıların alabileceği hasar miktarına göre binalar 4 gruba ayrılmıştır (Çizelge 2).

Çizelge 2. Binaların sınıflandırılması

Sınıf	Açıklama
A	Bu sınıfa giren binalardan, olası bir depremde **iyi** bir davranış beklenmektedir. Binanın deprem riski **düşüktür.**
B	Bu sınıfa giren binalardan, olası bir depremde **kötü olmayan** bir davranış beklenmektedir. Binanın deprem riski **kabul edilebilir** düzeydedir.
C	Bu sınıfa giren binalardan, olası bir depremde **yetersiz** bir davranış beklenmektedir. Binanın deprem riski **yüksektir**.
D	Bu sınıfa giren binalardan, olası bir depremde **çok yetersiz** bir davranış beklenmektedir. Binanın deprem riski **çok yüksektir**.

Yapılan performans analizleri sonucunda tüm yapı stoğunu temsil edecek şekilde seçilen ve detaylı olarak incelenen 40 adet binanın hangi performans sınıfına denk geldiği ise çizelge 3'te verilmiştir. Çizelgeden görüleceği gibi detaylı analizi yapılan 40 adet binanın depreme maruz kaldıklarındaki davranışları çok zayıf olacaktır.

Çizelge 3. Binaların performans sınıfları

Bina Sınıfı	Adet
A	**4**
B	**1**
C	**25**
D	**10**
Toplam	40

5. Sonuç

Kırşehir İli' de Türkiye' nin diğer bazı illerinde olduğu gibi deprem bölge katsayısı değişmiş, yapı kalitesi belirli olmayan bölgelerimizden biridir. Yakın zaman depremlerinden de görüldüğü gibi oluşan deprem büyüklüğüne göre hasar oranı ne yazık ki çok fazla olmuştur. Bu nedenle Şehir merkezinde 42057 binası bulunan Kırşehir' in incelenmesi ihtiyacı doğmuştur. Yapılan inceleme neticesinden de görüleceği gibi incelenen binaların büyük bir bölümü yüksek risk altındadır. Diğer yandan incelemesi yapılmayan yığma binaların da bu risk grubuna girdiğini söylemek mümkündür. Bu nedenle en kısa zamanda yapıların yüksek riskli olanlarını ele alarak güçlendirme çalışmalarına başlanması gerekmektedir.

Referanslar

[1] ATC-21, Rapid Visual Screening of Buildings for Potential Seismic Hazards" Federal Emergency Management Agency, FEMA-15, 1989.
[2] Türk Deprem Yönetmeliği, Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkındaki Yönetmelik, Ankara, 2007.

HEDEF PROGRAMLAMA YÖNTEMİ İLE OTOBÜS SEFER SAYILARININ TESPİT EDİLMESİ

DETERMINATION OF AN IDEAL FREQUENCY OF DAILY BUS TRIPS WITH GOAL PROGRAMMING METHOD

Y. Sazı Murat[1a], Muhammed Demirkollu[2b]
[a] Pamukkale Üniversitesi, Denizli, Türkiye, E-posta: ysmurat@pau.edu.tr
[b] Denizli, Türkiye, E-posta: muh.demirkollu@gmail.com

Özet

Kent içi toplu ulaşım sistemlerinde sefer sıklıklarının belirlenmesi, sefer sayılarının tespiti ve bu seferlerin hangi zaman dilimlerinde gerçekleşmesi gerektiği toplu taşımanın en önemli araştırma konularındandır. Bu noktada sefer sayıları ve sefer sıklıkları tüm sistemi önemli ölçüde etkilemekte ve bu sayılar sistemin bulunduğu ulaşım ağında yaşayan her canlıya etki etmektedir.

Sürdürülebilir bir toplu taşıma ve ulaşım sistemi için günlük sefer sıklıkları yüksek önem arz etmekte özellikle gün içerisinde zirve saatlerde yapılması gereken seferlerin yolcu taleplerine göre hesaplanması gerekmektedir. Bu calismada Denizli kentindeki otobus isletmesinin gunluk seferleri incelenmis ve sefer sikliklarinin mevcut sartlar ve kisitlar altinda en iyilenmesi icin calisma gerceklestirilmistir. Calismada oncelikle secilen konu hakkinda temel bilgiler ve literatur arastirmasi ozetlenmis, daha sonra incelenen mevcut sistem hakkinda bilgiler verilerek, isletmeye dair bazi temel istatistik analizler sunulmus ve onerilen model tanitilmistir. Calisma kapsaminda gelistirilen modelde doğrusal hedef programlama yontemi kullanilmistir. Bu yontem yardimiyla incelenen otobus hatlarinin sefer sayıları isletmeden elde edilen verilere göre yeniden tespit edilmiştir. Mevcut sisteme ait sefer sayilari, onerilen yaklasim ile elde edilen sefer sayilari ile karsilastirilmis ve sonuclar yorumlanmistir. Ayrica onerilen yontem ile elde edilen sonuclar, farkli toplumsal fayda oranlari dikkate alinarak yapilan bir maliyet analizi ile desteklenmistir. Bu noktada önerilen yeni sefer sayıları ile önemli ölçüde ekonomik ve çevresel iyileme sağlanabileceği düşünülmektedir.

Anahtar Kelimeler: Toplu Ulaşım, Hedef Programlama Modeli, Sosyal Fayda, Sefer Sıklığı, Otobüs

Abstract

In urban transportation systems the issues of determining the frequency and the number of headways and establishing a suitable schedule regarding these headways are some of the most significant research topics of public transport. At this point, the number of headways and headway frequencies highly affect the whole system and these numbers have an influence on each living being on the transportation network where the system works.

For a sustainable public transport and transportation system¸ the frequency of daily headways is of critical importance. Especially headways that are required to be done at peak hours during the day should be determined based on passenger requests. In this study, in Denizli province, daily headways of bus management were investigated and suggestions were provided related to the frequency of daily headways. This is calculated in the suggested model according to linear optimisation logic and the daily numbers of headways were re-determined according to the data. The goal programming approach is used in the analysis. The existing frequencies are compared with that of provided by goal programming approach. Additionally, the results obtained are investigated by a cost analysis regarding different benefit rates for public. In this way, it is aimed that together with the new numbers of headways suggested financial and environmental improvement can be maintained to a great extent.

Key Words: Public Transportation, Linear Goal Programming, Social Benefit, Bus Frequency, Bus system

1. Giriş

Ulaştırma, insanların, bir yerden bir yere belirli bir amaç için yer değiştirmesi, eşyanın bir yerden bir yere taşınması işidir. Medeniyetlerin gelişmesinde ve birbirine etki yapmasında ulaşımın büyük rolü görülür. Ulaşım araçları geliştikçe insanlar birbirine daha çok yaklaşmış, karşılıklı ilişkileri günden güne artmıştır.

Toplu taşıma ise bireylerin özel araçları kullanılmadan yapılan tüm ulaşım sistemlerinin genel adıdır. Bu şekilde yapılan taşımalarda birden fazla yolcu taşınması ile enerji tasarrufu sağlanmış olur. Toplu taşıma şehir içi ve şehirlerarası olabilir. Gelecek nesillere yaşanabilir bir dünya bırakmak için toplu taşımanın tercih edilmesi dünya için gün geçtikçe daha çok önem arz etmektedir. Toplu taşıma kullanımı ile birlikte ulaşım problemlerinde azalma görülmekte, kişi başına düşen egzoz gazı salımı azalmakta, gürültü kirliliği ve ekonomik maliyetlerde düşüş göze çarpmaktadır. Ancak toplu ulaşımın verimli ve sürdürülebilir olması için iyi planlanmalı ve toplumun ihtiyacını en iyi seviyede karşılamalıdır.

Çalışmanın temel amacı ülkemizde ve dünyada toplu ulaşım sistemlerinin günlük seferlerinin ve sefer sıklıklarının incelenmesidir. Çalışma kapsamı, toplu ulaşım sistemi alt yapısından elde edilen verilerin hedef programlamada oluşturulan model ile analiz edilmesine dayanarak en uygun günlük otobüs toplu ulaşım seferlerinin belirlenmesi ve toplu taşıma sistemlerinin sürdürülebilir bir şekilde tesisi için gereken adımların tespit edilmesi olarak özetlenebilir. Bu kapsamda, Denizli Büyükşehir Belediyesi Ulaşım A.Ş.'ye ait verilere yer verilmekte ve bu veriler ışığında mevcut günlük seferlerin yeniden incelenmesiyle sistem veriminin arttırılması düşünülmektedir.

2. Literatür

Sefer sıklığı belirlenmesi yöntemleri, sayımlarla elde edilen verilerin, kalabalıklık seviyesi ve minimum sefer sıklığı standartlarıyla analizini içermektedir. Uygun hizmet kalitesine ve en uygun sefer sıklığına ulaşılması sağlanırken, uygun yolcu-yükleme verilerinin toplanması için ayrılacak bütçenin de göz önüne alınması gerekmektedir. Bu noktada ülkemizde ve dünya genelinde konu ile ilgili birçok çalışmalar yapılmıştır. Bu çalışmalar doğrultusunda sefer sayıları yeniden bulunmuş ve sefer çizelgeleri oluşturulmuştur. Daha önce yapılan çalışmalar incelendiğinde, Sefer sayılarının, sıklıklarının ve çizelgelerinin belirlenmesine yönelik birçok toplu ulaşım analizi gerçekleştirilmiştir. Bu analizlerde en uygun sefer sayısı, bu sefer sayılarına göre belirli zaman aralıklarında sıklıkların belirlenmesi ve oluşturulabilecek çizelgeler ile ilgili çalışmalardan bazıları şu şekildedir. Vuchic (2005) geliştirmiş olduğu ampirik bağıntıların kullanıldığı yöntemde her hattın zirve saat içerisinde maksimum yolcu yükünün bulunduğu kesim belirlenmekte, bu kesimdeki yolcu sayısı ve otobüs kapasitesinden yararlanılarak her hat için en ideal sefer sıklığını geliştirdiği denklemler yardımı ile bulmuştur [1]. Chakroborty (2017) henüz devam eden toplu ulaşım sistemleri üzerine yaptığı araştırmada, otobüs rotalarını ve sefer sıklıklarını genetik algoritma ile optimizasyonu hakkında çözümler ortaya sunmuştur. Bu araştırmada, otobüs sistemlerinin planlanmasında sefer sıklıklarının birkaç güzergah üzerinde denenerek, tüm duraklar ve yolcu bekleme süreleri göz önünde bulundurularak bu sürenin en aza indirilmesi gerektiği düşüncesi üzerinde durulmuştur. Yolcuların durakta bekleme süreleri ve yolculuk süresince harcadıkları süre, toplam yolculuk süresi olarak sefer sıklığı hesaplamasında kriter olarak ele alınmıştır. Bu kriterin yani yolculuk süresinin belirlenmesinde, otobüs filosu, otobüslerin kapasiteleri, otobüslerin durma zamanı, otobüslerin rota üzerindeki en hızlı ve en yavaş sefer sıklıkları ile çalışılmıştır [2]. Ceder (2002) gerçekleştirdiği sefer sayılarının tespiti çalışmasında, otobüs sefer sıklıklarının ve aralık değerlerinin verimli olarak belirlenebilmesi için uygun veri toplama yaklaşımları tanımlanmış ve analiz edilmiştir. Araçta yapılan ölçüm ve noktasal ölçüm teknikleri incelenmiştir. Alternatif tarife çizelgelerinin minimum otobüs sefer sıkılığını sağlayacak şekilde oluşturulması için bu verilerin önemi ortaya konulmuştur. Verilerin toplanması için harcanacak bütçe ve bu tür çalışmaların getirileri incelenerek kullanılacak veri toplama yönteminin belirlenmesi gerektiği belirtilmiştir. Sefer sıklığının belirlenmesi yönündeki metodlar genel olarak, bu verilerin elde edilmesi yönünde yapılan sayımlara göre sınıflandırılmaktadır [3]. Ceder (2007) başka bir çalışmasında, maliyet açısından verimli ve rasyonel bir sefer çizelgeleme sistemi, yolcu konforu ile servis maliyeti arasında bir denge kurmaktadır. Yolcu talebi ile araç arzı arasında uygun eşleşme yapıldığında, kullanılan araç sayısını minimize edecek ve mevcut yolcu talebine cevap verebilecek bir sefer çizelgeleme

yapılmış olacaktır. Bu yaklaşım toplam işletme maliyetinin minimize edilmesine yardımcı olmaktadır. Ayrıca Ceder (2007) servis kalitesini sağlayacak ve araç sayısını minimize edecek şekilde bir sefer çizelgeleme yöntemi geliştirmiştir. Bu yöntemde kullanılan temel yolculuk sayısı verileri, "noktasal ölçüm" ve "araçta ölçüm" yöntemleriyle toplanarak elde edilmektedir. Sabit bir durakta bekleyen kişi tarafından yapılan ölçüm ve sayımlar genellikle "noktasal ölçüm" olarak adlandırılmaktadır. Ölçüm; seçilen hatta ait duraklar arasındaki kesimlerde en yüksek yolcu sayısının elde edileceği durakta yapılmaktadır. Ölçümün yapılacağı durak ya daha önceden yapılmış sayımlar incelenerek ya da güzergahın daha önceden etüt edilmesi ile belirlenmektedir. Ölçüm formu duraktan geçen her araç için doldurulmaktadır. Ölçüm formunda ölçümün yapıldığı nokta, yolcu yükü sayımları, aracın durağa varış ve ayrılış zamanları, araç ve hat bilgileri yer almaktadır. Ayrıca noktasal ölçümler birden çok durakta da yapılabilmektedir. Ölçümler, stratejik öneme sahip olan son duraklarda, aktarma noktalarında, merkezi iş alanları ve eğitim ve sağlık tesislerinin bulunduğu duraklarda hatların ayrılma birleşme noktalarındaki duraklarda ve yolcu talebinin büyük ölçüde değişim gösterdiği diğer noktalardaki duraklarda da yapılabilmektedir [4]. Alp (2008) yapmış olduğu çalışmada önce çok amaçlı karar verme kavramını açıklanmış, sonra çeşitli hedef programlama modelleri ile İETT'ye bağlı Kağıthane garajı verilerini kullanarak yolcu talebini, filodaki araç sayısını, araç tiplerini ve sefer sürelerini dikkate alarak otobüs hatları için optimum sefer sıklık değerlerini belirlemiştir. Bu çalışma ile dağıtım problemleri için DHP yöntemi ile etkin çözüm elde edilebileceği gösterilmiştir. Kullanılan hedef kısıtları, farklı öncelik ve ağırlıklar kullanarak bir araya getirilip farklı modeller elde edilebileceği, sistemi etkileyen diğer faktörler dikkate alınarak oluşturulan farklı modellerle daha etkin sonuçlar elde edilebileceği ortaya konmuştur [5]. Uludağ (2010), doktora çalışmasında İzmir ili kent içi otobüs ağı durak yerleri ve otobüs sıklık değerleri yolcu ve işletmeler açısından hizmet seviyesinin yükseltilmesi adına incelenmiştir. Çalışma kapsamında İzmir İli otobüs ağında yer alan Lozan ve Montrö duraklarını kullanan toplam 26 adet hatta ait yolcu talep değerleri, seyahat süreleri, araç kapasite ve filo parametreleri kullanılarak doğrusal hedef programlama modeli geliştirilmiş, en uygun sefer sıklık değerleri elde edilmeye çalışılmıştır [6]. Deri (2012), İzmir ilinin toplu ulaşım verilerini derleyip, gün içerisinde değişen yolcu talebini dikkate alan optimum sefer sıklığının belirlemeye çalışmıştır. Yapılan çalışmada, İzmir güney-batı bölgesi ile Konak-Halkapınar arasında hizmet veren otobüs hatları örneği üzerinde durulmuştur. Sabah zirve saati içerisinde kent merkezine gidiş yönündeki talebe cevap verecek en uygun otobüs sefer sıklıkları, hafta ortası bir güne ait yolculuk verileri kullanılarak Doğrusal Hedef Programlama (DHP) yöntemi ve ampirik bağıntılar yardımıyla hesaplanmış ve elde edilen sefer sayıları işletmenin yaptığı sefer sayılarıyla karşılaştırılmıştır [7].

3. Karma Trafikte Otobüs Sistemleri

Kent içi toplu ulaşım politikaları kapsamında dünya üzerinde en çok bilinen ve kullanılan toplu ulaşım türü otobüs sistemleridir. Otobüs sistemleri, belirli hatlarda belirli zaman aralıklarıyla işletilen, esnek, konforlu ve yüksek kapasiteye sahip toplu ulaşım sistemleri olmakla birlikte, özellikle gelişmemiş ya da gelişmekte olan ülkelerde ulaşım alt yapısını oluşturmaktadır. Ulaşım alt yapısının geliştirilmesi toplu ulaşım verilerinin incelenip yeni çözümlerin ortaya konması adına en uygun sistemdir.

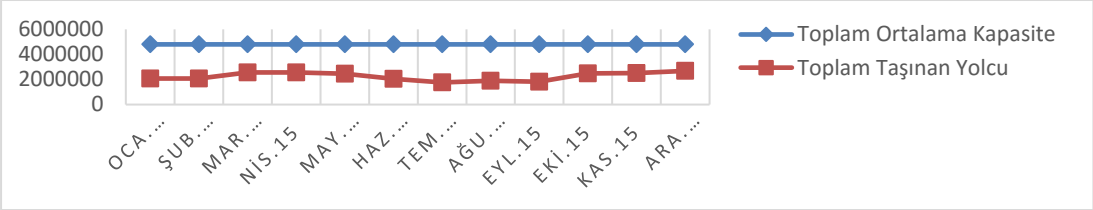
3.1. Denizli Toplu Ulaşımında Otobüs Sistemi

1881'de kurulan Denizli 12 Kasım 2012 tarihi itibarıyla Büyükşehir yasa tasarısının kabulü ile Denizli Büyükşehir Belediyesi olmuştur. Büyükşehir belediyelerine tanınan hak ile Denizli Büyükşehir Belediyesi Ulaşım A.Ş. 16.01.2014 Tarihinde kurulmuş ve otobüs işletmesini 01.08.2014 tarihinde resmen devir almıştır. Sadece kent merkezine hizmet veren işletmede 60 Adet 9 m, 62 adet 12 m ve 28 adet 18 m körüklü araçla birlikte toplam 150 araçla, 42 güzergahta günde 1.367 gidiş, 1.375 dönüş seferi olmak üzere toplam 2.742 sefer ile Denizli ulaşım sektöründe hizmet vermektedir. Şirket 2015 yılında hafta içi sabit 121 ve 13 takviye araçla toplamda 134 araçla hafta sonu ise 116 araç ile toplam 26.948.866 kişi taşımıştır. Yine 2015 yılı içerisinde toplam 13.049.959 km yol kat edilmiştir. Bunun anlamı günlük ortalama 35.750 km kadar yol kat edilmektedir. Hatların 1 turunu ortalama tamamlama süreleri ve tek seferde kat ettikleri Km incelendiğinde sistemin ortalama işletim hızının 18,75 km/sa olduğu tespit edilmiştir. Sistemde gidiş güzergahlarında tek seferde hatlar toplam 1.572 durağa uğramakta, dönüş seferlerinde ise 1.600 durak bulunmaktadır. Bunlar ile birlikte tek seferde hatların tümü gidiş yönünde 516 trafik lambalı sinyalizasyon

görmekte, bu rakam dönüş seferleri için ise 567 trafik lambalı sinyalizasyon olarak bulunmaktadır. Denizli Ulaşım A.Ş. otobüslerinin sefer güzergahlarına ait haritaya göre, güzergah ağını oluşturan toplam 42 hattın uzunluğu 1245,5 Km olduğu gözlemlenmiştir. Bu ağın 621,5 Km gidiş ve 624 Km dönüş güzergahı olduğu tespit edilmiştir. Güzergahlar şehrin coğrafi yapısına göre bir çok noktaya ulaşmaktadır. Denizli'nin otobüs ağı toplam 1.245,5 km olarak hesaplanmıştır. Bununla birlikte şehirde ulaşılan halka sunulan hizmet alanı yaklaşık olarak 151.102 m² olarak görülmektedir. Bu rakam yaklaşık olarak merkez ilçeler Pamukkale ve Merkezefendi'nin kapladığı toplam alana eşittir. Denizli'de otobüslerin işletilmesi için 151.102 m² alan içerisinde 1.470 durak bulunmaktadır. Şehir içinde hizmet olarak 1 Km² alana ortalama 9,73 durak düşmektedir. Bununla birlikte seferlerin hat bazlı toplam uzunluğunun durak sayısına bölümü ile ortalama durak mesafesi 375 m olarak bulunmaktadır. Duraklar uluslararası standartlara göre şehir içinde oldukça yakın mesafelerde bulunmaktadır. Duraklar arası mesafenin oldukça yakın olması hem yolculuk süresini hem de maliyetini etkilemektedir.

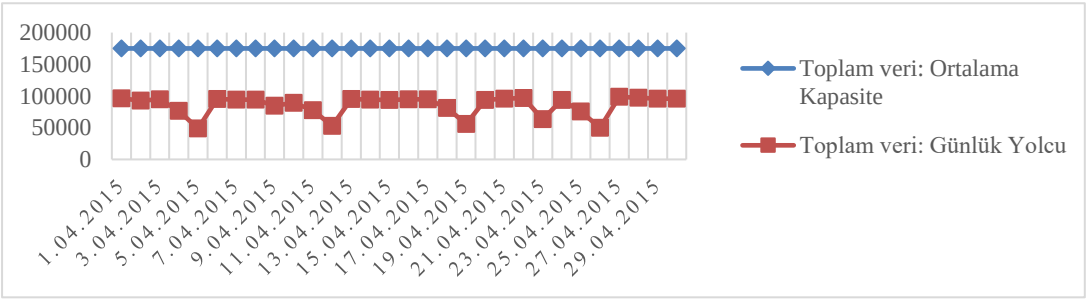
3.2. Denizli İli 2015 Yılının Toplu Ulaşım Verilerinin İncelenmesi

Denizli'de 2015 yılı içerisinde toplu ulaşımda otobüsü tercih edenlerin sayısı 26.948.866 kişidir. 2015 Yılı içerisinde en çok yolcunun taşındığı ay 2.563.187 kişinin taşındığı Nisan ayı olmuştur. Bu ay içerisinde taşınan yolcu grafiğine bakıldığında hafta sonu Cumartesi ve Pazar günlerinde taşınan yolcu sayısının düştüğü görülmüş. Bununla birlikte ay içerisinde bulunan resmi tatil 23 Nisan'da da aynı düşüş eğilimi göze çarpmıştır. Ortalama kapasiteye bakılarak ay içerisinde taşınan yolcunun, toplam taşınabilir yolcu kapasitesine oranının 0,49 olduğu bulunmaktadır. 27 Nisan 2015 gününde yıl içinde taşınan en yoğun yolcu sayısına ulaşılmıştır. Ortalama saatlik kapasite 10.000 kişi olarak hesaplar doğrultusunda ortalama kabul edilmiştir. Gün içerisinde toplam taşınan yolcu sayısı 98.653 kişi olarak kayıtlara geçmiştir. Gün içerisinde taşınan yolcunun toplam kapasiteye oranı 0,52 olarak tespit edilmiştir.

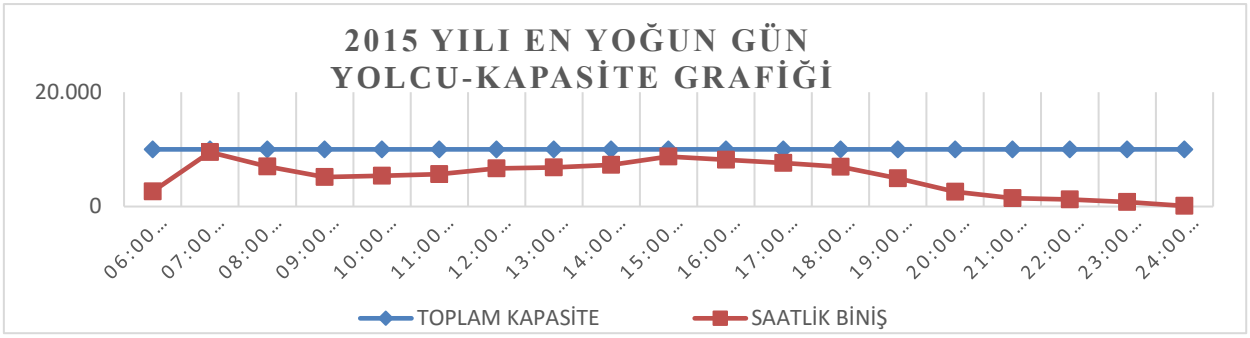


Şekil 1. 2015 yılı aylık yolcu binişleri grafiği

Kış ve Yaz sezonu olmak üzere sefer sayıları ve kapasitede değişiklikler görülmektedir. Bu bilgiler doğrultusunda ortalama yıllık kapasiteye, taşınan yolcu oranı 0,47 olarak bulunmaktadır. Yıl içerisinde okulların tatil olduğu zaman diliminde yolcu sayılarında belirgin düşüşler gözlemlenmektedir.

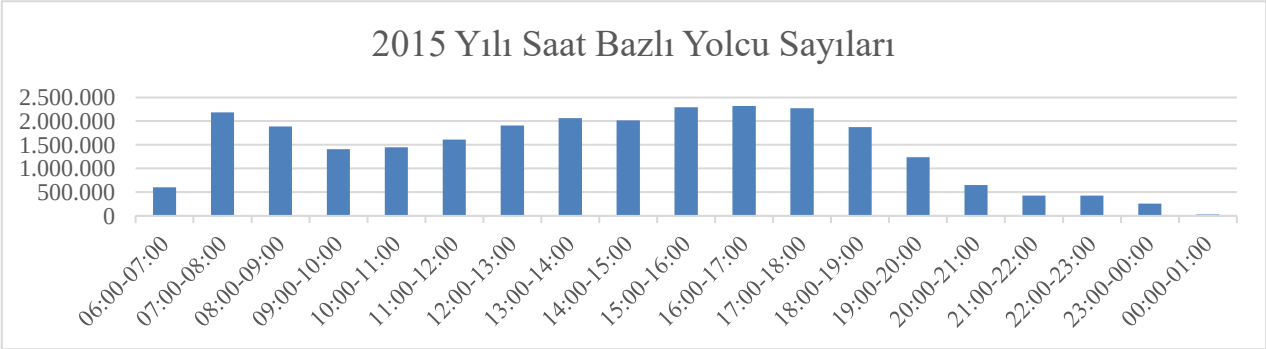


Şekil 2. 2015 yılı nisan ayı taşınan yolcu grafiği.



Şekil 3. 2015 yılı en çok yolcu taşınan günün saatlik grafiği.

Aşağıdaki grafikten anlaşılacağı gibi gün içerisinde en yoğun zaman aralıkları işe gidiş saatleri ve iş çıkış saatleri olarak bildiğimiz saatler olarak görülmektedir. Pik saatler olarak tanımladığımız bu saatlerde toplu ulaşım talebi en üst seviyeye ulaşmakta ve kapasite kullanımının en verimli olduğu zaman aralıkları olarak görülmektedir. Bununla birlikte sabah seferlere başlandığı saat 6:00 ila 7:00 arasında ve gece iş çıkışı tamamlandıktan sonraki saatlerde 20:00 ila 24:00 arasında kapasite verimli olarak kullanılamamakta ve genel manada toplumsal fayda mantığı ile zaruri çalışma yapılmaktadır. Bu zaruret ise toplu ulaşımın maddi anlamda zarar etmesine sebep olmakta gibi görünse de toplumsal fayda bakımından devlet tarafından sübvanse edilmektedir.



Şekil 4. 2015 yılı saatlik biniş verileri grafiği.

4. Günlük Sefer Sayısı Modeli (GSMOD) ile Denizli Otobüs Hatlarının Sefer Sayılarının İncelenmesi

2015 yılında Denizli Büyükşehir Belediyesi bünyesinde bulunan 43 otobüs hattının yıl içerisinde kış sezonu çalışma diliminde, yaz sezonu çalışma diliminde ve pazar günleri arasında yolcu taşımacılığına bakıldığında en yoğun günlerde 150 otobüsle taşıdığı yolcu sayıları ve yapılan sefer sayılarının incelenmesi üzerine gerçekleştirilmiştir. Otobüs hatlarının sefer sayılarının doğrusal hedef programlama tekniği yardımıyla hesaplanması ile en yoğun yolcu taşınan günlerde hangi sıklıkla ve hangi sayıda sefer yapılabileceği bulunmuştur. Böylece hatların hali hazırda yaptığı fazladan seferler bulunmuş ve maksimum fayda göz önünde bulundurularak yeni sefer sayıları tespit edilmiştir. Bu tespitler doğrultusunda azalacak sefer sayıları ile hem yapılacak olan sefer sayıları optimize edilmiş hem de kar maksimizasyonu sağlanması düşünülmüştür. Model oluşturulurken toplumsal fayda göz önünde bulundurulmadan sistemin en yüksek karlılıkla çalışması gerektiği düşünülmüştür. Oluşturduğumuz sistem gidiş yönünde, dönüş yönünde ve her iki yönde birlikte olmak üzere üç farklı şekilde değerlendirilmiştir. Bu değerlendirmede yolculuk kapasiteleri, hat güzergah süreleri ve hat güzergahlarının uzunlukları temel parametreler olarak ele alınmıştır.

Denizli ili merkezinde toplu ulaşımda kullanılan 150 araçlık filo ile kent içi otobüs talebinin karşılanması düşünülmektedir. Bu talep için hali hazırda 43 otobüs hattının verileri kullanılmıştır. Veriler doğrultusunda

günlük, aylık ve yıllık kapasiteler hesaplanmıştır. 2015 yılı içerisinde en çok yolcunun taşındığı gün olan 27 Nisan 2015, yaz sezonu içerisinde en çok yolcunun taşındığı 18.09.2015 ve Pazar günleri arasında en çok yolcunun taşındığı 19.04.2015'te taşınan toplam yolcu verileri temel alınarak, otobüs filo büyüklüğü, otobüslerin kapasiteleri, hatların sefer süreleri, hatların güzergah uzunlukları göz önünde bulundurularak ve güzergah yönlerinde oluşan yolculuk taleplerine göre hesaplamalar yapılmıştır. Bu hesaplar yapılırken WinQSB bilgisayar programından yararlanılarak, doğrusal hedef programla ilkelerine göre yolculuk taleplerinin yönlerine göre toplam değerlendirmeleri yapılmış, bununla birlikte talebe karşılamak için gerekli sefer bulunmuştur.

4.1. Günlük Sefer Sayısı Modeli (GSMOD)

Bu çalışmada en ideal sefer sayısını veren doğrusal hedef programlama modeli, Günlük Sefer Sayısı Modeli (GSMOD) oluşturulmuştur. Karar değişkenleri, sistem ve hedef kısıtları, amaç fonksiyonu belirlenerek oluşturulan sistem windows tabanlı WinQSB programı yardımıyla çözülmüştür. Çözümler öncelikle hatların her iki yönünde, yani hem gidiş hem de dönüş yönünde yapılmıştır. Son olarak her iki yön birlikte değerlendirilerek sistem çözümü gerçekleştirilerek en uygun çözüm bulunmaya çalışılmıştır.

Modelimizin karar değişkenleri, Denizli ilinde bulunan toplam 42 otobüs hattına aittir. Bu veriler doğrultusunda 2015 yılında kış sezonu, yaz sezonu ve pazar günleri içerisinde en çok yolcunun taşındığı günler ele alınmıştır. Kısacası kış sezonunun en yoğun günü 27 Nisan 2015, yaz sezonunun en yoğun günü 18.09.2015 ve pazar günleri içerisinde en yoğun gün olan 19.04.2015 tarihlerine ait sefer sayıları ve yolcu adetleri doğru olarak kabul edilmiştir.

Modelin sistem kısıtları belirlenirken, her hattın otobüs sefer sürelerini, her otobüs hattının aldığı yol uzunluğunu ve otobüs taşıma kapasitesinin o hattaki yolcu talebini karşılaması düşünülerek hazırlanmıştır. Bir başka ifadeyle, mevcut olarak kullanılan otobüs filosunun belirlenecek olan sefer sayısı değerlerinde çalışarak, o hatlardaki yolcuların tamamına hizmet edebilmesi model sistem kısıtı olarak alınmıştır.

Burada sistem kısıtları;

S1, S2,…Si : Hatlar için sefer sıklık değerlerini,
C1, C2,…Ci : Her hatta kullanılan otobüs tipinin kapasite değerlerini,
K1, K2,…Ki : Her hatta bulunan yolcu talep değerlerini göstermek üzere,
$Si*Ci \geq Ki$ (1)

bağıntısı ile ifade edilebilir.

Modelin hedef kısıtları, süre hedef kısıtı, alınan yol hedef kısıtı ve kapasite hedef kısıtı olarak belirlenmiştir. Süre hedef kısıtları düzenlenirken, ele alınan tarihteki 1 günlük süreçte filo çalışan otobüs sayısının, her hattın bir seferi için gerekli olan süre, her hattın her iki yönde (Gidiş ve Dönüş) ve toplam aldığı mesafe ve bu hattaki sefer sayısı değeri ile karşılanabilmesi esas alınmıştır. Literatürde, buna benzer çalışmalarda sefer sıklık değerleri günün yoğun saatlerine göre incelenmiştir. Bulunan değerlere göre sefer sayılarının yolcu talebine göre azaldığı gözlemlenmiş ve bu değişimin maliyet üzerindeki etkisi ortaya konmuştur. Ancak daha önce yapılan otobüs sefer sıklıkları ile ilgili çalışmalar sadece günün belirli zaman dilimlerine göre hesaplanmıştır (Örneğin 180 dakikalık sabah pik saatleri) (Alp 2008).

Süre Hedef Kısıtı için kullanılan bağıntı;

$$\sum_{i=1}^{42} t_i X_i - d_1^+ + d_1^- = T * B \quad (2)$$

olup, burada;

ti : Her bir otobüs hattının sefer süresi, B : Mevcut otobüs sayısı, Xi :i hattı için yapılması gereken sefer sayısı, T : Zaman aralığı (1 Gün), dt :Sapma değişkenleri, + pozitif, - negatif ifade etmektedir.

Kapasite Hedef Kısıtı için kullanılan bağıntı;

$$\sum_{i=1}^{42} C_i X_i - d_2^+ + d_2^- = \sum_{i=1}^{42} K_i \quad (3)$$

şeklindedir. Burada;

Ci : Her hatta kullanılan otobüs tipinin kapasite değeri, Ki : Her hatta bulunan yolcu talep değeri, Xi :i hattı için yapılması gereken sefer sayısı, dt :Sapma değişkenleri, + pozitif, - negatif olmaktadır.
Mesafe Hedef Kısıtı için kullanılan bağıntı;

$$\sum_{i=1}^{42} m_i X_i - d_3^+ + d_3^- = M_T \quad (4)$$

Burada ise;

mi: Her hattın kat ettiği mesafe, MT: Sistemin günlük kat ettiği mesafe, Xi: i hattı için yapılması gereken sefer sayısı, dt: Sapma değişkenleri,+ pozitif, - negatif olmaktadır.

Oluşturduğumuz hedef programlama modelde başarı fonksiyonlarında sadece negatif sapma değişkenleri(dt-) kullanılmıştır, çünkü pozitif sapma değişkenleri (dt+) konu ile ilgili kısıtlarımızın kapasite fazlalığını ifade etmektedir. Süre hedef kısıtı için (d1+) fazla süre değerini; kapasite hedef kısıtı için (d2+) kapasite fazlası değerini; mesafe hedef kısıtı için (d3+) mesafe fazlası değerini göstermektedir. Başarı fonksiyonlarında yer alan (d1-) daha ne kadar süre seyahat edilebileceğini (d2-) ise daha ne kadar yolcu taşınabileceğini (d3-) ise daha ne kadar mesafe yol alınabileceğini göstermektedir.

Bu bilgiler doğrultusunda modelde amaç fonksiyonu oluşturulurken, süre, kapasite ve mesafe hedef kısıtları eşit öncelikli olarak kabul edilmiştir. Oluşturulan amaç fonksiyonu bu üç kısıta ait negatif sapma toplamının minimize edilmesi şeklinde oluşmuştur aşağıda gösterilmiştir.

$$min\ S = d_1^- + d_2^- + d_3^- \quad (5)$$

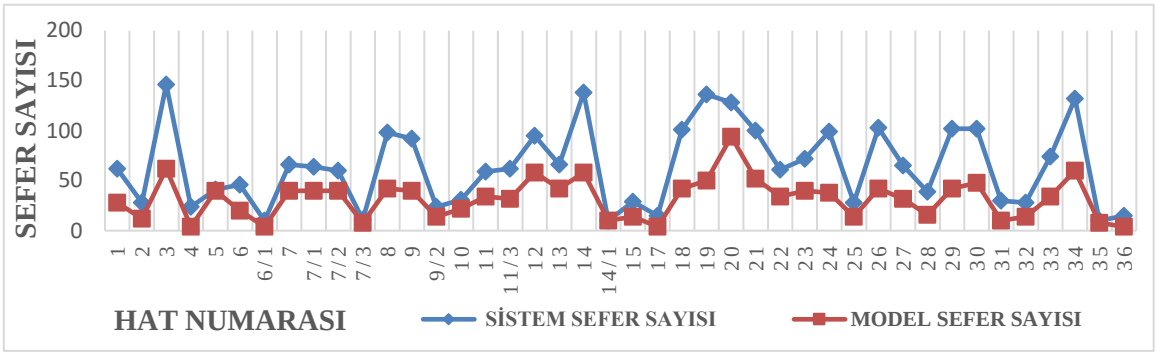
Amaç fonksiyonumuz doğrultusunda ve belirlediğimiz kısıtlarımızla birlikte belirlemiş olduğumuz hedef programlama modelimizi hatların her iki yönünde ve genel olarak windows tabanlı WinQSB programı yardımı ile çözülmüştür.

4.2. Günlük Sefer Sayısı Modelinin Sonuçları

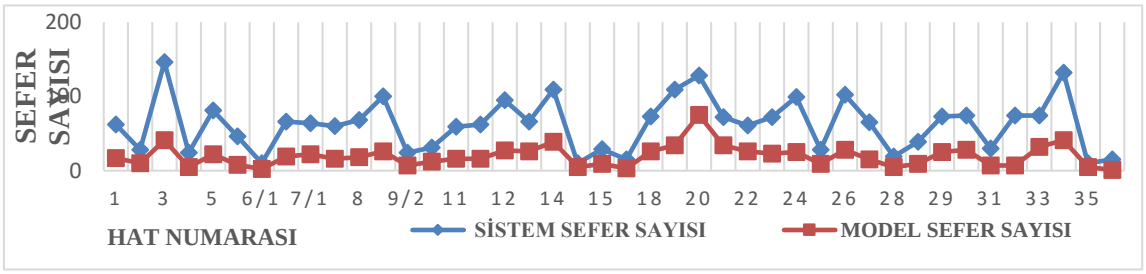
Çalışma kapsamında kurulan doğrusal hedef programlama modeli olan Günlük Sefer Sayısı (GSMOD) ile 1 gün içerisinde yapılması gereken en uygun sefer sayısı bulunmustur. Bu sefer sayıları bulunurken hatların başlangıçtan bitişe, bitişten başlangıç noktasına yani gidiş ve dönüş istikametinde yaptıkları sefer sayılarına göre model uygulanmis ve en uygun sefer sayıları her iki yönde de bulunmustur. Bununla birlikte sistemin bir bütün olarak toplam incelemesi yapılıp her iki yönde ortaya çıkan veriler ile toplam veri karşılaştırılmistir. Hatların tek yönde yapacakları seferlerin genel olarak tam tersi seferler yaparak bir bütünü oluşturduğu göz önünde bulundurularak, gidiş ve dönüş yönlerinde bulunan verilerin iki katı ile sitemin genel incelemesi ile bulunan sefer sayıları karşılaştırılmistir. Bu sayede yapılabilecek en uygun sefer sayıları tespit edilmeye çalışılmistir.

Denizli ili otobüs ağı içerisinde yer alan 43 adet hattın, 1 gün içerisinde, otobüs filo büyüklüğü, otobüs kapasiteleri, hat sefer süreleri ve yolcu talepleri doğrultusunda incelenerek doğrusal hedef programlama ile

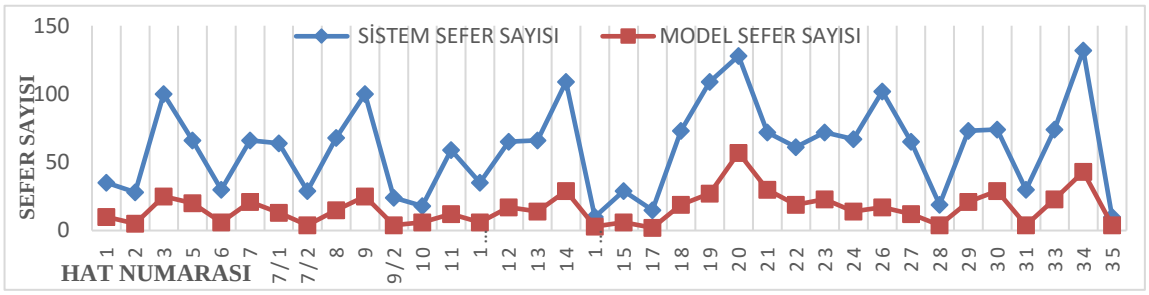
en uygun sefer sayısı değerlerinin elde edilmesine yönelik geliştirilen GSMOD Modeli ile elde edilen sefer sayıları değerleri ile mevcut durumdaki sefer sayıları değerleri karşılaştırmalı olarak aşağıdaki grafiklerde bulunmaktadır.



Şekil 6. 27.04.2015 Mevcut Sistem ve Model Sefer Sıklıkları Grafiği.



Şekil 7. 18.09.2015 Mevcut Sistem ve Model Sefer Sıklıkları Grafiği.



Şekil 8. 19.04.2015 Mevcut Sistem ve Model Sefer Sıklıkları Grafiği.

Veriler yıl içerisinde taşınan yolcu sayılarının en çok olduğu günlerden alındığı için yıl içerisindeki diğer tarihlerde bulunan sefer rakamları daha da düşük olacaktır.

Çizelge 1. Ayakta duran yolcu alanı, konforu ve koşulları.

Ayakta Duran Yolcu Alanı	Yolcuların Konforu	İşletmelerin Koşulları
>1.00 m²/Yolcu	1) Yolcular istedikleri gibi hareket edebilirler. 2) Yolcuların oturma oranı yüksektir. Örnek: Raylı sistemler	1) Zirve yüklemelere göre bakıldığında toplu ulaşım işletmesinin verimsiz hizmet sunumu. 2) Belli bir yöndeki hizmete göre dönüşü düşüldüğünde daha verimsiz olabilir.
0.50-1.0 m²/Yolcu	1) Yolcular arası rahatlık alanı yüksek bir yolcu taşıma yüklemesi	1) Yeni tasarlanan raylı sistemler için yüksek kalitede hizmet sunulur. 2) Araç içinde kolay hareket sağlanmış olur.
0.40-0.49 m²/Yolcu	1) Yolcuların ayakta birbirine temas etmeden yolculuk edebilir. 2) Ayaktakilerin ve oturanların kapladıkları alan eşittir.	1) Kapasite ve konfor açısından dengeli bir işletme koşulu. 2) Kapılara hareket zorlaşmaya başlar bekleme sürelerini arttırır.
0.30-0.39 m²/Yolcu	1) Yolcular ara ara birbirlerine temas eder. 2) Ayaktaki yolcular oturanlardan daha az alana sahiptir.	1) Araç içinde yeterli hareket alanı sağlanmış olur.
0.20-0.29 m²/Yolcu	1) İnsanlar arası rahatsızlık verecek yakınlık. 2) Sık sık vücut teması olur ve insanlar çantaları ile ilerleyemez.	1) Hesaplamalar için kullanılan en yüksek taşıma kapasitesi. 2) Kapılara arası hareket oldukça zor ve durakta bekleme süreleri artar. 3) Yolcular binmek için araçtaki yolcuların boşluklara hareketini bekler.
<0.20 m²/Yolcu	1) İnsanların aşırı derecede sıkışık yolculuk etmesi.	1) Araç içinde hareket etmek neredeyse imkansızlaşır. 2) İnsanlar binmek için araç içindeki yolcuların boşluk bulup hareket etmesini bekler. 3) İnsanlar araca binmek yerine bir sonraki aracı beklerler.
Not: *Toplu ulaşım araçları genellikle ayaktaki yolcuların %50 daha fazla olmasına yönelik hesaplanır. Bu hesaplama özellikle hafif raylı sistemler, metro ve monoray sistemler bu şekilde hesaplanmaktadır.*		

Kaynak: (TCRP 2013) [8]

Denizli Ulaşım A.Ş.'ye ait olan otobüslerin ise ayakta seyahat edecek yolculara göre incelemesi yapıldığında, 18 metre uzunluğundaki 150 kişi kapasiteli otobüslerin 115 ayakta yolcu taşıyabileceği, her bir yolcunun tam dolulukta 0,29 m² alan sahip olacağı, 12 metre uzunluğundaki 100 kişi kapasiteli otobüslerin 73 ayakta yolcu alabileceği, her bir yolcunun tam dolulukta 0,27 m² alana sahip olacağı ve 9 metre uzunluğundaki 65 kişi kapasiteli otobüslerin ayakta 40 yolcu alabileceği ve her bir yolcunun 0,30 m² alana sahip olacağı hesaplamalarla tespit edilmiştir. Buna göre sistem tam kapasite ile çalıştığında 0,25 m² ila 0,30 m² aralığında bir ayakta taşınabilen yolcu konforu sunabilmektedir.

Bu veriler ile birlikte GSMOD ile hesaplanan sefer sayıları, sistem olarak %100 tam dolu taşımacılık yapılacağı düşünülerek hesaplanmış Fayda/Maliyet üzerinden hareket edilerek maksimum fayda göz önünde bulundurulmuştur. Bu nedenle konforun ve kaliteli taşımacılığın sağlanması için Toplumsal Faydanın da hesaba katılması gerekmektedir. Bu nedenle modelde bulunan GSMOD sefer sayıları %30luk ve %50lik toplumsal faydalar oranında arttırılmıştır. Yine de toplumsal fayda artırımına rağmen mevcut sefer sayılarının hesaplanandan daha fazla olduğu gözlemlenmiştir.

Çizelge 2. Mevcut Durum Sefer Sıklık Değeri – GSMOD + %30 ve +%50 Toplumsal Fayda Artırımlı Sefer Sıklıkları 27.04.2015 Kış Sezonu.

HAT NO	SİSTEM SEFER SAYISI	MODEL +%30 SEFER SAYISI	MODEL +%50 SEFER SAYISI
1	62	38	42
2	28	16	18
3	146	82	94
4	24	6	6
5	81	52	60
6	46	26	30
6/1	10	6	6
7	66	52	60
7/1	64	52	60
7/2	60	52	60
7/3	11	11	11
8	98	56	64
9	106	52	60
9/2	24	20	22
10	31	30	31
11	59	46	52
11/3	62	42	48
12	95	76	88
13	66	56	64
14	138	76	88
14/1	10	10	10
15	29	20	22
17	15	6	6
18	101	56	64
19	136	66	76
20	128	124	128
21	100	68	78
22	61	46	52
23	72	52	60
24	99	50	58
25	28	20	22
26	103	56	64
27	65	42	48
28	39	22	24
29	102	56	64
30	102	64	72
31	30	14	16
32	28	20	22
33	74	46	52
34	132	78	90
35	10	10	10
36	15	6	6

5. Model Sonuçlarının Maliyet Analizi

Oluşturulan model ile en uygun sefer sayılarının toplumsal fayda dahil edilerek bulunması ile mevcut sefer sayıları ile bulunan sefer sayıları arasında bir fark göze çarpmaktadır. Bu farkın getirisi ise daha az yakıt tüketimi, daha az şoför maliyeti, trafikte rahatlama ile birlikte çevreye verilen zararın minimuma indirilmesi bunlarla birlikte şirketin kasasından daha az para çıkışı olarak söylenebilir. Sefer sayısındaki azalmadan kaynaklanan maliyet değişimi ve sefer başına işletme maliyet değeri kullanılarak hesaplanmıştır.

Çizelge 3. İncelenen günlerin toplumsal faydaya göre düzenlenen seferlerinin maliyetleri tablosu.

GÜNE GÖRE MALİYET		%30 MALİYET FARKI	%50 MALİYET FARKI
27.04.2015	TOPLAM MALİYET FARKI	21.877,50 ₺	16.695,45 ₺
18.09.2015	TOPLAM MALİYET FARKI	34.636,29 ₺	31.319,28 ₺
19.04.2015	TOPLAM MALİYET FARKI	31.471,82 ₺	29.444,66 ₺

Görüldüğü üzere seferlerin değişmesi üzerine oluşabilecek maliyet farkları oldukça yüksek rakamlar olarak göze çarpmaktadir. Gün içerisinde yapılan boş seferler sonucu büyük bir maliyet oluşmakta ve bu da sistemin veriminin az olduğunu göstermektedir. Bunlarla birlikte, personel ihtiyacı, hava kirliliği ve özellikle trafik yoğunluğuna araçların yaptığı seferlerin direk yada dolaylı olarak etkilemesi bakımından seferlerin optimum seviyede yapılması bir çok fayda sağlayacaktır.

Sefer sıklıklarının saatlik, durak bazında biniş iniş, gün içerisinde yoğunluk taleplerine göre hat hat incelenerek tekrar belirlenmesi gerekmektedir. Özellikle hafta sonu ve tatil günleri ile günün geç saatlerinde düşen yolcu taleplerine karşın sefer sayıları günlere ve saatlere özel olarak belirlenmeli ve gereksiz maliyetlerin önüne geçilmelidir.

Kaynaklar

[1] Vuchic, R.V., ‘’Urban Transit: Operations, Planning and Economics.’’, John Wiley and Sons Inc., New Jersey, (2005).

[2] Chakroborty, P., ‘’Optimal Routing and Scheduling in Transportation: Using Genetic Algorithm to Solve Difficult Optimization Problems [Çevrimiçi]’’, Indian Institute of Technology Transportation Engineering, (02 Şubat 2017) http://www.iitk.ac.in/directions/directsept04/partha~neww.pdf, s33, Kanpur, (2017).

[3] Ceder, A., ‘’Urban transit scheduling: framework, review, and examples.’’ ASCE Journal of Urban Planning and Development, 128: 4, s. 225–244, Haifa (2002).

[4] Ceder, A., ‘’Public Transit Planning and Operation. Theory, Modelling and Practice’’, s. 640, Butterworth-Heinemann, UK (2007).

[5] Alp, S., ‘’Doğrusl Hedef Programlama Yönteminin Otobüsle Kent İçi Toplu Taşıma Sisteminde Kullanılması.’’, İstanbul Ticaret Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi 1:13, s. 73-91, İstanbul, (2008).

[6] Uludağ, N., ‘’Bulanık Optimizasyon ve Doğrusal Hedef Programlama Yaklaşımları ile Otobüs Hatlarının Modellenmesi’’, Doktora Tezi, Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı, Denizli, (2010).

[7] Deri, A., ‘’Akıllı Kart Verileri Kullanılarak Toplu Ulaşım Yolculuk Talebinin Belirlenmesi ve Sefer Çizelgeleme Optimizasyonu’’, Yüksek Lisans Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı, İzmir, (2012).

[8] Kittelson ve Assoc, Inc., Parsons Brinckerhoff, Inc., KFH Group, Inc., Texam A&M Transportation Institute, ve Arup, Transit Capacity and Quality of Service Manual. Third Edition, Transit Cooperative Highway Research Program (TCRP) Report 165, published by Transportation Research Board, Washington, (2013).

[9] Murat, Y.Ş., Uludağ N., ‘’Modeling Route Choice Behaviour in Transportation Networks by Using Fuzzy Logic and Logistic Regression Techniques’’ Technical Journal of Turkish Chamber of Civil Enineers, Valume 19, Number 2, April 2008, pp 4363-4379, (in Turkish).

[10] Asis, Abys., ‘’Akıllı Bilet Yönetim Sistemi Denizli.’’ [Çevrimiçi] (2015).

COASTAL POLLUTION IN ISTANBUL

Esin Bozkurt Kopuz[a*], Aycan Erim[b], Saffet Altındağ[c]
[*a]Marmara University Engineering Faculty, Civil Engineering Department, Istanbul, Turkey, E-mail: esin.bozkurt@marmara.edu.tr
[b]Marmara University
Institute of Science and Technology, Environmental Science Department, Istanbul, Turkey, E-mail: aycanerimm@gmail.com
[c]Istanbul Metropolitan Municipality, Directorate of Marine Services, Istanbul, Turkey, E-mail: saffetaltindag@ibb.gov.tr

Abstract

We analysed quantities of seaside pouches and packaging pouches (kg) collected during coastal cleaning and coast and beach cleaning, the amount of waste (m^3) collected during sea surface cleaning and moss work (kg), and the amount of sludge removed during stream rehabilitation (m^3) between 2013 and 2016 in Istanbul, Turkey. We detected seasonal variations in these amounts and found that the quantity of packaging pouches collected during coast cleaning had an extreme rise, reaching its highest level in 2016. The summer months and September had high values, but we found low values for all parameters during the winter. Quantities of waste can be removed by taking various precautions, such as recycle or reuse of plastic bags and bottles instead of throwing away waste. For a cleaner sea and coast, public education can be improved to promote these precautions. In addition, economic measures, such as charging for plastic shopping bags instead of providing them for free, may be taken.

Key words: Coast, Beach, Pollution

1. Introduction

Plastic packaging pollution results from the accumulation of waste from marine transportation [1]. According to a 2014 study of Catalan shores by Ariza et al., urban beaches had a higher density of waste storage compared to urbanised beaches during the swimming season [2]. Plastic bag waste, when seen at high levels in municipal waste water, causes environmental problems such as resource depletion, blocked waterways, harm to animals and damage to soil, landscapes and trees [3]. Plastic waste increases with the growth of the economy, human activity and industrial processes. It is difficult to transport plastic waste because of the deteriorated properties of the plastic. In addition, the harmful effects of plastics and associated toxic hazards are a real threat to human health and the environment. Decompositions of coastal plastic wastes are disturbed at much higher thermal values than new plastics [4]. Solid waste production increases along with population and local food preparation habits often produce food waste. Focusing on waste disposal instead of waste prevention causes excessive use of plastic bags and containers [5]. Golik and Gertner found that the contents of beach garbage were mostly related to recreational activities, containing such items as beverage bottles, food containers, cosmetics, plastic bags, clothes, foam, rubber and cushions. The bag of beach garbage contained 71.6% plastic material, 7.9% wood, 5.7% metal, 3.1% glass and 11.7% other materials [6].

One way to reduce plastic waste, is awarding fishermen for bringing their fishing gear on board when returning rather than throwing it into the sea. Because most sea waste comes from the land and contains plastic, economic instruments can help reduce marine litter [7]. Marine debris can also be cleaned by government agencies and through campaigns that promote public participation. Bottles and plastic bags can be reused or recycled if they can be prevented from being thrown around the sea [8].

1.1. Study Area

Our study area is the Marmara Sea near Istanbul, Turkey. The Marmara Sea is a recreational area for people in Istanbul, which is the most crowded second city in Europe [9].



Figure 1. Sea of Marmara in Istanbul, Turkey [9].

2. Materials and Methods

Beach and coast cleaning squads clean floating waste and waste on the shore, covering 600 km of coastlines, piers, rocky shores, beaches and sea surfaces during the year. In addition, they also clean the sand on the beach during the swimming season (Figure 2a, b). With eight specially designed surface cleaning boats, waste floating on the Marmara Sea and the Bosporus and Halic waterways are cleaned year-round (Figure 2c). When sea and weather conditions are favourable, divers also carry out underwater cleaning of densely used piers and bays (Figure 2d). Dredging services also take place in the estuaries and river mouths of the Golden Horn and at the mouths of 15 other rivers to prevent floods and bad smells (Figure 2e). To control marine pollution from ships within the Istanbul's sea boundaries, inspections are carried out by boat and helicopter, and sanctions are imposed if a violation is detected [10] (Figure 2f). Licensed waste collection vessels collect petroleum-derived wastes specified in the International Convention for the Prevention of Pollution from Ships (MARPOL) Annex I, such as bilge water, sludge and dirty ballast, harmful liquids specified in Annex II, contaminated waters specified in Annex IV, and waste specified in Annex V [11] (Figure 2g). The Haydarpasa Waste Reception Facility accepts oil and petroleum wastes defined by MARPOL Annex 1 collected from vessels for recycling and disposal after dehydration (Figure 2h). The new Galata and Ataturk bridges are opened for the transit of ships twice a week in the winter months and once a week in the summer months so they are undergoing maintenance and repair work (Figure 2i) [12].



Figure 2. (a) Coast Cleaning (b) Beach Cleaner (c) Sea Surface Cleaning (d) Underwater Cleaning (e) Bottom Mud Dredging (f) Prevention of Ship-borne Marine Pollution (g) Waste Collection from Ships (h) Waste Reception Facility (i) Ataturk (Unkapani) Bridge [12].

3. Results

We analysed the number of seaside pouches and packaging pouches collected during coast and beach cleaning between 2013 and 2016 (Figures 3, 4, 5 and 6). The maximum values of seaside pouches in coast and beach cleaning and the maximum value of packaging pouches in coast cleaning were in 2015. The minimum value of seaside pouches in coast cleaning and in beach cleaning were in 2015 and 2013 respectively. The minimum of packaging pouches in coast and beach cleaning was in 2016.

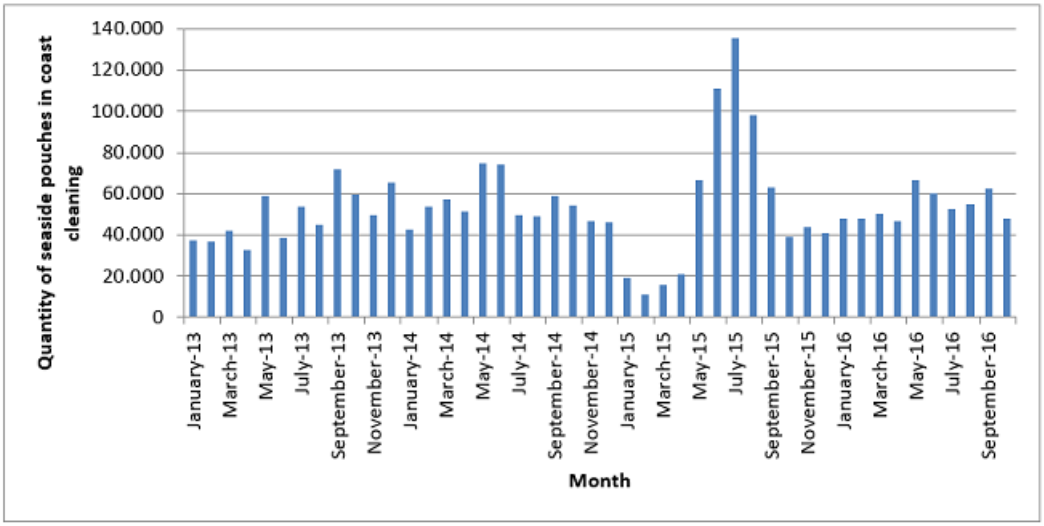


Figure 3. The number of seaside pouches in coast cleaning

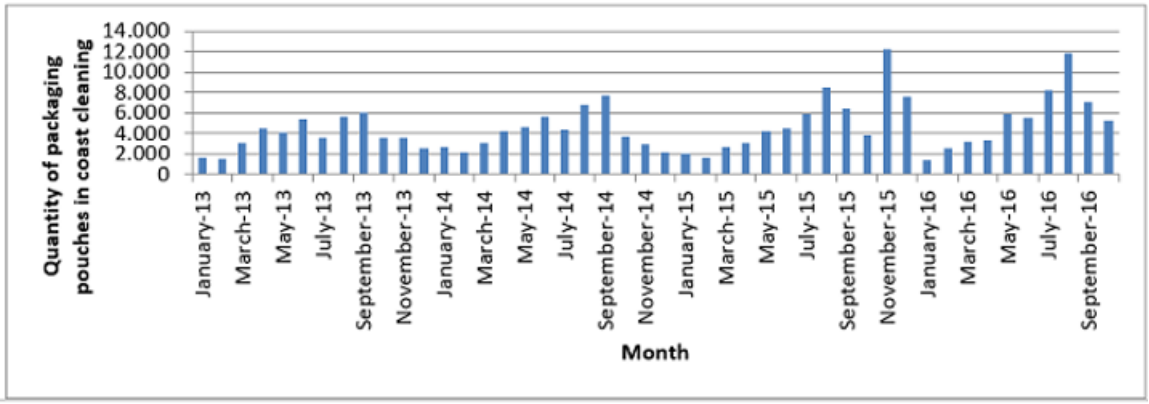


Figure 4. The number of packaging pouches in coast cleaning

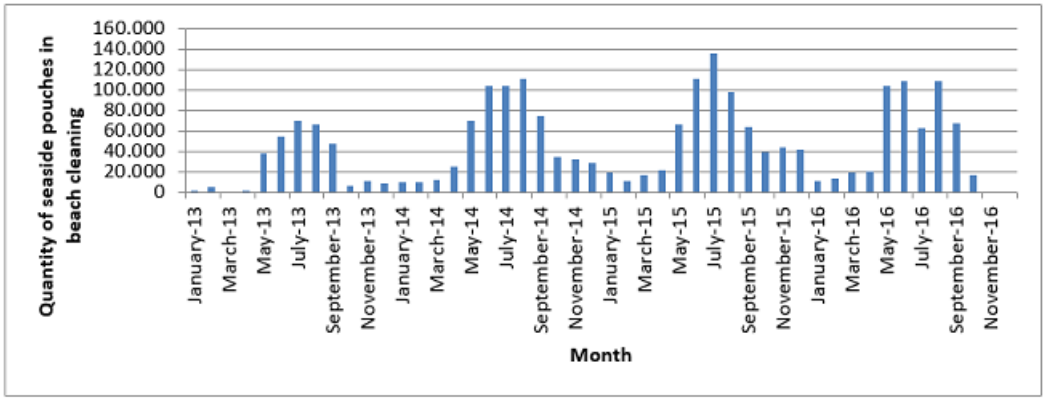


Figure 5. The number of seaside pouches in beach cleaning

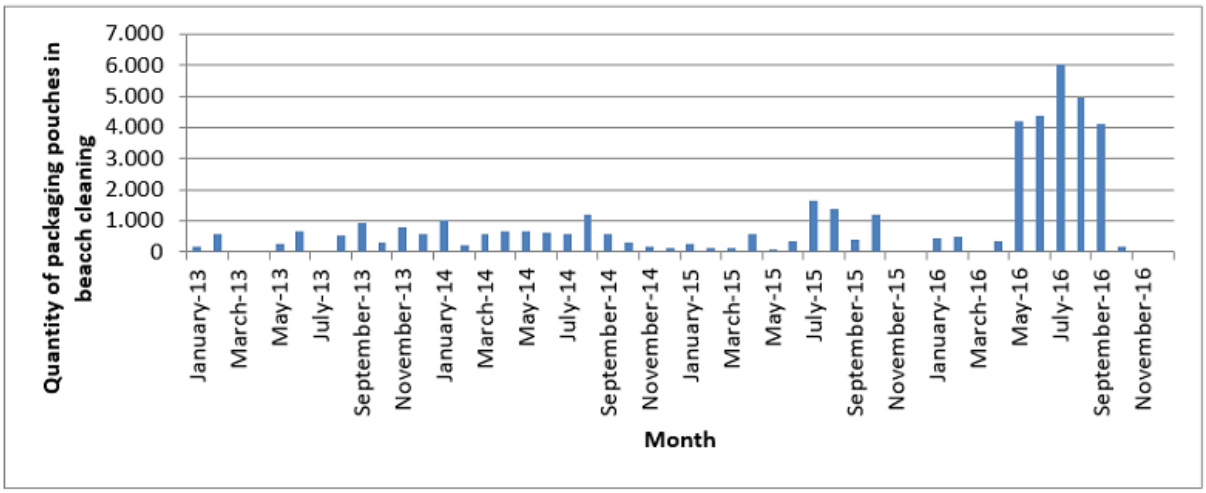


Figure 6. The number of packaging pouches in beach cleaning

We analysed quantities of seaside pouches and packaging pouches (kg) collected in coastal cleaning between 2013 and 2016 in Istanbul (Figures 7 and 8). The maximum values of seaside pouches and packaging pouches (kg) in coastal cleaning were in 2015, whereas the minimum values were in 2013.

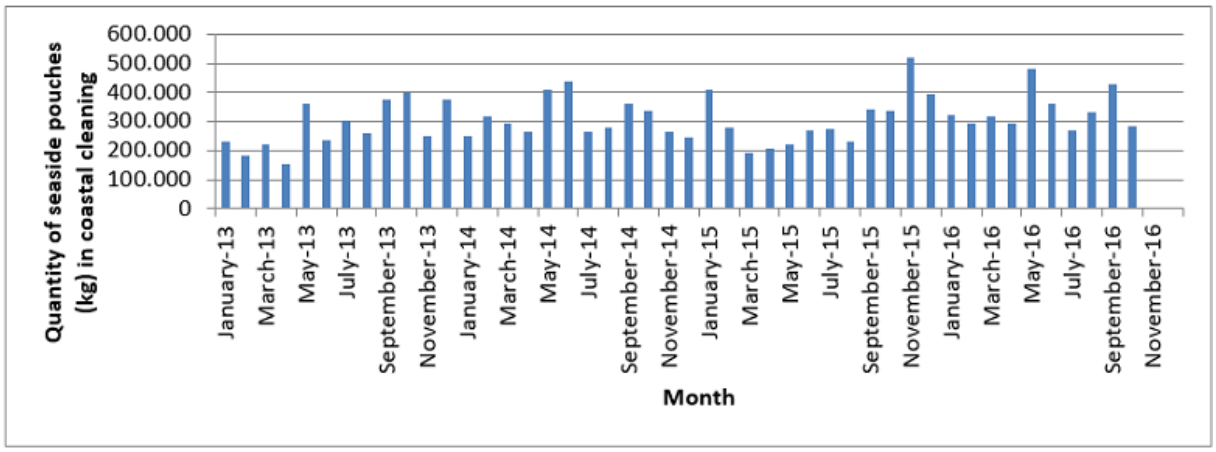


Figure 7. Quantities of seaside pouches (kg) in coastal cleaning

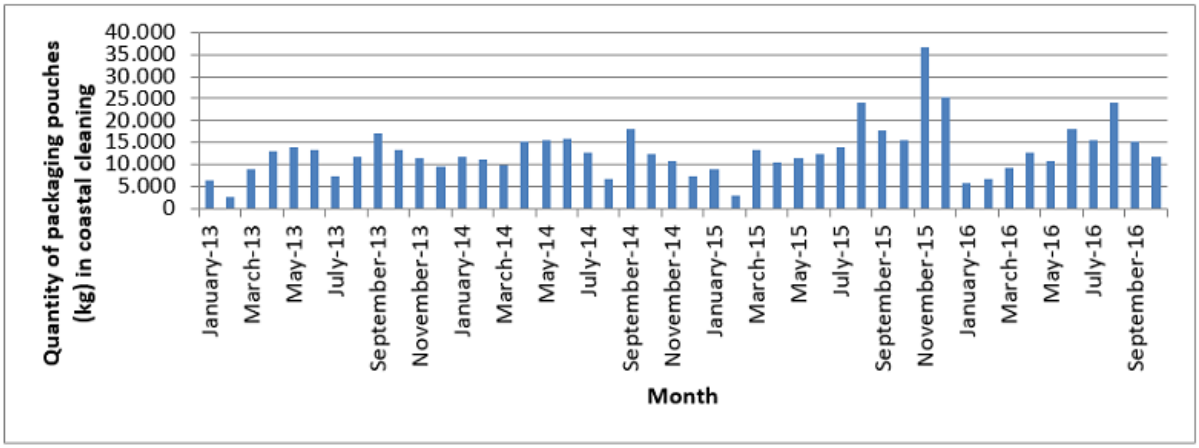


Figure 8. Quantities of packaging pouches (kg) in coastal cleaning

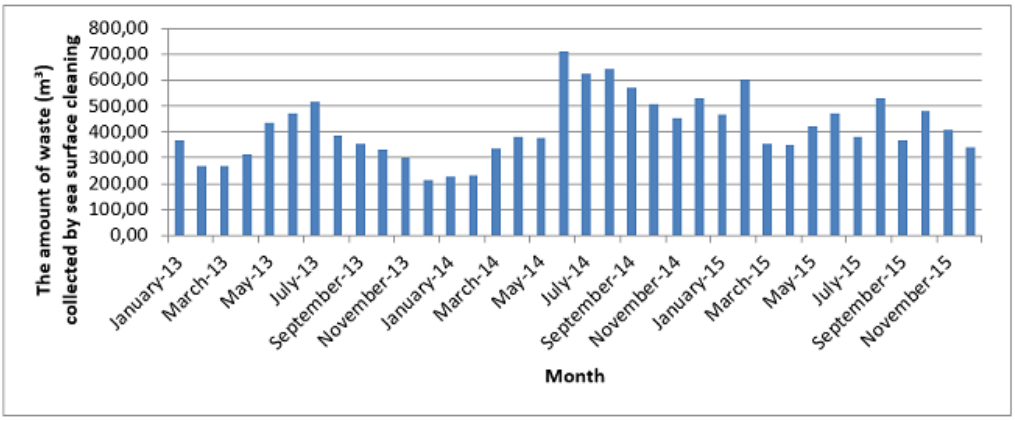


Figure 9. The amount of waste (m³) collected by sea surface cleaning

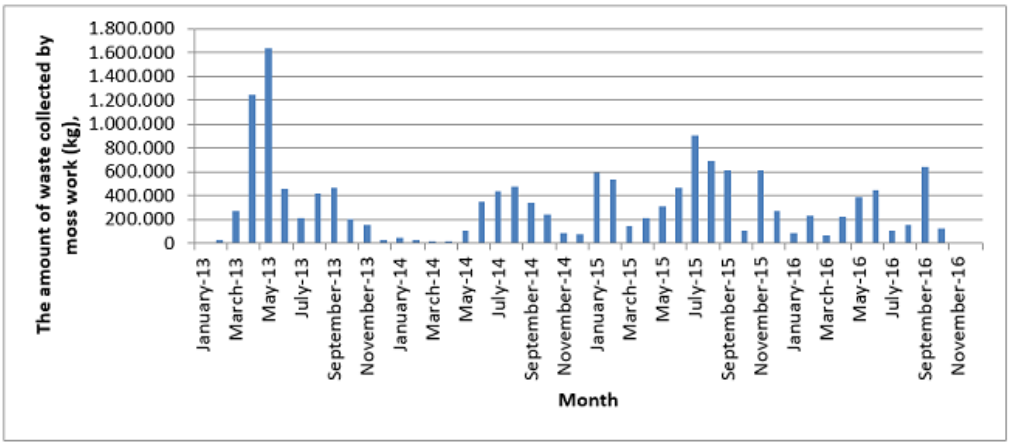


Figure 10. The amount of waste collected by moss work (kg)

We also analysed the amount of waste (m³) collected during sea surface cleaning, the amount of waste collected by moss work (kg), and the amount of sludge removed during stream rehabilitation (m³) (Figures 9, 10 and 11). The maximum and minimum values of waste (m³) collected during sea surface cleaning were in 2014 and 2013, respectively. The maximum and minimum values of waste collected by moss work (kg) were in 2013 and 2014, respectively. The maximum and minimum values of sludge removed during stream rehabilitation (m³) were in 2013 and 2015, respectively (Table 1). The values representing the Pearson correlation between Istanbul's total population and average values of parameters were 0.67 (quantity of seaside pouches in coast cleaning), 0.99 (quantity of packaging pouches in coast cleaning), 0.83 (quantity of seaside pouches in beach cleaning), 0.7 (quantity of packaging pouches kg in coast cleaning), 0.88 (quantity of seaside pouches in coastal cleaning) and 0.75 (quantity of packaging pouches in beach cleaning). The Pearson correlation coefficient between Istanbul's population and the minimum value of amount of waste collected during sea surface cleaning was 0.93, and Pearson correlation coefficient between Istanbul's population and the minimum value of waste amount collected during moss work was 0.82. Therefore, we determined the strength of the positive linear association between variables using Pearson correlation. Correlation values showed that pollution increased along with population between 2013 and 2016.

There was a negative association between pollution parameters and 10–14-year-olds who migrated to Istanbul. There was also a negative association between pollution parameters and 25–34-year-olds who migrated to Istanbul. On the other hand, there was positive association between pollution parameters and 0–9, 15–24, 35–44 and 50–90-year-olds who migrated to Istanbul.

Table 1. Statistical analysis of parameters

	Year	Max	Min	Average	Std.Dev.
Quantity of seaside pouches in coast cleaning	2013	72023	32981	49357	12625
	2014	74955	42675	54962	10316
	2015	135663	11218	55527	40596
	2016	66664	46732	53764	7071
Quantity of packaging pouches in coast cleaning	2013	5997	1467	3756	1455
	2014	7750	2110	4178	1806
	2015	12276	1702	5238	3096
	2016	11896	1350	5437	3097
Quantity of seaside pouches in beach cleaning	2013	69295	515	27807	27263
	2014	110509	9043	50942	39149
	2015	135663	11218	55527	40596
	2016	108873	10766	53004	42192
Quantity of packaging pouches (kg) in coast cleaning	2013	17067	2734	10729	3905
	2014	17992	6809	12258	3419
	2015	36624	2775	16035	8966
	2016	24012	5843	13001	5506
Quantity of seaside pouches (kg) in coastal cleaning	2013	400060	155160	279438	81560
	2014	435865	243620	309536	64159
	2015	518877	193370	305710	97573
	2016	483175	268684	338494	68222
Quantity of packaging pouches in beach cleaning	2013	945	37	442	304
	2014	1185	117	559	325
	2015	1641	89	616	576
	2016	6035	17	2505	2407
The amount of waste (m^3) collected by sea surface cleaning	2013	518	215	352	89
	2014	713	227	466	160
	2015	602	339	431	81
The amount of waste collected by moss work (kg)	2013	1639390	29000	466223	513967
	2014	475060	12800	184003	172656
	2015	905470	108550	454808	245767
The amount of sludge removed by stream rehabilitation (m^3)	2013	9921	3317	6940	1894
	2014	8400	2525	5505	1994
	2015	7603	472	3467	2339

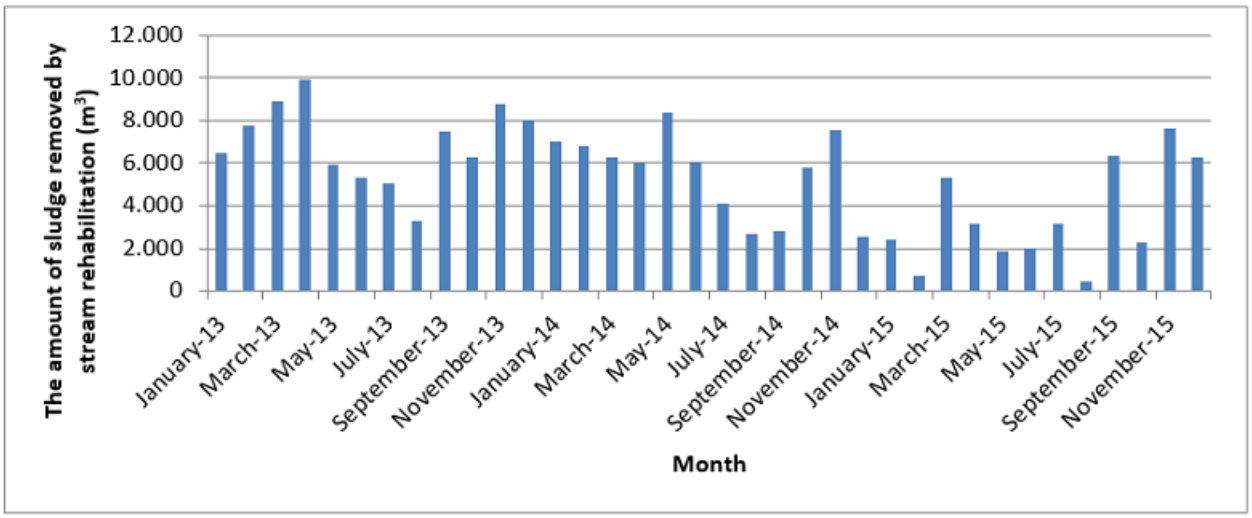


Figure 11. The amount of sludge removed by stream rehabilitation (m³)

4. Conclusions

The amounts for all parameters were high during the summer months and in September, but lower in winter. Also, the quantity of packaging pouches collected during coast cleaning in 2016 was much higher than in previous years.

The maximum values of waste (m³) collected during sea surface cleaning and moss work (kg) were in 2014 and 2013, respectively, and the maximum value of sludge removed during stream rehabilitation (m³) was in 2013. The Pearson correlation values showed a strong positive association between Istanbul's population and the average values of seaside pouches and packaging pouches collected during coast cleaning, seaside pouches collected during beach cleaning, packaging pouches collected during coast cleaning, seaside pouches collected during coastal cleaning, and packaging pouches collected during coastal cleaning. The Pearson correlation coefficient between Istanbul's population and the minimum values of waste collected by sea surface cleaning or moss work was also high. Therefore, pollution increased along with population between 2013 and 2016. There was a negative association between pollution parameters and people aged 10–14 and 25–34 who migrated to Istanbul; however, we found a positive association between pollution parameters and people aged 0–9, 15–24, 35–44 and 50–90 who migrated to Istanbul.

The findings of this work can help support efforts to improve the coasts of Istanbul and its beaches and waste management, and may benefit those responsible for waste production and management characteristics. The adverse environmental impacts of plastic bag waste, its main causes, and short- and long-term remedial policies and technical packages should be identified. Changes in consumer behaviour, such as the rational use and reuse of plastic bags, should be encouraged. To this end, people can be educated through public awareness campaigns about the production, use and disposal of plastic bags, and the surrounding effects of plastic waste. Compostable bags that perform well should also be developed, and reusable bags can be sold at easily accessible places. Additionally, plastic shopping bags are currently free, but a fee could be added to promote more responsible use.

Acknowledgements

The Study data was supported by Directorate of Marine Services in Istanbul Metropolitan Municipality.

References

[1] Scott, G., "Plastics packaging and coastal pollution." International Journal of Environmental Studies 3(1-4): 35-36, (1972).
[2] Ariza, E., José, A. J., and Rafael, S., "Seasonal evolution of beach waste and litter during the bathing season on the Catalan coast." Waste management 28(12): 2604-2613, (2008).
[3] Bahri, G., "Sustainable Management of Plastic Bag Waste. The Case of Nairobi, Kenya" MSc. Thesis, Science in Environmental Management and Policy Lund, Sweden, 2 (2005).
[4] Khairi, H. M., "Study on Bonding and Chemical Properties of Coastal Plastics Waste", Bachelor Thesis, Malaysia Pahang University Faculty of Chemical Engineering & Natural Resources, Malaysia, 2 (2012).
[5] Maziku, J., "Improving Solid Waste Management in the Dar Es Salaam Coastal Belt, Tanzania", Bachelor Thesis, Novia University Natural Resources Department Integrated Coastal Zone Management Programme, Tanzania, i (2014).
[6] Golik, A., and Yaron, G., "Solid waste on the Israeli coast composition, source and management", Proceedings of the second international conference on marine debris, 2(7), 369-378, (1989).
[7] Oosterhuis, F., Elissaios, P., and Benjamin, B., "Economic instruments and marine litter control", Ocean & coastal management, 102: 47-54, (2014).
[8] Liu, T.K., Wang, M.W., and Chen, P., "Influence of waste management policy on the characteristics of beach litter in Kaohsiung, Taiwan", Marine pollution bulletin, 72(1): 99-106, (2013).
[9] http://www.worldatlas.com/aatlas/infopage/seaofmarmara.htm , (2017).
[10] Ministry of Environment and Urbanism for the Delegation of Authority, Circular Letter No. 2011/9 (2011).
[11] The International Convention for the Prevention of Pollution from Ships, Marpol 73/78, clause (i) of Article 7 of the Metropolitan Municipal Law No.5216 and the Regulation on Reception of Wastes from Ships and Waste Control (1973).
[12] http://www.ibb.gov.tr/en-US/Organization/birimler/denizhizmetlerimd/Pages/AnaSayfa.aspx#.WHzKEvCLTct , *(2017).*

HANDLING FORECAST OF EASTERN BLACK SEA REGION
DOĞU KARADENİZ BÖLGESİ YÜK TAHMİNİ

Alp Küçükosmanoğlu[a], Anıl Güzel[b]
[a]Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi, Burdur, Türkiye, alpkosmo@gmail.com
[b]Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi, Burdur, Türkiye, guzel.anil@gmail.com

Özet

Küreselleşen ve serbestleşen dünya ekonomisinde, üretim ve tüketim kalıpları değişmekte ve bir ürün aynı anda birden fazla ülkede üretilmekte, üretildiği yerden de tüm dünyaya ulaştırılmaktadır. Üretim için gerekli olan hammadde, ara ürün ve fosil yakıtlar yoğun olarak denizyoluyla taşınmaktadır. Aynı şekilde üretilen nihai mallar da bir ülkeden diğerine veya ülke içinde de mümkün olduğunca denizyoluyla taşınmaktadır. Ülkemizde de dış ticaretin % 90'ı deniz yoluyla gerçekleştirilmektedir. Çalışmada; Artvin, Giresun, Ordu, Rize, Trabzon illerini içerisine alan Doğu Karadeniz Bölgesi'nin 2004-2015 yılları arasındaki yük elleçleme verileri kullanılarak, doğrusal ve ortalama artış oranları ile yük tahminlerinde bulunulmuştur. Bölge limanlarının ileri dönemdeki teorik kapasiteleri göz önünde bulundurularak limanların gelecekteki yük tahminleri karşısında ilave yatırım ihtiyaçları değerlendirilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Yük tahmini, Doğu Karadeniz Bölgesi, Doğrusal regresyon

Abstract

Production and consumption patterns are changing in a globalized and liberalized world economy. At the same time a product is produced in more than one country and it is being delivered from the production place to the whole world. Raw materials, intermediate products and fossil fuels required for production are intensively transported by sea. Similarly, sea transportation is preferred for the produced final goods transported from one country to another. In our country, 90% of foreign trade is performed by sea. In this study; Linear regression and average increment rate forecasts were made by using the handling data of the Eastern Black Sea Region which including Artvin, Giresun, Ordu, Rize and Trabzon provinces between 2004 and 2015 years. Considering the future theoretical capacities of ports in the region, additional investment requirements were evaluated considering future handling forecasts.

Keywords: Handling forecast, Eastern Black Sea Region, Lineer regression

1. Giriş

Denizyolu taşımacılığı; başta sanayi hammaddesi ve nihai ürünü olmak üzere, büyük miktarlardaki veya farklı niteliklerdeki yüklerin, tek seferde bir yerden başka bir yere taşınmasına olanak sağlamaktadır. Deniz taşımacılığı, diğer taşıma yöntemlerinin yanında, nispeten daha güvenli ve daha az mal zayiatı riskine sahiptir. Karayolu, havayolu ve demiryolu taşımacılığına kıyasla aynı mesafeye göre tükettiği enerjinin en az olması, diğer kayıpların hemen hemen hiç olmaması, hava yoluna göre 14, karayoluna göre 7, demiryoluna göre 3.5 kat daha ucuz olması nedeniyle denizyolu taşımacılığı dünyada en çok tercih edilen ulaşım şeklidir [1]. Deniz taşımacılığı piyasası, ülkelerin iç ve dış ticaret hacimlerinin artış ve azalışlarına veya dünyadaki hammadde ve nihai ürünlerin arz ve talep dengelerine paralel olarak hareket eden bir sektör olup sürekli olarak toplam ticaret hacmi içerisinde yükselen bir trend göstermektedir. Dünya ticaretinin ithal ve ihraç yüklerinin % 75'i deniz yoluyla taşınmakta olup dünyada, denizyoluyla gerçekleştirilen uluslararası ticaret hacmi, süratle artmaktadır.

2000-2008 yılları arasında dünyada denizyolu ile ithalat rakamları yıllık %4,4 oranında artış gösterirken 2014-2015 yıllarında bu gelişim % 2'lere gerilemiştir. Özellikle nüfusun yaşlı olduğu Avrupa, Japonya gibi ülkelerde bu gelişim oranı % 1'lere kadar düşmüştür. Türkiye, Hindistan, Meksika, Afrika ülkeleri, Endonezya gibi hızlı büyüyen ülkelerde bu gelişimin 2030'lu yıllara kadar % 3 seviyelerinde devam edeceği, dünya ortalamasının ise %2.9'larda olacağı tahmin edilmektedir [2].

Türkiye limanları içerisinde meydana gelen yük ve yolcu taşımalarında (kabotaj taşımacılığı), elleçlenen toplam yükte 2004 – 2011 yılları arasında yükseliş gözlenmiş, kabotaj hatlarında gerçekleşen taşımacılık faaliyetlerinin, dünyada gözlenen krizden fazla etkilenmediği sadece düşük oranda bir kayıp yaşadığı anlaşılmıştır. 2011 yılında 2004 yılına göre %49 büyüyen kabotajdaki yük elleçlemelerimiz bu dönemde ortalama yıllık %6 büyüme kaydetmiştir [2] (Çizelge 1).

Çizelge 1. Son Dönemde, Türkiye Limanlarında Kargo Türlerine Göre Elleçlenen Yük Miktarı[3]

KARGO TİPİ	2011	2012	2013	2014	2015
Katı Dökme Yük	107 167 803	107 119 426	103 655 819	108 744 680	110 701 538
Genel Kargo	46 507 986	60 168 663	66 093 252	61 183 191	63 505 731
Sıvı Dökme Yük	129 992 302	132 700 887	122 560 729	116 934 088	146 554 192
Konteyner	70 381 257	79 310 916	84 656 192	88 138 346	87 025 857
Araç	9 305 395	8 036 768	7 964 766	8 120 314	8 249 377
Toplam	363 354 743	387 426 232	384 930 758	383 120 619	416 036 695

2015 yılında Türkiye'de faaliyet gösteren liman işletmeleri toplamda %8,6 artışla 416 milyon ton yük hacmine ulaşmıştır. Yük bazında en yüksek artış oranı sıvı yüklerde elde edilirken (% 25); konteynerde hem TEU bazında hem de ton bazında gerileme kaydedilmiştir (%-1,3) [2]. Limanlara gelen gemi sayıları ülkelerin deniz ticaretinin artış ve azalışına bağlı olarak değişiklik göstermektedir. Ülkemize gelen gemi sayıları 2005-2014 yılı verileri ile Çizelge 2'de verilmiştir. Türkiye denizciliği, eldeki denizcilik aktivitelerini karşılamak, aynı zamanda mevcut ve ileri tarihlerdeki arz-talep dengelerini korumak adına gemi inşası sektöründe de faaliyet göstermektedir. Ülkemiz sınırları içerisinde, 2014 yılı süresince 28 farklı sınıfta toplam 249 gemi üretilmiştir. Yine ülkemiz sınırları içerisindeki çekek yeri ve tersanelerde, 2014 yılında 1 801 gemi bakım onarım hizmeti görmüştür.

Çizelge 2. Yıllara Göre Ülkemiz Limanlarındaki Gemi Sayıları[3]

	TÜRK BAYRAKLI GEMİ SAYISI	YABANCI BAYRAKLI GEMİ SAYISI	TOPLAM GEMİ SAYISI	TB (%)	YB (%)
2005	41 480	31 801	73 281	56.60%	43.40%
2006	42 058	33 461	75 519	55.69%	44.31%
2007	43 662	35 262	78 924	55.32%	44.68%
2008	45 362	36 042	81 404	55.72%	44.28%
2009	45 813	34 631	80 444	56.95%	43.05%
2010	37 060	37 055	74 115	50.00%	50.00%
2011	37 234	37 900	75 134	49.56%	50.44%
2012	38 333	37 542	75 875	50.52%	49.48%
2013	39 835	36 295	76 130	52.32%	47.68%
2014	38 685	36 081	74 766	51.74%	48.26%

Doğu Karadeniz Bölgesi Yük Tahmini çalışmasında, üzerinde durulan alanın etkileşim içerisinde olduğu bölgede yeralan ve aynı zamanda Karadeniz sularına hizmet eden yerli ve yabancı çok sayıda liman bulunmaktadır. Burgaz, Varna, Köstence, Odessa, Ilyichevsk, Novorossiysk, Poti, Batum limanları Karadeniz'de yeralan başlıca yabancı limanlardır. Trakya yarım adasında bulunduğu halde Karadeniz sularına hizmet eden İğneada Limanı ile Amasra, Ayancık Bartın, Cide, Fatsa, Gerze, Giresun, Görele, Hopa, İğneada, İnebolu, Karadeniz, Ereğli, Karasu, Kefken, Ordu, Pazar, Rize, Samsun, Sinop, Sürmene, Tirebolu, Trabzon, Ünye, Vakfıkebir, Zonguldak limanları yöredeki başlıca limanlardır. Bölgedeki yerli ve yabancı limanların teknik özellikleri Çizelge 3'te verilmiştir [3,4]. Bu çalışmada, Karadeniz Bölgesi dahilindeki mevcut limanlar üzerinde meydana gelen elleçleme faaliyetleri dikkate alınarak, ileri tarihlere yönelik elleçlenmesi muhtemel yük miktarları tahmin edilmiştir.

Çizelge 3. Bölgedeki Yerli ve Yabancı Limanların Teknik Özellikleri

LİMANLAR	DERİNLİK (M)	TOPLAM RIHTIM/İSKELE UZUNLUĞU (M)	2015 ELLEÇLEME MİKTARI (TON/ YIL)	DEPOLAMA ALANI (M^2)
Amasra	6 .00 ~ 9 .00	240.00	40 354.00	1 000.00
Ayancık	-	-	0.00	-
Bartın	6 .00 ~ 8 .00	480.00	1 462 951.00	45 500.00
Cide	-	-	0.00	-
Fatsa	4 .00 ~ 7 .00	218.00	255 790.00	-
Gerze	-	-	0.00	-
Giresun	5 .00 ~ 8 .00	738.00	163 856.00	57 615.00
Görele	-	-	0.00	-
Hopa	4 .00 ~ 10 .00	1 341.00	885 268.00	127 000.00
İğneada	-	250.00	0.00	40 000.00
İnebolu	-	-	297 687.00	-
Karadeniz Ereğli	6 .50 ~ 20 .00	1 670.00	10 426 460.00	139 000.00
Karasu	-	780.00	0.00	-
Kefken	-	-	0.00	-
Ordu	6 .50 ~ 9 .00	269.00	20 964.00	1 000.00
Pazar	-	-	0.00	-
Rize	7 .00 ~ 12 .00	1 100.00	869 699.00	180 000.00
Samsun	8 .00 ~ 12 .00	1 756.00	9 776 562.00	845 000.00
Sinop	6 .40 ~ 12 .00	197.20	0.00	-
Sürmene	-	-	3 300.00	-
Şile	3 .40 ~ 5 .00	600.00	0.00	120 000.00
Tirebolu	2 .00 ~ 6 .00	530.00	381 717.00	-
Trabzon	2 .00 ~ 12 .00	1 525.00	3 398 805.00	253 000.00
Ünye	3 .00 ~ 7 .00	1 150.00	1 137 558.00	18 000.00
Vakfıkebir	3 .00 ~ 6 .00	270.00	25 150.00	-
Zonguldak	6 .00 ~ 7 .50	1 050.00	7 531 001.00	80 000.00
Burgaz	5.00 ~ 15.50	3 233.00	2 800 000.00	420 000.00
Varna	10.00 ~ 11.50	5 775.00	16 600 000.00	507 000.00
Köstence	8.00 ~ 19.00	29 830.00	100 000 000.00	13 000.00
Odessa	9.50 ~ 13.00	9 000.00	57 500 000.00	1 410 000.00
Ilyichevsk	7.50 ~ 14.00	6 000.00	**30 000 000.00	603 000.00
Novorossiysk	4.50 ~ 24.00	9 150.00	***83 000 000.00	959 000.00
Poti	6.10 ~ 12.50	2 900.00	***3 700 000.00	200 000.00
Batum	8.20 ~ 12.20	2 077.00	***18 300 000.00	834 000.00

** : 2013 yılı elleçleme miktarını göstermektedir, ***: 2012 yılı elleçleme miktarını göstermektedir.

2. Yöntem

Çalışmada, Karadeniz Bölgesi ve D. Karadeniz Bölgesi için ileri dönemlere yönelik yük trafiği tahmin edilmeye çalışılmıştır. Bu maksatla tahminlerde, iki ya da daha çok değişken arasındaki ilişkiyi tanımlamak için doğrusal regresyon analizi kullanılmıştır. Bu kapsamda Karadeniz Bölgesi için 1999-2015, D.Karadeniz Bölgesi için 2004-2015 yılları arası elleçlenen yük miktarları gözlem kümesi olarak kullanılmış ve bu gözlem verileri düz bir doğruya uydurulmuştur. Düz doğrunun matematiksel ifadesi:

$$y = a_0 + a_1 x + e \qquad (1)$$

şeklindedir. Burada a_0 doğrunun ordinat eksenini kesme noktasını, a_1 doğrunun eğimini, e ise gerçek değerler ile kurulan model değerleri arasındaki farkı göstermektedir. n elemanlı biz gözlem kümesi için eğim;

$$a_1 = \frac{n\sum x_i y_{i-} \sum x_i y_i}{n\sum x_i^2 - (\sum x_i)^2} \quad (2) \qquad na_0 + \left(\sum x_i^2\right)a_1 = \sum y_i \quad (3)$$

olarak belirlenecektir. İki nolu denklem üç nolu denklem ile eşzamanlı olarak çözüldüğünde a_0 için dört nolu denklem elde edilmektedir.

$$a_0 = \bar{y} - a_1\bar{x} \qquad (4)$$

Burada gerçek y ile doğrusal model ile hesaplanan y arasındaki farkların karelerinin toplamı S_r (Denklem 5) ve bağımlı değişkenin ortalama değeri etrafındaki karelerin tüm toplamını olan S_t kullanılarak korelasyon katsayısı r^2(Denklem 6) elde edilir.

$$S_r = \sum_{i=1}^{n} e_i^2 = \sum_{i=1}^{n}(y_i - a_0 - a_1 x_i)^2 \quad (5) \qquad r^2 = \frac{S_t S_r}{S_t} \quad (6)$$

‘‘Doğu Karadeniz Yük Tahmini’’ çalışmasında öncelikle Türkiye Limanları’na ve Karadeniz Bölgesi Limanları’na ait 1999-2015 yılları arası deniz ticareti verileri kullanılarak doğrusal regresyon analizi ve ortalama artış oranları ile 2040 yılına dek elleçlenmesi muhtemel yük miktarları tahmin edilmiştir. Yapılan regresyon analizinde, kullanılan değişkenler arasındaki ilişkinin belirleme katsayısı (R^2); ülke limanları için 0.9581, karadeniz limanları için 0.9273 olarak elde edilmiştir. Türkiye ve Karadeniz Limanları’nda elleçlenen yükün, 1999-2015 yılları arasındaki hesaplanan artış oranı ortalamasının, sonrasında da sabit kalması öngörüsüyle yapılan tahminlerde; Türkiye Limanları’nda, 1999-2015 yılları arasında elleçlenen yükün değişim oranı ortalaması +%5,97, Karadeniz Limanları’nda 1999-2015 yılları arasında elleçlenen yükün değişim oranı ortalaması +%6,82 hesaplanmıştır.

Çizelge 4. Türkiye ve Karadeniz Bölgesi Limanları Mevcut Yük Trafiği (*:[4] ,**:[5])

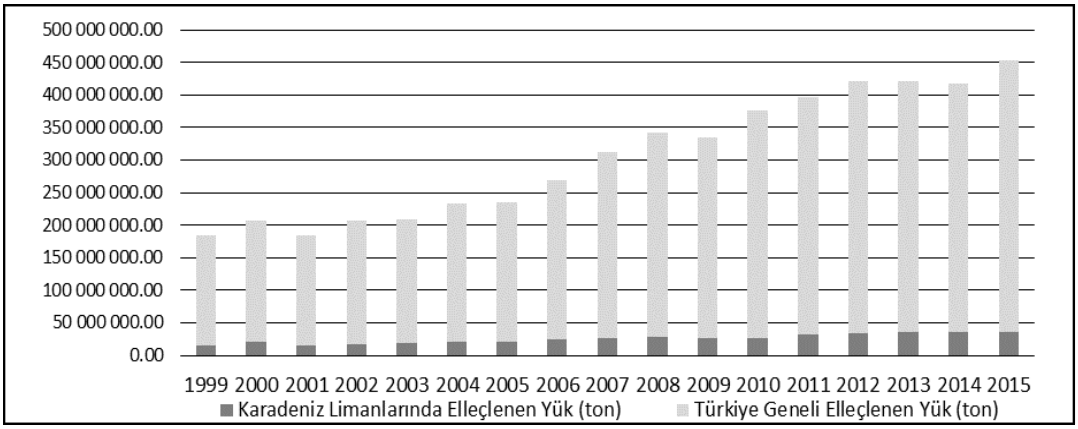
Yıl	**Türkiye Geneli Elleçlenen Yük (ton)**	**Karadeniz Limanlarında Elleçlenen Yük (ton)**	**Oran (%)**
*1999	170 423 918.00	14 653 245.00	8.60
*2000	186 033 351.00	21 101 128.00	11.30
*2001	168 419 500.00	15 695 258.00	9.30
*2002	190 152 723.00	17 459 764.00	9.20
*2003	189 906 753.00	18 955 283.00	10.00
*2004	211 535 099.00	21 211 922.00	10.00
*2005	214 353 527.00	21 746 409.00	10.10
*2006	244 466 347.00	25 366 712.00	10.40
*2007	286 274 648.00	26 661 854.00	9.30
*2008	314 603 062.00	27 692 936.00	8.80
**2009	309 436 705.98	25 849 754.00	8.35
**2010	348 635 867.00	27 151 124.00	7.79
**2011	363 346 723.00	32 886 956.00	9.05
**2012	387 426 232.00	34 674 602.00	8.95
**2013	384 930 758.00	36 297 076.00	9.43
**2014	383 120 619.00	35 129 635.00	9.17
**2015	416 036 695.00	36 677 122.00	8.82

Çalışmanın ikinci bölümünde ise Doğu Karadeniz Bölgesi özelinde (Ünye Limanı, Fatsa Limanı, Ordu Limanı, Giresun Limanı, Görele Limanı, Tirebolu Limanı, Vakfıkebir Limanı, Trabzon Limanı, Sürmene Limanı, Rize Limanı, Pazar Limanı ve Hopa Limanı), 2004-1999 yıllarına ait deniz ticareti verileri kullanılarak yapılan çalışmalar yinelenmiş, doğrusal regresyon analizinde R^2 değeri; D. Karadeniz Bölgesi için 0.6162, Türkiye Limanları için 0.9498 olarak belirlenmiştir. Türkiye ve Doğu Karadeniz Limanları’nda elleçlenen yükün, 2004-2015 yılları arasındaki hesaplanan artış oranı ortalamasının, sonrasında da sabit

kalması öngörüsüyle yapılan tahminlerde Türkiye limanları için +5,74%, D. Karadeniz bölgesi limanları için +5,90% değişim oranları göz önüne alınmıştır.

3. Yük Tahminleri

8 333 km kıyı uzunluğuna sahip ülkemiz coğrafi olarak yedi bölgeye ayrılmakla birlikte 4 coğrafi bölgemizin denize kıyısı bulunmaktadır. Kıyı şeridinin, yaklaşık 1 685 km'si Karadeniz, 930 km'si Marmara, 2 800 km'si Ege Denizi ve 1 670 km'si Akdeniz'de bulunmaktadır[2]. Doğu Karadeniz Bölgesi Yük Tahmini çalışmasında, ilk olarak tüm Karadeniz Bölgesi kıyıları üzerinde durulmuş, bu kıyılardaki 1999-2015 yılları arasındaki yük trafiğinin Türkiye Limanları düzeyindeki payı hesaplanmıştır (Çizelge 4).



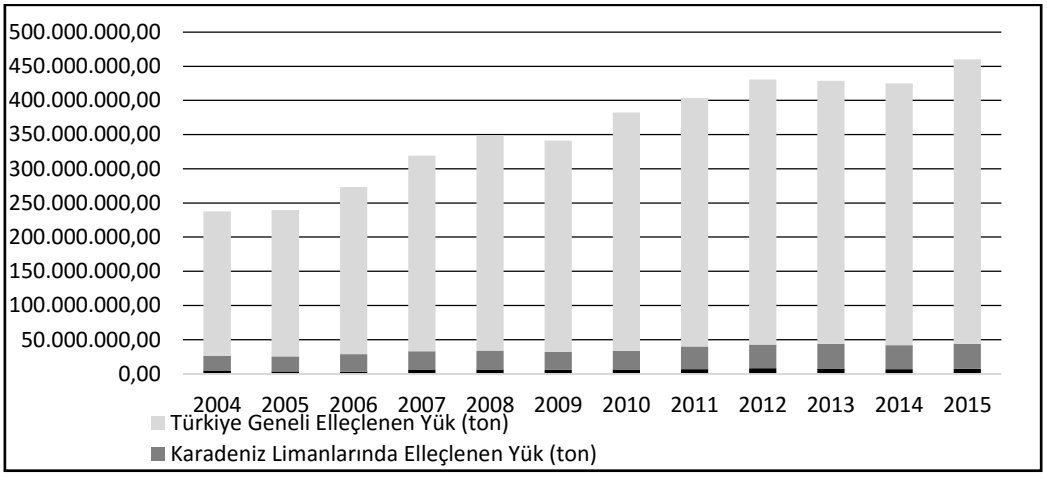
Şekil 1. Karadeniz Limanlarında Elleçlenen Yükün Türkiye Limanlarında Elleçlenen Toplam Yüke Oranı

Yöredeki kıyı yapıları incelenmiş ve inceleme sonucunda, bölgenin idari yapısı ve deniz ticareti verileri ile faal durumdaki Yük Limanları ve bu limanlara ait teknik özellikler ve elleçleme miktarları Çizelge 3 ve Çizelge 4'te sunulmuştur. Ayrıca Karadeniz Bölges Limanları'nda elleçlenen toplam yük miktarının ülke limanlarında elleçlenen yük miktarı üzerindeki payı Şekil 1'de verilmiştir.

İkincil olarak çalışma alanı olan Doğu Karadeniz Bölgesi ve burada gözlenen yük trafiği üzerinde yoğunlaşılmış, çalışma alanı Ünye Limanı, Fatsa Limanı, Ordu Limanı, Giresun Limanı, Görele Limanı, Tirebolu Limanı, Vakfıkebir Limanı, Trabzon Limanı, Sürmene Limanı, Rize Limanı, Pazar Limanı ve Hopa Limanı ile sınırlandırılmıştır. Çalışma alanının Doğu Karadeniz Bölgesi ile sınırlı tutulduğu durum için bölgedeki 2004-2015 yılları arasındaki deniz ticareti verileri Çizelge 5'te sunulmuştur.

Çizelge 5. Türkiye, Karadeniz ve Doğu Karadeniz Bölgesi Limanları Mevcut Yük Trafiği

Yıl	Türkiye Geneli Elleçlenen Yük (ton)	Karadeniz Limanlarında Elleçlenen Yük (ton)	D. Karadeniz Bölgesi Yakın Çevresinde Elleçlenen Yük (ton)	Oran (%)
2004	211.535.099,00	21.211.922,00	5.113.616,12	2,42%
2005	214.353.527,00	21.746.409,00	3.609.226,99	1,68%
2006	244.466.347,00	25.366.712,00	3.301.339,92	1,35%
2007	286.274.648,00	26.661.854,00	6.218.740,54	2,17%
2008	314.603.062,00	27.692.936,00	6.455.423,01	2,05%
2009	309.436.705,98	25.849.754,00	6.078.317,00	1,96%
2010	348.635.867,00	27.151.124,00	6.534.124,00	1,87%
2011	363.346.723,00	32.886.956,00	7.051.976,00	1,94%
2012	387.426.232,00	34.674.602,00	8.259.698,00	2,13%
2013	384.930.758,00	36.297.076,00	7.582.586,00	1,97%
2014	383.120.619,00	35.129.635,00	6.753.132,00	1,76%
2015	416.036.695,00	36.677.122,00	7.142.107,00	1,72%



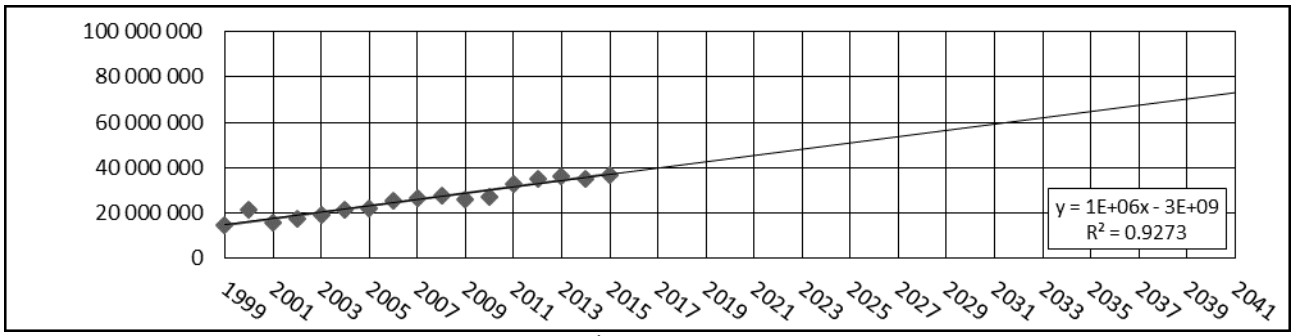
Şekil 2. Doğu Karadeniz Limanlarında Elleçlenen Yükün, Karadeniz ve Türkiye Limanlarında Elleçlenen Toplam Yüke Oranı

3.1. Karadeniz Bölgesi İçin Yük Tahmini

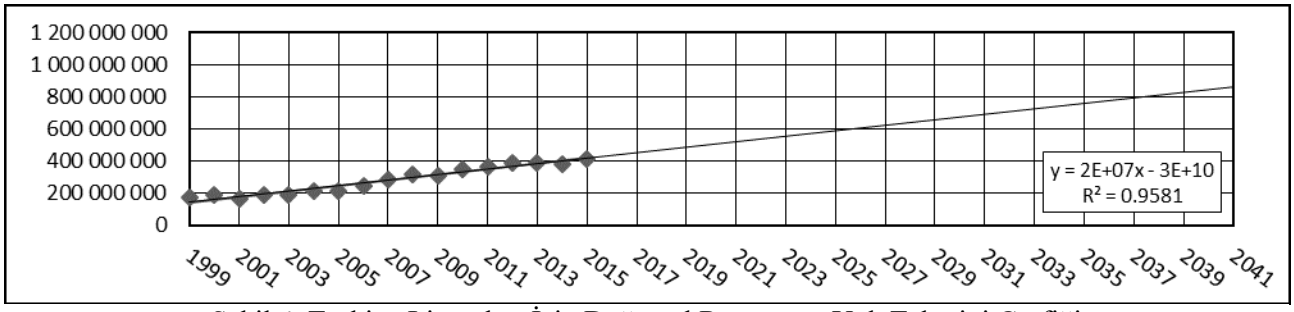
Karadeniz bölgesi limanları geneli itibariyle kömür ve maden cevheri elleçlemektedir. Çalışmanın bu bölümünde ülke ve karadeniz limanlarında elleçlenebilecek yük tahminlerinde bulunulmuştur. Türkiye limanlarına ait, 1999-2015 yılları arası elleçlenen yük verileri kullanılarak 2040 yılına dek yapılan lineer yük tahminleri ve regresyon grafikleri Çizelge 6, Şekil 3 ve Şekil 4'te verilmiştir.

Çizelge 6. Türkiye ve Karadeniz Bölgesi Limanları Doğrusal Regresyon İle Yük Tahmini

Yıl	Türkiye Genelinde Elleçlenecek Yük (ton)	Karadeniz Limanlarında Elleçlenecek Yük (ton)
2015	416 036 695	36 677 122
2020	503 425 332	43 938 838
2025	589 152 212	50 901 496
2030	674 879 093	57 864 154
2035	760 605 973	64 826 812
2040	846 332 854	71 789 470



Şekil 3. Karadeniz Bölgesi Limanları İçin Doğrusal Regresyon Yük Tahmini Grafiği



Şekil 4. Türkiye Limanları İçin Doğrusal Regresyon Yük Tahmini Grafiği

Karadeniz Bölgesi Limanları'nda 1999-2015 yılları arasındaki mevcut deniz ticareti verileri kullanılarak, 2040 yılına dek elleçlenmesi muhtemel yük miktarları tahmin edilmeye çalışılmıştır. Çalışmada, 2040 yılında ülke limanlarında 846 332 854 ton, Karadeniz Bölgesi Limanları'nda ise 71 789 470 ton yük elleçleneceği öngörülmüştür. Yapılan regresyon analizinde, kullanılan değişkenler arasındaki ilişkinin belirleme katsayısı (R^2); ülke limanları için 0.9581, karadeniz limanları için 0.9273 olarak elde edilmiştir.

Ayrıca Türkiye ve Karadeniz Limanları'nda elleçlenen yıllık deniz ticareti verileri kullanılarak yıllık yük artış oranı hesaplanmıştır. 1999-2015 yılları arası elleçlenen yük miktarları ve artış oranları Çizelge 7'de verilmiştir. Hesaplanan artış oranları kullanılarak, 2040 yılında elleçlenebilecek yük miktarı öngörülmüştür.

Çizelge 7. Türkiye ve Karadeniz Bölgesi Limanları İçin Yük Değişim Oranı

Yıl	Türkiye Geneli Elleçlenen Yük	Türkiye Limanlarında Elleçlenen Yükün Değişim Oranı	Karadeniz Limanlarında Elleçlenen Yük	Karadeniz Limanlarında Elleçlenen Yükün Değişim Oranı
1999	170 423 918	-	14 653 245	-
2000	186 033 351	9.159%	21 101 128	44.003%
2001	168 419 500	-9.468%	15 695 258	-25.619%
2002	190 152 723	12.904%	17 459 764	11.242%
2003	189 906 753	-0.129%	18 955 283	8.566%
2004	211 535 099	11.389%	21 211 922	11.905%
2005	214 353 527	1.332%	21 746 409	2.520%
2006	244 466 347	14.048%	25 366 712	16.648%
2007	286 274 648	17.102%	26 661 854	5.106%
2008	314 603 062	9.896%	27 692 936	3.867%
2009	309 436 706	-1.642%	25 849 754	-6.656%
2010	348 635 867	12.668%	27 151 124	5.034%
2011	363 346 723	4.220%	32 886 956	21.126%
2012	387 426 232	6.627%	34 674 602	5.436%
2013	384 930 758	-0.644%	36 297 076	4.679%
2014	383 120 619	-0.470%	35 129 635	-3.216%
2015	416 036 695	8.592%	36 677 122	4.405%
	Ortalama:	5,974%	Ortalama:	6,815%

Türkiye Limanları'nda, 1999-2015 yılları arasında elleçlenen yükün değişim oranı ortalaması +%5,97, Karadeniz Limanları'nda 1999-2015 yılları arasında elleçlenen yükün değişim oranı ortalaması +%6,82'dir. Türkiye ve Karadeniz Limanları'nda elleçlenen yükün, 1999-2015 yılları arasındaki hesaplanan artış oranının, sonrasında da sabit kalması öngörüsüyle tahminler yapılmıştır. Yapılan tahminler Çizelge 8'de verilmiştir.

Çizelge 8. Türkiye ve Karadeniz Bölgesi Limanları İçin Sabit Değişim Oranına Göre Yük Tahmini

Yıl	Türkiye Genelinde Elleçlenecek Yük (ton)	Karadeniz Limanlarında Elleçlenecek Yük (ton)
2015	416 036 695	36 677 122
2020	549 956 283	48 851 179
2025	726 983 742	65 066 111
2030	960 995 223	86 663 186
2035	1 270 333 523	115 428 872
2040	1 343 250 668	153 742 611

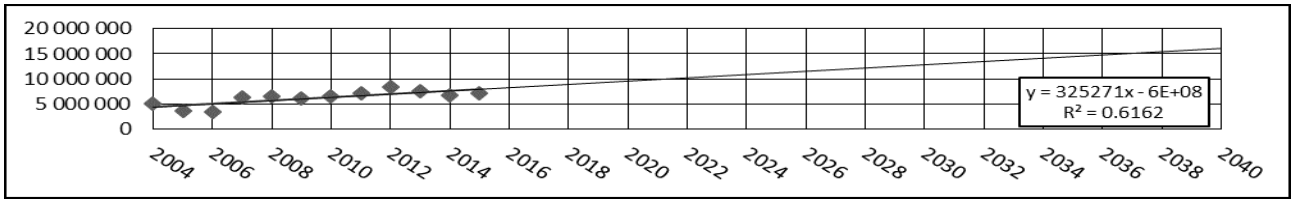
Yapılan tahminde 2030 yılı için Karadeniz Limanları'nda elleçlenecek yük 86.663.186 ton, 2040 yılı için Karadeniz Limanları'nda elleçlenecek yük 153 742 611 ton olarak hesaplanmıştır.

3.2. Doğu Karadeniz Bölgesi Yük Tahmini

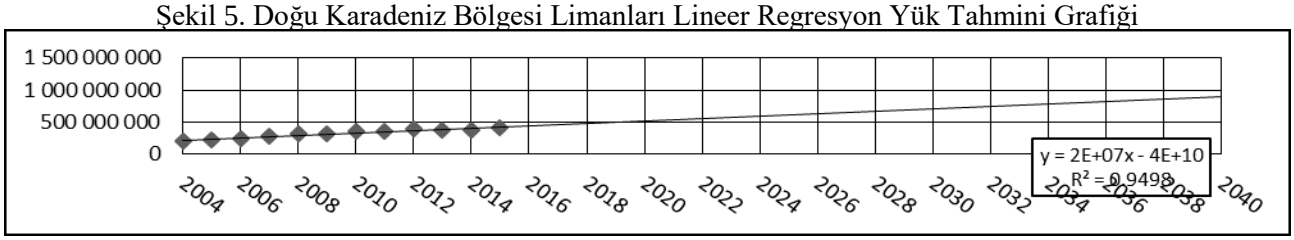
Doğu Karadeniz Bölgesi'nin sahip olduğu konum neticesiyle etkileşim içerisinde olacağı alanın ve hitap edeceği hinterlandın, buraya kadar dikkate alınan alandan çok daha kısıtlı olduğu öngörüsü ile yeniden regresyon analizi yapıldığı ve yük tahminlerinde bulunulduğu durumda, yük tahminlerinde kullanılacak mevcut yük trafiği, Ünye Limanı, Fatsa Limanı, Ordu Limanı, Giresun Limanı, Görele Limanı, Tirebolu Limanı, Vakfıkebir Limanı, Trabzon Limanı, Sürmene Limanı, Rize Limanı, Pazar Limanı ve Hopa Limanı ile sınırlandırılmıştır. Doğu Karadeniz Bölgesi kıyılarındaki 1999-2015 yılları arasındaki yük trafiği Çizelge 9'da ve Doğu Karadeniz Bölgesi yakın çevresine hizmet eden yerli limanların elleçleme miktarlarının, Türkiye geneli ve Karadeniz limanları dahilindeki elleçlenen yüke oranları ise Şekil 2'de verilmiştir. D. Karadeniz Bölgesi İçşn 2004-2015 yılları arası elleçlenen yük verileri kullanılarak yapılan lineer yük tahmin sonuçları ve tahminlerine yönelik regresyon grafikleri Çizelge 9, Şekil 5 ve Şekil 6'de verilmiştir.

Çizelge 9. Türkiye ve Doğu Karadeniz Bölgesi Limanları Lineer Regresyon Yük Tahmini

Yıl	Türkiye Geneli Elleçlenen Yük (ton)	D. Karadeniz Endüstriyel Gelişme Böl. Yakın Çevresinde Elleçlenen Yük (ton)
2015	416 036 695	7 142 107
2020	521 839 149	9 590 370
2025	616 994 049	11 216 725
2030	712 148 950	12 843 080
2035	807 303 851	14 469 436
2040	902 458 752	16 095 791



Şekil 5. Doğu Karadeniz Bölgesi Limanları Lineer Regresyon Yük Tahmini Grafiği



Şekil 6. Türkiye Limanları Lineer Regresyon Yük Tahmini Grafiği

Tahminler Doğu Karadeniz Bölgesi etkileşim alanında bulunan limanlar için yükün doğrusal olarak artacağıyaklaşımlarıyla yapılmış ve 2040 yılı yükü doğrusal yaklaşımla 16 095 791 ton olarak öngörülmüştür.

Çizelge 10. Türkiye ve Doğu Karadeniz Bölgesi Limanları Yük Artış Oranı

Yıl	Türkiye Geneli Elleçlenen Yük (ton)	Türkiye Limanlarında Elleçlenen Yükün Artış Oranı	Proje Bölgesi Limanlarında Elleçlenen Yük (ton)	Proje Bölgesi Limanlarında Elleçlenen Yükün Artış Oranı
2004	211.535.099	-	5.113.616	-
2005	214.353.527	1,332%	3.609.227	-29,419%
2006	244.466.347	14,048%	3.301.340	-8,531%
2007	286.274.648	17,102%	6.218.741	88,370%
2008	314.603.062	9,896%	6.455.423	3,806%
2009	309.436.706	-1,642%	6.078.317	-5,842%
2010	348.635.867	12,668%	6.534.124	7,499%
2011	363.346.723	4,220%	7.051.976	7,925%
2012	387.426.232	6,627%	8.259.698	17,126%
2013	384.930.758	-0,644%	7.582.586	-8,198%
2014	383.120.619	-0,470%	6.753.132	-10,939%
2015	416.036.695	8,592%	7.142.107	5,760%

Türkiye Limanları'nda, 2004-2015 yılları arasında elleçlenen yüklerin (Çizelge 10), artış oranı ortalaması %6,52, D. Karadeniz Bölgesi Limanları'nda 2004-2015 yılları arasında elleçlenen yükün artış oranı ortalaması %6,14'tür. Tahminlerde kullanılacak Türkiye ve Karadeniz Limanları'nda elleçlenen yükün, 2004-2015 yılları arasındaki değişim oranları belirlenirken, her yıl aynı değişim oranı olacağı durum için hesaplama yapıldığında Türkiye limanları için +5,74%, proje bölgesi limanları için +5,90% değişim oranları göz önüne alınmıştır. İlerleyen yıllarda da değişim oranının devam edeceği öngörüsü ile tahminler yapılmıştır. Yapılan tahminler Çizelge 11'de verilmiştir.

Çizelge 11. Türkiye ve Doğu Karadeniz Bölgesi Limanları Sabit Değişim Oranına Göre Yük Tahmini

Yıl	Türkiye Geneli Elleçlenen Yük (ton)	D. Karadeniz Böl. Yakın Çevresinde Elleçlenen Yük (ton)
2015	416.036.695	7.142.107
2020	549.956.283	9.512.752
2025	726.983.742	12.670.272
2030	960.995.223	16.875.854
2035	1.270.333.523	22.477.373
2040	1.679.245.872	29.938.177

4. Teorik Kapasitenin Tayini

Doğu karadeniz bölgesi yük tahmini çalışmasında, yabancı limanlara ait dış ticaret verileri göz önüne alınmamış yalnızca Doğu Karadeniz Bölgesi içerisinde kalan limanlardaki kabotaj hattı taşımacılığı üzerinde durulmuştur. Limanların elleçleme kapasitelerinin belirlenmesinde, rıhtım ve iskele uzunluklarının önemi göz önüne alınmıştır. Doğu Karadeniz Limanları'nın 2030 yılı elleçleme kapasitelerinin, bu limanların sahip oldukları mevcut rıhtım ve iskele uzunlukları ile orantılı olduğu öngörülmüştür. Karadeniz Bölgesi Limanları'nın rıhtım ve iskele uzunluklarının sabit kalması kabulü ile, Ulaştırma Kıyı Yapıları Master Planı'nda belirtilen Karadeniz Bölgesi Limanları'nın 2030 yılı teorik elleçleme kapasitesi, Karadeniz Bölgesi'nde yer alan limanların 2016 yılı rıhtım ve iskele uzunluklarına pay edilerek, liman başkanlıkları bazında 2030 yılı teorik elleçleme kapasitesi tahmini yapılmıştır. Doğu Karadeniz Bölgesi ile etkileşim

içerisinde olacağı öngörülen Doğu Karadeniz Limanları'nın, 2030 yılındaki teorik elleçleme kapasiteleri, liman başkanlıkları bazında ve toplam olarak Çizelge 12'de verilmiştir.

Çizelge 12. Doğu Karadeniz Limanları'nın 2030 Yılındaki Elleçleme Kapasiteleri

D. Karadeniz Limanları	Teorik Elleçleme Kapasiteleri	D. Karadeniz Limanları	Teorik Elleçleme Kapasiteleri
FATSA	1 059 139	RİZE	5 344 280
GİRESUN	3 585 526	SÜRMENE	0
GÖRELE	0	TİREBOLU	2 574 971
HOPA	6 515 163	TRABZON	7 409 115
ORDU	1 306 919	ÜNYE	5 587 201
PAZAR	0	VAKFIKEBİR	1 311 778
Toplam		**34.694.091**	

5. Sonuç

Ülkemiz deniz ticaretince hedef pazar olarak görülen ülkelerin Türkiye ile olan dış ticaret verileri değerlendirildiğinde, Türkiye'nin İran, Azerbaycan, Gürcistan, ve Türki Cumhuriyetleri ile gelişmiş ve çok çeşitli ürün temelli bir dış ticaret ilişkisi olduğu görülmektedir. Özellikle Kazakistan'daki hububatın, Türkmenistan'daki pamuk ve sıvı yükün, İran'daki kimyasal ürünler ve kıymetli metallerin küresel pazara çıkabilmesi, Doğu Karadeniz Bölgesi dahilinde düşünülebilecek ilave yatırımlarla gerçekleşebilecektir. İhracat için Rusya limanlarını kullanmak zorunda kalan Kazakistan, kış şartları nedeniyle kapalı olan limanlardan ihracat yapmakta sıkıntılar yaşamaktadır[6]. Doğu Karadeniz Bölgesi için yapılan 2030 yılı tahmininde iyimser olarak yaklaşık ~17 milyon ton yük öngörülmüştür. Çizelge 12'de verilen Doğu Karadeniz Bölgesi teorik yük kapasitesi yaklaşık ~35 milyon ton olarak belirlenmiştir. 2030 yılı teorik kapasitesi ile 2030 yılı yük tahmini arasındaki fark ~18 milyon ton olarak görülmektedir. Yapılan çalışmalar neticesinde D. Karadeniz Bölgesinde 2030 yılı kapasite fazlası durumu ~18 milyon ton olarak öngörülebilir. Mevcut yatırımların 2030 yılına kadar aynı kalması halinde muhtemel yük talebi karşılanabilecektir. Bunun yanısıra Doğu Karadeniz Bölgesi'nde 2045 yılında elleçlenmesi beklenen yük miktarı ~40 milyon ton (39 875 409 ton), 2050 yılında elleçlenmesi beklenen yük miktarı 54 milyon ton (53 111 058 ton) olarak öngörülmüştür. Bu durumda 2045 yılındaki mevcut kapasite fazlası olan ~5 milyon tonun ve daha ileri tarihlerdeki kapasite aşımlarının karşılanabilmesi için ilave yatırımlara ihtiyaç duyulması beklenmektedir. Muhtemel yük talebinin, mevcut yatırımlarla karşılanabileceği azami süre olan 2030 yılına dek bu çalışmanın yinelenmesi, 2030 yılı ve sonrasında düşünülebilecek yatırımların tutarlılığı açısından önem arzetmektedir.

Kaynaklar

[1] T.C. Ulaştırma Denizcilik ve Haberleşme Bakanlığı Deniz Ticareti Genel Müdürlüğü, Dünyada ve Türkiye'de Ekonomik Gelişmeler ve Deniz Ticaretine Yansımaları, DTGM/02, Deniz Ticareti Genel Müdürlüğü Yayınları, Ankara, 9-11, 2012.
[2] Esmer, S., Balıkesir-Çanakkale İlleri (TR22 Düzey-II Bölgesi) Bütünleşik Kıyı Alanları Planlaması, Deniz Ulaşımı, Taşımacılığı ve Lojistik Uzman Taslak Raporu, 3-10, 2017).
[3] Deniz Ticareti Genel Müdürlüğü, İstatistik Bilgi Sistemi
[4] Ulaştırma Denizcilik ve Haberleşme Bakanlığı, Ulaştırma Kıyı Yapıları Master Planı Ara Raporu (2009).
[5] Ulaştırma Denizcilik ve Haberleşme Bakanlığı, Ulaştırma Kıyı Yapıları Master Planı Sonuç Raporu (2010).
[6] Doğu Karadeniz Endüstriyel Gelişme Bölgesi Fizibilite Raporu, 20-21, 2014.

ПРЕДЕЛЬНАЯ НАГРУЗКА ЗАЩЕМЛЕННОЙ ПО КОНТУРАМ КОЛЬЦЕВОЙ ТРЕХСЛОЙНОЙ ПЛАСТИНКИ, СРЕДНИЙ СЛОЙ КОТОРОЙ АРМИРОВАН ЧЕТЫРМЬЯ СЛОЯМИ ВОЛОКОН

Джагангиров А.А.[1], Ильясов М.Х.[2]
[1]Азербайджанский Технический Университет
[2]Национальная Академия Авиации
E-маил: al-akif@mail.ru, musa.khanlaroglu@gmail.com

Аннотация

Исследуется задача определения предельной нагрузки для кольцевой трехслойной пластинки, средний слой которой армирован четырьмя системами волокон. Контура пластинки защемлены. Показано, что пластинка разбивается на пять кольцевых зон, в каждой из которых реализуется различные пластические состояния. Определены статические поля моментов, найдены уравнения для неизвестных радиусов между пластическими зонами, а также уравнения для определения опорной реакции и предельной нагрузки.

Ключевые слова: трехслойный композит, волокна, изгиб, несущая способность, защемленные контура

1. Введение

Композит - это искусственно созданный неоднородный материал, состоящий из множества слоев, армирующих волокон и наполнителей. Наполнитель придает изделию пространственную форму, волокна принимают на себя основную часть нагрузки, а слои принимают часть нагрузок и других типов воздействий. Конструкции, изготовленные из композитных материалов, широко применяются во многих отраслях народного хозяйства. В настоящее время более трети всех самолетов в мире производятся из композитных материалов. При производстве летательных аппаратов в качестве наполнителя чаще всего используется эпоксидная смола, а в качестве армирующих волокон - стекловолокно и углеродное волокно. Модуль упругости углеродного волокна 5 раз превосходит модуля упругости стали. Прочность единичной массы стеклопластика примерно 4 раза выше аналогичного для стали и 1,5 раза выше титановой смеси. В аэрокосмической технике использование композитных материалов имеют несколько существенных преимуществ перед металлами, деревом или тканью. Это легкий вес, возможность создания очень гладкой и сложно искривленной, хорошо обтекаемой, аэродинамической поверхности, отсутствие коррозии, низкий уровень усталости при долгосрочных переменных деформациях, маскировка радарных сигнатур и др. [1]. Применение композитных материалов на основе стекловолокон в Аэробус А380 привело к уменьшение веса самолета на 15 тонн по сравнению с алюминия, при сохранении или улучшению прочностных качеств. С одного $см^2$ поперечного сечения композитного пропеллера новейших вертолетов США проходит в порядке миллиона тончайших волокон. Однако эти материалы слабы проникновению влаги, агрессивных сред, а также воздействию высокой температуры. При наступлении предельного состояния конструкция неспособна сопротивляться внешним воздействиям или получает недопустимые по условиям эксплуатации повреждения и деформации. Все это делает актуальным глубокому изучению физико-механических свойств многослойных волокнистых композитных конструкций, в том числе несущей способности. В работе [2] построены гиперповерхности текучести трехслойной композитной оболочки, средний слой которой армирован волокнами, а внешние слои, защищая конструкции от негативных воздействий, одновременно и усиливают ее. В работах [3-5] исследована несущая способность трехслойной волокнистой кольцевой композитной пластинки, при различных условиях защемления по контуру. Определены статически допустимые поля изгибающих моментов и кинематические допустимые поля скоростей прогибов.

2. Постановка задачи.

Будем исследовать несущую способность кольцевой трехслойной композитной пластинки, средний слой которой армирован четырьмя слоями густо настеленных тонких волокон, расположенных на различных расстояниях от середины слоя, защемленной по контурам. Уравнение равновесия в безразмерных величинах имеет вид [3-5].

$$(rm_1)' - m_2 = -T^{ar} + Ta \qquad \left(T^{ar} = \int_a^r p(\eta)\,\eta\, d\,\eta \right), \qquad a < r < b, \tag{1}$$

где штрих показывает производную по r, m_1 и m_2 безразмерные главные изгибающие моменты в радиальном и окружном направлении, $p = p(r)$ безразмерная внешняя нагрузка, T – неизвестная погонная нагрузка на внутреннем контуре пластинки.

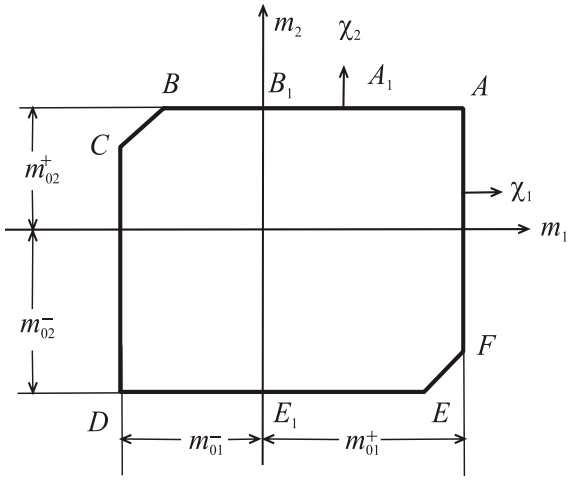


Рис. 1. Шестиугольник текучести

Уравнение (1) будет решено при следующих граничных условий вдоль заделанных краев $w = 0$, $dw/dr = 0$ или $m_1 = -m_{10}^-$ при $r = a$ и $r = b$. Здесь $w(r)$ скорость прогиба.

Уравнение (1) является обыкновенным дифференциальным уравнением с двумя неизвестными m_1 и m_2. Второе уравнение между этими величинами дается условием пластического течения, которое построено в [2] (Рис. 1). Для сторон *AB* и *AF* шестиугольника имеем следующие предельные значения положительных и отрицательных изгибающих моментов

$$m_i = m_{0i}^+ = c_0 + c_{1i}^+ s_{0i} - c_{2i} s_{0i}^2 + c_3 q_0 - c_4 q_0^2 - c_{5i} s_{0i} q_0, \tag{2}$$

для сторон *CD* и *DE*

$$m_i = -m_{0i}^- = -[c_0 + c_{1i}^- s_{0i} - c_{2i} s_{0i}^2 + c_3 q_0 - c_4 q_0^2 - c_{5i} s_{0i} q_0], \tag{3}$$

а для сторон *EF* и *BC*

$$m_2 = \alpha m_1 + \beta_1, \qquad m_2 = \alpha m_1 + \beta_2, \tag{4}$$

соответственно. Здесь приняты следующие обозначения для коэффициентов:

$$c_0 = \frac{2k}{1+k}, \qquad c_{1i}^+ = 4\left(d_i'' + \mu_i d_i' + \frac{1-\mu_i}{2}\frac{1-k}{1+k}\right), \qquad c_{2i} = \frac{2(1-\mu_i)^2}{1+k},$$

$$c_3 = 4\frac{1+vk}{1+k}, \quad c_4 = \frac{2(1-v)^2}{1+k}, \quad c_{5i} = \frac{4(1-\mu_i)(1-v)}{1+k} \quad i = 1,2$$

$$c_{1i}^- = 4\left(d_i' + \mu_i d_i'' + \frac{1-\mu_i}{2}\frac{1-k}{1+k}\right)$$

$$\alpha = \frac{(1-k)[(1-\mu_2)s_{02} + (1-\nu)q_0] + k}{(1-k)[(1-\mu 1)s_{01} + (1-\nu)q_0] + k}, \qquad i = 1, 2; \quad q_0 = \frac{Q_0}{\sigma_0 H^2},$$

$$\beta_1 = a_2 - \alpha a_1, \qquad \beta_2 = a_4 - \alpha a_3, \qquad s_{0i} = \frac{S_{0i}}{\sigma_0 H^2},$$

$$a_1 = \frac{1}{1-k^2}\left\{k(1-k) + (1+k^2)[(1-\mu_1)s_{01} + (1-\nu)q_0] - 2k[(1-\mu_2)s_{02} + (1-\nu)q_0\right\} +$$

$$+ 4(d_1'' + \mu_1 d_1')s_{01}^{+} + 2(1+\nu)q_0,$$

$$a_2 = -\frac{1}{1-k^2}\left\{k(1-k) - (1+k^2)[(1-\mu_2)s_{02} + (1-\nu)q_0] + 2k[(1-\mu_1)s_{01} + (1-\nu)q_0\right\} +$$

$$- 4(d_2' + \mu_2 d_2'')s_{02} - 2(1+\nu)q_0,$$

$$a_3 = -a_1 - 4(1-\mu_1)(d_1' - d_1'')s_{01}, \qquad a_4 = -a_2 - 4(1-\mu_2)(d_2' - d_2'')s_{02},$$

d_i' и d_i'' – безразмерные расстояния (отнесенные к толщине *H*) от срединной плоскости до верхних и нижних слоев волокон, k и ν отношения предельных нагрузок матрицы и внешних слоев при растяжении и сжатии, соответственно, s_{0i}^{+} и s_{0i}^{-} – безразмерные предельные усилия для волокон при растяжении и сжатии соответственно, q_0 безразмерный предел текучести материала внешних слоев при сжатии [2].

3. Решение задачи

Для заданного вида нагрузки *q* (она направлена вниз) и краевых условий следует, что радиальный изгибающий момент будет иметь положительное значение (растяжение нижних, сжатие верхних слоев) вплоть до области примыкающих к защемленному контурам, где он имеет отрицательное значение. В этом случае пластическое состояние пластинки определяется стороной DE шестиугольника текучести около внутренней кромки $r = a$, на которой $m_1 = -m_{10}^{-}$ и стороной BC около внешней кромки $r = b$, на которой опять $m_1 = -m_{10}^{-}$. Таким образом, решении задачи можно искать для последовательности пластических режимов $DE - EF - FA - AB - BC,$ так как в этом случае возможно определение статического поля, удовлетворяющего соответствующим условиям непрерывности и граничным условиям.

На участке $a \le r \le \rho_1$ согласно пластическому режиму DE имеем $m_2 = -m_{20}^{-}$. Подставляя это в уравнение (1), после интегрирования получаем

$$r\,m_1 = (-m_{20}^{-} + Ta)\,r - \int_a^r T^{a\xi} d\xi + C,$$

где *C* – произвольная постоянная. Определяя *C* из условия $m_1(a) = -m_{10}^{-}$, находим

$$r\,m_1 = -a m_{10}^{-} + (-m_{20}^{-} + Ta)(r-a) - \int_a^r T^{a\xi} d\xi \qquad (5)$$

Определяя $m_1(\rho_1)$ из (5) и подставляя в формулу $m_2 = \alpha m_1 + \beta_1$, в результате получим $-m_{20}^{-}$, что даст

$$m_{20}^{-}\left(\alpha - 1 - \alpha\frac{a}{\rho_1}\right) = -\frac{\alpha a}{\rho_1} m_{10}^{-} + \beta_1 + Ta\,\alpha\frac{\rho_1 - a}{\rho_1} - \frac{\alpha}{\rho_1}\int_a^{\rho_1} T^{a\xi} d\xi. \qquad (6)$$

При $\rho_1 \le r \le \rho_2$ имеем состояние *EF*, при котором $m_2 = \alpha m_1 + \beta_1$; уравнение равновесия (1) примет вид

$rm_1' + (1-\alpha)m_1 = (Ta + \beta_1) - T^{ar}$.

Решением этого уравнения является

$$m_1 = Cr^{\alpha-1} + (Ta + \beta_1)\frac{1}{1-\alpha} - r^{\alpha-1}\int_a^r \xi^{-\alpha} T^{a\xi} d\xi .$$

Определяя произвольную постоянную C из условия непрерывности $m_1(\rho_2) = m_{10}^+$, находим

$$m_1(r) = m_{10}^+\left(\frac{r}{\rho_2}\right)^{\alpha-1} + \frac{Ta+\beta_1}{1-\alpha}\left[1-\left(\frac{r}{\rho_2}\right)^{\alpha-1}\right] + r^{\alpha-1}\int_r^{\rho_2} \xi^{-\alpha} T^{a\xi} d\xi . \qquad (7)$$

Используя условия непрерывности $[m_1(\rho_1)] = 0$, получим

$$-am_{10}^- + (-m_{20}^- + Ta)(\rho_1 - a) - \int_a^{\rho_1} T^{a\xi} d\xi =$$

$$= m_{10}^+ \frac{\rho_1^\alpha}{\rho_2^{\alpha-1}} + (Ta+\beta_1)\frac{\rho_1}{1-\alpha}\left[1-\left(\frac{\rho_1}{\rho_2}\right)^{\alpha-1}\right] + \rho_1^\alpha \int_{\rho_1}^{\rho_2} \xi^{-\alpha} T^{a\xi} d\xi . \qquad (8)$$

В этих формулах при $\alpha \to 1$ неопределенности вычисляются по правилу Лопиталя .

Когда напряженное состояние пластинки соответствует стороне *FA* $(\rho_2 \le r \le \rho_3)$, для скоростей деформации имеем

$$\chi_1 = -w'' \ge 0, \qquad \chi_2 = -\frac{1}{r}w' = 0$$

Естественным решением этих уравнений будет $w = w_0 = const\,t$, т.е. кольцевая часть пластины, $\rho_2 \le r \le \rho_3$, оставаясь жестким, перемещается в этой области как абсолютно жесткое тело.

Окружности $r = \rho_2$ и $r = \rho_3$ являются шарнирными окружностями, на которых первая производная скорости прогиба претерпевает разрыв, скорость прогиба непрерывен, а радиальный изгибающий момент имеет максимальное значение.

В области $\rho_3 \le r \le \rho_4$ имеем состояние *AB*, при котором $m_2 = m_{20}^+$. Из уравнения (1) получаем

$$r\,m_1 = (m_{20}^+ + Ta)\,r - \int_a^r T^{a\xi} d\xi + C .$$

Здесь произвольную постоянную *C* определяем из условия $m_1(\rho_3) = m_{10}^+$, тогда

$$r\,m_1 = (m_{20}^+ + Ta)(r - \rho_3) + m_{10}^+\rho_3 - \int_{\rho_3}^r T^{a\xi} d\xi . \qquad (9)$$

Определяя $m_1(\rho_4)$ из формулы (9) и подставляя в $m_2 = \alpha m_1 + \beta_2$, в результате можно получить m_{20}^+:

$$m_{20}^+\left(1-\alpha+\frac{\alpha\rho_3}{\rho_4}\right) = \beta_2 + Ta\,\alpha\frac{\rho_4-\rho_3}{\rho_4} + \frac{\alpha\rho_3}{\rho_4}m_{10}^+ - \frac{\alpha}{\rho_4}\int_{\rho_3}^{\rho_4} T^{a\xi} d\xi . \qquad (10)$$

При $\rho_4 \le r \le b$ имеем состояние *BC*, при котором $m_2 = \alpha m_1 + \beta_2$ и из уравнения (1) получаем общее решение

$$m_1 = Cr^{\alpha-1} + \frac{Ta+\beta_2}{1-\alpha} - r^{\alpha-1}\int_a^r \xi^{-\alpha} T^{a\xi} d\xi .$$

Произвольную постоянную *C* определяем из условия $m_1(b) = -m_{10}^-$:

$$C = -m_{10}^{-} b^{1-\alpha} - \frac{Ta + \beta_2}{1-\alpha} b^{1-\alpha} + \int_a^b \xi^{-\alpha} T^{a\xi} d\xi$$

В результате

$$m_1(r) = -m_{10}^{-} \left(\frac{r}{b}\right)^{\alpha-1} + \frac{Ta + \beta_2}{1-\alpha}\left[1 - \left(\frac{r}{b}\right)^{\alpha-1}\right] + r^{\alpha-1}\int_r^b \xi^{-\alpha} T^{a\xi} d\xi . \qquad (11)$$

Учитывая, что $\alpha m_1(\rho_4) + \beta_2 = m_{20}^{+}$ из формулы (11) при $r = \rho_4$ находим

$$-m_{10}^{-}\left(\frac{\rho_4}{b}\right)^{\alpha-1} + \frac{Ta + \beta_1}{1-\alpha}\left[1 - \left(\frac{\rho_4}{b}\right)^{\alpha-1}\right] + \rho_4^{\alpha-1}\int_{\rho_4}^b \xi^{-\alpha} T^{a\xi} d\xi = \frac{m_{20}^{+} - \beta_2}{\alpha}. \qquad (12)$$

Теперь исследуем возможность продолжения статического поля на область $\rho_2 \le r \le \rho_3$. Принимая, что тангенциальный момент m_2 и перерезывающая сила являются непрерывными функциями, из уравнения равновесия получаем, что производная dm_1/dr не может иметь скачков в области пластины, т.е.

$$\frac{dm_1}{dr} = 0 \quad \text{при } r = \rho_2 \text{ и } r = \rho_3, \qquad (13)$$

так как $m_1 = m_{10}^{+}$ на этих радиусах. Но когда мы допустим возможность скачкообразного изменения момента m_2, то из уравнения равновесия (1) получаем:

$$r\left[\frac{dm_1}{dr}\right] = [m_2], \qquad (14)$$

где

$$\left[\frac{dm_1}{dr}\right] = \frac{dm_1^{+}}{dr} - \frac{dm_1^{-}}{dr}, \quad [m_2] = m_2^{+} - m_2^{-}$$

означают скачки соответствующих величин в рассматриваемой точке.

Так как $[m_2]$ при $r = \rho_2$ и $r = \rho_3$ имеет положительные значения, а $[dm_1/dr]$ на этих радиусах может быть только отрицательным, то выполнение условия (14) невозможно. Из этого заключаем, что поле моментов m_2 должно быть непрерывно в области пластинки, т.е. $[m_2] = [dm_1/dr] = 0$.

Выполняя условие (13) с использованием производной формулы (7) при $r = \rho_2$ и производной формулы (9) при $r = \rho_3$, получим

$$Ta = T^{\alpha\rho_3} + m_{10}^{+} - m_{20}^{+}, \qquad (15)$$

$$m_{20}^{+} - (\alpha m_{10}^{+} + b_1) = T^{\rho_2\rho_3}. \qquad (16)$$

Формула (15) определяет неизвестную реакцию *Ta,* а (16) определяет предельную нагрузку. Уравнения (6), (8), (10) и (12) позволяют определить неизвестные радиусы ρ_1, ρ_2, ρ_3, ρ_4 в зависимости от нагрузки и механических и геометрических параметров.

Статическое поле может быть продолжено на участок $\rho_1 \le r \le \rho_2$ разным способом без нарушения условий непрерывности. Если, например, принять, что оно соответствует стороне шестиугольника *FA* , то используя уравнение равновесия (1) имеем

$$m_1 = m_{10}^{+}, \quad m_2 = m_{10}^{+} + T^{ar} - Ta . \qquad (17)$$

Формулу (16) для предельной нагрузки в случае равномерно распределенной нагрузки

$P(r)=p=\cos t,\ T^{\rho_2\rho_3}=\dfrac{\rho}{2}\left(\rho_3^2-\rho_2^2\right)$ можно записать в виде

$$\varphi=\frac{pb^2}{m_{02}^+}=\frac{2}{x_3^2-x_2^2}\left(1-\frac{\alpha m_{01}^+ +\beta_1}{m_{02}^+}\right) \qquad (18)$$

где $x_i=\dfrac{\rho_i}{b},\quad i=2,3$. В случае $s_{0i}=q_0=0$ имеем

$$m_{0i}^+=\frac{2k}{1+k},\qquad \alpha=1,\quad a_1=\frac{k}{1+k},\qquad a_2=\frac{k}{1+k}$$

При этом, получаем

$$\beta_1=-\frac{2k}{1+k},\qquad \alpha m_{01}^+ +\beta_1=0$$

и формула (18) превращается в известную формулу для однородной изотропной пластинки [12]. За счет армирующих волокон и покрытий в формуле (18) появляется множитель $1-\dfrac{\alpha m_{10}^+ +\beta_1}{m_{20}^+}$, который больше единицы, поскольку выражение $\alpha m_{10}^+ +\beta_1$ отрицательно, будучи ординатой точки F шестиугольника текучести на плоскости m_1,m_2, $F\left(m_{01}^+ ç\alpha m_{01}^+ +\beta_1\right)$. Это показывает увеличение предельной нагрузки пластины за счет волокон и покрытий, хотя они также влияют и на величину радиусов $x_i=\rho_i/b, i=2,3$

В случае $\mu_1=\mu_2=1$ нетрудно получить

$$\alpha m_{01}^+ +\beta_1=-\left[2q_0\frac{1+\gamma k}{1+k}+4\left(d_2^{'}+d_2^{''}\right)s_{02}\right]$$

Как видно, предельная нагрузка увеличивается с увеличением выражения внутри квадратной скобки. При $\gamma=1,\ d_2^{'}=d_2^{''}=\dfrac{1}{2}\ \gamma=1,$ это выражение имеет наибольшее значение, равное на $2q_0+4s_{02}$.

Графики зависимости предельной нагрузки pb^2 от $s_0+q_0/2$, при конкретных значениях k,μ и γ представлены на Рис. 2. Здесь верхние три прямые относятся к случаю $\gamma=0{,}5$, а нижние три прямые $\gamma=0{,}25$. На Рис. 3 приведены графики зависимости радиусов $x_i=\dfrac{\rho_i}{b},\quad i=\overline{1,4}$ от отношения $k=\dfrac{a}{b}$, а на Рис. 4 представлены зависимости предельной нагрузки от $k=\dfrac{a}{b}$ для композитной (2) и обычной (1) пластинок.

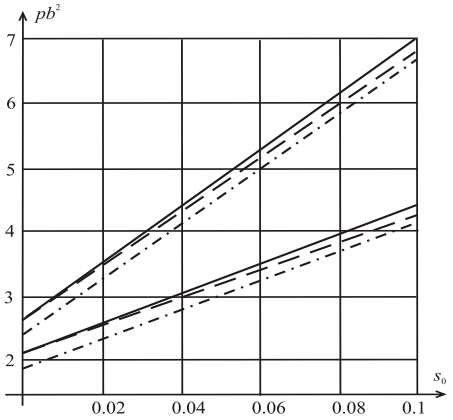


Рис. 2. Зависимость pb^2 от s_0 при конкретных значениях k, μ и γ.

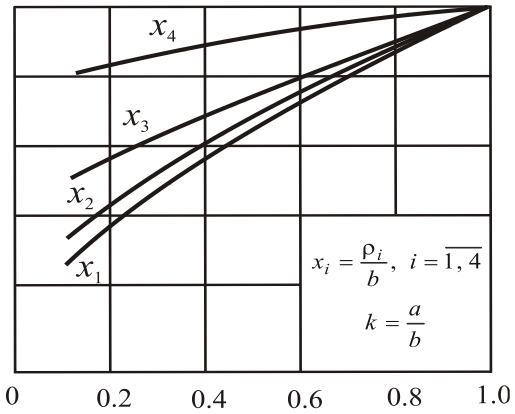


Рис. 3. Зависимость радиусов $x_i = \dfrac{\rho_i}{b}$, $i = \overline{1,4}$ от отношения $k = a/b$.

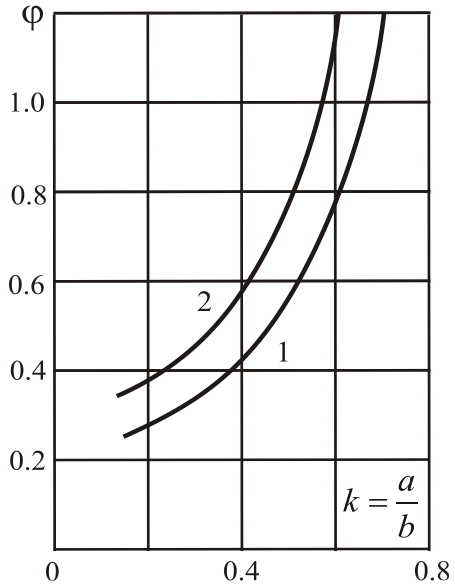


Рис.4. Зависимости функции φ от $k = a/b$

4. Выводы

Определена несущая способность кольцевой трехслойной пластинки, центральный слой которой армирован четырьмя слоями волокон. Внешние слои считаются достаточно тонкими и изготовленными из однородного изотропного материала. Все составляющие пластинки обладают идеально пластическими свойствами с различными предельными усилиями на растяжения и сжатия. Предполагается, что пластинка защемлена по обоим контурам и находится под действием произвольной нагрузки P в верхней поверхности. Определены статически допустимые поля изгибающих моментов, уравнения, определяющие предельную нагрузку, реакцию опоры и радиусы областей соответствующих различным пластическим режимам. Выявлены характер зависимости коэффициента предельной нагрузки от свойств материалов составляющих пластинки для равномерно распределенной нагрузки.

Литература

[1] Энциклопедия пилота. Пер. с англ. – М: Осоавиахим,. – 476, (2011)

[2] Ильясов М.Х., Джагангиров А.А., “Гиперповерхности текучести трехслойной композитной оболочки, средний слой которой армирован волокнами”, Механика Композитных Материалов,50(3): 487 – 501, 2014
[3] Джагангиров А.А., “Несущая способность усиленной трехслойной волокнистой круглой пластинки, защемленной по контуру и находящейся на несжимаемой среде”, Механика Машин и Механизмов, Минск, №4(5): 26 – 30, (2015).
[4] Джагангиров А.А., “Несущая способность трехслойной волокнистой композитной кольцевой пластинки, защемленной по кромкам”, Механика Композитных Материалов, 51(2), 100 – 109, (2015)
[5] Джагангиров А.А. “Предельная нагрузка кольцевой трехслойной армированной композитной пластинки, свободно опертой по контурам” Сосредоточенное нагруженные. Вестник Машиностроение, Москва, (11): (2016).

Load limit for three layers annual composite plate, clamped on the contours, the middle layers of which reinforced by fourth system of fibers

Summary

The problem considered in the title is solved in the paper. The algebraic equations for the statically allowable fields of bending moments, for limit load and for the unknown radius of plastic domains are obtained.

AN INVESTIGATION OF THE EFFECT OF BLAST FURNACE SLAG ON PHYSICAL AND MECHANICAL PROPERTIES OF AUTOCLAVED AERATED CONCRETE

YÜKSEK FIRIN CÜRUFUNUN GAZBETONUN FİZİKSEL VE MEKANİK ÖZELLİKLERİNE ETKİSİNİN ARAŞTIRILMASI

İsmail Demir[a], Kadir Güçlüer[b]
[a]Afyon Kocatepe Üniversitesi, Mühendislik Fak. İnşaat Müh. Bölümü, Afyonkarahisar, Türkiye, idemir@aku.edu.tr
[b]Adıyaman Üniversitesi, Teknik Bilimler MYO, İnşaat Bölümü, Adıyaman, Türkiye, kadirgucluer@gmail.com

Özet

Gazbeton, ince mineral maddeler ile birlikte bağlayıcı malzemelerin bir araya getirilmesi ile oluşturulan harca gözenek oluşturucu katkı maddelerin ilavesi ile elde edilen hafif beton sınıfında yer alan yapı malzemesidir. Bu çalışmada, yapay puzolan sınıfında yer alan yüksek fırın cürufu (YFC) kullanılarak gazbeton örnekler üretilmiştir. Üretilen örnekler otoklav içerisinde yaklaşık 172 0C sıcaklık ve 8 bar buhar basıncı altında sertleştirilerek mekanik ve fiziksel deneylere tabi tutulmuşlardır. Mekanik özelliklerin belirlenmesi için basınç dayanımı deneyi, fiziksel özelliklerin belirlenmesi için ise birim ağırlık, ultrases geçiş süresi deneyi uygulanmış ve ultrases geçiş süresi kullanılarak dinamik elastisite modülleri bulunmuştur. Örneklerin mikroyapı çalışmaları SEM ve XRD tekniği kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Deney sonuçlarına bakılarak belirlenen örnekler üzerinde ısı iletkenlik katsayısı ölçümleri gerçekleştirilmiştir. Makroyapı çalışması olarak örnekler SEM ile incelenmiş ve gözenek oluşumları imaj analizi yapılarak değerlendirilmiştir. Sonuç olarak, YFC kullanılarak üretilen örneklerin fiziksel ve mekanik değerlerinde ticari gazbetonlar ile benzer değerlere ulaşılmış, ısı iletkenlik katsayılarında ise 0,12-0,13 W/mK değerleri elde edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Gazbeton, Yüksek fırın curufu, Gözeneklilik, Isı yalıtımı, Fiziksel ve mekanik özellikler.

Abstract

Autoclaved aerated cocncrete is a lightweight concrete obtained by the addition of pore-forming additives to mortar, which is formed by combining fine mineral materials and binding materials. In this study, autoclaved aerated concrete were produced from using blast furnace slag (BFS) in artificial pozzolans. The samples were subjected to mechanical and physical tests in an autoclave at a temperature of about 172 ° C and a hardness of 8 bar under a steam pressure. For determining the mechanical properties, compressive strength test was used. For determining the physical properties, unit weight, ultrasonic transition time test was applied and dynamic elasticity modules were found by using ultrasonic transition time. Microstructure studies of the samples were carried out using SEM and XRD technique. Based on the results of the experiments, the thermal conductivity coefficient measurements were made on the samples. As a macrostructure study samples were examined by SEM and pore formations were evaluated by image analysis. As a result of, the physical and mechanical values of the samples produced by using BFS were similar to those of commercial autoclaved aerated concrete and the thermal conductivity coefficients were 0.12-0.13 W/mK.

Keywords: Autoclaved aerated concrete, Blast furnace slag, Porosity, Thermal insulation, Physical and mechanical properties.

1. Giriş

Hafif beton, etüv kurusu yoğunluğu 0,8-0,2 kg/dm^3 arasında olan betondur. Hafif betonlar geçmişten bugüne kadar çok çeşitli metotlarla üretilmektedir. Hafif betonlar; hafif agregalarla, kimyasal köpüklerle, kum kullanılmadan yalnız iri agrega ile ve kimyasal metotlarla gaz oluşturmak suretiyle üretilirler [1].

Gazbeton; silis oranı yüksek kum (kuvars, kuvarsit vb), alçıtaşı, kireç, çimento, su ve gözenek oluşturucu katkı maddesi (alüminyum) dan oluşan karışımın otoklavlarda buharla sertleştirilmesiyle elde edilen gözenekli, hafif beton grubuna giren bir yapı malzemesidir. Gazbeton, beton veya geleneksel kâgir malzemelere göre çok hafif olup içindeki hava kabarcıkları nedeniyle yüksek ısı yalıtım özelliğine sahip, bir tür hafif beton olarak yapı sektöründe aranan bir malzemedir. Yapısındaki hava kabarcıkları dolayısıyla bu malzemeye gazbeton adı verilmiştir. İngilizce adı "Autoclaved Aerated Concrete - AAC", Almanca adı "Porenbeton" dur [2].

Betona gözenekli bir doku kazandırma fikri ilk kez E. Hoffman tarafından ortaya atılmıştır. 1889-1925 yılları arasında bu konuda önemli adımlar atılarak pek çok gözenek oluşturma yöntemi üzerinde çalışılmıştır. Bunlar arasında J.W. Aylswort ile E.A.Dyer'in birlikte geliştirdikleri alüminyum veya çinko tozu kullanılmasını öngören yöntem en çok benimsenen yöntem olmuştur [3]. II. Dünya Savaşı gazbetonun hızlı gelişmesini geçici bir süre durdurmuştur. Fakat 1950'den sonra Avrupa ve Dünya'nın başka birçok yerinde hızlı bir şekilde yaygınlaşmıştır. Bu gelişimi gazbeton üretiminde etkili bir yeri olan YTONG firmasının gelişim süreci takip etmiştir [4]. Ülkemizde Ytong Gazbeton Yapı Malzeme ve Elemanları ilk olarak 1950'lerde Hilton Oteli inşaatında, Almanya'dan ithal edilerek uygulanmıştır. Bilahare, 1960'larda ilk Ytong fabrikası İstanbul Pendik'te, üretime geçmiştir. Bugün dünyada, proses ve kalite olarak bazen birbirinden çok farklı, 50'ye yakın, gazbeton markası mevcuttur [5].

Gazbeton yapı elemanlarının önemli niteliklerinden biri gözenekli dokuya sahip olmalarıdır. Gazbetonda, kullanılan genleşme ajanı alüminyum tozu veya macunudur. Alüminyum, karışımdaki kalsiyum hidroksit ve su ile reaksiyona girerek milyonlarca minik hidrojen kabarcığı oluşturur. Bu işlem aşağıdaki kimyasal denklem(1) ile gösterilebilir [6].

$2Al + 3Ca(OH)_2 + 6H_2O \rightarrow 3CaO.Al_2O_3.6H_2O + 3H_2$ ……………………………….(1)
Alüminyum tozu + Sönmüş kireç → Trikalsiyum Hidrat + Hidrojen gazı

Otoklav, betonun hidratasyon sürecini hızlandırmak için 180^{0}C civarındaki yüksek basınçlı buharı kullanarak gazbetona mukavemetini, rijitliğini, ölçüsel kararlılığını veren ikinci bir kimyasal reaksiyonu tetikler. Normal bir betonun 28 gün boyunca 21^{0}C'da ıslak küre maruz kalarak erişebileceği bir sertliğe, otoklavlama sayesinde 8 ila 14 saat arasında ulaşılabilir [7]. Gözenekli bu yapı malzemesinin yoğunluğu 300 ile 1000 kg/m^3 arasında olup basınç dayanımı 2.5 ile 10 MPa arasındadır. Yüksek makrogözenek içeriğinden dolayı malzemenin ısı iletkenliği 0.15-0.20 W/mK arasındadır [8].

Yüksek fırın cürufu, demir cevherinin demir metali üretilecek şekilde eritilmesi sonucu oluşan bir üründür [9]. YFC'nin hidrolik potansiyeli 1862 yılında ilk kez Almanya'da Emil Langen tarafından keşfedilmiştir. 1865 yılında ticari olarak kireç ile aktive olan cüruf üretimi Almanya'da başladı ve 1880 yılında ilk kez Portland çimentosu (PC) ile birlikte kullanıldı. O zamandan beri Fransa, Hollanda, Almanya gibi bir çok Avrupa ülkesinde kullanılmaktadır [10]. Paris metrosu inşaatı sırasında, 1889 yılında, YFC kullanılmıştır. Betona katkı maddesi olarak katılması ise 1950'li yıllardan sonra olmuştur [11]. Bu uygulamaya başlanmasında Güney Afrikalı N. Stutterheim tarafından 1948-1952 yıllarında yapılan araştırmalarda elde edilen olumlu sonuçların büyük rolü olmuştur [12]. Bu çalışmada, gazbeton üretiminde kullanılan kuvars kumu yerine YFC kullanılarak gazbeton deney örnekleri üretilmiş, fiziksel ve mekanik özellikler üzerine etkisi de deneysel yöntemlerle araştırılmıştır.

2. Materyal Metot

Çalışmada, OYAK çimento tarafından temin edilen öğütülmüş yüksek fırın cürufu kullanılmıştır. Alçı ve sönmemiş kireç Antalya YTONG fabrikasından temin edilmiştir. Bağlayıcı olarak TS EN 197-1[13] ile uyumlu CEM I 42.5 R tipte portland çimentosu kullanılmıştır. Çimento ve YFC'ye ait kimyasal özellikler Çizelge 1'de verilmiştir. Çimentoya ait fiziksel özelikler Çizelge 2'de verilmiştir. Çalışmada ayrıca TS EN 934-2[14] ve ASTM C 494[15] ile uyumlu naftalin sülfonat esaslı süper akışkanlaştırıcı kimyasal katkı kullanılmıştır.

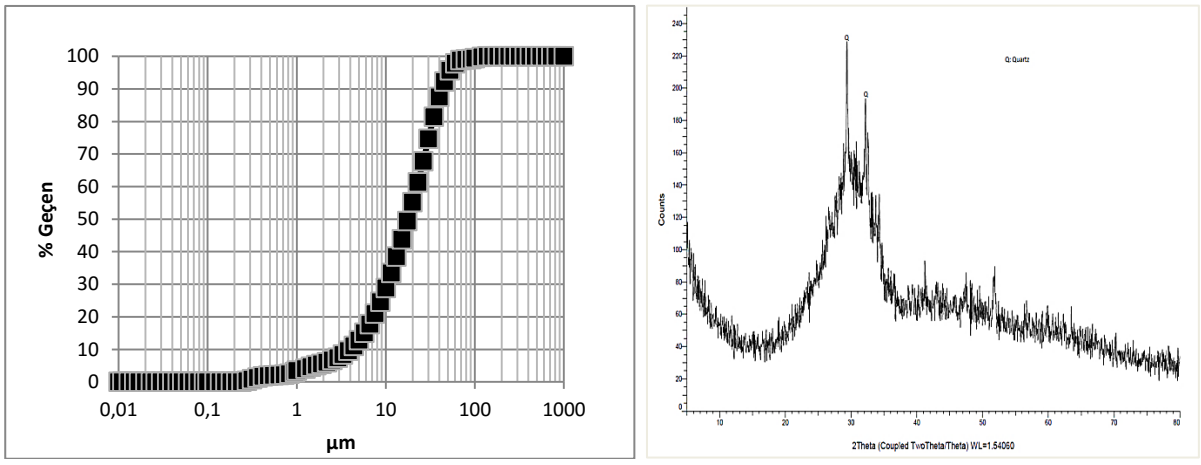
Çizelge 1. Çimento ve YFC'nin kimyasal yapısı.

Bileşen (%)	SiO_2	CaO	Al_2O_3	Fe_2O_3	MgO	K_2O	Na_2O
Çimento	19,2	62,8	3,88	4,25	3,42	0,34	2,1
YFC	40,1	39,6	12,8	0,9	4,2	1,2	0,05

Çizelge 2. Kullanılan çimentonun fiziksel özellikleri

Fiziksel Özellikler		Sonuçlar
Özgül Ağırlık (gr/cm³)		3.09
Priz Süresi	İlk (dakika)	125
	Son (dakika)	190
İncelik	Özgül Yüzey (cm^2/gr)	3074

Çalışmada bağlayıcı olarak kullanılan çimentonun özgül ağırlığı 3,09 gr/cm^3 olarak bulunurken Blaine incelik deneyi sonucunda belirlenen özgül yüzey alanı 3074 cm^2/gr olarak ölçülmüştür. YFC'nin özgül ağırlığı 2,80 gr/cm^3 özgül yüzey alanı ise 2695 cm^2/gr olarak belirlenmiştir. YFC'nin dane çapı dağılımına ilişkin lazer tane boyut dağılım grafiği Şekil 1'de verilmiştir. YFC'nin dane çapı dağılımı d_{10}=3,985 µm, d_{50}=17,635 µm ve d_{90}=42,623 µm olarak belirlenmiştir. XRD analizi yapılan YFC'nin amorf yapıda bulunduğu tespit edilmiştir. Özellikle 2Ɵ 20^0 ve 30^0 bölgesindeki hump bölgesi amorf yapıyı ifade etmektedir. Ayrıca malzeme içinde kuvars pikleri de gözlenmiştir (Şekil 1).



Şekil 7. YFC dane çapı dağılım grafiği ve XRD grafiği

Çalışma üretilen numunelerin karışım değerleri ve karışım kodlamaları Çizelge 3'de verilmiştir. Karışımlar üretilirken, kap içerisine sırası ile su, mineral malzeme, çimento ve alçı eklenerek mikser yardımıyla karıştırılmıştır. Karışımın kıvamı hazır duruma geldikten sonra, sönmemiş kireç ve alüminyum tozu ilave edilerek 2 dakika yüksek hızda mikser ile karıştırılmıştır. Daha sonra karışım, önceden hazırlanan 7cm kenarlı küp kalıplara, kalıp yüksekliğinin 2/3'ünü dolduracak seviyede yerleştirilmiştir. Örnekler 0rtalam 30 dakika içerisinde kabarmalarını tamamlamışlar, 75^0C'ye ayarlanmış etüve alınarak sertleşmelerinin devam etmesi için 9 saat bekletilmiştir. Sonra kalıplardan çıkarılarak 172 ^{0}C sıcaklıktaki otoklav içerisinde 8 bar buhar basıncında 8 saat süreyle kür işlemi uygulanmıştır (Resim 1). Kür işlemi tamamlanan numuneler birim

hacim ağırlıklarının belirlenmesi amacıyla değişmez kütleye gelinceye kadar 105 ^{0}C sıcaklıktaki etüv içerisinde bekletilmişlerdir. Kuruma işlemi tamamlanan numuneler 0.1gr hassasiyetli terazide tartılarak ağırlıkları belirlenmiştir. Birim hacim ağırlıkları belirlenen numuneler üzerinde önce ultrases geçiş hızı deneyi daha sonra ise basınç dayanımı deneyleri gerçekleştirilmiştir.

Çizelge 3. Karışım oranları

Seri Adı	Seri	Ç	YFC	A	K	S	S/Ç	S/T
	1	0,8	1,5	0,3	0,3	2,0	2,50	0,68
C	2	0,7	1,5	0,3	0,3	2,0	2,85	0,71
	3	0,6	1,5	0,3	0,3	2,0	3,33	0,74
	1	0,8	1,5	0,3	0,3	2,0	2,50	0,68
C*	2	0,7	1,5	0,3	0,3	2,0	2,85	0,71
	3	0,6	1,5	0,3	0,3	2,0	3,33	0,74

Ç: Çimento, **YFC:** Yüksek fırın cürufu, **A:**Alçı, **K:** Sönmemiş Kireç, **S/Ç:** Su/Çimento, **S/T:** Su/Toz,
*Akışkanlaştırıcı katkı çimento miktarının %1'i oranında katılmıştır.



Resim 1. Deney örneklerinin otoklav içerisinde kür edilmesi

Numunelerin birim hacim ağırlıkları formül (2) yardımı ile hesaplanmıştır.

$\Delta=W/V$ (kg/m^3) …….. (2)

Δ: Birim Hacim Ağırlık (kg/m^3)
W: Etüv Kurusu ağırlığı (kg)
V: Numunenin Hacmi (m^3)

Ultrasonik test cihazı, ses üstü dalgaların, dalga gönderici ve alıcı başlıklar arasındaki bir mesafeyi ne kadar zamanda geçtiğini mikrosaniye birimiyle otomatik olarak belirlemekte ve cihazın üzerindeki ekranda göstermektedir [16] (Resim 2). Ses üstü dalganın geçiş süresi makine üzerinde okunduktan sonra formül (3) yardımıyla dalga hızı hesap edilmektedir.
$V=L/t$…… (3)

V= Ses üstü dalga hızı (km/sn)
L = Problar arası mesafe (m)
t = Zaman (µs)

Numunelerin basınç dayanımları formül(4) yardımıyla belirlenmiştir. Basınç dayanım deneyi 20 ton kapasiteli basınç presi üzerinde gerçekleştirilmiştir (Resim 2).

$f_b=P_k/A_0$ …… (4)

f_b = Basınç dayanımı (MPa) A_0 = Yüzey alanı (mm2) P_k = Kırılma anındaki yük (N)

Dinamik elastisite modülü (E_d) hesaplanırken (5)' de verilen formülden faydalanılmıştır [17].
$E_d=10^5\times V^2\times\beta/g$ ……..(5)

Burada E_d: Dinamik elastisite modülü (kgf/cm^2), V: ultrases hızı (km/sn), β: betonun birim ağırlığını (kg/dm^3), g: yerçekimi ivmesini ifade etmektedir.

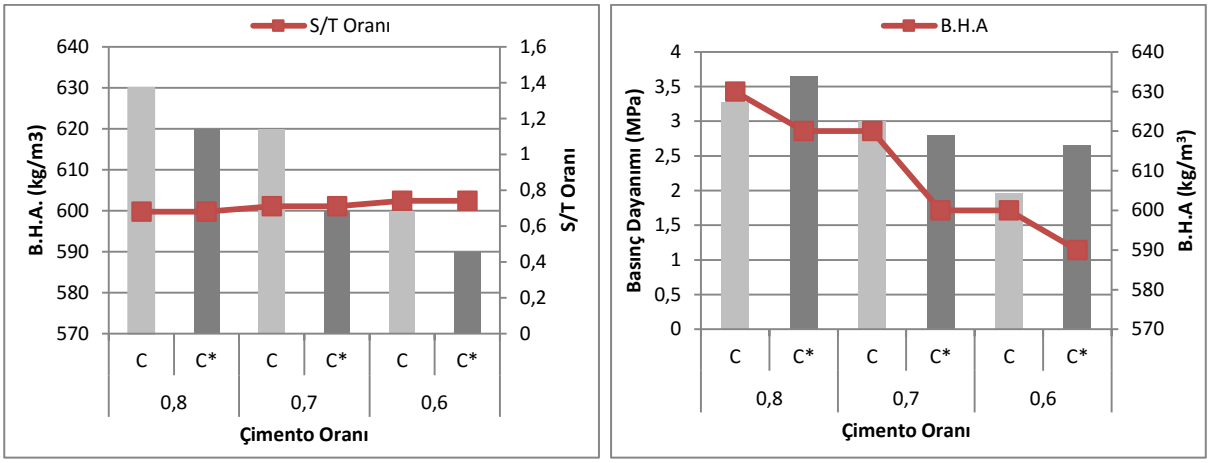


Resim 2. Deney örneklerinin ultrases geçiş hızlarının ve basınç dayanımlarının belirlenmesi

4. Bulgular

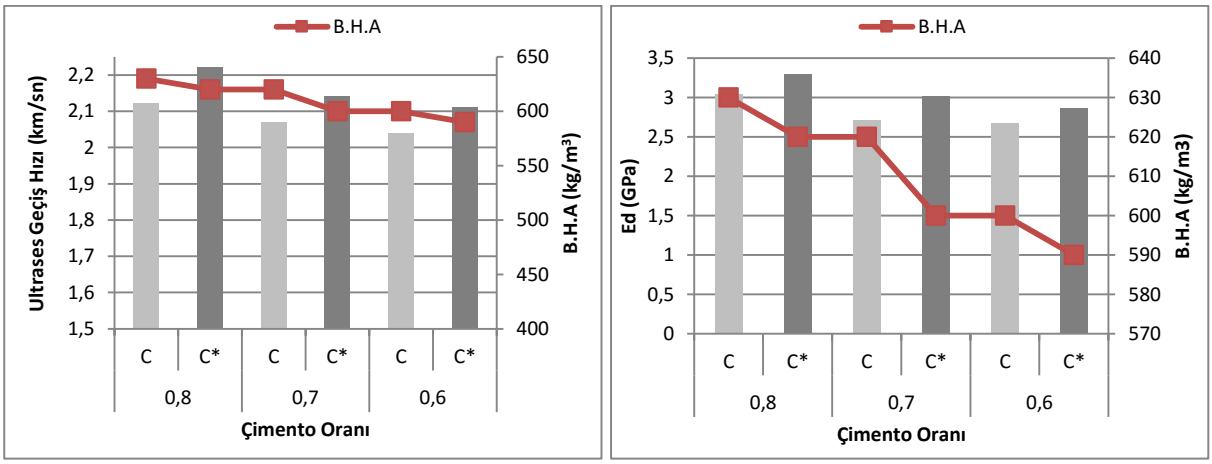
4.1. Fiziksel ve Mekanik Özelik Bulguları

Çalışmada üretilen gazbeton deney örneklerine ait B.H.A ve basınç dayanımı bulguları Şekil 3'de verilmiştir. Yüksek fırın cürüfu ile üretilen serilerin B.H.A değerleri 630 kg/m^3 ile 590 kg/m^3 aralığındadır. Karışımdaki çimento oranının azalmasıyla birlikte B.H.A değerlerinde daha düşük değerler elde edilmiştir. Karışımlardaki çimento oranının azalmasıyla S/T oranları değerlerinde meydana gelen artış B.H.A değerlerindeki düşüşe sebep olarak gösterilebilir. Yüksek fırın cürufu ile üretilen serilerin basınç dayanımı değerleri incelendiğinde, akışkanlaştırıcı katkı kullanımı ile üretilen serilerin basınç dayanımı değerlerinin, katkı kullanılmadan üretilen serilere göre daha yüksek olduğu gözlenmiştir. Buna sebep olarak, akışkanlaştırıcı katkının gazbeton deney örneklerinin kıvam özelliklerini iyileştirerek, karışımların kohezyonunu arttırdığı ve basınç dayanımı değerlerine olumlu yönde katkı sağladığı düşünülmektedir. En yüksek çimento oranına sahip serilerde daha yüksek dayanım değerleri elde edildiği görülmektedir. Çimento oranının azalması ve S/T oranının artışı basınç dayanımında düşüşe sebep olmaktadır.



Şekil 8. Örneklerin B.H.A ve basınç dayanımı bulguları

YFC ile üretilen gazbeton örneklerin ultrases geçiş hızı ve E_d bulguları Şekil 4'de verilmiştir. Elde edilen bulgular incelendiğinde, çimento miktarının azalmasıyla birlikte Ed değerlerinde ve ultrases geçiş hızı değerlerinde düşüş gözlenmiştir. Malzeme bünyesindeki boşluk ile ilişkili olan bu durumda bunun en önemli sebebinin, alüminyum tozunun oluşturduğu kapalı boşlukların çimento hidratasyon ürünleri tarafından tamamen çevrilerek içerisine su almaması ve bu sayede porozif yapısının arttırılmış olmasıdır. Diğer yandan çimento ürünlerinin de otoklav kürü sonrasında hidrate olarak serbest suyu harcamaları ve yeni C-S-H fazları oluşturarak numune içerisindeki serbest boşlukların dolması sağlanmaktadır. Yeni hidrate ürünlerin oluşmasıyla ultrases geçiş hızında artış beklense de, alüminyum tozunun etkisiyle oluşan boşluklar, bu hidrate ürünlerin içerisinde homojen bir şekilde dağılarak kapalı poroz bir yapı oluştururlar.



Şekil 9. Örneklerin ultrases geçiş hızı ve E_d bulguları

4.2. Isı İletkenlik Katsayısı Bulguları

Örneklerin ısı iletkenlik katsayıları, %5 ölçüm hassasiyeti, -10 - 200 ^{0}C sıcaklık aralığında ve 0,023-11,63 W/mK ölçüm aralığında ölçüm yapabilen KEM QTM 500 cihazı ile 2x5x10 cm boyutlarındaki örnekler üzerinde ölçülmüştür (Resim 3). Deney numunesinin ısı iletkenlik katsayısı, ön ve arka yüzlerinden üçer ölçüm alınarak belirlenmiştir. Ölçüm değerleri ve bunların ortalamaları Çizelge 4'de verilmiştir. YFC ile üretilen seriye ait ısı iletkenlik katsayısı ortalaması 0,12 W/mK olarak bulunmuştur. Bu değer piyasadaki benzer yoğunluktaki üreünlerle uyum sağlamaktadır.



Resim 3. Isı iletkenlik katsayısı ölçüm cihazı ve deney örnekleri.

Çizelge 4. Serilerin ısı iletkenlik katsayısı ölçüm değerleri

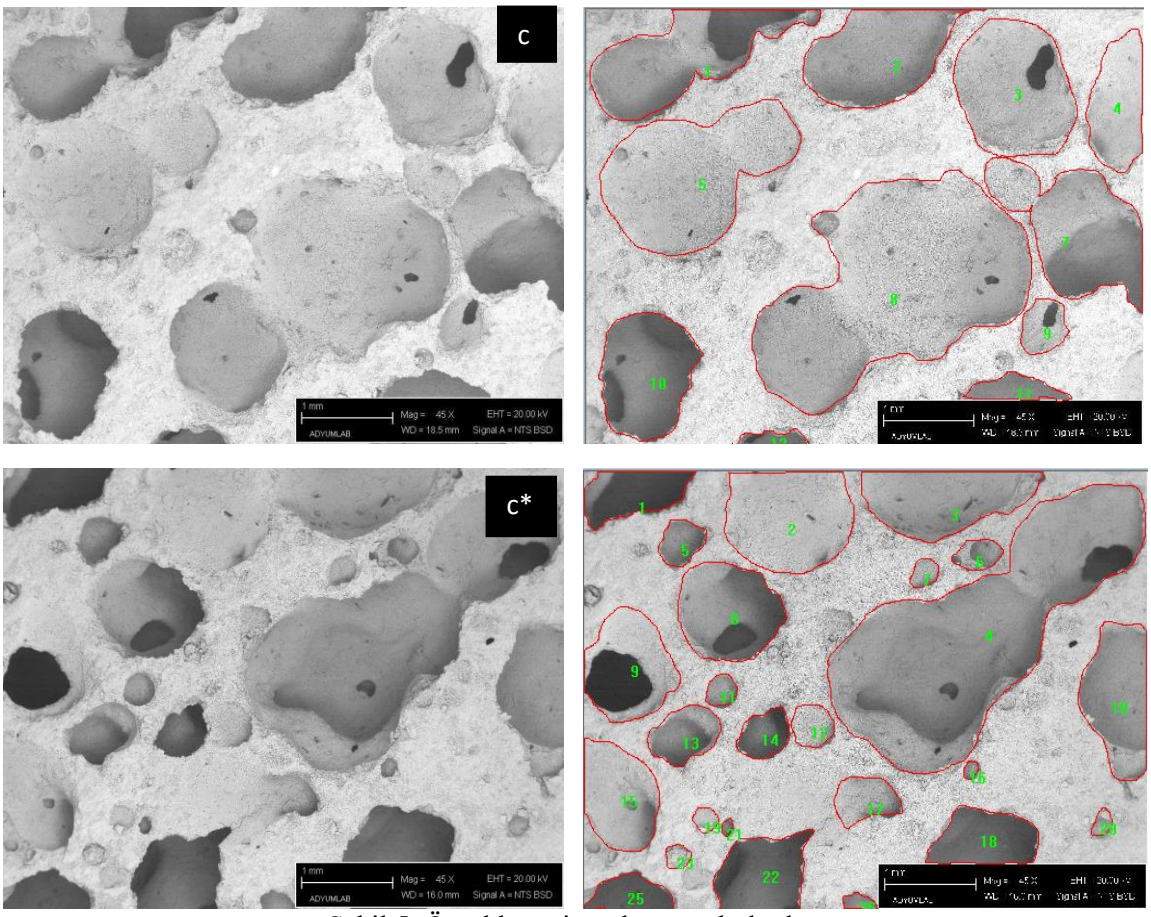
Örnek No	Ölçüm yeri		Ölçüm 1	Ölçüm 2	Ölçüm 3
C	Ön yüz	λ	0,121	0,120	0,121
	Arka Yüz	λ	0,129	0,129	0,144
	Ortalama (W/mK)			**0,127**	

4.3. Makroyapı Bulguları

Bu bölümde seçilen örnekler üzerinde mikroskop ve paket program yardımıyla gerçekleştirilen makroyapı çalışmalarına yer verilmiştir. Örneklerin SEM altında incelenip fotoğraflarının çekilmesinin ardından paket program yardımı ile analiz işlemleri gerçekleştirilmiştir (Şekil 6). Makroyapı çalışmalarında bulgular, makroporların maksimum ve minimum çapları, ortalama çapları, maksimum ve minimum genişlikleri ile sınırlı tutulmuştur (Çizelge 5). Şekil 5 incelendiğinde akışkanlaştırıcı katkı ilavesi ile birlikte malzeme bünyesinde gözenek yapısının küçüldüğü gözlenmiştir. Literatürde gazbetonların gözenek çaplarının boyutlarının 0.5-1.5 mm aralığında olduğu belirtilmektedir. Görüntüleme verilerine göre örneklerinin gözenek çap değerleri literatürdeki bu bilgilerle benzerlik göstermektedir.

Çizelge 5**.** Deney örneklerine ait makroyapı bulguları

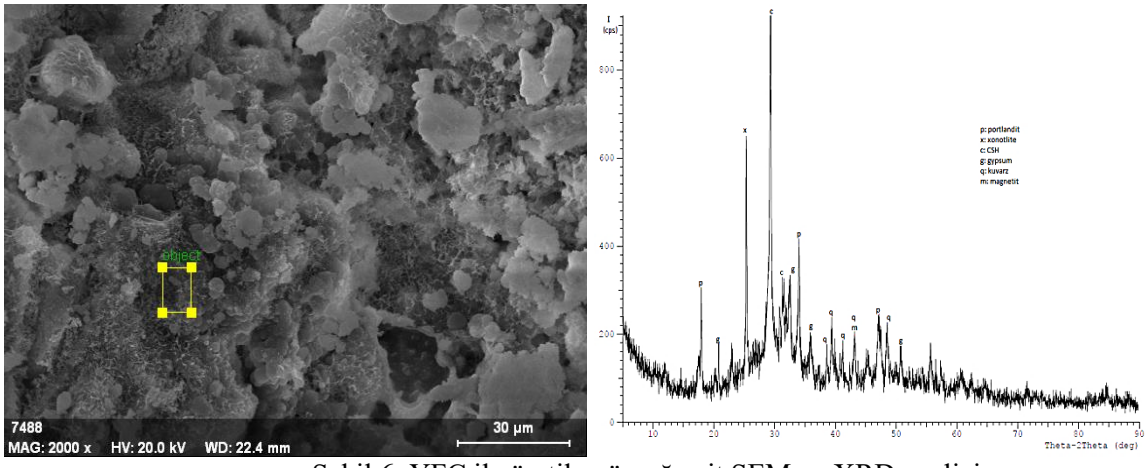
Seri Adı	Mak. Çap (mm)	Min. Çap (mm)	Ort. Çap (mm)	Uzunluk (mm)	Genişlik (mm)
C	1,82	0,85	1,18	1,86	1,02
C*	1,10	0,56	0,76	1,10	0,67



Şekil 5. Örneklere ait makroyapı bulguları

4.4. Mikroyapı Bulguları

Yüksek fırın cürufu ile üretilen örneğe ait SEM ve XRD analizi Şekil 6'da verilmiştir. Örneğin mineralojik incelemesi sonucu yapısında yoğun olarak CSH yapısı gözlenmiştir. CSH yapının yanında Xonotlit fazının yoğunluğu da dikkat çekmiştir. Ayrıca, bunların yanı sıra portlandit, gypsum, kuvarz ve magnetit fazları da bulunmuştur. Portlandit fazının varlığı ortamda serbest kirecin varlığını göstermektedir.



Şekil 6. YFC ile üretilen örneğe ait SEM ve XRD analizi

5. Sonuçlar

Öğütülmüş silis kumu yerine YFC üretilen gazbeton örneklerin fiziksel ve mekanik bulguları TS 453'te verilen ticari gazbetonlar ile benzerlik göstermektedir. Örneklerin B.H.A değerleri 630 – 590 kg/m^3 aralığında olup, basınç dayanımı değerleri ise 3,65 – 1,97 MPa aralığındadır. Makroyapı incelemelerinde örneklerin gözenek yapılarının literatürde belirtilen gözenek değerleriyle benzerlik gösterdiği söylenebilir.

S/T oranı artışının mukavemeti azaltıcı etkisi tespit edilmiştir. Karışım içerisinde çimento miktarı arttıkça, mukavemet değerlerinin arttığı gözlemlenmiştir. Bu ise çimento miktarındaki artışa bağlı olarak sistem içerisinde artacak olan ve mukavemet gelişimini sağlayan C_2S ve C_3S fazlarının hidratasyonuna bağlı gelişen C-S-H fazı oluşumunun doğal bir sonucu olarak ortaya çıkmıştır. Yapılan XRD incelemeleri sonucunda üretilen örneklerde kristal C-S-H fazlarından Xonotlit varlığına rastlanmıştır.

Yapılan deneysel çalışma sonucunda ülkemizde faaliyet gösteren demir çelik tesislerinden alınacak YFC ile YFC/çimento esaslı gaz beton üretiminin gerçekleştirilebileceği sonucuna varılmıştır. Silis kumu doğadan alınarak öğütülmekte ve üretime uygun hale getirilmektedir. Bu nedenle doğal çevrenin tahribine ve enerji tüketimine yol açmaktadır. Buna karşılık YFC atık bir malzeme olup Türkiye'de yıllık yaklaşık 2,7 Milyon Ton olarak açığa çıkmaktadır. YFC'nin gazbeton üretiminde kullanılarak geri dönüştürülmesi ile hem doğal çevrenin korunmasına katkı sağlanacak hem de ekonomik katma değer üretilecektir.

Kaynaklar

[1] Şimşek, O., Beton ve Beton Teknolojisi. Seçkin Yayıncılık, 4. Baskı, Ankara, (2012).
[2] Borhan, B., YTONG el kitabı. 1. Baskı, (1987).
[3] Çimentaş, Gazbeton Tasrım ve Uygulama El Kitabı. 10. Baskı, İzmir, (1998).
[4] Kartal, S.,''Ülkemiz inşaat sektöründe gazbeton kullanımı'', Trakya Üniversitesi, Fen bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Edirne, (2001).
[5] Akgül, A., F.,''İnşaat sektörü ve gazbeton işletmelerindeki stratejik yöntemler'', İstanbul Ticaret Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul, (2010).
[6] Domingo, E., R.,''An introduction to autoclaved aerated concrete including design requirements using strength design'', Kansas State Unıversity, Department of Architectural Engineering & Construction Science College of Engineering. MSc. Thesis. Kansas, USA, (2008).
[7] Karaaslan Y., K.,''Gazbeton yapı malzemesinin ısıl özelliklerinin mevcut standartlara göre deneysel olarak incelenmesi'', Yüksek Lisans Tezi, Kırıkkale Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kırıkkale, (2009).
[8] Kosmatka H., S., Kerkhoff B., Panarese W., C., Design and Control of Concrete Mixture. 14th edition, Portland Cement Association, Skokie, Illinois, USA, (2003)..
[9] Thomas, D., Concrete Durability. CRC Press, (2014).
[10] Newman, J., Choo, B., S., Advanced Concrete Technology. Elsevier Publishing. Great Britain, (2003).
[11] Canbaz, M., ''Alkalilerle aktive edilmis yüksek fırın cüruflu harçların özelikleri'', Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Eskişehir, (2007).
[12] Erdoğan S.T., Erdoğan, T.,Y., Bağlayıcı Malzemelerin ve Betonun Onbin Yıllık Tarihi. ODTÜ yayıncılık, Ankara, (2007).
[13] TS EN 197-1. Çimento - Bölüm 1: Genel Çimentolar - Bileşim, Özellikler ve Uygunluk Kriterleri, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara, (2002).
[14] TS EN 934-2. Kimyasal katkılar- Beton, harç ve şerbet için- Bölüm 2: Beton katkıları- Tarifler ve özellikler, uygunluk, işaretleme ve etiketleme. Türk Standartları Enstitüsü, Ankara, (2010).
[15] ASTM C494 / C494M-16. Standard specification for chemical admixtures for concrete, ASTM International, West Conshohocken, PA, (2016).
[16] Erdoğan T. Y., Beton. Metu Press, 5. Baskı, (2015).
[17] Yazıcı, H., Beton Teknolojisi Ders Notları. Dokuz Eylül Üniversitesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, İzmir, (2015).

TIKINTI TƏŞKILATLARININ ETIBARLILIĞININ YÜKSƏLDILMƏSI YOLLARI

THE WAYS OF IMPROVING OF THE RELIABILITY OF CONSTRUCTION COMPANIES

S.A. Fərzəliyev
Azərbaycan Memarlıq və inşaat Universiteti, sferzeli@gmail.com

Xülasə

Bazara yeni tikinti təşkilatlarının daxil olması və onlar arasında rəqabətin güclənməsi bir çox şirkətlərin bağlanmasına səbəb olur. Buna görədə tikinti təşkilatının etibarlılığının təminatı məsələsi mühüm əhəmiyyət kəsb edir.

Beləliklə, istənilən inkişaf etməkdə olan tikinti təşkilatının əsas prioriteti inkişaf və təkmilləşmənin bütövlükdə tikinti təşkilatının fəaliyyətinin ən yaxşı nəticəsinə gətirib çıxaran istiqaməti müəyyən etməkdir. Tikinti təşkilatları öz fəaliyyətini müxtəlif təsadüfi və xarici amillərin baş verdiyi şəraitlərdə həyata keçirlir. Təşkilatlar adətən fərqli maliyyə dövriyyələrinə, texniki təchizat səviyyəsinə, fəaliyyətin həyata keçirildiyi müxtəlif iqlim şəraitlərinə malik olurlar. Tikinti təşkilatının fəaliyyətinin qiymətləndirilməsinin mürəkkəbliyinin əsas səbəbi təsadüfi amillərin təsirinə görə müəssisənin fəaliyyətini səciyyələndirən planlaşdırlma və faktiki vəziyyətlərin düzgün öyrənilməməsidir. Təşkilati-texnoloji etibarlılığın yüksəldilməsinə təsir edən tədbirlər kompleksinin işlənib hazırlanmasında konkret təşkilata tətbiq edilən tədbirlərin səmərəliliyinin hesaba alınması vacibdir. Təşkilati-texnoloji etibarlılığın yüksəldilməsi planının tərtibi zamanı fərdi yanaşmanın vacibliyi barədə nəticəyə gəlinib.

Açar sözlər: tikinti təşkilatlari, təşkilatı-texnoloji etibarlılığı, təşkilati struktur, müəssisənin iqtisadi səmərəliliyi, risklərin idarə edilməsi

Abstract

Entry of new construction companies into the market and increased competition between them leads to the closure of many companies. Therefore, the question of reliability of a construction organization is becoming important.

Thus, in any developing construction organizations main priority is to determine the direction which development and improvement lead to the best outcome of overall construction organization activities. Construction organizations realize their activities in various accidental and external factors conditions. As a rule, organizations, possess different financial turnovers, levels of technical equipment, different clime zones where their functions are realized. In the compiling a complex of activities impacting the improvement of organizational-technical reliability, to consider the efficiency of activities applied to a concrete organization is important. In the compiling the plan of improving organizational-technical reliability, the importance of individual approach is concluded.

Key words: construction companies, organizational-technical reliability, organization structure, economic efficiency of the company, risk management

1. Giriş

Tikinti istehsalatının sürətli inkişafı, müasir texnologiyaların inşaatda tətbiqi bu sektora bir sıra yeni təşkilatların çəlbini zəruri edir. Yeni tikinti təşkilatlarının inşaat sektoruna cəlbi digərlərinin arasında rəqabətin kəskinləşməsinə və onların müflisləşərək bağlanmasına gətirib çıxarır. Bu baxımdan tikinti

təşkilatının etibarlılığının təmin edilməsi məsələsinin həlli yolları aktuallıq kəsb edir. Etibarlılıq məsələsinə bir çox təşkilatlar kifayət qədər diqqət yetirir, lakin müasir şərait etibarlılığın yüksəldilməsinə müəyyən tələblər qoyulur. İstənilən tikinti təşkilatının son məqsədi mənfəətin artırılması və etibarlı, funksional strukturun yaradılmasıdır. Beləliklə, istənilən inkişaf etməkdə olan tikinti təşkilatının əsas prioriteti inkişaf və təkmilləşmənin bütövlükdə tikinti təşkilatının fəaliyyətinin ən yaxşı nəticəsinə gətirib çıxaran istiqaməti müəyyən etməkdir. Tikinti təşkilatları öz fəaliyyətini müxtəlif təsadüfi amillər, xarici amillər baş verdiyi şəraitlərdə həyata keçirirlər.

Tikinti təşkilatının fəaliyyətinin qiymətləndirilməsinin mürəkkəbliyinin əsas səbəbi təsadüfi amillərin təsirinə görə müəssisənin fəaliyyətini səciyyələndirən planlaşdırılmış və faktiki vəziyyətlərinin mümkün uyğunsuzluğudur. Nəticədə tikinti prosesinin həyata keçirilməsində plan geriləmələri əmələ gəlir ki, onlar da ya istehlak olunan resursların həcminin lokal artırılması (bu da tikintinin smeta dəyərinin artmasına gətirib çıxarır) hesabına, ya da tikinti müddətinin artırılması (bu da öz növbəsində insan resurslarının artmış sərfinə və obyektin səmərəli istismarı başlanğıc müddətinin geri çəkilməsinə görə smeta dəyərinin artmasına gətirib çıxarır) hesabına aradan qaldırıla bilər.

Tikinti təşkilatlarının inkişafının istiqamətlərinin planlaşdırılması prosesində verilmiş nəticələrə nail olmaq üsulu ilə yanaşı inkişafın səmərəli meyllənmələrinin və tikinti müəssisəsinin fəaliyyətinin təkmilləşdirilməsi növlərinin müəyyənləşdirilməsi aktuallaşır. Hər bir təşkilat müəyyən miqdarda imkan və resurslara malikdir. Ən yaxşı nəticəyə nail olmaq üçün mövcud resurslardan səmərəli istifadə nəzərdə tutulan çərçivədə inkişaf istiqamətlərinin seçimi hər bir müəssisə üçün fərdi olan mövcud məhdudiyyətlər nəzərə alınmaqla həyata keçirilməlidir.

Ən mühüm amillərdən biri təşkilatın mövcud olduğu real vəziyyəti bilavasitə əks etdirən bir sıra səciyyələrin seçimidir. Bu səciyyələr obyektiv olmalı, dəyişiklik və inkişafın nəticələrini əks etdirməlidir. Onlar təşkilatın həm ümumi kompleks, həm də xüsusi vəziyyətini təqdim etməlidirlər. Beləliklə, istənilən inkişaf edən tikinti təşkilatın fəaliyyətinin təhlilini aparmaq üçün göstəricilərin, həmçinin inkişaf və təkmilləşdirmənin bütövlükdə tikinti təşkilatının fəaliyyətinin ən yaxşı nəticələrinə gətirib çıxaracaq istiqamətlərinin müəyyən edilməsinin aktuallığıdır.

Tikinti təşkilatları öz fəaliyyətlərini müxtəlif xarici vəziyyətlərdə həyata keçirir, müxtəlif maliyyə dövriyyəsinə, texniki təchizat səviyyəsinə malik olurlar. Buna baxmayaq aparılan təhlil göstərir ki, universal səciyyə daşıyan nəticələr mövcuddur, onların tədqiqinin nəticələri əksər tikinti təşkilatlarında istifadə edilə bilər. Tikinti təşkilatlarının fəaliyyətinin belə kompleks göstəricilərindən biri etibarlılıqdır. Etibarlılığın qiymətləndirilməsinin universal üsullarının işlənib hazırlanması, təşkilatın fəaliyyətinin təkmilləşdirilməsi və eyni zamanda ən böyük iqtisadi təsir ilə ən kiçik sərfiyyat üsullarının istifadə edilməsi bazasında etibarlılığın yüksəldilməsi üçün istiqamətlərin müəyyənləşdirilməsi – inkişaf edən tikinti təşkilatları üçün ən aktual məsələlərdən biridir [3].

Təşkilatın etibarlılığı kimi uzun müddət ərzində təşkilatın sabit fəaliyyət imkanı başa düşülür. Təşkilatın vəziyyət göstəricilərindən biri təşkilati-texnoloji etibarlılıq (TTE) səviyyəsidir. Onun dəyişməsi əsasında təşkilatın inkişafı meyllərini, həmçinin qoyulmuş vəsaitlərdən gəliri izləmək olar. Təşkilatın fəaliyyətinin təkmilləşməsinə bu və ya digər vəsaitlərin qoyuluşunun iqtisadi səmərəliliyi belə qoyuluşlardan gəliri qiymətləndirməyə imkan verir. TTE idarəetmə strukturunun, texniki təchizatın səviyyəsi, düzgün seçilmiş texnologiyalar, nəzarət üsulları və qərarların qəbulu ilə sıx bağlıdır. Bu göstəricidən təşkilatın iqtisadi və maliyyə sabitliliyi asılıdır. Tikintinin TTE-ğı planlaşdırılmış göstəricilərə nail olmaq dəqiqliyini, sərmayə-tikinti tsiklinin bütün mərhələlərində baş verən əsas problemləri aşkar etmək, ümumi etibarlılığa təsir göstərən bu və ya digər bölmələrin işini qiymətləndirmək, nəzərə çarpmayan lakin daimi problemlərdən dəyən zərərin qiymətləndirilməsini müəyyən etmək imkanını yaradır. Bu göstərici minimal xərc və qısa müddətdə yüksək nəticə əldə etmək üçün təkmilləşdirmə aparılması məqsədə uyğun olan istiqamətləri aşkar etməyə imkan verir. TTE təşkilatın fəaliyyətinə həm bütövlükdə, həm də ilin müəyyən vaxtında və ya müəyyən şəraitlərdə ən çox təsir edən amillərin reytinqini tərtib etməyə imkan verir.

Tikinti təşkilatının fəaliyyətinin qiymətləndirilməsində mürəkkəbliliyin əsas səbəbi təsadüfi amillərin təsirinə görə planlaşdırılmış və faktiki vəziyyətlərin mümkün uyğunsuzluğudur. Əldə edilmiş fərziyyələrə görə nəticə çıxarmaq olar ki, tikinti, planlaşdırılmış və faktiki vəziyyətlərin uyğunsuzluğuna gətirib çıxaran hadisələrin mümkün yaranması ilə müxtəlif amillərin təsirinə məruz qalan fəaliyyət kimi nəzərdən keçirilə bilər. Nəticədə tikintinin plan geriləməsi meydana gəlir ki, bu geriləmə ya tikintinin smeta dəyərini artıran resursların lokal artırılması, ya da insan resurslarının artıq sərfi və tikintinin planlaşdırılmış müddətinin pozulmasına görə tikintinin smeta dəyərinin artmasına gətirib çıxaran tikinti müddətlərinin uzadılması hesabına aradan qaldırıla bilər.

Tikintiyə çoxlu sayda qarşılıqlı fəaliyyət və elementlərin mövcud olduğu mürəkkəb sistem kimi baxılmalıdır. Tikinti sistemlərinə təsadüfi amillərin, həmçinin işlərin intensivliyinin azaldılmasına və deməli onun yerinə yetirilmə müddətinin artmasına gətirib çıxaran işdə müxtəlif qüsurların təsirlərinə görə fəaliyyətin qismən dayandırılması xasdır. Belə ki, qüsur müxtəlif səbəblərdən və tikintinin müxtəlif səviyyələrində baş verə bilər, belə hadisələr aşağıdakı kimi nəzərdən keçirilə bilər:

– *texnoloji qüsur* – faktiki parametrlərin layihə parametrlərindən sapmasına səbəb olan tikinti prosesinin tam və ya qismən kəsilməsi;
– *təşkilati qüsur* – hadisə olub, onun nəticəsində tikinti-quraşdırma işlərinin həcmlərinin yerinə yetirilməsinin müəyyən olunmuş müddətləri pozulur.

Tikinti istehsalının təşkilindəki qüsur mütləq prosesin tam dayandırılması ilə bağlı deyil. İşlərin istehsalı prosesində öz-özünə aradan qalxan və ya tikinti-quraşdırma təşkilatlarının müvafiq xidmətləri tərəfindən ləğv edilən qismən qüsurlar səciyyəvi pozuntulardır. Əgər bu nəticələr tikinti təşkilatının fəaliyyətinin nəticələrinə nəzərəçarpacaq dərəcədə təsir göstərərsə, onda bu pozuntu qüsur hesab edilə bilər.

Tikinti proseslərində qüsurlar işlərin istehsalını, həmçinin onlar arasındakı qarşılıqlı təsiri pozan çoxlu sayda və müxtəlif təşkilati-texnoloji amillərin təsiri nəticəsində yaranır. Belə qarşılıqlı təsirlərin tədqiqi hər bir amilin tikintinin təşkilinin layihələndirilməsi sahəsində tikinti prosesinin fəaliyyətinə, konstruksiyaların hazırlanması, onların nəqli, bina və qurğuların inşasına təsirinin öyrənilməsi ilə bağlıdır və tikinti sisteminin fəaliyyətinin bütün mərhələlərində sistemli nəzərdən keçirilmə tələb edir [2].

Böyük miqdarda ardıcıl və paralel bağlı elementlər ilə (briqadalar, maşınlar, mexanizmlər, nəqliyyat vasitələri, tikinti baş podrat və subpodrat təşkilatların təchizatçıları və s.) müəyyən olunan tikinti istehsalının mürəkkəbliliyi tikinti istehsalına həm səciyyə, həm də onların təsirinin nəticəsinə görə qüsurların çox saylı səbəblərinə gətirib çıxarır.

Mülki –yaşayış tikintidəki qüsurların səbəblərini bir neçə qrupa bölmək olar.

Texniki: yükqaldıran maşınların, mexanizmlərin, nəqliyyat vasitələrinin, kiçik mexanikləşmə vasitələrinin sınması; müvəqqəti mühəndis şəbəkələri və kommunikasiyalarının (elektrik təchizatı, su təchizatı, istilik təchizatı, yolların şəbəkəsi); materialların, detalların, konstruksiyaların, yarımfabrikatların, həmçinin yerinə yetirilmiş işlərin aşağı keyfiyyəti; tikinti prosesində layihə həllərinin dəyişdirilməsi; ölçmə və nəzarət vasitələrinin, alət və ləvazimatların olmaması və ya sınması.

Texnoloji: işlərin istehsalının qəbul olunmuş texnologiyasının pozulması; keyfiyyətsiz yerinə yetirilmiş işlərin yenidən yerinə yetirilməsi; texnologiyaların layihələndirilməsinin çatışmamazlıqları, yanğın təhlükəsizliyi qaydaları, yanğına qarşı tədbirlərin pozulması; öncədən nəzərdə tutulmayan işlərin meydana çıxması; manqa və briqadaların say və ya ixtisaslaşmış tərkibinin, işlərin istehsalının səmərəli üsullarının dəyişməsi.

Təşkilati: meydançanın, iş cəbhəsinin təqdim edilməsi və ya hazırlanması müddətinə əməl olunmaması; layihə sənədləri ilə vaxtında təmin olunmama; tikintidə iştirak edən hər hansı bir təşkilatın işlərinin razılaşdırılmış müddətinin pozulması; material, məmulat, konstruksiya, yarımfabrikatlar, avadanlıqların olmaması; işlərin planlaşdırılmış ardıcıllığının dəyişdirilməsi; hesablayıcı texnikada səhvlər; lazımi resursların olmaması və ya onların təchizatı müddətinin pozulması; tələb olunan ixtisas və ya dərəcəli fəhlələrin olmaması.

İdarəetmə: qərarların vaxtında qəbul edilməməsi və onların icraçılara çatdırılmaması; istehsalat rabitəsinin olmaması və ya onun pozulması; planlaşdırma və idarəetmə səhvləri; obyektiv və ya düzgün olmayan məlumatın alınması; idarəetmə strukturunun çatışmamazlıqları; operativ planlaşdırma və idarəetmənin mükəmməl olmaması; dispetçer xidməti, idarəetmə aparatının olmaması və ya yararsızlılığı; rəhbərlik və idarə həllərinin uyğunsuzluğu; il ərzində planın əsaslandırılmamış düzəlişləri.

Sosial: icraçıların iş buraxmaları və ya işə gecikmələri; işlə tam təmin olunma halında istehsalat tapşırığının yerinə yetirilməməsi; icraçıların aşağı ixtisaslaşma dərəcəsi; material, alət, avadanlıqların bilərəkdən zay edilməsi və ya oğurlanması; fəhlə və rəhbər-texniki işçilərin işlərin vaxtında və keyfiyyətlə yerinə yetirilməsində marağın olmaması; fəhlələrin normal məişət şəraitləri və qidalanma ilə təmin edilməməsi.

İqlim: əlverişsiz atmosfer hadisələri – qar yağıntısı, buzlaşma, 6 baldan yuxarı külək, leysan, C^0 -25 dərəcədən aşağı şaxta; təbii fəlakətlər.

Qüsurların yaranmasının bütün səbəblərinin kompleks təhlilini apararaq, belə bir nəticəyə gəlinir ki, tikinti sonradan fəaliyyətdə qüsurların səbəbləri olan müxtəlif amillərin təsirinə məruz qalan sistem kimi nəzərdən keçirilməlidir. Tikinti prosesində sistemin faktiki vəziyyətinin planlaşdırıldığından fərqli ola bilməsi ilə əlaqədar olaraq son nəticəni təhlil etmək məna kəsb edir – planlaşdırılmış keyfiyyət ilə vaxtında obyektin tikintisi.

Aşağıdakı ehtimalları nəzərdən keçirək: istənilən obyektin tikintisi planlaşdırılmış keyfiyyət ilə yerinə yetirilir, yəni bütün mümkün qüsurlar tikintinin davametmə müddətinə təsir edir, ancaq heç bir vəchlə onun keyfiyyətinə təsir göstərmir. Bu halda qüsurlar olduqda (işlərin istehsalı texnologiyası və bu işlərin keyfiyyətinin saxlanılması hesabına) tikintinin vaxtının artması baş verir. Nəticədə tikintiyə sərf olunmuş vaxt qüsurun yaranmasına görə boşdayanmanın və planlaşdırılmış keyfiyyətdə işlərin istehsalına planlaşdırılmış vaxtın cəmi kimi müəyyən ediləcək.

Bütövlükdə təşkilatın etibarlılığı onun ayrı-ayrı tərkib hissələrinin etibarlılığı kimi təqdim edilir. Təşkilati etibarlılıq obyektdə işlərin təşkilinin etibarlılığı, təşkilati həllərin tikinti proseslərinin yerinə yetirilməsinə elə bağlamaq qabiliyyətidir ki, tərkib hissəsi olan axınların hər hansı bir sapması yarandığı halda onların fəaliyyəti pozulmasın və nəticədə obyektdə işlərin başa çatdırılması müddəti buraxıla bilən qiymətləri aşmasın. Buradan belə çıxır ki, təşkilati etibarlılıq texnoloji etibarlılığa əsaslanır, belə ki, obyektin tikintisi zamanı planlaşdırılmış nəticənin əldə edilməsi tikintidə iştirak edən manqa və briqadaların hər biri tərəfindən işlərin vaxtında yerinə yetirilməsindən asılıdır (5).

Texnoloji həllərin etibarlılığı tikinti prosesinin fasiləsiz fəaliyyətini, verilmiş intensivlik və digər parametrlər ilə tikinti prosesinin fəaliyyətinə imkan verən işlərin istehsalı seçimini elə təmin etməlidir ki, təsadüfi istehsalat amillərindən törənən sapmalar müəyyən həddləri aşmasın.

Hal-hazırda əksər tikinti şirkətlərinin inkişaf və fəaliyyət istiqamətlərinin seçimi etibarlılığı təmin etmək nöqteyi-nəzərindən həyata keçirilmir. Bu ona gətirib çıxarır ki, son göstəricilərə (istehsal, intensivlik, boş dayanmalar, təhvil vermə müddətinin gecikdirilməsi) təsir göstərən sərmayə-tikinti tsiklinin gedişatında yaranan bir çox problemlər layihədən layihəyə keçir, bununla da təşkilat çərçivəsində yığılır və bütövlükdə etibarlılığın inteqral göstəricilərini daha da pisləşdirir. Beləliklə, təşkilatın etibarlılığının mərhələlər üzrə nəzarəti yalnız bütövlükdə deyil, o cümlədən onun fəaliyyətinin ayrı-ayrı istiqamətləri üzrə müstəsna olaraq vacibdir.

Tikintini idarəetmə sisteminin etibarlılığı – tikinti təşkilatının resurslarını (material, əmək, texniki, maliyyə) planlaşdırma və tənzimləmə, onların qarşılıqlı təsirinin (ardıcıllıq, intensivlik, uyğunlaşdırılma) qaydalarını dəyişmək yolu ilə verilmiş nəticəyə nail olmaq qabiliyyəti. İdarəetmə sistemlərinin etibarlılığı tikinti-quraşdırma təşkilatının qarşıya qoyulmuş planı yerinə yetirmək qabiliyyətini səciyyələndirir, yəni işlərin planlaşdırılmış həcmlərinin yerinə yetirilməsini və obyektlərin verilmiş müddətlərdə istismara daxil edilməsini həyata keçirmək. Tikinti bölmələri bu zaman təşkil edən elementlərin qüsurlarına görə işlərin istehsalındakı sapmaları lokallaşdırmaq üçün ümumi sistem hüdudlarında resursları təkrar bölüşdürür. Buna görə də idarəetmə sistemlərinin etibarlılığı təşkilati etibarlılığın səviyyəsindən asılıdır.

Tikinti təşkilatının fəaliyyətinin müəyyən göstəricilərinin dəyişməsi zamanı balanslaşdırılmış siyasətin aparılmasına ehtiyac var. Belə ki, bir qisim göstəricinin intensivləşdirilməsi zamanı digərləri geridə qalır və bunun nəticəsində artımın ümumi nəticələri zəyifləməyə başlayır. Təşkilatın fəaliyyətinin qiymətləndirilməsi prosesində geridə qalan göstəricilərin daima müəyyən olunmasına ehtiyac olur, belə ki, bu zaman onların yüksəlməsi artıq yüksək olan göstəricilərin yüksəlməsi ilə müqayisədə daha böyük iqtisadi səmərəliklə təmin edilir. TTE ilə də işlər eyni tərzdə baş verir, onun yüksəlməsi prosesində biz etibarlılığın rasional səviyyəsini anlamağa başlayırıq.

Tikinti istehsalatının etibarlılığının rasional səviyyəsi – maksimal iqtisadi cəhətdən məqsədəuyğun səviyyə olub, tikinti təşkilatı tərəfindən etibarlılığın artırılması üzrə təşkilati-texnoloji tədbirlərin gerçəkləşdirilməsi yolu ilə həyata keçirilir. Bu səviyyə təşkilatın kifayət edən etibarlılığının sərhədlərini elə müəyyən edir ki, o, qalan daha az etibarlı rəqiblərlə yanaşı rəqabətə davamlı ola bilsin.

Etibarlılığın maksimal səviyyəsi – fasiləsiz işlərin mümkünlüyünə müvafiq vahiddir. Praktikada o, əlçatmazdır, ancaq hətta etibarlılığın daha kiçik səviyyəsi tikinti istehsalatında əldə edilən iqtisadi səmərəyə müvafiq olmayan belə nəzərə çarpacaq sərfiyyatları tələb edir. Elə vəziyyət yaranır ki, TTE-nın səviyyəsinin sonrakı yüksəlməsi iqtisadi cəhətdən əlverişsiz olur, onunla bağlı xərclər isə əsaslandırılmamış olur. Bu halda etibarlılığın rasional səviyyəsinə əsaslanmaq lazımdır.

TTE-nın eyni səviyyəsində təşkilatın müxtəlif tədbirlər keçirmək imkanı var və hər biri müsbət iqtisadi effekt verə bilər, ancaq qoyulmuş vəsait və alınan mənfəət göstəricilərinə görə onlar fərqlənə bilərlər. Tikintinin TTE-nın yüksəldilməsi üzrə tədbirlər seriyası aparılarkən etibarlılığın bütün göstəricilərinin yüksəliş sürəti yavaşlayır və elə an gəlir ki, sonrakı tədbirlərin keçirilməsi iqtisadi cəhətdən məqsədəuyğun olmur. Ehtiyat maşın, ehtiyat enerji təchizatı sistemlərinin istifadəsi və s. böyük xərclər istəyir ki, bu da lazımi iqtisadi effekt əldə etməyə imkan vermir. Beləliklə, etibarlılığın yüksəldilməsi xərclərin artması və iqtisadi effektin yüksəlməsi, həmçinin belə tədbirlərdən mənfəətliliyin dəyişməsinə səbəb olur. Kiçik mənfəətin əldə edilməsi üçün etibarlılığın səviyyəsinin və onun yüksəlməsinə görə gəlirin dəyişməsinin funksiyasının ekstrimumunu müəyyən etmək lazımdır – bu da etibarlılığın optimal səviyyəsini göstərəcək.

Ümumi etibarlılığın tərkib hissələrini nəzərdən keçirərək fasiləsiz işə böyük dərəcədə təsir edən bir neçə sektoru müəyyən etmək olar. Etibarlılığın yüksəldilməsi üzrə bütün tədbirlər məhz onlara yönəldilməlidirlər. Tikinti təşkilatının etibarlılığının yüksəldilməsinə az xərc tələb edən tədbirlər vasitəsi ilə etibarlılığın yüksəldilməsinə başlamaq iqtisadi cəhətdən daha sərfəlidir.

TTE göstəricisi tikinti istehsalatının xüsusiyyətlərini nəzərə almaqla tikinti təşkilatının fəaliyyətində risk amillərini qiymətləndirməlidir.Ənənəvi olaraq TTE təhlil edilərkən obyektlərin bu və ya digər növlərinə məxsus səciyyələr nəzərdən keçirilirdi. Müxtəlif tikinti axınları, işlərin müəyyən növləri qiymətləndirilir. Ancaq tədqiqatlar göstərir ki, sərmayə-tikinti tsiklinin təşkilati-texnoloji göstəricilərini müəyyənləşdirən amillərin dərin təhlili vacibdir. Ənənəvi yaxınlaşma tikinti təşkilatının vəziyyəti, bu və ya digər şəraitdə onun etibarlılığı səviyyəsi barədə təsəvvür yaradır. Təəssüf ki, etibarlılığın belə səviyyəsinin yaranması səbəbləri, qüsurların yaranması amilləri, onların bütövlükdə təşkilatın etibarlılığına təsiri dərəcəsi barədə məlumat vermir.

Diqqət yetirilməsi ən vacib olan – izlənməsi lazım olan etibarlılığın dəyişməsi prosesidir. Etibarlılığın yüksəldilməsi yollarının müəyyən olunması məqsədi ilə etibarlılığın müəyyən olunması üsullarının işlənib hazırlanması, sonradan həm də təşkilatın etibarlılığının yüksəldilməsi üzrə keçirilmiş konkret tədbirlərə görə real nəticələrin əldə olunmasının vacibliyi meydana çıxır. Mövcud yanaşma ilk növbədə diqqət tələb ediləsi təşkilatın etibarlılığının sonrakı yüksəldilməsinin optimal yolları, daha effektiv istiqamətlər, daha çox etibarlı olmayan sahələr barədə suala cavab vermir.

TTE göstəricisi etibarlılığın öz səviyyəsi (tikinti təşkilatının konkret şəraitdə yaranmış səviyyəsi) adlanan səviyyəni səciyyələndirməlidir. Onu baxılan regiona məxsus metroloji şəraitlər, istehsalat bazasının, maşın və mexanizmlərin vəziyyəti, tikinti bölməsində işlərin istehsalının idarə edilməsinin bərqərar olmuş sistemi, icraçıların say və ixtisaslaşma tərkibi, rəhbərliyin yararlılığı, material-texniki təchizatın vəziyyəti, tikinti

şəraiti, təşkilatın strukturu və s. fərqləndirir. Eyni TTE səviyyəsinə malik iki tikinti təşkilatını müqayisə etsək aydın olar ki, bu iki təşkilatda daha etibarlı və daha çox etibarlı olmayan bölmələr bir-birindən kəskin fərqlənir və deməli etibarlılığın yüksəldilməsinə yanaşma konkret tikinti təşkilatında proseslərin etibarlılığı xəritəsinə görə fərdi olmalıdır [1].

Ümumləşdirilmiş formallaşdırılmış yanaşma ümumi tədbirlər hesabına etibarlılığın yüksəldilməsinin iqtisadi cəhətdən daha səmərəli üsullarını müəyyən edə bilmir. Tikinti təşkilatının fəaliyyətinin daha etibarlı və daha çox etibarlı olmayan bölmələrinin fərdi təhlilini aparmaq lazımdır.

TTE səviyyəsinə təsir edən əsas amil tikinti mexanizm, maşın və fəhlələrin boşdayanmaları, onların yaranma tezliyi və iş vaxtının boşdayanma vaxtına nisbətidir. Bu amil əsas amillərdən biridir, belə ki, bu və ya digər obyektin tikintisinin maya dəyərini müəyyən edən təşkilatın əməliyyat nüvəsinin fəaliyyətini səciyyələndirir və deməli layihənin bütövlükdə həyata keçirilməsindən son mənfəətin ölçüsünü müəyyən edir. Məhz bu amil plan göstəricilərinin faktiki göstəricilərə müvafiqliyinin dəqiqliyini səciyyələndirir, həmçinin konkret istehsalat şəraitlərində işlərin intensivliyini müəyyən edir. Beləliklə, faktiki sapmaların qiyməti və gələcəkdə real xərclər barədə məlumat formalaşır (4).

Tikinti zamanı yaranan hər bir qüsur üzrə onun yaranması səbəbi aydınlaşdırılır. Bu da vaxt başa çatdıqda qüsurların bütün növləri barədə statistik məlumatların toplanmasına imkan verir. Tikinti təşkilatı üzrə məlumatlar alınandan və emal edildikdən sonra TTE yüksəldilməsi məqsədi ilə təşkilati-texnoloji tədbirlərin fərdi kompleksi işlənib hazırlana bilər.

Müasir şəraitdə daha az vacib olmayan amillərdən biri də təşkilatın tərəfdaşları və müştəriləri ilə qarşılıqlı əlaqə, onların sadiqliyinin təmin edilməsidir. Tikintinin müddətinin uzanması ilə bağlı maliyyə sansksiyaları ilə yanaşı, təşkilati-texnoloji qüsurlar təşkilatın ad-sanına mənfi təsir göstərir, bu da sonradan sifarişlərin miqdarı, sifarişçilərin etibarı və təşkilatın bütövlükdə ad- sanına təsir edir.
İqtisadi səmərə etibarlılığın yüksəldilməsi üzrə tədbirlərin keçirilməsinə qoyulmuş xərclər fiksasiya olunduqda maksimal olacaq. Aparılan tədqiqatlar göstərir ki, maksimal iqtisadi səmərə ən birinci aparılmış ən bahalı tədbirlərə görə əldə edilmir. Daha çox mənfəəti təmin edən TTE yüksəldilməsi üzrə tədbirlər kompleksinin seçimi, yəni tikinti təşkilatının fəaliyyətinin təkmilləşdirilməsi üzrə fəaliyyətlərin fərdi rasional proqramının yaradır.

2. Nəticə

1. Tikinti təşkilatının fəaliyyətinin qiymətləndirilməsinin mühüm amili işin səmərəliliyinin statistik səciyyələrini və tikinti şirkətinin fəaliyyəti prosesində yaranan təşkilati riskləri nəzərə alan onun təşkilati-texnoloji etibarlılığı göstəricisidir.
2. Təşkilati-texnoloji etibarlılığın yüksəldilməsinə təsir edən tədbirlər kompleksinin işlənib hazırlanmasında konkret təşkilata tətbiq edilən tədbirlərin səmərəliliyinin hesaba alınması vacibdir.
3. Təşkilati-texnoloji etibarlılığın yüksəldilməsi planının tərtibi zamanı fərdi yanaşma vacibdir.
4. Müasir şəraitdə daha az vacib olmayan amillərdən biri də təşkilatın tərəfdaşları və müştəriləri ilə qarşılıqlı əlaqə, onların sadiqliyinin təmin edilməsidir.

Ədəbiyyat

[1] S.A.Fərzəliyev Tikintidə idarəetmə- dərslik Bakı- 2015 il səh.248.
[2] T.P.Abdullayev Tikinti investisiya layihələrinin idarə edilməsi –dərslik Bakı -2009 il səh.200.
[3] П.Б. Жарнеров Повышение организационно-технологической надежности строительства за счет структурных мероприятий. Вестник МГСУ 2013г стр. 196.
[4] D. Hillson, Extending the risk process to manage opportunities, Int. J. Project Manage. 20 (2002) 235–240.
[5] U.H. Issa, A model for time overrun quantification in construction of industrial projects based on risk evaluation, J. Am. Sci. 8 (2012) 523–529.

DEMİRYOLU SANAYI LOJİSTİK YÖNETİMİNİN MODELLEME AMAÇLI İNCELENMESİ

Kürşat Yıldız[1], Muhammet Türker Ahi[1], Çağlar Tabak[2]
[1]Gazi Üniversitesi, Teknoloji Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Teknikokullar/Ankara
[2]Ulaştırma, Denizcilik ve Haberleşme Bakanlığı

Özet

Lojistik sektörü, Türkiye'de en hızlı büyüyerek gelişimini sürdürmektedir. Dünya'da lojistik performansı, Dünya Bankası tarafından her yıl yayınlanan LPİ (Logistics Performance Index) 'ye göre belirlenmekte olup 2016'da 1.ülke Almanya'dır. Türkiye ise 34.sıradadır. Türkiye'nin dünya lojistik pazarında etkin bir konuma sahip olabilmesi için, özellikle demiryolu ulaştırma modunun düşük enerji tüketimli, çevreci ve güvenli taşıma imkanlarından faydalanılması öne çıkmaktadır. Ulaştırma'da 2023'e dek planlanan 40 milyar dolarlık yatırımın doğru projelere ve yerli tedarikçilere yapılması, Avrupa Ulaştırma Stratejisinin yayınlandığı Beyaz Kitap'ta belirlenmiş olan 2030 hedeflerinin de dikkate alınarak sürdürülebilir bir ulaştırma ağının oluşturulması acil ihtiyaçtır.

SCOR Modeli" (Supply Chain Operations Reference Model), Amerikan Tedarik Zinciri Konseyine üye kurumların ortaklaşa çalışmaları sonucu ilk defa 1996'da geliştirilmiştir. Tedarik Zinciri Konseyi 1996 yılında Pittiglio Rabin Todd & McGrath (PRTM) ve AMR Research firmaları ile başlangıçta 69 gönüllü firmanın desteğiyle kurulmuştur. Konsey, dünyanın en büyük üreticilerinin %70'inden fazlasını temsil eden, tedarik zinciri profesyonellerinin katıldığı geniş tabanlı bir organizasyonudur. AMR, üretim ve tedarik zinciri yazılım paketleri üzerinde çalışan bir araştırma kurumu, PRTM ise, bundan 20 yıl önce kurulmuş bir küresel yönetim danışmanlığı firmasıdır. Endüstride daha kolay ve etkin uygulanabilmesi amacıyla sık sık güncellenerek ve detaylandırılarak 2015 yılında 10. sürümü yayınlanmıştır. Bu model tedarik zinciri yönetimi için endüstriler arası standart olarak kabul edilmiş dünyadaki ilk ve tek referans model olma özelliği taşımaktadır.

Demiryolu sektörü lojistik zincirindeki eksikliklerin tespit edilerek gerek Karayolu gerekse de Avrupa'daki demiryolu sektörü ile rekabet edebilmek adına Türkiye'deki sektörel tedarik zinciri analizi üzerine bilimsel bir metot olan SCOR modeliyle lojistik zincir analizi ve modelleme çalışması yapılmaktadır.

Anahtar Sözcükler: Lojistik, Demiryolu, Modelleme, Rekabet, Tedarik Zinciri, SCOR.

1. Giriş

Türkiye Cumhuriyeti Devleti 2023 milli hedefleri arasında olan hem Ulaştırma hem de Ekonomi Bakanlığı'nın ortaya koymuş olduğu ve bu kapsamda yatırımlar yaptığı "ulaştırma lojistiğinin" doğru şekilde yapılanmasını ve en verimli şekilde tedarik zincirinin kurulması için sektörlerin analizine ihtiyaç vardır (http://www.tcdd.gov.tr/raporlar+m163). 2023'te ihracat için Ekonomi Bakanlığı 500 milyar dolar hedef koymuş ve ekonomiye alt yapı sağlayacak lojistik ve ulaşım alt yapısına 110 milyar dolar yatırım yapılacağını, ama öncelikle Türkiye'nin lojistik altyapıda yatırımlara acil ihtiyacı olduğunu ortaya koymuştur (http://www.tim.org.tr/files/downloads/2023/tim%202023%20ihracat%20stratejisi%20raporu.pdf).

2. Literatür Taraması

"SCOR Modeli" (Supply Chain Operations Reference Model), Amerikan Tedarik Zinciri Konseyine (Supply Chain Council) üye kurumların ortaklaşa çalışmaları sonucu ilk defa 1996'da geliştirilmiştir. Bu model tedarik zinciri yönetimi için endüstriler arası standart olarak kabul edilmiş dünyadaki ilk ve tek referans model olma özelliği taşımaktadır. Türkçe anlamı "Tedarik Zinciri Çalışma - Operasyonları - Referans Modeli" olarak tanımlanan SCOR modeli, sektörlerden bağımsız olarak tüm tedarik zinciri yapılarını "planlama", "tedarik", "üretim", "dağıtım" ve "iade" olmak üzere beş temel süreç ile tanımlamaktadır.

Planlama süreci, tedarik, üretim ve teslimat gereksinimlerinin karşılanabilmesi için toplam talep ile arzın dengelenmesini amaçlar (Balstorff, Rosenbaum, 2003).

Diğer süreçler ise ana hatlarıyla aşağıdaki maddeleri kapsamaktadır:

- Tedarik zincir yönetimi süreç ve faaliyetlerinin standart tanımları
- süreçlerin performanslarının takibi için kullanılacak standart ölçütler
- süreçlerin oluşturulmasında kullanılacak ortak yöntem ve terminoloji
- değişik sektörlerdeki en başarılı uygulama örnekleri
- faaliyetlerin etkinliğini arttırmak üzere uygun destek araçları ve yazılımlar
- sınıfında en iyi performansı elde etmek için olası ülkelerden iyileştirme çalışma örnekleri

(Francis, 2010).

SCOR modeline Türkiye'de son yıllarda ilgi gösterilmiş fakat gereği kadar araştırması ve sektörlere uygulama modellemesi yapılmamıştır (Agahanov, 2007).

Dünya'da lojistik performansı, Dünya Bankası tarafından her yıl yayınlanan LPİ (Logistics Performance Index) 'ye göre 2016'da 1.ülke Almanya'dır. Türkiye ise 34.sıradadır (http://lpi.worldbank.org/). Türkiye'de şimdiye dek lojistik veya tedarik zincirinin yapısı ve parametreleri ortaya konmamış ve bilimsel bir metot ile nerelerde gelişime açık olunduğu belirtilmemiş olduğundan boşluklar tespit edilerek iyileştirilmelidir. Bu şekilde hem dışa bağımlılık azalacak, hem yüksek maliyetlerden ötürü ihracatta rekabetçilik engellerimiz kaldırılacak, hem de lojistik performansımız diğer ülkelerle rekabet edebilir düzeye çıkarılacaktır (Cerit, Kasapoğlu, 2010).

Lojistik, ürün ve hizmetlerin ihtiyaç duyulduğu zaman, istenilen yerde olması ile ilgili bir kavramdır. Terim olarak özel veya kamu sektörüne özgü olmamakla birlikte, lojistiğin temel kavramları özel ve kamu kuruluşlarının faaliyetlerinde uygulanabilmektedir (Chatfield ve diğ., 2006). Türkiye, geçmişten günümüze birçok önemli rotanın kesişiminde yer almış ve almaktadır. Bu sebeple Türkiye, küresel ulaştırma ağında çok önemli bir konumdadır. Türkiye, demiryolu taşımacılığının gerekliliklerine cevap vermeyi amaçlamaktadır ve demiryolu ulaştırma sistemi ulusal 2023 hedefleri ile, verimli bir demiryolu taşımacılığı süreci açısından yeniden yapılanma süreci içindedir (http://www.tcdd.gov.tr/raporlar+m163). Günümüzde doğru lojistik maliyetleri ve bunların müşteriye, ürüne veya tedarik zincirlerine göre katkı payı analizlerinin firmalar için önemi çok artmıştır. Lojistik maliyetlerinin ve hizmetlerinin kaydı ve değerlendirilmesi, lojistik hizmetlerinin karmaşıklığı ve lojistiğe özgü bir maliyet muhasebesi sisteminin olmayışı nedeniyle son derece güç olmuştur. Bu nedenle son otuz yıl boyunca lojistik maliyetler toplam satışların ya da toplam maliyetlerin belli bir yüzdesi olarak görülmüştür (Kocaoğlu, 2009). Ancak işletmeler maliyet muhasebesi sistemlerinden daha kesin ve detaylı lojistik bilgiler istemektedir. İşletmelerin, kesin, net ölçülebilir bilgi gereksinimi, işletmelerin maliyet muhasebesi sisteminde birçok değişikliğe neden olmaktadır. Bununla beraber lojistik veriler işletme içerisinde genellikle hazır ve kullanılabilir formda değildir. Birçok bilgi belgelerde veya üretim, yönetim, pazarlama, araştırma geliştirme, finansman gibi diğer departmanlardaki verilerin içinde gizlidir. Dolayısıyla, işletmelerin lojistik maliyetlerinin organizasyon yapısında yeniden sınıflandırılması gerekecektir (Genç, 2009).

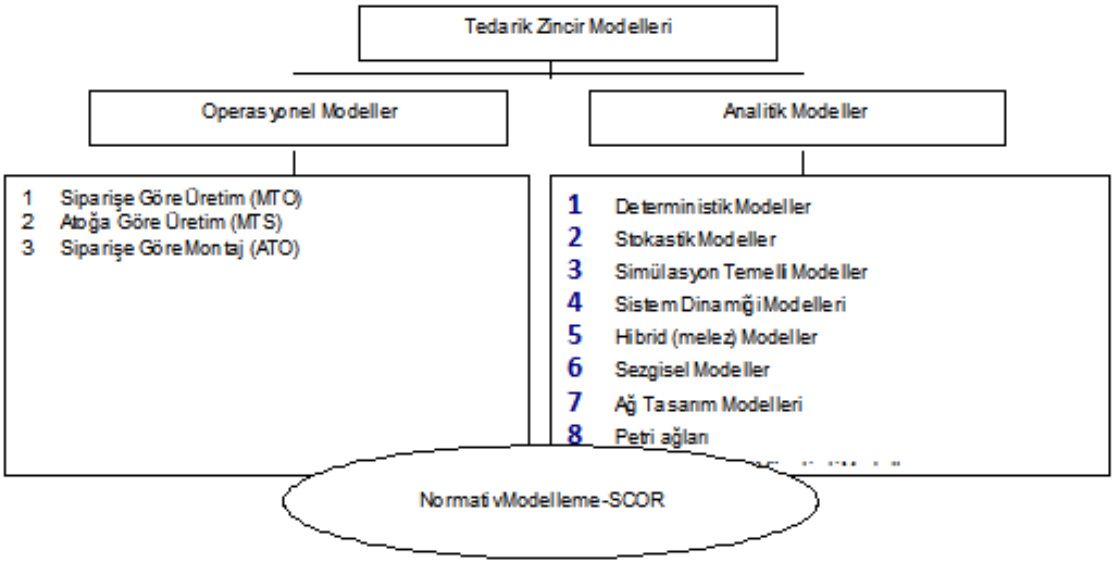
Tedarik zincir yönetiminin etkin bir şekilde uygulandığı işletmelerde elde edilen başarılara örnekler aşağıda yer almaktadır.

- Envanter %50 azalmıştır.
- Zamanındaki teslimatlar %40 artmıştır.
- Kümülatif dönüşüm zamanı %27 azalmıştır.
- Ciro %17 artmıştır.
- Cirodaki lojistik sistemin toplam maliyetlerinin payı %20 azalmıştır.
- Sipariş gelmeden paketleme yapılmayacağı için mamul stoku %50 azalmıştır (Kaplan, Norton, 2009).

3. İzlenen Yöntem

Fayez ve diğerlerine (2005) göre SCOR modeli sınıflandırma yapılırken hem analitik hem de operasyonel modeller arasında yer alabilir. Modelleme ile, simülasyon ve bilgi teknolojisi tabanlı çalışmalara olanak vermektedir. Aynı zamanda nesne görünümüne sahiptir. Bununda beraber MTO, MTS gibi operasyonel strateji seçenekleri de modelde hazır bulunmaktadır. Ayrıca buradaki sınıflandırmada normativ model grubu da yer almaktadır. SCOR modeli ileriki yıllarda görsel modellemenin ötesinde, simülasyon ve AHP çalışmalarına da entegre edilerek kullanılmıştır (Çizelge 1).

Çizelge 1. Literatürde bahsi geçen Tedarik Zincir Modelleri (Fayez ve diğ. 2005)



Önerilen proje kapsamında Çizelge 1'de verilen normativ modelleme yöntemi kullanılacaktır. Normativ modeller modelleyiciye önceden tanımlanmış nesneler, ilişki örnekleri ve haritalar kümesinde seçim yaparak bunları kullanmasına yönlendirir. Bu durum üretilen modelin özgürlüğünü kısıtlar. Fakat herkes aynı model kümesiyle çalıştığı zaman, ortak ölçütler belirleme, karşılaştırmalar yapma imkanı doğmaktadır. Ayrıca modelin karmaşıklığı da azalmaktadır. Fakat bu normativ modellerin geliştirilmesi zordur, çünkü benzer sistemler arasında bir model kümesi üzerinde uzlaşma sağlanması gerekmektedir. Normativ modeller aynı zamanda literatürde proses referans modelleri olarak bilinen modelleri de kapsamaktadır (Kazançoğlu, 2008).

Tez hedefleri arasında şunlar bulunmaktadır;

- **Uzmanlaşma:** Üretici firmanın en iyi bildiği iş, son ürünün prosesleri; tedarikçi firma için, sorumlu olduğu malzemeler; bayi için, pazar hakkında daha detaylı bilgi sahibi olmak ve uçtaki müşterilere malın doğru bir şekilde satısını yapmaktır. Tüm iş ortaklarının kaynakları ortak kullanması, çıkabilecek yeni is olanaklarına hızlı ve fazla yatırım yapmadan ulaşmasını sağlayabilmektedir. Bu konuda ilgili verilerin toplanarak sektörün bu konuda uzmanlaşması sağlanacak ve literatüre yeni uygulamalı katkılar yapılacaktır.

- **Türkiye için Hızlı, Doğru ve Etkili Bir Tedarik Sistemi:** Lojistik yönetimi uygulaması için firmaların ilk önce SCOR modeli yardımı ile, iç işleyişini iyileştirmesi ve geçmiş verileri istenen detayda saklıyor olması beklenmektedir. Bundan sonra firmaların engelleri ortadan kaldırarak iş ortakları ile birlikte planlama yapması hedeflenmektedir. Lojistik yönetimi yaklaşımı bu amaçla geliştirilmiş yazılımlar ile birlikte uygulandığında hedefine ulaşabilir. Bu kapsamda mevcut tedarik

yönetim zinciri analiz ve yönetim modelleri değerlendirilerek tekrar ele alınacak, mümkünse elde edilen verileri en doğru şekilde temsil eden yeni/geliştirilmiş bir tedarik yönetim sistemi modeli önerilecektir.

- **Uzun Vadeli Planlama:** Bu çalışmada yeni üretim birimlerinin, depoların ve tedarikçilerin ideal süreçleri, maliyet optimizasyonu ve müşteriye hızlı cevap verme kriterlerine göre tespit edilebilmektedir. Ayrıca hangi ürün nerede üretilmeli, malzeme, iş gücü, nakliye, stok, ürün ömrü yönetimi açısından en kârlı strateji nedir gibi sorulara cevap verme imkânı da bulunabilmektedir.

- **Daha Düşük Stok Seviyeleri:** SCOR Modeli, stok seviyelerinin düşürülmesinde önemli rol oynayacaktır. En uçtaki satış bilgisinin yazılım tarafından kısa bir süre içinde değerlendirilebilmesi, tedarikçilerin şirketinizdeki kendi stoklarından sorumlu olması ve stok takibini sizin adınıza yapması, talep tahminlerinin mümkün olduğunca doğru yapılması ve hatta yeni açılan depo ya da fabrikanın yerinin karar modelleri yardımıyla doğru tespit edilmesi, önemli bir maliyet kalemi olan stok tasıma maliyetinin düşürülmesine yardımcı olmaktadır.

- **Belirsizliklerin Ortadan Kaldırması:** SCOR Modelinin diğer bir canalıcı amacı, müşteri hizmetlerindeki belirsizlikleri ortadan kaldırmaktır. Belirsizlikler teslimat tarihleri ile ilgilidir. Bu belirsizliklerin giderilmesi, detaylı üretim ve nakliye planlarının optimizasyonu, geçmiş bilgilerin geleceğe yön verecek şekilde kullanılmasıyla sağlanır.

- **Lojistik Masterplan ve Lojistik Köy Yatırımlarının Verimliliğinin Artırılması:** Türkiye Cumhuriyeti Devleti 2023 milli hedefleri arasında olan hem Ulaştırma hem de Ekonomi Bakanlığı'nın ortaya koymuş olduğu ve bu kapsamda yatırımlar yaptığı "ulaştırma lojistiğinin" doğru şekilde yapılanmasını ve en verimli şekilde tedarik zincirinin kurulması için teknolojik modelleme sistemlerine ihtiyaç vardır. 2023'te ihracat için Ekonomi Bakanlığı 500 milyar dolar hedef koymuş ve ekonomiye alt yapı sağlayacak lojistik ve ulaşım alt yapısına 110 milyar dolar yatırım yapılacağını, ama öncelikle Türkiye'nin lojistik kümelenmelere acil ihtiyacı olduğunu ortaya koymuştur. SCOR modeli bu yatırımların boşa gitmesini engelleyecek ve ihracat hedefine ulaşılması için gereken gelişme sahalarını ortaya koyacaktır.

4. Sonuç

Yapılmakta olan araştırma ile SCOR tedarik zincir yönetimi ve referans modellemesi ile Dünya'da lojistik performans endeksi ile ilk sırada olan Alman lojistik sisteminde demiryolu tedarikçilerinin uyguladığı süreçlerin, kullanılan teknolojik ve bilimsel altyapının analiz edilerek Türkiye'de seçilecek pilot bir bölge üzerinden geleceğe yönelik ihtiyaç ve rekabet analizi oluşturulacaktır. Bilimsel modelleme ile tedarik süreçlerinin en üst düzeyde verimlilik, en az düzeyde maliyet ile yönetilmeleri sağlanacaktır. Özellikle demiryolu altyapısının büyük önem kazandığı bu lojistik merkezlerin analizinde disiplinler arası uzmanlara ihtiyaç duyulacak ve sektördeki birçok paydaştan veri toplanarak Türkiye'nin geleceğe yönelik strateji haritası da ortaya konacaktır.

İzlenecek yöntem 5 adımdan oluşmaktadır. Türkiye'den seçmiş olduğumuz 2 demiryolu ile ilgili Ekonomi Bakanlığı ve Bilim, Sanayi ve Ticaret Bakanlığı'nın belirlediği kriterlere göre büyük ölçekli firma kategorisine giren üretim firmalarda 250 adet SCOR parametresinden yansıtılabilecek ve karşılaştırılabilecek olanlar seçilerek Almanya'nın demiryolu lojistik sektörü referans parametreleriyle kıyaslaması yapılacaktır. SPSS programı ile sapmalar ve dağılım analizleri yapılacak ve SCOR Card'lar oluşturulacaktır. Ardından bu çıktılarla bir boşluk analizi yapılarak Türkiye'de eksik olan ve tedarik zincir performansı en çok etkileyen parametreler ortaya çıkarılarak bunlara ağırlık katsayıları verilecektir. Performansı en çok etkileyen ve hedef değerlere (Almanya LPİ hedef değerlerinden tespit edilecek) göre yetersiz olan parametre en büyük katsayıyı alacaktır. Bir sonraki adımda Türkiye'nin altyapısı ve tedarik zincirine uygun bir modellemeye dönüştürülecektir. Son adımda, bir yazılım haline dönüştürülmesi planlanan bu uygulama, firmaların kendi analizlerini yapmasına ve dolayısıyla rekabette, verimlilikte ve belirsiz maliyetlerin yüksekliğinde hangi parametrelerle ilgili iyileştirme yapması gerektiğine hızlı şekilde karar verebilecektir.

Kaynaklar

Agahanov A. 2007. "Tedarik Zinciri Yönetiminde Scor Modeli ve Scorcard Uygulaması", Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
Ağar, F. 2010. "Tedarik Zincir Yönetiminde SCOR Modeli, Tedarik Süreci Performans Değerlendirmesi ve Scorcard Uygulaması", Y. Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
Akman, G. ve Alkan, A. 2006. "Tedarik Zinciri Yönetiminde Bulanık AHP Yöntemi Kullanılarak Tedarikçilerin Performansının Ölçülmesi: Otomotiv Yan Sanayinde Bir Uygulama", İstanbul Ticaret Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi Yıl: 5 Sayı: 9, 23-46.
Alyol, U.S. 2011. "SCOR Modeli Türkiye Uygulamaları", Yüksek Lisans Tezi, Bahçeşehir Üniversitesi, Tedarik Zinciri ve Lojstik Yönetimi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
Ayers, J. B. 2001. "Handbook of Supply Chain Management", St. Luice Pres, Alexandria, VA: APICS, Washington, D.C.
Balstorff, P. 2008. "CSCMP's Supply Chain Quarterly: From Chaos To Control", North Attleboro, USA
Balstorff, P., Rosenbaum R. 2003. "Supply Chain Excellence: A Handbook for Dramatic Improvement Using the SCOR Model", VA: Amacom, New York.
Bowersox, D.J, Closs, D.J. 1996. "Logistical Management - The Integrated Supply Chain Process", McGraw Hill, New York.
Büyüközkan, G. 2010. "Yeşil Tedarik Zinciri Yönetimi ve Yeşil SCOR Modeli", Lojistik Dergisi, İstanbul, 11-12.
Büyüközkan, G., Ersoy, M. Ş. 2003. "Tedarik Zinciri Yönetim Sistemlerinde Modelleme ve Simülasyon Uygulamaları", International Logistics Congress, İstanbul, 31-37.
Carmichael, D. 1998. "Supply chain planning systems in manufacturing", Unpublished Master Thesis in Manufacturing, Management and Technology, 21-22.
Cerit, Prof.Dr. A.G., Kasapoğlu, L. 2010. "Türkiye'de Intermodal Konteyner Taşımacılığında Demiryolu Ulaştırma Potansiyelinin Analizi", Doktora Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi Denizcilik Fakültesi, İzmir.
Chatfield, D.C., Harrison, T.P. ve Haya, J.C. 2006. "A XML-Centred Approach To Creating Object-Oriented Supply Chain Simulation Models", International Journal of Simulation and Process Modelling, Vol. 2, No.3/4, 115-123.
Chen, H. 2005. "A Research Based on Fuzzy AHP for Multi-criteria Supplier Selection In Supply Chain", Master Thesis, Natianal Taiwan University of Science and Technology, Taiwan.
Croxton, K.L., Dastugue-Garcia, S.J., Lambert, D.M. 2001. "The Supply Chain Management Process", The International Journal of Logistics Management, Vol.12, No.2, 13-35.
Çancı, M., Erdal, M. 2003. Lojistik Yönetimi (2.Basım). İstanbul: Uluslararası Taşımacılık ve Hizmet Üretenler Dergisi Yayınları.
Çengel, Ö. 2008. "Tedarik Zinciri Yönetimi ve Lojistik Sektöründe Bir Araştırma", İstanbul: Bigart Yayınları.
Ross, D.F. 2000. "Competiting Through Supply Chain Management, Creating Market- Winning Strategies Through Supply Chain Partnerships", Material Management/Logistics Series, Kluwer Academic Publisher, Boston.
Demir, V. 2006. "Lojistik Faaliyetler ve Maliyetleri", Mali Çözüm Dergisi, Sayı:74, 119-120.
Ecer, B. 2014. "Güvenilir lojistik ağ tasarımı için çok amaçlı optimizasyon modeli", Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü / Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı, Ankara.
Ekonomi Bakanlığı İhracat Genel Müdürlüğü, "Kümeler için Tedarik Zinciri Yönetimi Kılavuzu".
Fayez, M., Rabelo, L. ve Mollaghasemi, M. 2005. "Ontologies For Supply Chain Simulation Modeling", Proceedings Of The 2005 Winter Simulation Conference.
Fikirkoca, M. 2006. "CRM'i Etkileyen, Güncel Paradigmalar", CRMpro Dergisi, 13.
Francis, J. 2010. "SCC and SCOR Overwiev Engen", Supply Chain Council.
Francis, J. 2010. "Supply Chain Council (2006), SCC/AQPC Webinar : SCOR Benchmarking & SCC Member Benefits", Supply Chain Council.
Fredendall, D. L. ve Hill, E. 2001. "Basics of Supply Chain Management", St. Luice Pres, Alexandria, VA: APICS.
Genç, R. 2009. "Lojistik ve Tedarik Zinciri Yönetiminin Yöntem ve Kavramları", Ankara: Detay Yayıncılık, S. 164-166.

Gunasekaran, A., Patel, C. ve Tirtiroglu, E. 2001. "Performance Measures And Metrics In A Supply Chains Environment", International Journal Of Operations & Production Management. Vol:21, Iss:1/2, 71-84.
Harrison, T.P., Chatfield, D.C. ve Haya, J.C. 2006. "SISCO: An Object-Oriented Supply Chain Simulation System", Decision Support Systems, 42, 1, 422-434.
Honda Türkiye, 2010. 5 Princibles For Problem Solving Worksheet, Gebze.
Huang, S., H., Sheoran, S. ve Keskar, H. 2005. "Computer-Assisted Supply Chain Configuration Based On Supply Chain Operations Reference (SCOR) Model", Computers & Industrial Engineering, 377-394.
Hung, W.Y., Samsatli, N.J. ve Shah, N. 2006. "Object-Oriented Dynamic Supply-Chain Modelling Incorporated With Production Scheduling", European Journal of Operational Research, Volume 169, Issue 3, 16 March,, Pages 1064-1076.
Jain, S. (2006). "A Conceptual Framework For Supply Chain Modelling And Simulation", International Journal Of Simulation And Process Modelling 2006,Vol. 2, No.3/4, 164-174.
Kaplan, R.S., Norton, D.P. 2009. "Balanced Scorecard – Şirket Stratejisini Eyleme Dönüştürmek", Sistem Yayıncılık, İstanbul 74-75.
Kazançoğlu, Y. 2008. "Lojistik Yönetim Sürecinde Tedarikçi seçimi ve Performans Değerlendirmesi Yöneylem Araştırması Teknikleri ile Gerçekleştirilmesi: AHP (Analitik Hiyerarşik Süreç) ve DEA (Veri Zarflama Analizi)", Doktora Tezi, Ege Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İşletme Anabilim Dalı, İzmir.
Kocaoğlu, B., 2009. "Tedarik Zinciri Performans Ölçümü için Stratejik ve Operasyonel Hedefleri Bütünleştiren SCOR Modeli Temelli Bir Yapı", Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
Kopczak, L.R. 1997. "Logistics Partnership and Supply Chain Restructuring: Survey Results From The US Computer Industry", Production and Operations Management, Volume:6 (3), 226-247.
Lambert, D. M. ve Stock, J. R. 2001. "Strategic Logistics Management", Fourth Edition, New York.
Lee, H. L. ve Billington, C. 1992. "Managing Supply Chain Inventory: Pitfalls and Opportunities", Sloan Management Review, 65 – 73.
Lee, Y. H., Kim, S. H. 2002. "Production-Distribution planning in Supply 101 Chain Considering Capacity Constraints", Computers and Industrial Engineering, Vol. 43, Issue 1-2, 169-190.
Lummus, R. R. ve Vokurka, R. J. 1999. "Defining Supply Chain Management: A Historical Perspective And Practical Guidelines", Industrial Management & Data Systems, Vol 99, Number 1, 11-17.
Muller, G. 1999. "Intermodal Freight Transportation", 4th Edition. Washington DC: Eno Transportation Foundation and Intermodal Association of North America.
Nalçakan, M. 2003. "Türkiye Ekonomisi Açısından Ulaştırma Sektöründe Demiryolu Taşımacılığının Önemi ve Ekonometrik Model ile Türkiye Demiryolu Yurtiçi Yük Tasıma Talebinin Analizi (1998–2000 Dönemi)". Yayınlanmamış Doktora Tezi, Anadolu Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Eskişehir.
Pundoor, G. ve Herrmann, J.W. 2006. "A Hierarchical Approach To Supply Chain Simulation Modelling Using The Supply Chain Operations Reference Model", International Journal of Simulation and Process Modelling , Vol. 2, No.3/4, 124-132.
Rossetti, M.D., Miman, M. ve Varghese, V. 2008. "An Object-Oriented Framework For Simulating Supply Systems", Journal of Simulation, 2, 103-116.
Sağlam, A.A. 2013. "Tedarik Zincir Yönetiminde SCOR Modeli ve Scorcard Uygulaması", Yüksek Lisans Tezi, Bahçeşehir Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
Schedlbauer, M.J. 2008. "Adaptive Logistikplanung auf Basis eines standardisierten, prozessorientierten Bausteinkonzepts", Technischen Universität München.
Shapiro, J. F. 2001. "Modeling the Supply Chain", Duxbury Thomson LearningInc., CA, 40-53.
Supply Chain Council, 2008. "Supply Chain Operations Reference model", Overview of SCOR model version 9.0, Washington DC & Amsterdam, 1-24.
Tarman, A.M. 2011. "Tedarik Zincir Yönetiminde SCOR Modeli", Yüksek Lisans Tezi, Okan Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul.
TCDD İşletmesi Genel Müdürlüğü 2008. "Demiryolu Sektör Raporu- 2013 Yılı", Ankara.
TCDD İşletmesi Genel Müdürlüğü 2013. Araştırma Planlama ve Koordinasyon Dairesi Başkanlığı. "T.C. Devlet Demiryolları İstatistik Yıllığı 2008 -2013", Ankara.
Tırman, M. 1997. "Taşımacılık Sektöründe "Kombine Taşımacılığın Dünü, Bugünü ve Yarınına" Bir Bakış". II. Ulusal Demiryolu Kongresi Kitabı(ss.263– 270), İstanbul.

Torul, Y. 2013. „Tedarik zinciri yönetiminde scor modelin dcor ve ccor model ile genişletilmesi ve mobilya sektöründe bir uygulama“, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi / Fen Bilimleri Enstitüsü / Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı, Ankara.
TRACECA 2006. “TRACECA Ulusal Sekreteri, Hazırlayan: Barış Tozar Yurt Dışı Geçici Görev Raporu”, www.traceca.org.tr/10ekim03.htm
Son erişim tarihi: 16 Aralık 2014.
TUIK 2013. “Infrastructure Industry, Republic of Turkey Prime Ministry İnvestment Support and Promotion Agency”, Ankara: TUIK Yayınları.
Tuzkaya, U.R. 2007. “Çok Modlu Taşımacılık Sistemlerinin Stratejik Planlamasında Kritik Faktörlerin Modellenmesine Yönelik Bir Çözüm”, Yayınlanmamış Doktora Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
Ülgen, S., Gürin Sarısoy, S. ve Tekçe M. 2007. “Second Generation Structural Reforms: De-Regulation and Competition in Infrastructure Industries, The Evolution of Turkish Communications, Energy and Transport Sectors in Light of EU Harmonization”, İstanbul: Ekonomi ve Dış Politika Araştırma Merkezi Yayınları.
Xia, L. 2006. “Supply Chain Modelling And Improvement In Telecom Industry: A Case Study”, Industrial Informatics, August, 1159-1164.
Yıldıztekin, A., Çelik, H.M. 2013. “Tedarik Zinciri ve Lojistik Yönetimi – İskenderun Lojistik Köyü ve Destek Merkezleri Mastır Planı”, Yayın No:12, T.C. Hatay Valiliği Yayını, Hatay.
Yüksel, H. 2004. “Tedarik Zincirleri İçin Performans Ölçüm Sistemlerinin Tasarımı, Yönetim ve Ekonomi”, Cilt 11, Sayı 1, 143-154.

Internet Kaynakları

Ulaştırma, Denizcilik ve Haberleşme Bakanlığı, Demiryolları, Limanlar ve Hava Meydanları İnşaatı Genel Müdürlüğü, “Devam Eden Lojistik Köy Projeleri”.
http://www.dlh.gov.tr
Son erişim tarihi: 20.09.2016
http://lpi.worldbank.org/, Son erişim tarihi: 10/12/2016
http://www.tim.org.tr/files/downloads/2023/tim%202023%20ihracat%20stratejisi%20raporu.pdf, Son erişim tarihi: 14.01.2017
http://www.tcdd.gov.tr/raporlar+m163, 14.01.2017
http://www.smenetworking.gov.tr/userfiles/pdf/belgeler/ekonomiBakanligi/7_tedarik.pdf
Son erişim tarihi: 14.01.2017

MULTI CRITERIA DECISION MAKING METHOD FOR PUMICE SELECTION IN LIGHTWEIGHT CONCRETE BASED ON THERMO MECHANICAL CHARACTERISTICS

ÇOK KRİTERLİ KARAR VERME METODUYLA TERMO MEKANİK ÖZELLİKLERE GÖRE HAFİF BETONLARDA POMZA SEÇİMİ

Şemsettin Kılınçarslan[a], Murat İnce[b], Tuncay Yiğit[c], Metin Davraz[a]
[a] Süleyman Demirel Üniversitesi Doğal ve Endüstriyel Yapı Malz. AUM, Isparta, Türkiye, serefka@gmail.com
[b] Süleyman Demirel Üniversitesi Teknik Bilimler MYO, Isparta, Türkiye, muratince@sdu.edu.tr
[c] Süleyman Demirel Üniversitesi Mühendislik Fakültesi, Isparta, Türkiye, tuncayyigit@sdu.edu.tr
[d] Süleyman Demirel Üniversitesi Doğal ve Endüstriyel Yapı Malz. AUM, Isparta, Türkiye, davrazm@gmail.com

Özet

İnşaat sektöründe çok kullanılan betonun kullanım amacına göre birçok çeşidi bulunmaktadır. Amaca özel betonlardan bir tanesi de hafif betondur. Hafif betonlar farklı agregalar kullanılarak üretilmektedir. Bu agregalardan yaygın kullanılan birisi de pomzadır. Ülkemizde Isparta-Karakaya (IKP), Kayseri (KP), Nevşehir (NP) ve Karaman (KMP) gibi birçok pomza çeşidi bulunmaktadır. Pomzaların da kuru yoğunluk, basınç dayanımı, eğilme dayanımı, ısı iletkenliği ve ses yutma gibi farklı termo mekanik özellikleri bulunmaktadır. Birçok alternatif pomza ve değerlendirme kriteri (özellikler) olduğu için ihtiyaca uygun pomzadan üretilen hafif betonun seçim işlemi karmaşık bir işlemdir. Bu sebeple özel beton seçim işlemi çok kriterli karar verme problemi olarak düşünülebilir. Bu çalışmada çok kriterli karar verme metodu olarak Analitik Hiyerarşi Süreci (AHS) ile kullanıcının, termo mekanik özelliklerin gerçek nicel deney verileri üzerinden kendi belirlediği ihtiyaçlara en uygun hafif betonu tutarlı ve başarılı bir şekilde seçmesi sağlanmıştır.

Anahtar kelimeler: Analitik hiyerarşi süreci, AHS, Hafif beton, Pomza seçimi, Termo mekanik

Abstract

There are many types of concrete used in the construction sector, depending on the purpose of use. One of the special concretes is a light concrete. Lightweight concrete is produced using different aggregates. One of the most common of these aggregates is pumice. There are many types of pumices in our country such as Isparta-Karakaya (IKP), Kayseri (KP), Nevşehir (NP) and Karaman (KMP). Pumices also have different thermo-mechanical properties such as dry density, compressive strength, bending strength, thermal conductivity and sound absorption. Since there are many alternative pumices and evaluation criteria (properties), the selection process of lightweight concrete produced from suitable pumice is a complicated process. For this reason, special concrete selection process can be considered as a multi-criteria decision making problem. In this study, the Analytical Hierarchy Process (AHP) was used as a multi-criteria decision making method to enable the user to select the most suitable light concrete in a consistent and successful way.

Keywords: Analytic hierarchy process, AHP, lightweight concrete, pumice selection, thermo-mechanical

1. Giriş

Beton, inşaat alanında çok yaygın kullanılan bir yapı malzemesidir. Beton temel olarak çimento, su, agrega ve üretilecek amaca uygun katkı maddeleri içerir. Beton elde etmek için betonun bileşenlerinin özellikleri belirlenir. Belirlenen bu özellikler uygun ise, beklenen özellikleri yerine getirecek şekilde beton karışım oranları hesaplanır. Betonun, harca istenilen şeklin verilebilmesi, iskeletini teşkil eden agreganın kolayca temin edilebilmesi, istenilen boyutta yekpare parçaların yapılabilmesi, mukavemetinin fazla oluşu nedeniyle

yapı elemanı boyutlarının küçültülebilmesi, işçiliğinin bir ihtisaslaşmaya lüzumu olmayışı gibi faydalı tarafları bulunmaktadır. Buna karşılık, betonun yüksek ısıya dayanamaması, gerekli tedbirlerin alınmamasıyla ısıyı ve rutubeti geçirmesi, sökülüp tekrar kullanılma imkânından mahrum oluşu ve tamirinin zor veya olanaksız oluşu da betonun dezavantajlarıdır [1,2].

Geleneksel betonun yapı üretimine sağladığı yararların yanında sahip olduğu dezavantajlarına çözümler aranırken, başvurulan yollardan biri de değişik yöntemler kullanılarak betonun birim ağırlığını azaltmak olmuştur. Dolayısıyla daha ekonomik ve daha kullanışlı betonlar üretilmiştir. Bunun için; özellikleri değişik agrega kullanılarak, katkı maddeleri eklenerek, bileşimi değiştirip yalnızca normal agrega ve çimento kullanarak, yapım tekniğinde değişiklik yaparak ya da bu yöntemlerden birkaçı birlikte kullanılarak özel betonlar üretilmiştir [3]. Özel betonların en önemlisi hafif betondur. Hafif betonlarda amaç, izolasyon açısından ihtiyaç duyulan betonu elde etmektir. Fakat betonun hafif olması, betona daha pek çok fayda sağlar. Hafif agregalı beton üretiminde, genleştirilmiş kil, genleştirilmiş perlit ve uçucu kül gibi yapay agregalar kullanılabildiği gibi pomza, ham perlit, diyatomit ve volkanik cüruf gibi doğal agregalar da kullanılmaktadır. 1959–1980'li yıllara kadar taşıyıcı hafif beton üretiminde yapay agregalar yaygın olarak kullanılmıştır. Ancak sonraki yıllarda enerji fiyatlarında görülen artışlar yapay hafif agregayla üretilen hafif betonlara olan talebi azaltmış ve çok daha ekonomik üretilebilen doğal hafif agregalı betonları daha cazip hale getirmiştir [4,5].

Günümüzde hafif agregalı beton üretiminde yaygın olarak kullanılan doğal hafif agregalardan biri de pomzadır. Pomza, volkanizma faaliyetleri sırasında yüksek sıcaklık ve basınç altında eriyik halde bulunan magmanın, yeryüzünden atmosferin üst katmanlarına doğru püskürmesiyle ani olarak soğuması ve bünyesindeki gazların uzaklaşması neticesinde kristalleşmeye fırsat bulamadığı için çok gözenekli bir yapıya kavuşan piroklastik bir kayaçtır. Pomzanın, düşük birim hacim ağırlığı, yüksek ısı ve ses izolasyonu, iklimlendirme özelliği, kolay sıva tutması, mükemmel akustik özelliği, deprem yük ve davranışları karşısındaki elastikiyeti ve alternatiflerine göre daha ekonomik olması gibi üstün özelliklerinden dolayı inşaat ve yapı endüstrisinde geniş bir kullanım alanı bulmaktadır [6]. Dünya üzerinde tespit edilen pomza rezervleri oldukça fazladır. En fazla rezerv, volkanik olaylarla oluşan adalar üzerine kurulu olan Endonezya'dadır. Bu ülkeyi Guatemala, Dominik, Martinik, İzlanda ve BDT izlemektedir [7-9]. Dünyada pomza rezervleri bakımından önemli bir yeri olan Türkiye, yaklaşık 10 farklı renk ve doku kalitesine sahip pomza çeşitleri ile oldukça yüksek bir pazar şansına sahiptir.

Hafif beton, hafif tuğla, asmolen, panel, hazır sıva vb. üretiminde kullanılabilen pomza, inşaat sektörüne birçok avantajlar sağlamaktadır. Bu avantajlar şunlardır [10]:

- Pomzanın diğer tür agregaların 1/3-2/3'ü oranında yoğunluğa sahip olması ve dolayısıyla hafif olması nedeniyle işçilikten ve zamandan tasarruf sağlanmaktadır.
- Diğer tür agregalara göre, hafif olması nedeniyle zemin mekaniği ve temele iletilen yükler açısından kullanılan demir miktarında %17 oranında azalma gerektirir. Bu da demirden tasarruf sağlamaktadır.
- Pomzadan üretilen betonun ısı iletkenlik katsayısı, normal betondan 6 kat daha fazla izolasyon sağladığı anlaşılmıştır. Bu nedenle yapılarda yakıt tasarrufu sağlar.
- Yangına dayanıklılık açısından pomzadan üretilen betonun normal betona göre %20 oranında daha emniyetli olduğu kabul edilmektedir.
- Pomzalı beton ve yapı elemanları dondan etkilenmemektedir.
- Pomzalı beton, normal betona göre deprem yüklerine karşı daha elastik davranış gösterebilmektedir.

Ülkemizde potansiyeli yüksek olan ve farklı karakteristik özellikler gösteren Isparta, Nevşehir, Kayseri ve Karaman pomzaları bulunmaktadır. Bu pomzalar hafif beton üretiminde kullanılmaktadır. Üretin hafif betonların kuru yoğunluk, basınç dayanımı, eğilme dayanımı, ısı iletkenliği ve ses yutma katsayısı gibi termo mekanik özelliklerin uygunluğuna göre inşaat işlerinde kullanılmaktadırlar. İnşaatlarda kullanılacak olan en uygun pomzalı betonun seçilmesi işlemi çok sayıda pomza türü ve bunlara ait özelliklerin olması

sebebiyle çok kriterli bir problem olarak görülmektedir. Bu sebeple pomza seçim işlemi için çok kriterli karar verme metotlarından birisi olan Analitik Hiyerarşi Süreci (AHS) kullanılmıştır. Bu çalışma inşaatlarda ihtiyaca uygun malzeme seçimi için, çeşitli pomzalardan üretilen hafif betonların deney sonuçlarının AHS ile değerlendirilmesini içermektedir.

3. Materyal ve Metot

Çalışma kapsamında Isparta-Karakaya (IKP), Kayseri (KP), Nevşehir (NP) ve Karaman (KMP) yörelerine ait pomza hafif agregaları kullanılarak gözenekli hafif betonlar üretilmiştir. Ayrıca üretilen hafif betonların özelliklerinin karşılaştırılması için de taş unu kullanılarak kontrol hafif betonları (KTU) üretilmiştir. Beton üretiminde bağlayıcı olarak Isparta Göltaş Çimento Fabrikası'ndan alınan portland çimentosu (EN 197-1 CEM I 42,5 R), karışım suyu olarak ise Süleyman Demirel Üniversitesi Batı kampüsünde kullanılan şebeke suyu kullanılmıştır. Yapılan deneysel çalışmaların tümünde Türk Standartları Enstitüsünün agregalar ve betonlar için belirlediği standartlar uygulanmıştır.

2.1. Üretilen Betonların Deney Sonuçları

Üretilen hafif betonların kuru yoğunluk, basınç dayanımı, eğilme dayanımı, ısı iletkenliği ve ses yutma deneyleri yapılmıştır [11]. Deney sonuçları Çizelge 1'deki gibidir.

Çizelge 1. Pomza örneklerinin termo mekanik deney sonuçları [11]

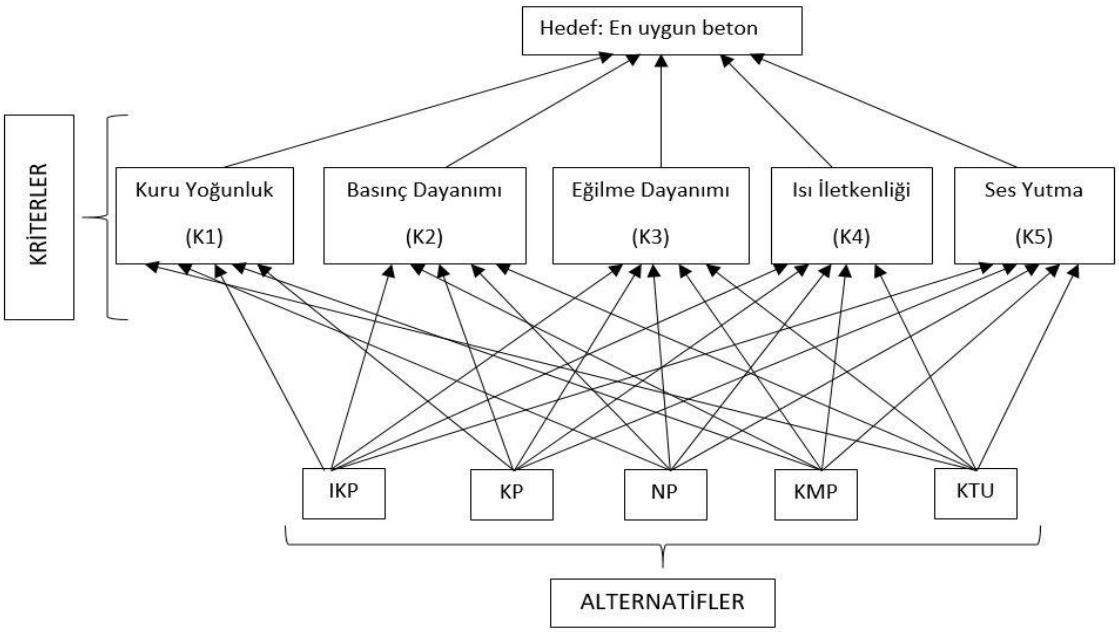
No	Test Kriteri	IKP	KP	NP	KMP	KTU
1	Kuru Yoğunluk (kg/m^3)	551,3	626,4	569,3	447,3	561,6
2	Basınç Dayanımı (MPa)	0,84	1,87	3,5	0,43	1,96
3	Eğilme Dayanımı (MPa)	0,34	0,93	0,64	0,23	0,7
4	Isı İletkenliği (W/mK)	0,147	0,147	0,163	0,121	0,177
5	Ses Yutma Katsayısı	0,2745	0,44	0,3475	0,3575	0,305

2.2. Analitik Hiyerarşi Süreci

Pomzadan üretilen hafif betonların kuru yoğunluk ve ısı iletkenliği gibi özelliklerinin küçük, basınç dayanımı, eğilme dayanımı ve ses yutma katsayısının büyük olması istenmektedir. Bu kriterlere göre ve alan uzmanı tercihlerine göre en uygun hafif betonun seçilmesi işlemi karmaşık bir problem olduğu için çok kriterli karar verme problemi olarak görülmektedir. Karar verici hangi kriterin öncelikli olacağını belirterek kullanılacak en uygun betonun seçimini yapabilmektedir. Birçok çok kriterli karar verme metodu bulunmaktadır. Analitik hiyerarşi süreci bunlardan en yaygın ve kullanımı basit olanıdır [12]. AHS metodu esnek, hesaplaması basit, hem niteliksel hem de niceliksel kriterlere uygulanabilmektedir [13].

3. Teori ve Hesaplamalar

Bu çalışmada AHS metoduna göre pomzadan üretilen beş hafif betonun beş kritere göre değerlendirilip en uygun olanın seçilmesi sağlanmıştır. IKP, KP, NP, KMP ve KTU değerlendirilecek alternatifler, kuru yoğunluk (K1), basınç dayanımı (K2), eğilme dayanımı (K3), ısı iletkenliği (K4) ve ses yutma katsayısı (K5) değerlendirme ana kriterleri olarak belirlenmiştir. Alternatiflerin ve kriterlerin hiyerarşisi Şekil 1'de gösterilmiştir. Buna göre tutarlılık oranı (CR) 0,0643 olarak hesaplanmış olup 0,1 değerinden küçük olduğu için kriterlerin tutarlı olduğunu göstermektedir. Ana kriterlerin birbirleri ile olan ikili karşılaştırma değerleri Çizelge 2'de verilmiştir. Bu karşılaştırmalar yapılırken ısı iletkenliği en önemli kriter olarak göze alınmıştır. Sol taraftaki kriter üst taraftaki kriterden önemliyse kesişim noktalarındaki hücreye daha büyük sayı girilmektedir. Eşit önem derecesine sahipse 1 değeri girilmektedir. Bu karşılaştırma değerlerine göre hesaplanan kriter ağırlıkları ise Çizelge 3'de verilmiştir. Hangi kriterin ağırlığı büyükse ilk belirleyici kriterdir. Çizelge 4 ise belirlenen kriterlere göre pomzadan üretilen hafif betonların puanlarını göstermektedir. Puanın yüksek olması uygunluğu göstermektedir. Bu sebeple en uygun hafif beton KMP olarak seçilmiştir.



Şekil 1. Alternatifler ve kriterlerin hiyerarşi şeması

Çizelge 2. Ana kriterlerin ikili karşılaştırma değerleri

	K1	K2	K3	K4	K5
K1	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
K2	1,00	1,00	1,00	0,33	0,50
K3	1,00	1,00	1,00	0,25	0,50
K4	1,00	3,00	4,00	1,00	0,50
K5	1,00	2,00	2,00	2,00	1,00

Çizelge 3. Hesaplanan kriter ağırlıkları

Kriter	Ağırlık
K1	0,188033
K2	0,130204
K3	0,126711
K4	0,276128
K5	0,278924

Çizelge 4. Hafif betonların sıralama puanları

Uygunluk Sırası	Hafif beton	Puan
1	KMP	0,331
2	KP	0,298
3	NP	0,168
4	KTU	0,106
5	IKP	0,096

4. Sonuç

Bu çalışmada, gerçek deney sonuçlarının nicel değerleri AHS sayısal değerlerine dönüştürülerek pomzadan üretilen hafif betonların çok kriterli karar verme metotlarından analitik hiyerarşi süreci ile seçim işlemi yapılmıştır. Karar verici alternatif pomza betonlarını kuru yoğunluk, basınç, eğilme, ısı iletkenliği ve ses yutma gibi kriterlere göre karşılaştırarak ihtiyaca en uygun betonu seçebilmektedir. Yapılan hesaplamalar sonucu tutarlılık indeksinin 0,1'den küçük olması kriterlerin tutarlı olduğunu göstermiştir. Hesaplamaların nicel değerler üzerinden yapılması, değerlerin, kriterlerin ve alternatiflerin değiştirilebilir olması AHS metodunun inşaat sektöründe amaca uygun beton seçimine faydası sağlanmıştır.

Kaynaklar

[1] Uluata, A. R., Beton Malzemeleri ve Beton, Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayını, Erzurum, (1981).
[2] Yıldırım, M.Ş., Biçer, Y. ve Yıldız, C., "Yapı malzemesi olarak styropor içeren betonların fiziksel özellikleri üzerine bir çalışma", Isı Bilimi ve Tekniği 9. Ulusal Kongresi, Elazığ, (1993).
[3] Baradan, B., Yapı Malzemesi–II, Dokuz Eylül Üniveritesi Mühendislik–Mimarlık Fakültesi yayını, İzmir, (1991).
[4] Short, A. and Kinniburgh, W., Lightweight concrete Third Edition, Printed in Great Britain by Gallord (printers) Ltd, Great Yormauth, 42-54, (1978).
[5] Urhan, S., "Hafif ve Çok Hafif Betonların Karakteristik Özellikleri ve Teknik Kapasiteleri", TMMOB İnşaat Mühendisleri Odası Türkiye Mühendislik Haberleri Dergisi, 369, 34-40, (1993).
[6] Davraz, M., "Pomzanın Endrüstriyel Kullanım Alanları" , Doktora Semineri, Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Isparta, (2001).
[7] Anonim, "Çimento Hammaddeleri ve Yapı Malzemeleri", DPT Madencilik Özel İhtisas Komisyonu Endüstriyel Hammaddeler Alt Komisyonu Çimento Hammaddeleri ve Yapı Malzemeleri Çalışma Grubu Raporu, (2), 3-50, Ankara, (1996).
[8] Akarsu, O., "Endüstriyel Minerallerin Pazarlama ve Ekonomisi", Dokuz Eylül Üniversitesi Maden Mühendisliği Bölümü, Diploma Projesi, İzmir, 116-122, (1999).
[9] Bolen, W. P., Pumice and Pumicite, U.S. Geological Survey, Minerals Yearbook-1999, Virginia USA, (2000).
[10] Gündüz, L., Sarıışık, A., Tozaçan, B., Davraz, M., Uğur, İ. ve Çankıran, O., "Pomza Teknolojisi", Cilt 1-2, 288-206, (1998).
[11] Akça, M., " Pomza Agregalı Hafif Betonların Isı İletkenlik Parametrelerinin Belirlenmesi" Yüksek Lisans Tezi, SDÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Isparta, 98-114, (2017).
[12] Saaty, T. L., The analytic hierarchy process: planning, priority setting, resources allocation, New York: McGraw, (1980).
[13] Saaty, T. L., "How to make a decision: the analytic hierarchy process", Eur J Oper Res, 48(1), 9-26, (1990).

THE ISSUES IN THE USE OF INFRARED THERMOGRAPHY FOR THE ASSESSMENT OF CIVIL ENGINEERING STRUCTURES

Recep Birgül[1*] and Shuhei Hiasa[2]
[1]Professor, Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, Muğla rbirgul@mu.edu.tr
[2]Post-doctoral researcher, Department of Civil, Environmental, and Construction Engineering, University of Central Florida, 12800 Pegasus Drive, Suite 211, Orlando, Florida, USA. hiasa615@Knights.ucf.edu

Abstract

Infrared Thermography (IRT) is one of the nondestructive inspection techniques to detect delaminations in concrete bridge decks. These defects are identified by capturing the temperature gradient of concrete surfaces. The accuracy of damage detection in IRT depends not only on ambient temperature conditions but also on camera specifications such as thermal sensitivity, resolution, and detector type. Therefore, it is important to establish optimal specifications for an infrared camera before any inspection work takes place. A laboratory investigation on IRT as a possible nondestructive evaluation tool is presented by considering different technologies and experimental conditions in the laboratory. Three different types of infrared (IR) cameras were compared under active IRT conditions in the laboratory to examine the effect of photography angle on IRT along with the specifications of cameras. It is found that when IR images are taken from a certain angle, each camera shows different temperature readings. However, since each IR camera can capture temperature differences between sound and delaminated areas, they have a potential to detect delaminated areas under a given condition in spite of camera specifications even when they are utilized from a certain angle.

Keywords: Infrared thermography, Non-Destructive Evaluation, IR photography angle.

1. Introduction

Bridges are key assets of the infrastructure of any country. As they get older, bridges show signs of deterioration, damage and other deleterious processes. The bridges with poor condition impact the capacity, serviceability and efficiency of transportation networks and adversely impact local, regional and national economic growth. Therefore, highway agencies have become more sensitive to maintenance, repair and replacement issues of bridges [1]. As a specific example, Federal Highway Administration (FHWA) regulations in the United States require every bridge be inspected at least once every two years.

Highway bridge conditions have been traditionally monitored by means of different inspection techniques such as visual inspections, hammer sounding and chain dragging tests that are carried out by qualified engineers and inspectors. However, these techniques are time-consuming and can present danger to inspectors because the inspector needs to be physically very close to the inspected bridge element; this necessity may require lane closure which is not favorable to the highway agencies. In addition, a survey study [2] showed that bridge condition ratings are assigned with significant variability since visual inspection is a highly subjective nondestructive evaluation (NDE) technique.

It appears that the use of NDE techniques may play an important role to inspect the current condition of existing bridges at a reasonable cost. Hence, NDE promises a way to improve the allocation of funding by improving the information these decisions are based on, by better assessing existing bridge conditions [3]. Various NDE technologies are being utilized all over the world. They range from traditional hammer sounding tests to advanced technologies such as Ground Penetrating Radar [4], Digital Image Correlation [5], Impact Echo [6], Ultrasound [7] and Infrared Thermography (IRT) [8-9].

Although much research on IRT has been conducted up to the present, most of the studies were conducted under different conditions, making it difficult to draw generalized conclusions. Therefore, there are still several uncertainties regarding the accuracy and reliability of IRT for application to bridge inspection when

compared to the sounding test. Through literature reviews, several factors that might affect the performance of IRT can be excerpted such as data collection time, delamination size, data collection speed, and IR camera specifications.

2. Literature Review

Regarding data collection time, there are several recommendations; Washer et al. proposed 5 to 9 hours after sunrise to detect subsurface delamination for the solar loading part depending on the defect locations, 51 mm (2 in.) to 127 mm (4 in.) deep delaminations [9-10], while Gucunski et al. [1] reported that a thermal image recorded 40 minutes after sunrise yielded a much clearer image than another one recorded around noon. Furthermore, the responses of delaminations were described as weaker in IR images as the time approached 3 PM [6]. Kee et al. [11] reported that no indication was found from the IR image taken 3 hours and 45 minutes after sunrise (with the shallowest delamination located at 6.35 cm depth) while the best results were achieved using the cooling cycle in which even 15.24 cm deep delamination could be detected. Watase et al. [12] proposed favorable time windows for inspections depending on the parts of a bridge; noon time for the deck top, and midnight for the deck soffit.

Some researchers have included the effect of delamination size on its detectability using IRT [6, 13-14]; however, each researcher has devised artificial defects of different sizes and, in turn, reported different detectable defect depths. Farrag et al. [15] investigated a relationship between the radius (R: shortest dimension) and the depth of defect surface (d) on the detectability of IRT. They concluded that delaminations and voids with an R/d ratio above approximately 0.45 were detectable up to a depth of 10 cm by IRT.

In terms of data collection speed, while ASTM suggests data collection at a speed of less than 16 km/h (10 mph) [16], Hiasa et al. [17] concluded that when data were collected even at 48 km/h (30 mph), a cooled type detector camera was never affected by data collection speed; on the other hand, uncooled cameras were clearly affected. Hiasa et al. [18] also compared IRT at a normal traveling speed, 64 km/h (40 mph), to other NDE methods that collected data under static conditions at an in-service bridge. The results revealed that a cooled camera showed similar or better performance compared to other NDEs including chain drag, while uncooled cameras indicated a lot of false positive misdetections. From these comparisons, it can be concluded that the factor most likely to affect high-speed application of IRT is the integration time/time constant of an IR camera; in other words, cooled cameras are ideal devices for bridge deck inspection for high-speed scanning since cooled cameras have much shorter integration time than that of uncooled cameras.

As for IR camera specifications, some researchers have pointed out the effect of spectral range. Nishikawa et al. [19] claimed that the short wavelength (SW) machine is influenced by the reflection of the sun and the contrast of the sunshine and the shade, while the long wavelength (LW) machine is influenced by objects such as the sky and the opposite building. Thus, SW machines tend to be utilized during nighttime, and LW cameras tend to be used during daytime applications [20]. Hashimoto and Akashi [21] also found that cameras with spectral range of more than 8 μm were affected by the reflection of the sky, and the effect was getting larger when the angle between IR cameras and the concrete surface became shallower. They took IR images of a bridge substructure using three IR cameras with different types of detectors, Indium Antimonide (InSb: 1.5 – 5.1 μm), Quantum Well Infrared Photodetector (QWIP: 8 - 9 μm), and μ-bolometer (8 - 14 μm), with 45 degree of angle from the ground. QWIP and μ-bolometer indicated much lower temperature at some areas of the pier than the surroundings, and those were considered as the reflected temperature of the sky.

3. Infrared Test Setup

The objective of this study is to explore the effects of

a) different camera technologies with different detectors, sensitivity, and accuracy resolution
b) IR image collection with different angles which is an unavoidable condition in field applications.

Three infrared cameras with different specifications as shown in Table 1 (T420, T640 and SC5600 manufactured by FLIR Systems, Inc.) were utilized to evaluate the differences of camera specifications. As described in Table 1, T420 and T640 have the same type of detector, uncooled micro bolometer, while SC5600 has an InSb detector. IR cameras can be classified into two types according to their detector type: thermal detectors and quantum detectors, and these are often called uncooled and cooled detectors/cameras respectively. T420 and T640 are classified as uncooled type, while SC5600 is categorized as a cooled camera. Typically, uncooled cameras have lower costs and a broader spectral response than cooled cameras, although their response is much slower and less sensitive than cooled cameras [22]. In terms of the spectral range, SC5600 captures medium wavelength while others capture long wavelength. Regarding the pixel resolution, SC5600 and T640 have approximately the same imaging resolution, and their resolutions are 4 times higher than T420. Moreover, they have different thermal sensitivities; SC5600 is the most sensitive IR device, then comes T640 which is more sensitive than T420 as shown in Table 1. Therefore, the effects of spectral range, thermal sensitivity, and resolution are compared in this study. As for the integration time (time constant), since this comparative study is conducted under static conditions, the effect of the differences of integration time is negligible.

Table 1. Three infrared cameras used in this study and their primary specifications

Camera Number	T420	T640	SC5600
Detector type	Uncooled microbolometer	Uncooled microbolometer	InSb
Thermal Sensitivity (NETD)	<0.045° at 30°C	<0.035°C at 30°C	<0.02°C at 25°C
Accuracy	±2°C or ±2%	±2°C or ±2%	±1°C or ±1%
Resolution	320 × 240 pixels	640 × 480 pixels	640 × 512 pixels
Spectral range	7.5 - 13 µm	7.5 to 14 µm	2.5-5.1 µm
Frame Rate	60 Hz	30 Hz	100 Hz
Field of View	25° × 19°	25° × 19°	20° × 16°
Integration Time/Time Constant (Electronic Sutter Speed)	12 ms	8 ms	10 µs to 20 ms

Three types of separate concrete test pieces as displayed in Fig. 1 with different thicknesses were attached to a wooden board, 90×180×1.8 cm in size, as shown in Fig. 2. The board can be heated up by using an electric heating mat, which is installed behind the wooden board as shown in Fig. 3. The room's ambient temperature and surface temperatures of the wooden board and test specimens were recorded by thermocouples as presented in Fig. 2. The concrete test pieces were manufactured and used to simulate artificial delaminations at the middle part. As described in Fig. 4, the space between the actual test piece and the wooden board is achieved by attaching a 1 mm thick heat conduction sheet, which simulates an artificial delaminated area.

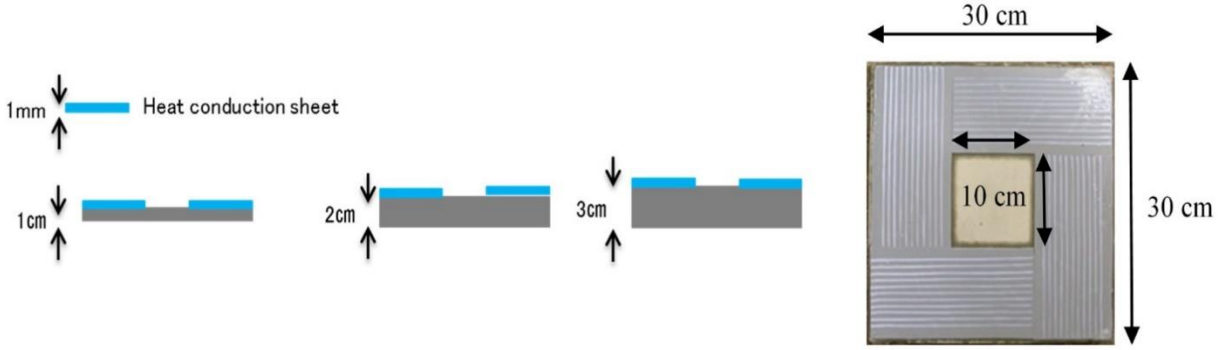


Fig 1. Test pieces (t=1cm, t=2cm, t=3cm)

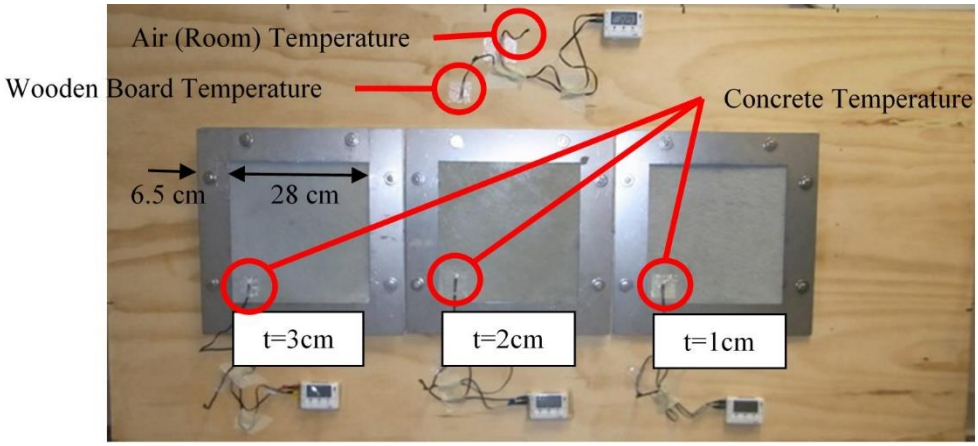


Fig 2. Test plates attached to the wooden board

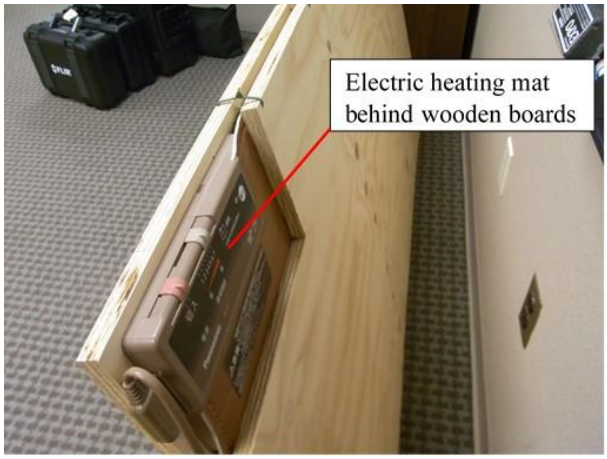


Fig 3. Electrically heating mat behind wooden boards

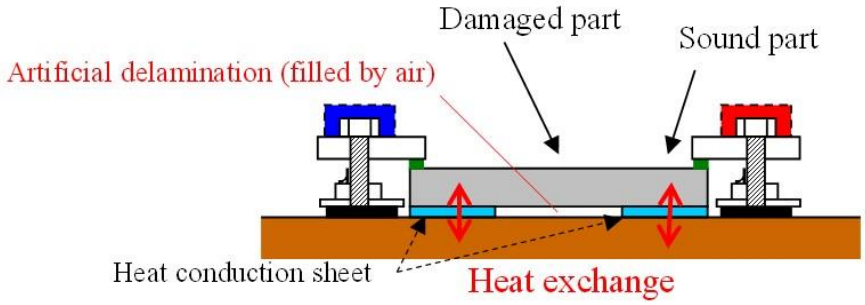


Fig 4. Structure of test piece

Infrared images were taken from a distance of 5.0 m by the three different IR cameras at the same time with angles of 0°, 30° and 45° (where 0° is perpendicular). Photography of each angle case was conducted at different days to keep a steady state in the temperature of test specimens at the beginning of heating. The photographing cases are as follows;

Case 1: Photographing Angle = 0° (Fig. 5)
Case 2: Photographing Angle = 30° (Fig. 6)
Case 3: Photographing Angle = 45° (Fig. 7)

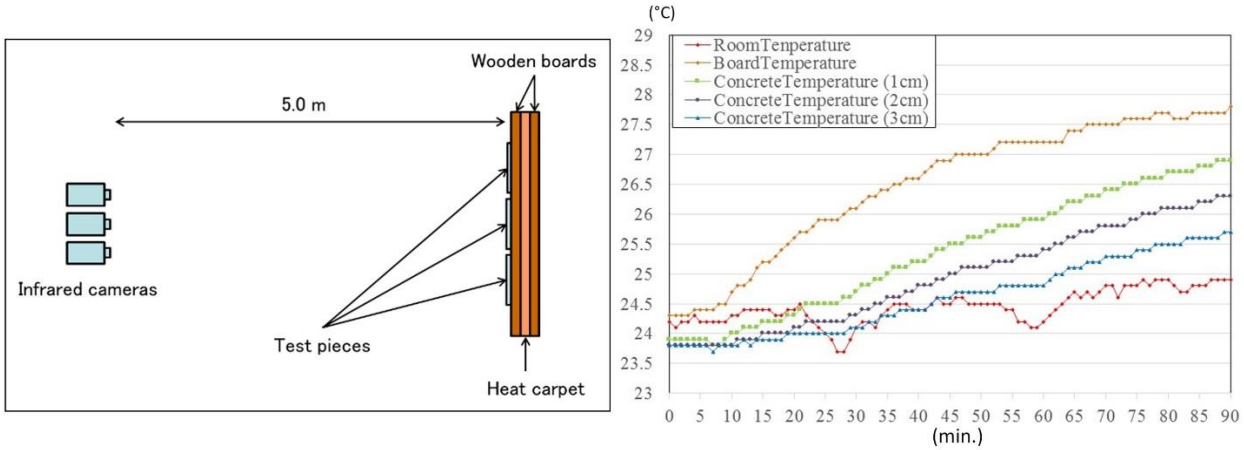


Fig 5. Photography situation of Case 1 (left) and the temperature records (right)

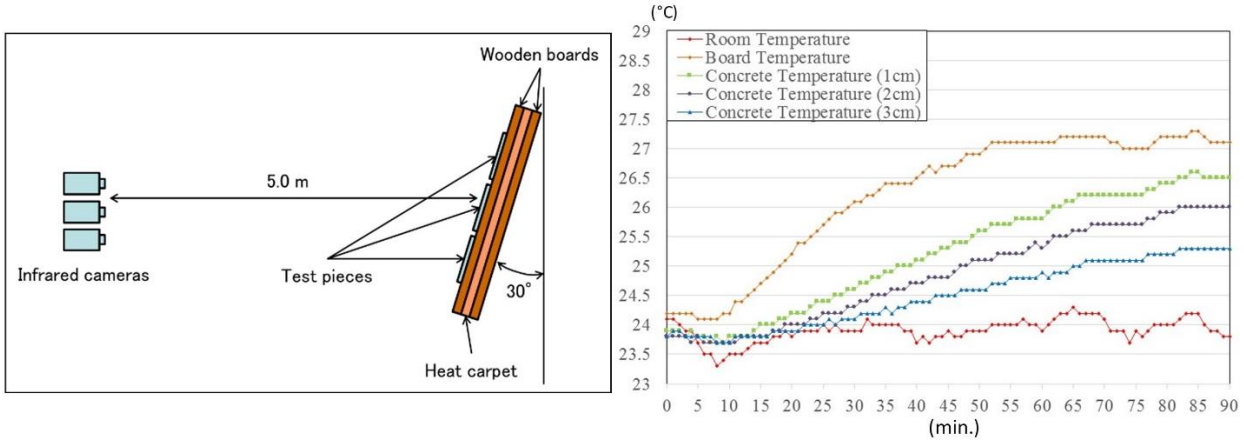


Fig 6. Photography situation of Case 2 (left) and the temperature records (right)

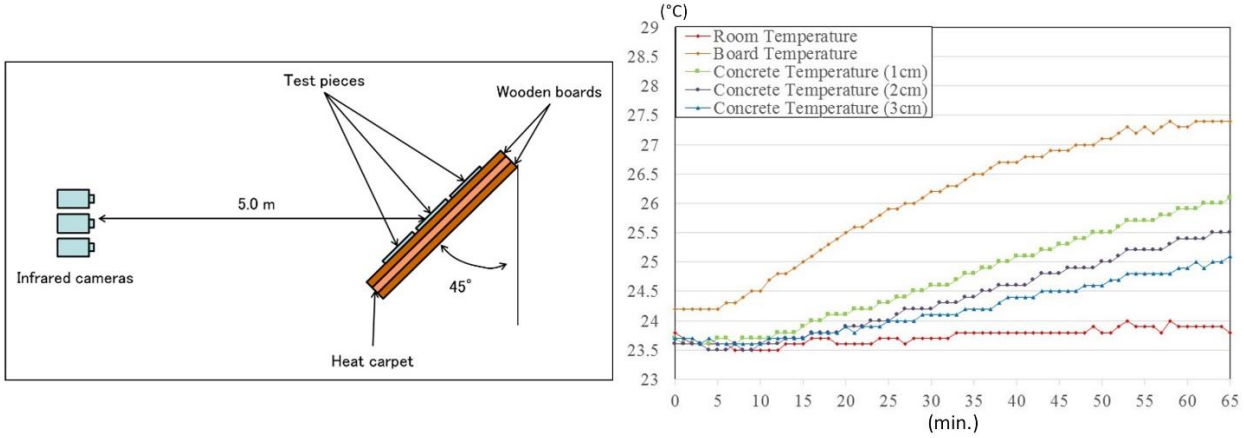


Fig 7. Photography situation of Case 3 (left) and the temperature records (right)

4. Test results

In order to investigate the effect of photography angle depending on camera specifications on IRT for delamination detection, temperature readings from IR cameras were compared. In this comparison, two points, delaminated and sound areas, of temperatures as indicated in Fig. 8 were read from each IR image. Fig. 9 through Fig. 11 gives temperatures of each point for each thick test specimen in each case. When comparing the three graphs, each camera of Case 1 indicates closer temperature readings at each time compared to Cases 2 and 3, although T640 indicates a little higher temperature than the other 2 cameras,

even in Case 1. On the other hand, in Cases 2 and 3, every camera displays different temperatures approximately 0.5 to 3 °C, even though each temperature rises at a similar rate. These differences might be caused by the reflection of an object on the angle of reflection for LW cameras, T640 and T420, as argued in [19]. Furthermore, temperature readings of SC5600 dropped after 25 minutes in Case 2, and 15 and 40 minutes later in Case 3 about 1 °C. This can be considered that the air conditioner of the room worked at that time, and test pieces were blown directly or indirectly due to convection. In terms of Case 1, the wooden board and specimens might be set up in parallel to the direction of the wind, and might not be influenced by air convection. Here, the air conditioner system was set up to start working when the room temperature became more than a certain temperature. However, both T640 and T420 do not show the change in both Cases 2 and 3, and the possibility of influence of refraction by an object can be considered. Even though the absolute value of each IR camera in each case is different, temperature differences between delaminated and sound areas can be seen from each camera in each case regardless of different temperature readings from other cameras.

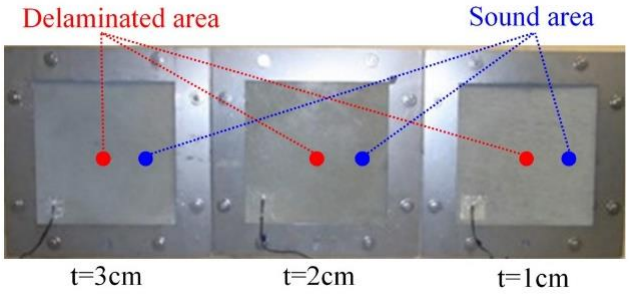


Fig 8. Points for temperature comparison by infrared readings

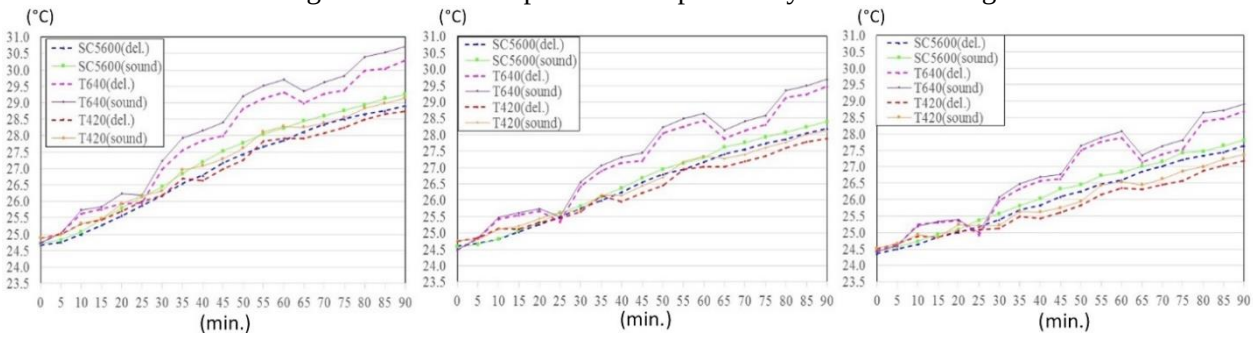


Fig 9. IR readings (Case1: Photographing Angle = 0°, left: 1 cm, middle: 2 cm, right: 3 cm)

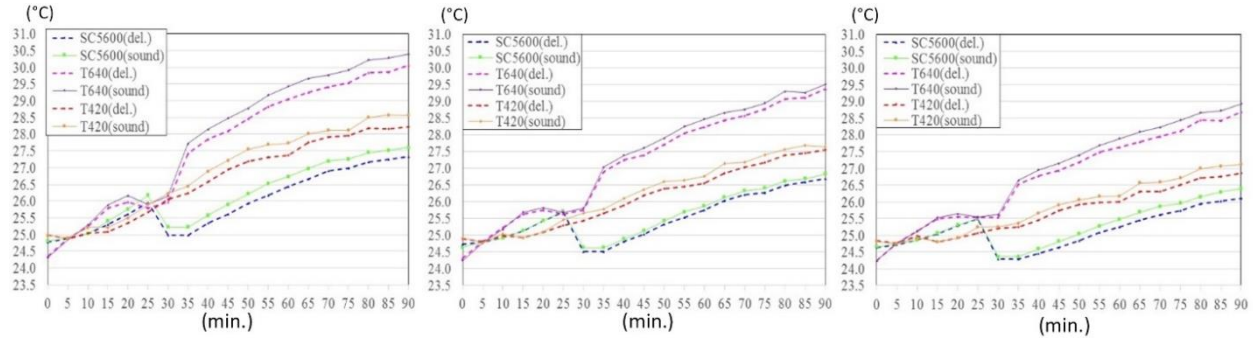


Fig 10. IR readings (Case 2: Photographing Angle =30°, left: 1 cm, middle: 2 cm, right: 3 cm)

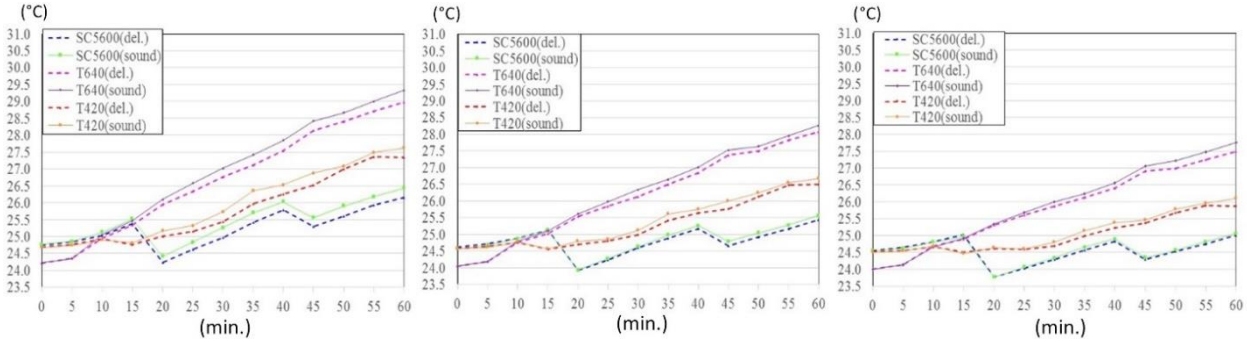


Fig 11. IR readings (Case 3: Photographing Angle =45°, left: 1 cm, middle: 2 cm, right: 3 cm)

Capturing accurate temperature is important, however, detecting thermal contrast between sound and delaminated areas is the most important thing for IRT to detect delaminated areas from concrete structures since the detectability of IRT is grounded on the temperature difference. The mechanism of IRT is that if there is an interior delamination of a concrete structure, that part is filled by air and the air acts as a thermal insulator (thermal conductivity of air: 0.0241 W/m·°C) and prevents heat from penetrating to the concrete (thermal conductivity of concrete: 1.6 W/m·°C) beneath the delamination. Thus, the concrete above the delamination yields different temperature compared to the surroundings depending on ambient temperature [23]. IRT detects interior defects by capturing those temperature differences of concrete surface by reading the emitted electromagnetic radiation from the concrete surface and converting it to temperature [12]. Therefore, temperature differences between 2 points were summarized from Fig. 12 to Fig. 14 (minus means delaminated area is cooler than sound area). The graphs on the left describe thermal contrast for each specimen in Case 1, middle ones are Case 2 and the graphs on the right show Case 3. Even though the measurement time periods are different, each camera in each case describes a similar result; 1 cm thick specimen made the highest temperature difference while 2 cm and 3 cm thick specimens yielded almost the same thermal contrast between the two points in this laboratory test. Furthermore, every delaminated area in each case indicates cooler temperature than the surrounding sound area after 20 – 30 minutes of turning on the electric heating mat; hence, these delaminations should be detected by IRT.

In summary, when IR images are taken at a perpendicular angle from the objects, IRT is less sensitive than when it is taken from a certain angle regarding temperature reading of different types of IR cameras. However, even different IR cameras capture different temperatures from the concrete surface when they are utilized at a certain angle, they have a potential to detect a delaminated area under a given condition in spite of different camera specifications since each IR camera can capture temperature differences between sound and delaminated areas.

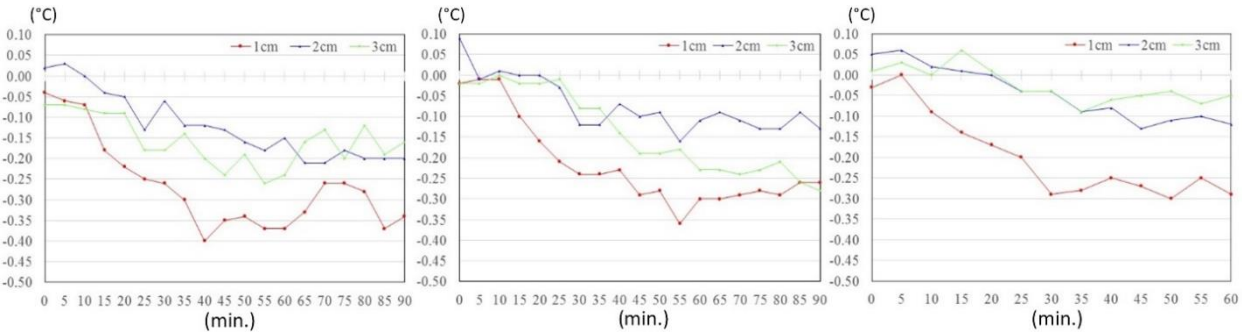


Fig 12. Temperature difference of SC5600 (left: Case1, middle: Case2, right: Case 3)

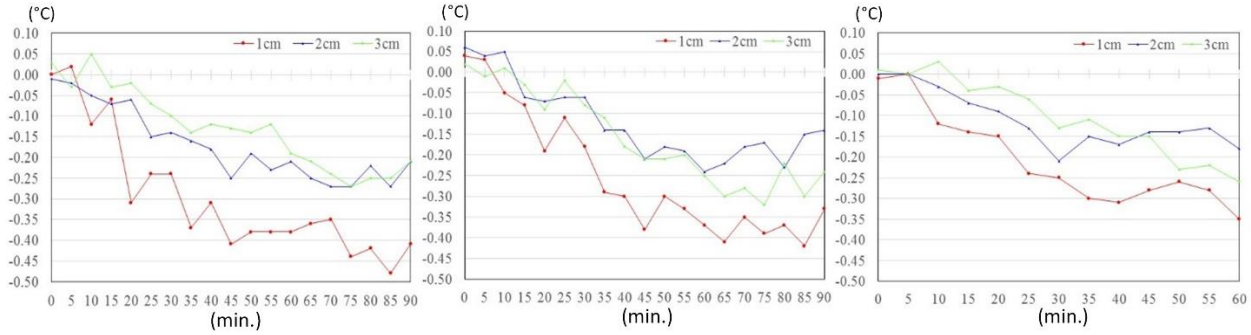


Fig 13. Temperature difference of T640 (left: Case1, middle: Case2, right: Case 3)

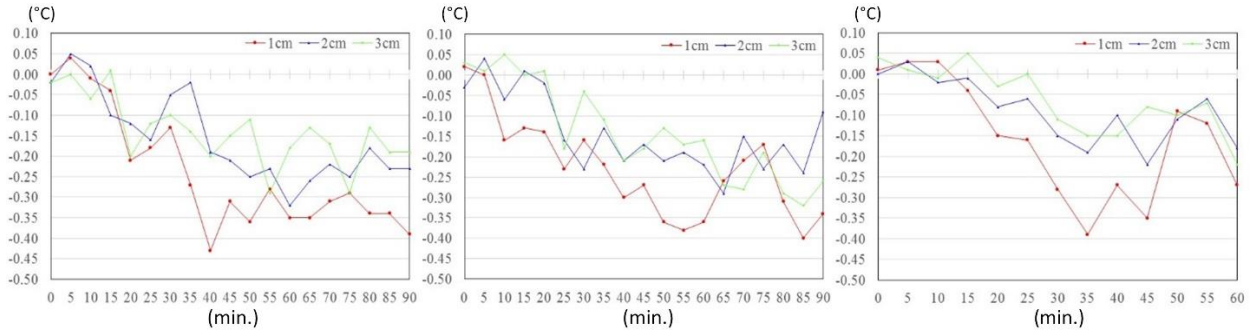


Fig 14. Temperature difference of T420 (left: Case1, middle: Case2, right: Case 3)

5. Conclusions

Three different types of IR cameras were compared to examine how camera specifications affect the results of IRT for subsurface delamination detection of concrete structures. Three concrete plates with different thicknesses were used to simulate artificial delamination, and they were attached onto a wooden board, which was equipped with an electric heating mat to heat up the board and test specimens. Infrared images were taken from a distance of 5.0 meters by the three different IR cameras at the same time with angles of 0°, 30° and 45° (where 0° is perpendicular). The following conclusions can be drawn from the study:

i) In the comparison of IR readings, it is found that when IR images are taken from an angle perpendicular from the objects, IRT is less sensitive than when they are taken from a certain angle regarding temperature reading of different types of IR cameras.
ii) Even though different IR cameras capture different temperatures from the concrete surface when they are utilized at a certain angle, they have a potential to detect delaminated areas under a given condition in spite of camera specifications.
iii) Regarding the comparison of IR images, no big difference can be recognized from IR images taken at this laboratory test. However, SC5600 depicts the indications most clearly among these three cameras in any cases and times, and SC5600 and T640 yielded color contrast between the delaminated and sound areas faster than T420. These results indicate that the thermal sensitivity/accuracy and resolution might affect IRT results regarding the visibility of damage indication.

Acknowledgments

The authors would like to express their sincere gratitude to Dr. Koji Mitani, Mr. Masato Matsumoto, Mr. Shinji Nagayasu and Mr. Kyle Ruske of NEXCO-West USA for feedback and support throughout the studies presented in this manuscript. Without their contributions, this project would have not been realized. The authors also wish to acknowledge the financial support of Tübitak (The Scientific and Technological Research Council of Turkey) for supporting the 1st author while he was a visiting scholar at UCF.

References

[1] Gucunski N, Imani A, Romero F, Nazarian S, Yuan D, Wiggenhauser H, Shokouhi P, Taffe A, Kutrubes D. Nondestructive testing to identify concrete bridge deck deterioration. SHRP 2 Report, S2-R06A-RR-1, Transportation Research Board, Washington, D.C., 2013.

[2] Graybeal BA, Phares BM, Rolander DD, Moore M, Washer G. Visual inspection of highway bridges. J Nondestruct Eval 2002; 21(3): 67-83.

[3] Forde MC. International practice using NDE for the inspection of concrete and masonry arch bridges. Bridge Structures 2010; 6(1-2): 25-34. DOI: 10.3233/BRS-2010-004.

[4] Maser K. Integration of ground penetrating radar and infrared thermography for bridge deck condition testing. Mater Eval 2008; 66(11): 1130-1136.

[5] Hutt T, Cawley P. Feasibility of digital image correlation for detection of cracks at fastener holes. NDT & E Int 2009; 42(2): 141-149.

[6] Yehia S, Abudayyeh O, Nabulsi S, Abdelqader I. Detection of common defects in concrete bridge decks using nondestructive evaluation techniques. J Bridge Eng 2007; 12:215-225.

[7] Yaman IO, Hearn N, Aktan HM. Active and non-active porosity in concrete Part II: Evaluation of existing models. Mater Struct 2002; 35:110-116.

[8] Clark MR, McCann DM, Forde MC. Application of infrared thermography to the non-destructive testing of concrete and masonry bridges. NDT&E Int 2003; 6: 265-275.

[9] Washer G, Fenwick R, Bolleni N, Harper J. Effects of environmental variables on infrared imaging of subsurface features of concrete bridges. Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board 2009; Issue 2108: 107-114.

[10] Washer G, Fenwick R, Bolleni N. Effects of Solar Loading on Infrared Imaging of Subsurface. J Bridge Eng 2010; 15(4):384-390.

[11] Kee S-H, Oh T, Popovics JS, et al. (2012) Nondestructive Bridge Deck Testing with Air-Coupled Impact-Echo and Infrared Thermography. J Bridg Eng 17:928–939. doi: 10.1061/(ASCE)BE.1943-5592.0000350.

[12] Watase A, Birgul R, Hiasa S, Matsumoto M, Mitani K, Catbas F.N. (2015) Practical identification of favorable time windows for infrared thermography for concrete bridge evaluation. Constr Build Mater 101:1016–1030. doi: 10.1016/j.conbuildmat.2015.10.156

[13] Maierhofer C, Brink A, Ro M, Wiggenhauser H. Quantitative impulse-thermography as non-destructive testing method in civil engineering – Experimental results and numerical simulations, 19 (2005) 731–737. doi:10.1016/j.conbuildmat.2005.06.002.

[14] Abdel-qader I, Yohali S, Abudayyeh O, Yehia S. Segmentation of thermal images for non-destructive evaluation of bridge decks, 41 (2008) 395–405. doi:10.1016/j.ndteint.2007.12.003..

[15] Farrag S, Yehia S, Qaddoumi N. (2015) Investigation of Mix-Variation Effect on Defect-Detection Ability Using Infrared Thermography as a Nondestructive Evaluation Technique. J Bridg Eng 21:04015055. doi: 10.1061/(ASCE)BE.1943-5592.0000779.

[16] ASTM D4788-03. Standard test method for detecting delaminations in bridge decks using infrared thermography. American Society of Testing Materials, 2007.

[17] Hiasa S, Catbas FN, Matsumoto M, Mitani K (2015) Testing of Dynamic Infrared Thermography Application for Subsurface Damage Detection in Concrete Structures. Int. Symp. Non-Destructive Test. Civ. Eng. (NDTCE 2015).

[18] Hiasa S, Catbas FN, Matsumoto M, Mitani K (2016) Feasibility of Infrared Thermography for Bridge Deck Inspection without Lane Closure, and The Uncertainties - Preliminary Report -. TRB 95th Annu. Meet.

[19] Nishikawa T, Hirano A, Kamada E (2000) Experimental study on thermography method for external wall removement finished with ceramic tile. Archit Inst Japan 529:29–35.

[20] Nakamura S, Takaya S, Maeda Y, et al. (2013) Spalling time prediction by using infrared thermography. J Japan Soc Civ Eng Ser E2 (Materials Concr Struct 69:450–461.

[21] Hashimoto K, Akashi Y (2010) Points to consider for photography by infrared cameras with different wavelength detection region. In: 65th JSCE Annu. Meet. Japan Society of Civil Engineers (JSCE), Sapporo, Japan, pp VI–160.

[22] FLIR website: (www.flir.com). Retrieved on November, 15, 2017.

[23] Holst G.C. Common sense approach to thermal imaging, JCD Publishing, Winter Park, FL, USA, 2000.

ŞEV VE SEDDELERDE GEOGRİD KULLANIMININ GÜVENLİK SAYISINA ETKİLERİ

EFFECT OF GEOGRID USAGE ON SLOPE AND EMBANKMENT FACTOR OF SAFETY

Yaghoob Najari, Seyhan Fırat, Nihat S. Işık
Gazi Üniversitesi, Ankara, Türkiye, ya_najari@yahoo.com, seyhanfrt@gmail.com, nihatsinan@gmail.com

Özet

Ulaşım, günümüzde bir ülkenin gelişmişliğini gösteren en önemli parametrelerden biridir. Bu nedenle yol inşaatlarında zemin şartları çok önemlidir. Özellikle taşıma gücü düşük zeminler yol inşaatların da önemli sorunlara ve zorluklara neden olmaktadır. Bu zorlukların aşılması ve yolun sağlamlaştırılması için istinat duvarları gibi yapılar kullanılmaktadır. Ancak bu duvarlar genellikle yüksek maliyetli ve uzun süreli emek istediği için, yerine alternatif çözümler aranmaktadır. Bu alternatiflerden biri de geogrid katmanlardır. Geogrid katmanlar yumuşak dolgu ve zeminlerde oldukça etkin şekilde kullanılabilmektedir. Bu çalışmada şev ve seddelerde geogrid katman sayılarının etkisi araştırılmıştır. Slide programı kullanılarak farklı zemin şartları analiz edilmiştir. Bu analizlerde 0-60 cm aralıktaki iri taneli çakıllar, yol katmanının güçlendirilmesi, şevlerin güçlendirilmesi ve eğimin azaltılması gibi farklı durumlar analiz edilerek araştırılmıştır. Yapılan çalışma sonucunda, yol katmanlarının güçlendirilmesi ve şevlerin güçlendirilerek eğimin azaltılması üzerinde geogrid katmanlarının önemli etkileri olduğu saptanmıştır. Geogridi yol yapımında kullanmak, yol tabakalarının maliyetini ve imalat süresini de azaltmaktadır. Yol inşaatında geogrid kullanıldığında hizmet ömrü uzamakta, erozyon azalmakta, bakım ve maliyetleri düşmektedir. Geogrid kullanımı yol üst yapısının kalınlığını azaltmakta ve yol temel altyapısını güçlendirmektedir.

Anahtar Kelimeler: Şev Stabilitesi, Yol Alt Yapıları, Geogrid, Slide Programı

Abstract

Well designed and available transport system is one of the most important indicator of developement factors for countries. Hence, ground conditions are very important in construction of road foundations. Especially in the embankment and sloping ground conditions cause the difficulties in road construction. Structures such as retaining walls are used to overcome these difficulties and to consolidate the road. However, these walls usually require high cost and long-term labor, alternatives are recommended instead. One of these alternatives is geogrid layers. Geogrid layers can be used effectively in slabs and sidewalks, including soft fillings, floors and pits. In this study, the effect of geogrid layers on slopes were investigated and coarse grained materials in 0-60 cm range were applied to reinforce the road layer to strength the slopes. As a result of the study, it has been determined that the geogrid layers are important influences on the reinforcement of the road layers and the slopes strengthed, and that the geogrid is one of the economic way road construction. Also it reduces the depth of road foundation layers as well as increases the stability of the layers.

Key note: Slope stability, Road subbase layers, Geogrid, Slide Programe

1. Giriş

Yolların inşa edileceği arazilerde zemin şartları yol alt temellerinin dizayn ve inşa edilmesinde problemler yaratmaktadır. Yollar sağlam bir zemine inşa edilmez ya da zeminin taşıma kapasitesini aşarsa, göçmeler ve çatlaklar meydana gelmekte ve yollarda bozukluklara neden olmaktadır. Bunun önüne geçmek için, istinat duvarlarının kullanımı, donatılı zeminlerin uygulanması ve derin temel kazma gibi birçok yöntem kullanılmaktadır [1].

Donatılı zeminlerin uygulanması, dünyada 1960'lı yıllardan günümüze 50-55 yıldır kullanılmakta ve ülkemizde ise 20-25 yıllık bir geçmişi bulunmaktadır. Bu zeminlerin kullanımı ekonomik olmalarında, hızlı şekilde imal edilebilmelerinden, esnek davranabilme özellikleri ve estetik görünümlerinden, özellikle sismik aktivitelerin yüksek olduğu yerlerde ölü yükleri azalttıklarından dolayı tercih edilmekte ve kullanımları son yıllarda artarak devam etmektedir [2].

Donatılı zeminlerden olan geosentetik uygulamalar çeşitli zemin yapıları için etkili bir takviye unsurudur. Geosentetik takviye, yumuşak zeminlerdeki dolguların taşıma gücünü artırmak için etkin şekilde kullanılabilmektedir. Geotekstil katmanları iki ana fonksiyonu sayesinde gerilme takviyesi ve gözenek basınçlarını düşüren bir drenaj elamanı olarak kullanılmaktadır [3]. Geogrid elemanları bu özellikleri ve fonskiyonları ile özellikle şev ve seddelerde istinat duvarları ihtiyacını ortadan kaldırmakta, maliyet ve malzeme kullanımını azaltarak, zamanın etkili kullanımını sağlamaktadır. Geogrid elemanlarının bu özellik ve fonksiyonları ile ilgili son yıllarda pek çok çalışma bulunmaktadır. Genel olarak bu araştırmalar geosentetiklerin ayırma, yük dağıtma ve gerilme azaltma mekanizmaları ile güçlendirme sağladığını, geogridlerin temel ve alt temel tabakaları arasına yerleştirilerek gerilmenin zemine aktarılmasının engellenebildiğini saptamışlardır [4, 5, 6]. Bunun yanı sıra, kaplamının en alt ve orta kısımlarında geogrid kullanımları [7, 8] temel ve alt temelin azaltılması [9], geogrid tabakası arasında HMA (Hot mix asphalt) kullanılması ve teker izinin azaltılması için geogrid kullanımı da araştırılmıştır [10].

Yapılan çalışmalarda yol alt temel inşaatlarında geogrid kullanımı malzeme, işçilik ve zaman maliyetlerinde önemli bir azalmaya neden olmaktadır. Yolun oturduğu zeminin yumuşak olması, yol dolgusunun, hem silindirle sıkıştırılması esnasında hem de taşıt yüküne maruz kaldığında gömülmesine ve oturmasına sebep olmaktadır. Geogrid kullanımıyla yol tabakaları güçlendirildiği için dolgu hacminin, şev eğiminin ve üst yapı kalınlığının azaltılmasını sağlamaktadır. Ayrıca geogrid uzun ömürlü olarak kullanılmaktadır. Güçlendirilmiş bir yol yapısı oluşturmak zemin niteliklerinin doğru ve tam belirlenmesine bağlıdır. Yol inşaatlarında sıklıkla kullanılan Kaliforniya Taşımagücü Oranı (CBR) zeminin sıkılığıyla alakalı önem arzeden veriler sunmaktadır. "CBR; standart pistonun numuneye 0.25 cm batması için gereken yükün, pistonun standart kırma kaya temele 0.25 cm batması için gereken yüke oranı olarak" tanımlanmaktadır [11]. Özellikle yumuşak malzemeli ve hassas zeminlerde (CBR < 3) CBR'yi artırmak iyi bir güçlendirme sağlamaktadır. Geogridler, belli noktalara gelen yükleri geniş bir alana dağıtarak tanelerin zemine gömülmesini engellemekte ve yollarda drenajı da sağlamaktadır.

Yol planlaması, yol katmanlarında kullanılan malzemenin en az taşıt yükünden gelen gerilmeleri karşılayabilecek şekilde yapılmalıdır. Her tabaka, çatlak oluşumuna sebep olan deformasyonlara karşı mukavemetli olmalıdır. Zemini güçlendirmek de yolun kalitesini yükseltmek için yapılan çalışmalardan biridir. Yol yatağının iyileştirilmesi, mekanik ve geoteknik özellikleri artırmak için önemlidir. Günümüzde bilim ve teknoloji geliştikçe, zemin iyileştirmesi için farklı yollar ortaya çıkmıştır. Bu iyileştirmeler kimyasal, fiziksel, mekanik ve hatta biyolojik (bitkilendirme) şekilde yapılabilmektedir. Yeni teknolojiler kullanılarak zeminler iyileştirilmekte, zeminin mukavemeti, sertliği, şekil alabilirliği ve yük taşıma kapasitesi arttırılmaktadır. Zemin iyileştirilmesinin pek çok amacı bulunmaktadır. Bunlar yük taşıma kapasitesinin artırılması, geçirimsizliğin sağlanması, zeminin şişmesinin önlenmesi, erozyonun önlenmesi, yol tabakalarının hacminin azaltılması, üst yapının kalınlığını azaltılması, maliyet ve üretim süresinin azaltılması şeklinde sıralanabilmektedir. Zemini sıkıştırmak, inşaat işlerinde kolay bir mekanik yöntemdir ve zeminin birim hacim ağırlığını artırarak taşıma kapasitesini ve zeminin stabilitesini artırmaktadır.

Bu çalışma kapsamında yol alt yapılarının ve yolların modellemesinde Slide ve Phase2 programları kullanılmıştır. Slide programı yardımıyla limit denge analizleri yapılmış ve şartnamelere göre çalışmalar gerçekleştirilmiştir. Yol alt yapılarının ve şevlerin güçlendirilmesi için malzeme olarak iri taneli malzeme modelleri (0-60 cm) kullanılmıştır. Elde edilen veriler geogrid kullanımının yol stabilite değerlerini önemli ölçüde artırdığı belirlenmiştir.

2. Modelleme ve Analiz

Slide programı yardımıyla toprakarme yapılarda, geogrid kullanımının şevlerin dayanımına olan etkileri modellenerek araştırılmıştır. Öncelikle yol tabakaları geogridsiz modellenerek şevlerin dayanımının analizi yapılmıştır. İkinci aşamada farklı çekme dayanımlarına sahip geogridlerle tekrar şevlerin analizleri yapılmış ve geogrid ile modellenen kesitin yük altındaki davranışı test edilerek her bir analiz sonucu şevlerin dayanımı açısından kıyaslanmıştır.

2.1. Slide Programı

Slide yazılımı, Rocscience firması tarafından geliştirilmiştir. Program şevlerin dayanımını iki boyutlu olarak analiz edebilmekte, geomekanik ve geometrik özellikleri, su seviyesinin yüksekliği ve diğer özellikleri de dikkate alarak çözümler yapabilmektedir. Program dairesel ve dairesel olmayan şevlerde de analiz yapabilmektedir. Su seviyesi, trafik yükleri ve deprem etkisi gibi farklı yük değerleri analiz edilebilmektedir. Program, şevlerin dayanımını analiz etmek için Bishop, Jambu, Spencer, Fellenius ve Morgenstern-Price metotlarını kullanmaktadır [12].

Yazılımın işlevleri şu şekilde sıralanabilmektedir:

- Sonlu elemanlar yöntemiyle geoteknik mühendisleri için iki boyutlu deformasyon ve stabilite analizleri
- Doğrusal olmayan karışık modellerin gelişmiş simülasyonlarının yapılabilmesi
- Güçlü grafik sonuçlar elde edilebilmesi
- Yol tabakalarında dolgu ve şev analizi
- Dolgu ve şev analizlerinde su seviyesinin etkilerinin dikkate alınması
- Zemin takviyesi için her türlü yöntemlerin modellenmesi
- İstenilen her türlü yükleme şekline uyumlu olması

2.2. Modelde Kullanılan Malzemelerin Özellikleri

Bu modellemede yol tabakalarında kullanılan malzemelerin teknik ve geoteknik özellikleri Tablo 1, 2 ve 3'de gösterilmektedir. Bu malzemelerin özellikleri karayolu şartnamelerinden alınmıştır [13].

Tablo 1. Doğal zeminin özellikleri

Girdi parametreleri	**Birim**	**Değer**
Birim ağırlık	kN/m^3	24
Kohezyon (c)	kPa	120
Sürtünme açısı (φ)	Derece (°)	32

Tablo 2. Geogridlerin özellikleri

Parametreler	
Geogrid Tipi	BX-1100
Polimer	Polypropylene
Diyafram şekli	Dikdörtgen Biçiminde
Açıklık (MD / XD) (mm)	25/33
Kaburga kalınlığı (mm)	0,75

Tablo 3. Dolgu malzemelerin teknik özellikleri

Girdi parametreleri	**Birim**	**Değer**
Birim ağırlık	kN/m^3	20
Kohezyon (c)	kPa	5
Sürtünme açısı (φ)	Degree (°)	35

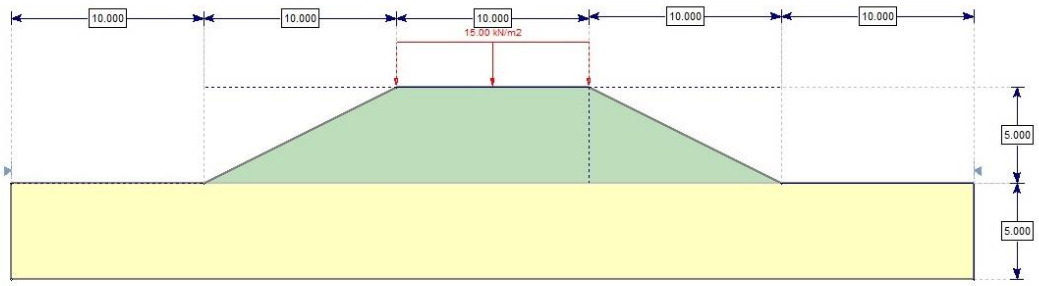
2.3. Farklı Şev Modellerinin Analizleri

Geogridin yol tabakalarında kullanılması ve şevlerin dayanımının artırılması, yolun trafik ve deprem yüklerine karşı dayanımının artırılması, yol tabakalarının hacminin azaltılması, yatak genişliğinin azaltılması, çevreye ve yeşil alanlara daha az zarar vermek için faklı tasarımlar analiz edilmiştir. Slide programıyla şevlerin dayanımı üç ayrı durumda, önce şev eğimi 1/2, sonra şev eğimi 1/3, son alarak geogridle toprakarme olarak şev eğimi 1/1.1 alınarak modellenmiş ve analiz edilmiştir. Şekil 1'de ilk tasarım modeli gösterilmiştir.



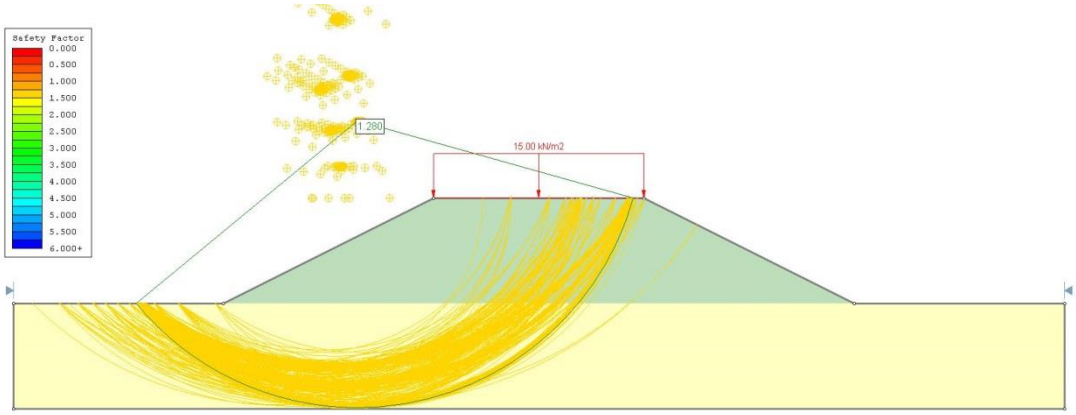
Şekil 1. 1/2 modelinin analizi

İlk tasarımda yol katmanları şev eğimi 1/2 olarak modellenmiştir. Şekil 2'de Slide programında modellenmesi gösterilmiştir.



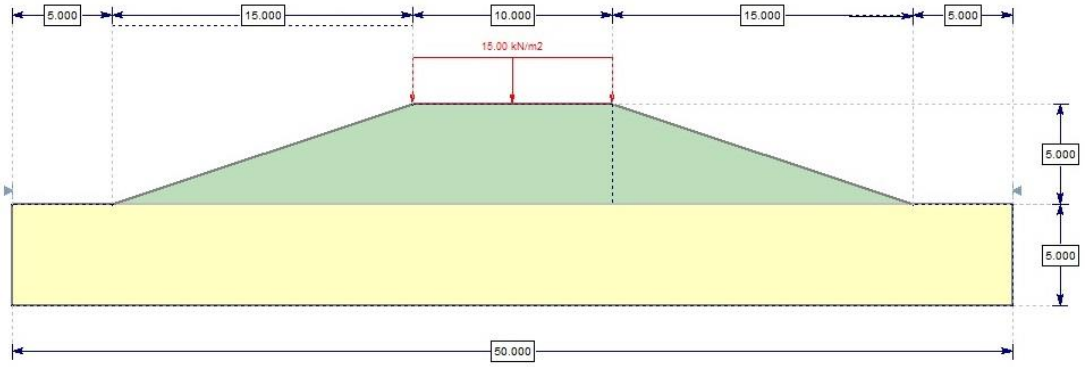
Şekil 2. Şev eğimi ½ olarak seçilen modelin Slide programında enkesiti

Şev eğimi 1/2 olan yol dolgusunun 15 kN/m² trafik yükünün altında dayanımı kabul edilebilir bir seviyededir. Analiz sonucu güvenlik katsayısı 1,280 bulunmuştur. Bulunan güvenlik katsayısı ikinci derece yollarda kabul edilebilir olmasına karşılık önemli yollarda şevler 1/3 olarak tercih edilerek güvenlik katsayısının yükseltilmesi önerilmektedir. Şekil 3'de Slide programından elde edilen güvenlik katsayıları sonucu gösterilmiştir.



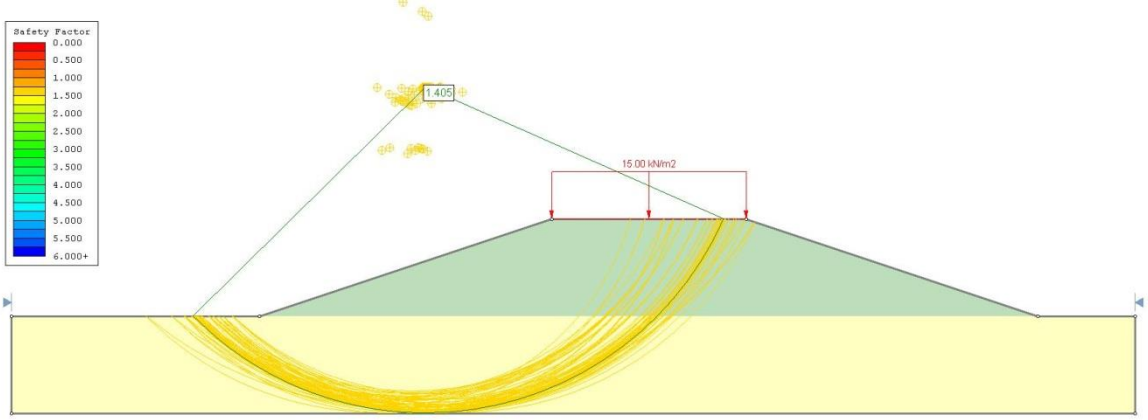
Şekil 3. Şev eğimi 1/2 seçilen profilin Slide programı sonucu

İkinci modelde yol tabakalarının şev eğimi 1/3 olarak modellenmiştir. Slide programıyla şevlerin dayanımı analiz ve tahlil edilmiştir. Şekil 4'de analiz için model kesit gösterilmektedir.



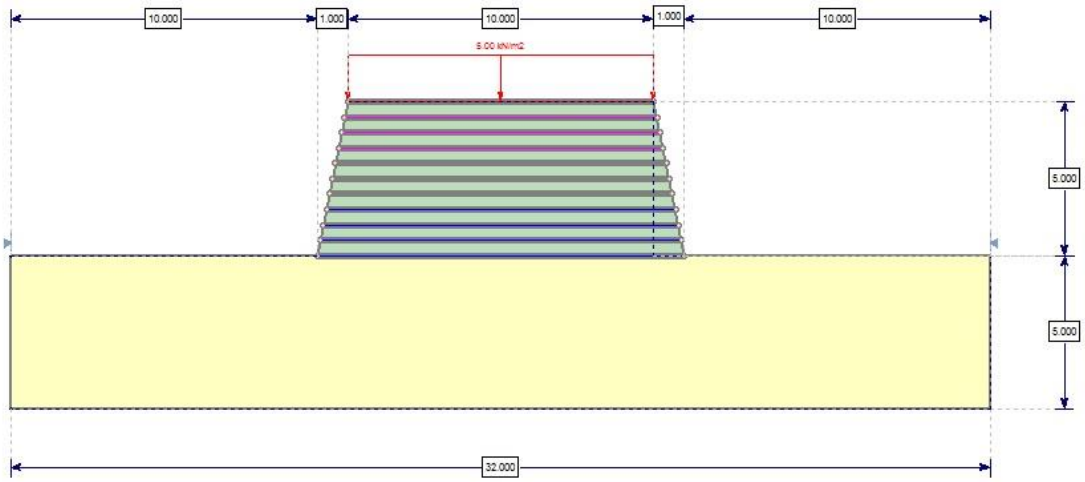
Şekil 4. Şev eğimi 1/3 seçilen modelin enkesiti

Şev eğimi 1/3 olarak seçildiğinde, 15 kN/m² trafik yükünün altında dolgunun güvenlik katsayısı 1,405 olarak bulunmuştur. Ancak şevlerin eğimi 1/3 olduğunda yol enkesit alanı çok genişlemekte ve dolgunun hacmi de artmaktadır. Şekil 5'de elde edilen güvenlik katsayıları sonucu gösterilmiştir.



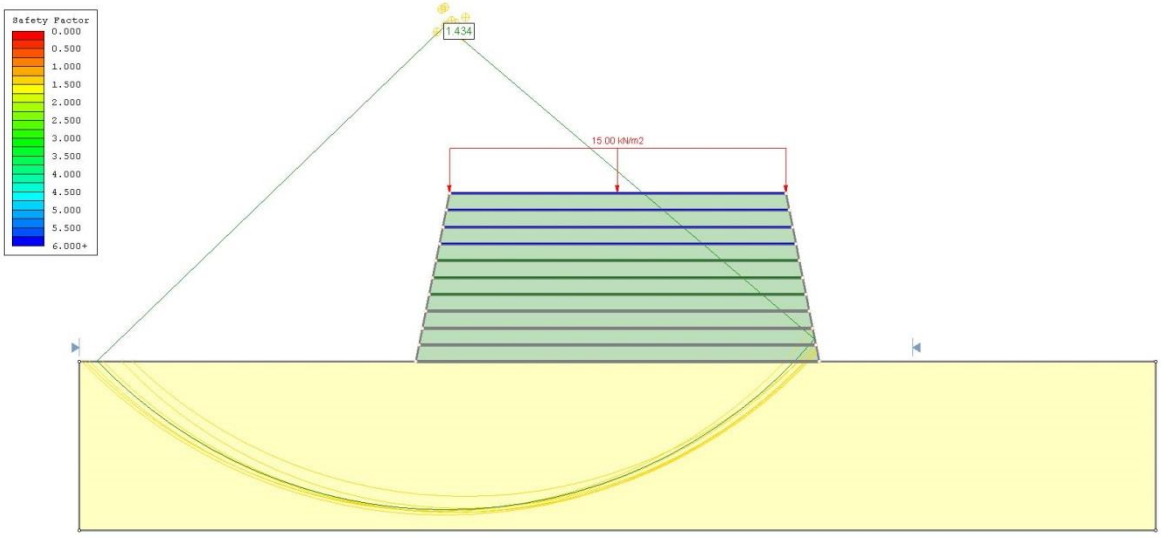
Şekil 5. Şev eğimi 1/3 seçilen profilin güvenlik katsayısı

Üçüncü modelde şev eğimi 1/1.1 olarak seçilmiş ve yol tabakaları georidle toprakarme olarak modellenmiştir. Ekonomik olması açısından geogridlerin çekme dayanımı 40 ila 100 kN/m olarak planlanmıştır. Yolun en üst kısmındaki 4 tabakada 100 kN/m dayanıma sahip geogrid, sonraki 3 tabakada 60 kN/m dayanıma sahip geogrid ve son 4 tabakada 40 kN/m dayanma sahip geogrid kullanılarak modellemeler yapılmıştır. Şekil 6'da modellemeler verilmiştir.



Şekil 6. Şev eğimi 1/1.1 seçilen toprakarme kesitin modellemesi

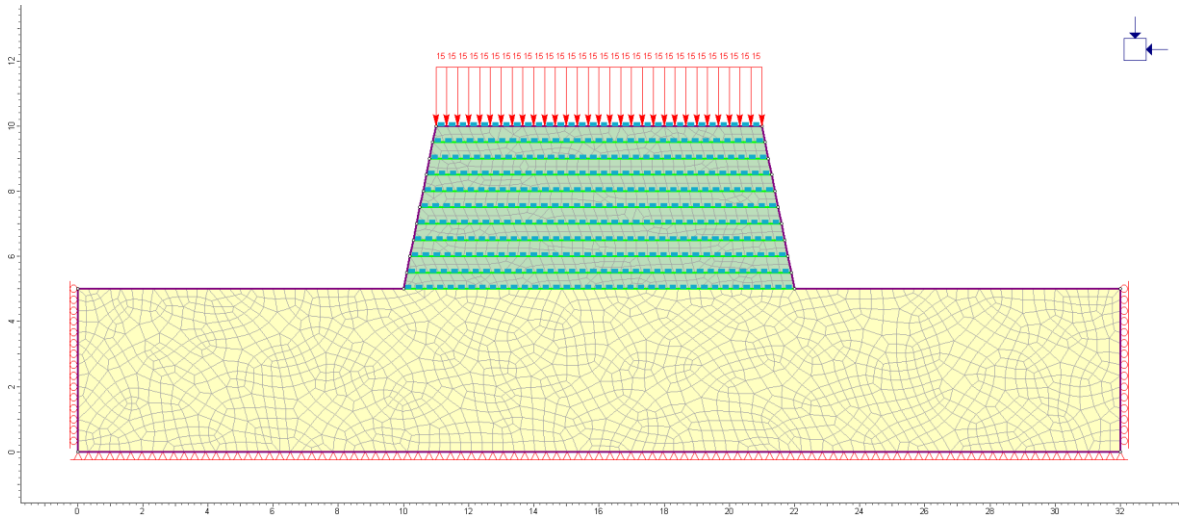
Yol tabakalarının şevi 1/1.1 olarak seçilen model, Slide programı analizinde güvenlik katsayısı 1,434 olarak bulunmuştur. 15 kN/m² trafik yükünün altında, şev eğiminin önemli miktarda azaltılmasına rağmen geogrid kullanımı iyi sonuç vermiştir. Geogrid kullanımı şev açılarının daha dik alınmasına imkan sağlamakta ve dolayısıyla yol dolgu hacmi önemli ölçüde azalmaktadır. Şekil 7'de güvenlik sayıları verilmiştir.



Şekil 7. Şev eğimi 1/1.1 seçilen toprakarme modelin güvenlik sayıları

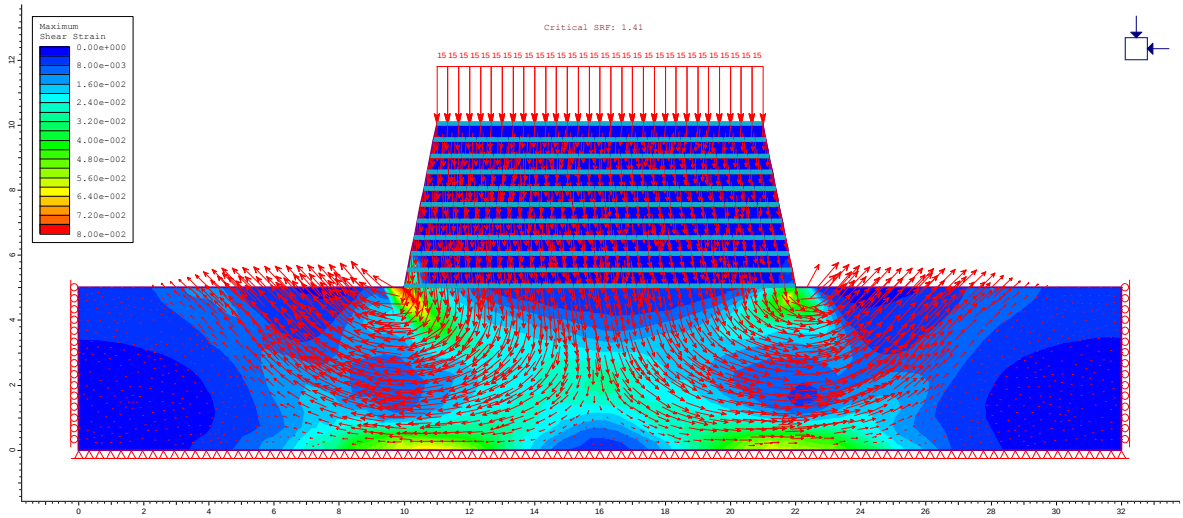
Yol dolgularında güvenlik katsayısını bulmak için sonlu elemanlar yöntemini kullanan Phase 2 yazılımı da kullanılabilmektedir. Bu programda yol tabakalarının altındaki gerilmeler iki boyutlu olarak göstermektedir. Phase 2 programı 3 ya da 6 düğümlü üçgen ve 4 ya da 8 düğümlü dörtgen elemanlar ile çözümlenme yapabilmektedir. Sonlu elemanlar modelinde 2000 adet dörtgen eleman kullanılmıştır. İlk aşamada zemin

gerilme dağılımı hesaplanmış, takip eden aşamalarda yol tabakaları tabaka tabaka aşamalı olarak modellenmiştir. Phase 2 yazılımında kesme kuvvetlerinin azalma tekniği ile güvenlik katsayısını hesaplanabilmektedir. Bu yöntemde kesme kuvveti kademe kademe göçme noktasına kadar azalmaktadır. Kesme kuvvetinin azalmış kesme kuvvetine oranı güvenlik katsayısını vermektedir. Bu yöntemde çökme mekanizması doğal halinde oluşmakta ve azalmaktadır. Yol tabakalarının geometrisi sınır koşulları Şekil 8'de gösterilmiştir.



Şekil 8. Yol tabakalarının geometrisi sınır koşulları

Şekil 9'da güçlendirilmiş yol katmanlarında çökme mekanizması ve kritik güvenlik katsayısı gösterilmiştir. Kritik güvenlik katsayısı benzeri analizlere yakın olarak 1,41 olarak bulunmuştur. Slide ve Phase 2 analizlerinde çok yakın çıkan güvenlik katsayısı kritik güvenlik katsayısı olarak kabul edilmiştir.



Şekil 9. Geogridle güçlendirilmiş toprakarme yapıda çökme mekanizması ve kritik güvenlik katsayısı analizi

3. Sonuçlar

Zemin mekaniği uygulamalarında donatılı zeminlerin kullanımı teknolojik gelişmelere bağlı olarak artmaktadır. Bu durum daha ekonomik ve daha hızlı çözümler sunabilmektedir. Geogrid ile yapılan yol altyapılarında elde edilen güvenlik katsayıları yol altyapısının taşıma gücünün daha yüksek değerlere çıkarılabileceğini göstermektedir.
Bu çalışma sonucuna göre:

- Geogridin yol tabakalarının arasında kullanımı düşey deformasyonları azaltmaktadır. Geogrid ile yükün uygulandığı nokta arasındaki mesafe arttıkça malzemenin dayanımına katkısı azalmaktadır. Ancak yine de geogrid kullanımı şevlerde stabilizasyonu arttırmaktadır.
- Yol tabakalarının arasında geogrid kullanımı yatay yer değiştirmeleri azaltmaktadır. Yine geogridlerin yük uygulanan bölgeye olan mesafesi arttıkça yatay yer değiştirmelere karşı mukavemete olan katkısının azaldığı görülmektedir.
- Yol alt temel katmanlarının arasında geogrid kullanılarak düşey gerilmelerin alt tabakaya iletilmesi azalmaktadır. Geogrid eleman, yük uygulanan bölgeden uzaklaştıkça düşey gerilmelerin arttığı görülmektedir. Ayrıca geogrid kullanımı şevlerin daha dik yapılmasına olanak tanımakta ve böylece dolgu hacminin azalmasına neden olmaktadır.

Kaynaklar

[1] Umu, S. U., Işıkdağ, B., Şev Stabilizasyonunda Geosentetiklerin Kullanım Avantajları ve Bilgisayar Destekli Örnek Tasarım Problemi. Ejoir Aralık 2015, IWCEA Özel Sayısı, 1, 95–108, (2005).
[2] Kaya, T., Özbatır, M., Durgunoğlu, H. T. Donatılı Zemin Duvar Yapılarının Depremde Davranışları. URL: http://www.imo.org.tr/resimler/ekutuphane/pdf/10824.pdf, Son Erişim Tarihi: 25.05.2017.
[3] Faizi, K., Armaghani, D. J., Kassim, A., & Lonbani, M., Evaluation of geotextiles on embankment displacement under seismic Load. *Electronic Journal of Geotechnical Engineering*, 18, (2013).
[4] Giroud, J. P., Ah-Line, C., Bonaparte R., Design of unpaved roads and trafficked areas with geogrids. Proc. Symp. Polymer Grid Reinforcement, Science and Engineering Research Council and Netlon Ltd., London,116–127, (1985).
[5] Milligan, G. W. E., Love J.P., "Model testing of geogrids under and aggregate layer on soft ground," Proc., Polymer Grid Reinforcement Conference, Thomas Telford, London, 128-138, (1984).
[6] Perkins, S.W., Mechanical response of geosynthetic-reinforced flexible pavements. *Geosynthetics International*, 6(5), 347-382, (1999).
[7] Broms, B. B. *Triaxial tests with fabric-reinforced soil*. Proc. Int. Conf. on the Use of Fabric in Geotechnics, Ecole National des Ponts et Chaussees, Paris, Vol. 3, 129–134, (1977).
[8] Chan, F., R.D. Barkesdale, and S.F. Brown., Aggregate base reinforcement of surfaced pavements, *International Journal of Geotextiles Geomembrane*, Vol. 8, 165–189, (1989).
[9] Koerner, R. M., *Designing With Geisynthetics*. New Jersey: Pearson Education.
[10] S Shukla, S. K., & Yin, J. H. (2006). *Fundamentals of geosynthetic engineering*. Taylor & Francis, (2005).
[11] Karagül, B. Ç., Yol Dolgularının Geogrid Kullanılarak İyileştirilmesi, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, (2007)..
[12] Slide, v.6.005., Rocscience Inc., (2010).
[13] Karayolları Genel Müdürlüğü., Karayolu Teknik Şartnamesi (Yol Altyapısı, Sanat Yapıları, Köprü ve Tüneller, Üstyapı ve Çeşitli İşler, (2013).

STUDIES OF URBAN TRANSFORMATION ON RISKY CONSTRUCTION STOCKS IN TURKEY: SAĞLAM APARTMENT EXAMPLE

TÜRKİYE'DE RİSKLİ YAPI STOKUNA YÖNELİK KENTSEL DÖNÜŞÜM ÇALIŞMALARI: SAĞLAM APARTMANI ÖRNEĞİ

Ertuğrul Ekinci[a], Mürsel Erdal[b]
[a] Çevre ve Şehircilik Bak., İller Bankası A.Ş. Genel Müd., Ankara, Türkiye, ertugrule@ilbank.gov.tr
[b] Gazi Üni., Teknoloji Fak., İnşaat Müh. Böl., Ankara, Türkiye, merdal@gazi.edu.tr

Özet

Büyük bir bölümü aktif deprem kuşağında yer alan ülkemizde çok sayıda deprem felaketi meydana gelmiş ve ağır kayıplar yaşanmıştır. Özellikle 1999 Gölcük depreminden sonra, Türkiye'deki mevcut yapı stokunun deprem güvenliği ön plana çıkmıştır. Bu konu ilk olarak 2007 yılında yayınlanan Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmelik'te (DBYBHY) ele alınmıştır. Ancak bu yönetmelikte belirtilen deprem performans değerlendirmesi koşulları yüksek maliyetli olması ve uzun sürmesi nedeniyle 2013 yılında yayınlanan Riskli Bina Tespit Esasları (RBTE) ile bazı şartları sağlayan binalarda daha hızlı ve pratik şekilde inceleme yapılabilmesine olanak sağlanmıştır. Bu çalışmada RBTE'ye göre yapılan riskli bina dönüşüm süreci ve süreçte karşılaşılabilecek olası durumlara karşı kanunda nelerin öngörüldüğü açıklanmıştır. Uygulamada bugüne kadar yaşanılan sorunlar incelenmiş olup çözüm önerileri araştırılmıştır. Sağlam Apartmanı örneği üzerinden riskli bina dönüşümünün uygulama süreci incelenmiştir.

Anahtar kelimeler: Riskli yapı tespiti, Deprem, Tespit süreci, Mevcut yapı stoku

Abstract

A large number of earthquake disasters occurred in our country which is located in the active earthquake zone and severe losses were experienced. Especially after the 1999 Gölcük earthquake, earthquake safety of the existing building stock in Turkey has come to the foreground. This issue was first addressed in the Regulation on Buildings to be made in Earthquake Regions published in 2007. However, because the earthquake performance evaluation conditions stated in this regulation have high cost and it takes a long time, it became possible to conduct a quick and practical examination in the buildings which meet certain conditions with the Risky Building Determination Rules (RBDR) published in 2013. In this study, it is explained the risky building transformation process and what is told in the law about possible situations to be faced during the risky building transformation process which is made according to RBDR. Problems that have been experienced up to now are examined and solution recommendations has been investigated. The application process of risky building transformation has been examined through the example of Sağlam Apartment.

Keywords: Evaluation of risky buildings, Earthquake, Determination process, Existing building stock

1. Giriş

Aktif bir deprem kuşağında bulunan ülkemizde, çoğunluğu Kuzey Anadolu Fay Hattı üzerinde olan, bugüne kadar birçok şiddetli deprem meydana gelmiştir. 1939 Erzincan depreminde 116 720 binada ağır hasar oluşmuş ve 32 962 kişi hayatını kaybetmiştir [1]. 1999 yılında Gölcük'te meydana gelen depremde ise 244 383 bina ağır hasar görmüş, 17 480 kişi hayatını kaybetmiştir [1]. Ayrıca "1900-2014 yılları arasında can ve mal kayıplarına neden olarak Türkiye'yi etkileyen 180 adet depremde 96 064 kişinin hayatını kaybettiği, 778 759 adet binanın ağır hasar gördüğü belirlenmiştir" [1]. Yakın tarihte yaşanan bu felaketlerin ardından 1999 sonrasında depreme karşı güvenli bina yapılmasına yönelik çalışmalar ağırlık kazanmıştır.

Ülkemizdeki yapı stoku büyük oranda 1975 deprem yönetmeliğine göre yapılmış binalardan oluşmaktadır. Bu yönetmelik kapsamında yapılan binaların deprem güvenliklerinin yeterli olmadığı yapılan pek çok araştırmada

görülmektedir. Beton kalitesinin yetersizliği, proje ve uygulama safhalarında yapılan hatalar ile niteliksiz işçilik gibi pek çok etken de bu duruma sebep olmaktadır. Ayrıca düşük beton dayanımı donatı korozyonunu hızlandırmaktadır [2]. Hazır beton üretiminin çok geç başlaması sonucu ülkemizde yapı stokunun büyük bölümünün elle karılan beton ile inşa edilmesi, beton dayanımında belirli bir standart sağlanmasını imkânsız hale getirmiştir [3]. Örneğin Almanya'da 1903 yılında hazır beton üretilmeye başlanmış olmasına rağmen ülkemizde ilk kez 1976 yılında hazır beton üretilmiştir [3]. Konya'da 2 Şubat 2004 tarihinde sadece düşey yükler altında çökerek 92 kişinin hayatını kaybetmesine yol açan Zümrüt Apartmanı'nın projelerinde 160 kg/cm² beton basınç dayanımı olmasına karşın binanın enkazından alınan numunelerin 90-100 kg/cm² seviyelerinde dayanıma sahip olduğu ölçülmüştür [4]. İstanbul Teknik Üniversitesi'nin Gölcük Depremi'nde hasar gören binalarda yaptığı araştırmalarda ise, DBYBHY'ye göre kullanılması gereken minimum beton dayanımı olan C20'nin altında değerler çıkmıştır [5]. Yapılan mevcut bina deprem dayanım testlerinde de bu değerlerden çok daha az dayanımlara sahip binaların olduğu görülmektedir [5].

"Çevre ve Şehircilik Bakanlığının resmi internet sitesinde yer alan soru ve cevap kısmında Yasaya dair sorular cevaplanırken verilen bilgiler arasında Türkiye'de yaklaşık 19 milyon konut bulunduğu, bu konutlardan 2000 yılından sonra yapılan 5 milyon konut haricindeki 14 milyon konutun afet riski yönünden incelenmesi gerektiği, deprem tasarımının yetersiz olduğu binalar, malzeme dayanımı yetersiz olan ve mühendislik hizmeti almayan kaçak yapılar dahil yapı stokunun yaklaşık % 40'ının (6-7 milyon konut) yenilenmesi yada güçlendirilmesi gerektiğinin tahmin edildiği açıklanmıştır [6]."

2007 yılında yayınlanan DBYBHY'de mevcut yapı stokunun değerlendirilmesine yönelik hükümlere ilk kez yer verilmiştir. DBYBHY de dâhil olmak üzere ülkemizde 9 adet deprem yönetmeliği yayınlanmıştır. Dolayısıyla pek çok değişiklik yapılmıştır. Ancak yine de proje veya uygulama safhasında bazı hatalar yapılabilmektedir. Bu nedenle proje ve uygulamanın tecrübeli bir mühendis gözetiminde yapılması büyük önem arz etmektedir. DBYBHY'de de bahsedilen proje hataları; sünek davranışın sağlanmaması, yatay ve düşey düzensizlikler, dayanım, rijitlik, kısa kolon, güçlü kolon-zayıf kiriş, deprem derzi, hesap yükleri olarak karşımıza çıkmaktadır. Uygulama safhasında ise; donatı yerleşimi, bindirme boyu, kolon-kiriş birleşim yerlerinde etriye imalatı, iş güvenliği, betonun yetersiz vibrasyonu, yeterli priz almadan betona yük verilmesi gibi hatalar yapılabilmektedir. Ayrıca DBYBHY sonrasında yapılan binaların donatı miktarı, öncesinde yapılan binaların donatı miktarından %50 daha fazla olmakla birlikte 1997 yılı ve öncesinde yapılan binaların deprem dayanımlarının daha düşük olduğu düşünülmektedir [7].

DBYBHY'de mevcut binaların deprem güvenliğinin araştırılması konusundaki hükümler, bina verilerinin kapsamlı bir şekilde toplanmasını ve bu verilere göre deprem analizlerinin yapılmasını öngörmektedir. Ancak bu yönetmelikte belirtilen verilerin toplanması ve analizlerin yapılması yüksek maliyetli ve uzun süren çalışmalar gerektirdiğinden 2013 yılında "Riskli Bina Tespit Edilmesine İlişkin Esaslar (RBTE)" yayınlanmıştır. Bu esaslarla belirli şartları sağlayan mevcut binalarda daha ekonomik ve hızlı bir şekilde deprem analizinin yapılması hedeflenmiştir. Bununla beraber analiz sonucuna göre riskli çıkan binaların yıkılması veya güçlendirilmesi ilk kez kanunen zorunlu hale getirilmiştir [4]. Ayrıca bu esaslara göre yapılan riskli yapı tespit işleminin maliklere sağladığı bazı avantajlar (kira yardımı veya kredi faizi desteği, harç ve vergilerden muafiyet vb.) ve yüklediği bir takım sorumluluklar da (riskli binanın 60 gün içinde tahliye edilip yıkılması vb.) bulunmaktadır. Ancak bu esaslara göre analizi yapılan ve riskli olmadığı tespit edilen binaların DBYBHY'nin 7. Bölümünde bahsedilen can güvenliği performans düzeyini sağladığı sonucu çıkarılamaz [8,9].

6306 sayılı kanunda riskli yapı; "Riskli alan içinde veya dışında olup ekonomik ömrünü tamamlamış olan ya da yıkılma veya ağır hasar görme riski taşıdığı ilmi ve teknik verilere dayanılarak tespit edilen yapı" şeklinde tanımlanmıştır. Riskli bina tespit işlemi yapılması gereken binalar bu tanımla açıkça belirtilmiştir. İşlem sonucunda deprem dayanımının yetersiz olduğu tespit edilen binaların yıkılarak yeniden yapılması veya güçlendirilmesi gerekmektedir. Ancak bu esasların uygulanabileceği binalar bazı şartlarla sınırlandırılmıştır.

Bunlar;

DBYBHY'de Çizelge 1.2'de sınıflandırılan
25 m'den yüksek olmayan
Zemin hariç kat sayısı en fazla 8 olan betonarme ve yığma binalardır.

Bu şartların dışında kalan binalarda deprem analizi DBYBHY Bölüm 7'de belirtilen esaslara göre yapılacaktır. Türkiye'de yapılan riskli binalara yönelik kentsel dönüşüm çalışmaları 2013 yılında başlamış olup ülkemiz için henüz çok yeni bir uygulamadır. Dolayısıyla başlarda bir takım sorunlarla karşılaşılmıştır. Ancak kazanılan tecrübelerle sistem her geçen gün daha iyi işler hale gelmektedir.

2. Riskli Yapı Dönüşüm Süreci

Kentsel dönüşüm, kültürel, toplumsal ve ekonomik amaçlarla ortaya çıkan, kaçak yapılaşma alanları ve eski sanayi bölgeleri gibi bozulmuş kentsel alanların iyileştirilmesine yönelik yapılan mülkiyet, plan ve fonksiyonların yeniden düzenlenmesidir [10].

2.1. Riskli Bina Tespiti

Çok büyük kısmı birinci derece deprem bölgesinde yer alan ülkemizde sağlıksız yapı stoklarının, bir deprem yaşanmadan önce, tespitinin yapılarak riskli bina dönüşümüne girmesi olası can ve mal kayıplarını önemli ölçüde azaltacaktır [11]. 6306 Sayılı Kanunun Uygulama Yönetmeliği'nde riskli yapı tespiti yapılacak yapılar yalnızca binalar olarak belirlenmiştir. Ancak metruk ve kullanılamaz durumda olan binalar kapsam dışında bırakılmıştır. Ayrıca yine aynı yönetmelikte yapılacak riskli yapı tespitinin masrafları ile yeni yapılacak binadaki kullanım haklarının arsa payı üzerinden paylaşılacağı vurgulanmıştır.

Riskli yapı tespitinin başlaması için maliklerden birinin, kanunun 6.1. maddesinde belirtilen kamu kurumları ile belediyeler veya bakanlıkça lisanslandırılmış kuruluşlara başvuru yapması yeterlidir. Daha sonra bu kurum veya kuruluşlarca RBTE'ye göre hazırlanacak riskli yapı tespit raporunun idareye teslimi ile devam eden süreç aşağıda açıklanmıştır.

Mevcut bir binada yapılan riskli yapı tespit çalışması sonucu binanın yıkılmasına karar verilmesi durumunda, kanunda belirtilen işlemlerin, verilen sürelere uygun olarak yapılması gerekmektedir. "Uygulama sırasında Bakanlık, TOKİ veya İdare tarafından talep edilmesi hâlinde, hak sahiplerinin de görüşü alınarak, riskli alanlardaki yapılar ile riskli yapılara elektrik, su ve doğal gaz verilmez ve verilen hizmetler kurum ve kuruluşlar tarafından durdurulur [12]." Riskli binaların yıkılmasının önüne geçilmesini önlemek adına RBTE madde 8.3'te "Riskli yapıların tespiti, tahliyesi ve yıktırma iş ve işlemleri ile değerleme işlemlerini engelleyenler hakkında, işlenen fiil ve hâlin durumuna göre 26/9/2004 tarihli ve 5237 sayılı Türk Ceza Kanununun ilgili hükümleri uyarınca Cumhuriyet başsavcılığına suç duyurusunda bulunulur ...." ifadesine yer verilmiştir. Bu hükümle hukuki açıdan yıkım kararlarının uygulanması zorunlu hale gelmiştir. Bununla beraber Kültür ve Tabiat Varlıklarını Koruma Kanunu, Mera Kanunu, Kıyı Kanunu, Orman Kanunu, Toprak Koruma ve Arazi Kullanımı Kanunu ve benzeri pek çok yasal düzenlemenin 6306 sayılı kanunun uygulanmasını engelleyemeyeceği hükme bağlanmıştır [13].

Riskli olduğu tespit edilen binaların uygulama yönetmeliği madde 8.5'te yer alan şartların yerine getirilmesi durumunda yıkılması yerine güçlendirilmesi kararı da verilebilmektedir. Söz konusu madde aşağıda verilmiştir.

"Riskli yapının yıktırılması yerine güçlendirilmesinin istenilmesi durumunda riskli yapının yıktırılması için ikinci fıkra uyarınca maliklere verilen süreler içerisinde; maliklerce, güçlendirmenin teknik olarak mümkün olduğunun tespit ettirilmesi, Kat Mülkiyeti Kanununun 19 uncu maddesinin ikinci fıkrasında belirtilen şekilde güçlendirme kararı alınması, güçlendirme projesinin hazırlatılması ve imar mevzuatı çerçevesinde ruhsat alınması gerekir. Güçlendirme işi, yapılacak güçlendirmenin mahiyetine göre ruhsatı veren idare tarafından belirlenecek süre içerisinde tamamlandıktan sonra tapu kaydındaki riskli yapı belirtmesinin kaldırılması için Müdürlüğe başvurulur [14]."

Ayrıca yapılan analizden sonra binanın riskli olduğu tespit edilirse, 6306 sayılı Kanunun Madde 3/f. 2'ye göre bu durum, tapu kütüğüne kaydedilmelidir [15].

6306 sayılı kanunda önerilen, riskli binanın yıkılmasının ardından maliklerin anlaşarak yeni bir proje ile uygulama aşamasına geçmeleridir. Ancak hak sahiplerinin anlaşması her zaman gerçekleşmemektedir. Bu durumda kanunda öngörülen adımlar izlenir. Arsa paylarına göre, maliklerin en az üçte ikisi arasında anlaşma sağlayamazsa kanunun 6.2. maddesine göre arsalarında aşağıda belirtilen şekilde kamulaştırma yapılır. "Üzerindeki bina yıkılmış olan arsanın maliklerine yapılan tebligatı takip eden otuz gün içinde en az üçte iki çoğunluk ile anlaşma sağlanamaması hâlinde, gerçek kişilerin veya özel hukuk tüzel kişilerinin mülkiyetindeki taşınmazlar için Bakanlık, TOKİ veya İdare tarafından acele kamulaştırma yoluna da gidilebilir [16]."

2.2. Devlet Destekleri

Kanun kapsamında riskli bina tespiti yapılarak kentsel dönüşüm sürecine giren binaların malikleri için sağlanan bazı devlet destekleri mevcuttur. Bunlar; kira desteği, faiz desteği ve harç, vergi ve diğer ücret muafiyetleridir.

Kira desteği, uygulama yönetmeliğinde "Yardım süresi riskli alan dışındaki riskli yapılarda 18 ay ve Kanun kapsamında anlaşma yolu ile kamulaştırılan yapılarda 5 aydır. Riskli alanlarda kira yardımı süresi 36 ayı geçmemek şartı ile ilgili kurumca belirlenir." şeklinde ifade edilmiştir. Hak sahipleri, bina yıkılmasının ardından belirlenecek tahliye tarihinden itibaren 1 yıl içerisinde başvurarak kira yardımı alabilir. Yine yönetmeliğin 16.3. maddesinde "… kiracı olarak ikamet edenlere veya işyeri işletenlere, birinci fıkraya göre belirlenen aylık kira bedelinin iki katı kadar, sınırlı aynî hak sahibi olarak ikamet edenlere veya işyeri işletenlere ise beş katı kadar defaten kira yardımı yapılabilir." İfadesine yer verilerek iş yeri sahipleri ile kiracıların karşılaşabileceği mağduriyetin önüne geçilmesi amaçlanmıştır [13].

Faiz desteği alınabilmesi için başvuru şartları uygulama yönetmeliğinin 6. Maddesinde "Faiz desteği verilebilmesi için tahliye tarihinden itibaren en geç bir yıl içinde kredi almak üzere Bakanlıkla protokol imzalamış bankalara başvurulmuş olması gerekir." ifadesi ile belirtilmiştir. Örneğin % 10 banka faizi olması durumunda, % 6 faiz oranında konut yapım kredisi verilmektedir. Aynı kişiye Dönüşüm Projeleri Özel Hesabından aynı anda hem kira yardımı hem de faiz desteği verilemez. Bu konu yönetmelik madde 16'da "Kira yardımından faydalananlar faiz desteğinden, faiz desteğinden faydalananlar ise kira yardımından faydalanamaz." şeklinde değerlendirilmiştir [13].

Riskli binanın yıkıldıktan sonra yeni yapılacak bina projelerine destek sağlamak amacıyla sağlanan diğer devlet desteği olan harç, vergi ve diğer ücret muafiyetleri ise; damga vergisi, tapu ve kadastro harçları, noter harçları, belediyeden alınan harçlar, veraset ve intikal vergisi, döner sermaye ücretleri ve benzeridir [13].

2.3. Riskli Yapı Tespitinde Yaşanan Sorunlar ile Çözüm Önerileri

"Yasa ve bağlı diğer mevzuat ile kentsel dönüşüm yapılabilmesi, riskli yapıların tespit edilmesi, uygulama için öncelikli olarak malikler ile anlaşma yoluna gidilmesi, geçici konut veya işyeri tahsisi ya da kira yardımı yapılması, uygulama veya yıkıma engel oluşturanlara çeşitli yaptırımlar gibi temel esaslara dayanmaktadır [17]."

Kanuna göre hak sahiplerinden birinin talebiyle riskli yapı tespit çalışmasına başlanılabilmektedir. Binanın riskli yapı olduğu tespit edilerek yıkılmasına karar verilmesi durumunda geri dönüş yoktur. Ancak malikler arasında anlaşmazlık varsa ve en az üçte iki çoğunluk sağlanamazsa taşınmaz kamulaştırılır. Dolayısıyla ortaya çıkabilecek bir anlaşmazlığı önlemek için başvuru sahibinin bu konuda bilgilendirilmesi önem arz etmektedir. Ayrıca riskli yapı tespiti başvurusunu yapan kişinin maliklerden biri olduğu tapu müdürlüğü kayıtlarından teyit edilmelidir.

Üçte iki çoğunluk sağlayan maliklerin, uzlaşı işlemlerinde anlaşmaya katılım sağlamayan malikler üzerinde

baskı uygulamasını veya haksızlığa uğratılmasını önlemek amacıyla bir itiraz süreci oluşturulmalı ve bu süreç içerisinde tapu müdürlüğüne müracaat edilerek uzlaşıya yapılan itiraz ve yapılan çalışmalar hakkında teknik personellere bilgi verilmelidir. Bu konuda mevzuat düzenlemesi yapılarak tapu müdürlüklerine arabuluculuk yetkisi verilmeli ve oluşabilecek baskıların önüne geçilmelidir [18].

Süreçte en çok aksaklık yaşanılan konu taşınmazların maliklerine ulaşılamamasıdır. Riskli yapı tespit raporunun idarece onaylanmasının ardından tapu müdürlüğünün, binayı riskli yapı olarak kütüğe işlemesi ve hak sahiplerine bilgi vermesi gerekir. Ancak tapu müdürlüklerindeki iş yoğunluğu ve maliklerin tebligat adreslerinde bulunamaması gibi nedenlerle süreç sekteye uğramaktadır [20]. Bunun için lisanslı kurum ve kuruluşlarca riskli yapı tespiti yapılacak taşınmazın maliklerinden adresleri bilinenlerin adres bilgilerinin Ulusal Adres Veri Tabanına (UAVT) işlenmesi sürecin sağlıklı yürümesine olanak sağlayacaktır. Bununla beraber PTT'nin tebligat sorgulama menüsü (ARAAD.net) kullanılarak, dönüşüm sürecindeki sürelerin takip edilebilmesi açısından önem arz eden tebligat tarihinin kolaylıkla tespit edilmesi mümkündür.

Riskli yapıda en az bir yıl süreyle ikamet eden yapı maliklerine tahliye tarihinden itibaren kira yardımı yapılmaktadır. Sağlık rahatsızlığı nedeniyle tapu müdürlüğüne müracaat edemeyen maliklerden, sağlık kurulu raporu istenilir ve buna göre malikin yerine yakınlarından birinin müracaatı kabul edilir. Hak sahiplerine bu konuda bilgi verilmelidir [18]. Maliklerin vefat etmesi halinde ise kira yardımının yüklenici firma veya bir başkası tarafından alınmasının önüne geçilmeli ve varislere ulaşılmasını sağlamak için bu yardım, hak sahibi adına açılmış banka hesabına ödenmelidir.

Riskli yapı yıkım işlerinin takibi hayati önemdeki diğer bir konudur. Bu konunun takibi ilgili idarece; il özel idaresi veya belediye tarafından yapılır. Tapu müdürlüğünce riskli yapıların listesi iki ayda bir ilgili idarelere gönderilmek suretiyle bu yapıların yıkım süresinin başlangıç ve yıkım tarihi, yıkımı için ne kadar yıkım süresi verildiği, yapının yıkılma durumuna ilişkin bilgiler ve yapı yıkım ruhsatına ilişkin bilgiler istenilmelidir. Bundan sonra yıkım işlemi yapılacak yapılar belirli aralıklarla kontrol edilerek yıkım çalışması başlamayan riskli yapılar için ilgili idarelerle görüşülerek gerekli çalışmaların bir an önce başlanması temin edilmelidir.

Kira yardımı yapılmaya başlamadan önce yapıya ait elektrik, su, doğalgaz ve telefon hizmetlerinin sonlandırılması gerekir. Tapu müdürlüklerince maliklere kira yardımı yapılmadan önce, bu evrakların kira yardımı başvurusu yapan kişiden temin edilmesi gerekir. Bu işlemlerin ardından riskli yapı, yerinde incelenerek boşaltıldığı tutanak altına alınmalıdır.

Onaylı kat irtifakı projelerinde bulunan bağımsız bölümlerle mevcut bağımsız bölümler uyuşmadığı durumda yapılacak yardımlar ve hak sahipliği konularında sıkıntılar yaşanmaktadır. Mevcut yapının anlaşma yoluyla tahliyesi halinde kira ve kredi faiz desteği verilmektedir. Dolayısıyla tahliye edilecek bir bağımsız bölümün bulunmaması halinde kira yardımı ve kredi faiz desteği verilemez. Ancak arsa payı her bağımsız bölüm için tesis edildiğinden riskli yapıya ilişkin tebligatlar bütün bağımsız bölümlere gönderilir. Riskli yapının yıkılması sonrasında hak sahiplerinin hisseleri, arsa payları oranı dikkate alınarak dönüşüm uygulaması yapılır.

Riskli yapı dönüşüm sürecinde maliklerden vefat eden olursa, idarece veraset işlemleri de göz önünde bulundurularak altmış gün olan yıkım süresinin uzatılması sürecin aksamadan devam etmesine olanak sağlayacaktır. Bu süre ile veraset işlemleri ve uzlaşı için zaman kazanılacaktır.

Riskli yapıya ait arsanın komşu parsellerle tevhit edilmesi söz konusu ise tevhit işleminin riskli yapı tespit sürecinden önce yapılması durumunda her iki parsel sahiplerinin riskli yapıya ortak olarak görülmesi gibi bir durumla karşılaşılır. Bu durumda her iki taşınmazın malikleri devlet desteklerinden birlikte faydalanır [18]. Bu sorunun ortaya çıkmasını önlemek adına tevhit işlemi yapılırken riskli binanın malikinin kim olduğu tapu kütüğüne şerh düşülmelidir. Böylece tevhit işlemi sonucunda riskli yapının hissedarları tespit edilebilir ve diğer parsel sahibinden riskli yapı olarak tahliye edilecek taşınmaz için yapılacak yardım ve desteklerden herhangi bir talebinin olmadığına dair alınacak muvafakatname ile herhangi bir hak kaybı yaşanmasının önüne geçilir.

3. Riskli Yapı Dönüşüm Sürecinin İncelenmesi: Sağlam Apartmanı

Bu bölümde 6306 sayılı kanun kapsamındaki Riskli Bina Tespit Esaslarına göre riskli bina tespiti analizi yapılan Gaziosmanpaşa Mahallesi Koza Sokak 134 Numara 7297 Ada 12 Parseldeki Sağlam Apartmanı ele alınacaktır (Şekil 1). Bina 1984 yılında betonarme olarak inşa edilmiş olup o dönemde yürürlükte olan 1975 Deprem Yönetmeliğine göre yapılmıştır. Riskli bina tespit işlemine başlamadan önce malikler anlaşarak ortak kararla dönüşüm sürecine başlamışlardır. Dolayısıyla süreç sorunsuz devam etmiştir.

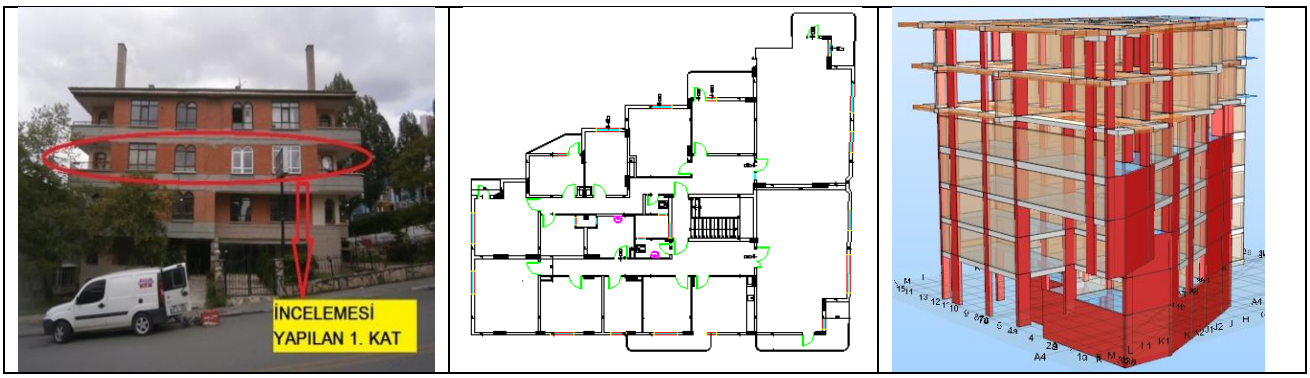


Şekil 1. Sağlam apartmanı ön görünüş

3.1. Mevcut Bina İncelemesi

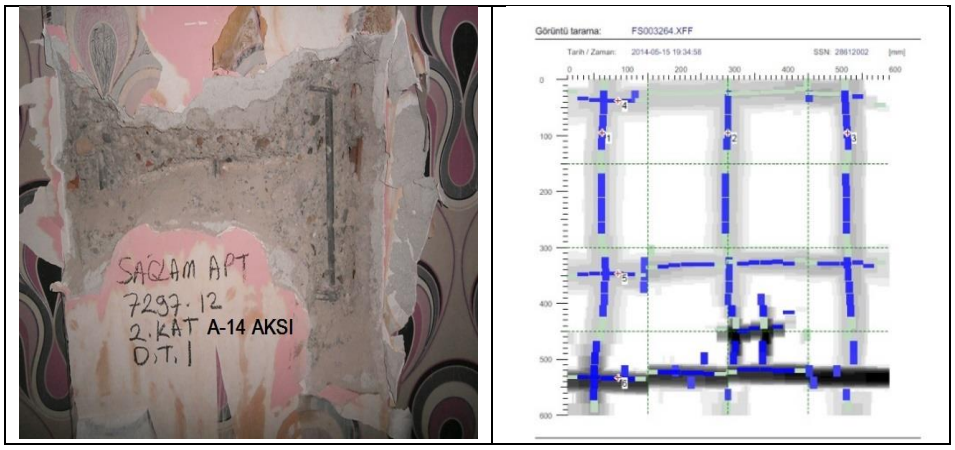
Binaya ait zemin etüt raporu mevcut olmadığından, yönetmelik gereğince Z4 sınıfı zemin kabul edilmiştir. Mimari ve betonarme projeleri mevcuttur. Ancak yapılan inceleme sonucu projeyle binanın mevcut hali arasında önemli farklılıklar tespit edilmiştir. Bundan dolayı analizler RBTE'de yer alan Asgari Bilgi Düzeyi katsayısı (0,9) kullanılarak yapılmıştır.

Kritik kat, yapının çok düzensiz olması nedeniyle görsel veya yönetmeliğin tanımına uygun şekilde tespit edilememiştir. Yapılan performans analizleri sonucu binanın mimari olarak 1. normal katı ile 4. Bodrum katı Can Güvenliği Performans düzeyini sağlamamıştır. 4. Bodrum katın yatay ötelenmesi engellenmiş olduğundan kritik kat olarak 1. Normal katın değerlendirilmesi daha uygun görülmüştür. Yapının kritik kat fotoğrafı, kat planı ve binanın bilgisayar modeli Şekil 2'de gösterilmiştir. Tüm analizler, 2013 yılında yürürlüğe giren, Riskli Binaların Tespit Esasları dikkate alınarak yapılmıştır. Analizlerde doğrusal yöntemlerden mod süperposizyon yöntemi kullanılmıştır.



Şekil 2. Yapının kritik katı, kat planı ve bilgisayar modeli

Riskli Yapı Tespiti Esaslarına uygun olarak kritik katta 3 adet donatı sıyırması ve 3 adet donatı taraması olmak üzere toplam 6 adet kolonda donatı tespiti yapılmıştır. Yapının mevcut durumu ile betonarme projesi uyumlu olmadığı için, donatı tespiti ve yapı elemanlarının tespiti görsel ve aletsel olarak elde edilen veriler kullanılarak tespit edilmiştir. Perde duvarlarında ise sıyırma ve aletli okumalar yapılarak donatı tespiti yapılmıştır (Şekil 3).



Şekil 3. Donatı sıyırması ve donatı taraması testleri

Bu tespitler doğrultusunda mevcut yapıya ait mimari ve statik rölöve birlikte oluşturulmuştur. Ayrıca korozyon miktarı tespit edilmiştir. Test çekici ile tespit edilen en düşük dayanımlı beş kolondan karot numunesi alınmış ve bu karotların laboratuvarda dayanım deneyleri yapılmıştır (Şekil 4)



Şekil 4. Beton dayanımı düşük olduğu belirlenen yerlerden karot alınması

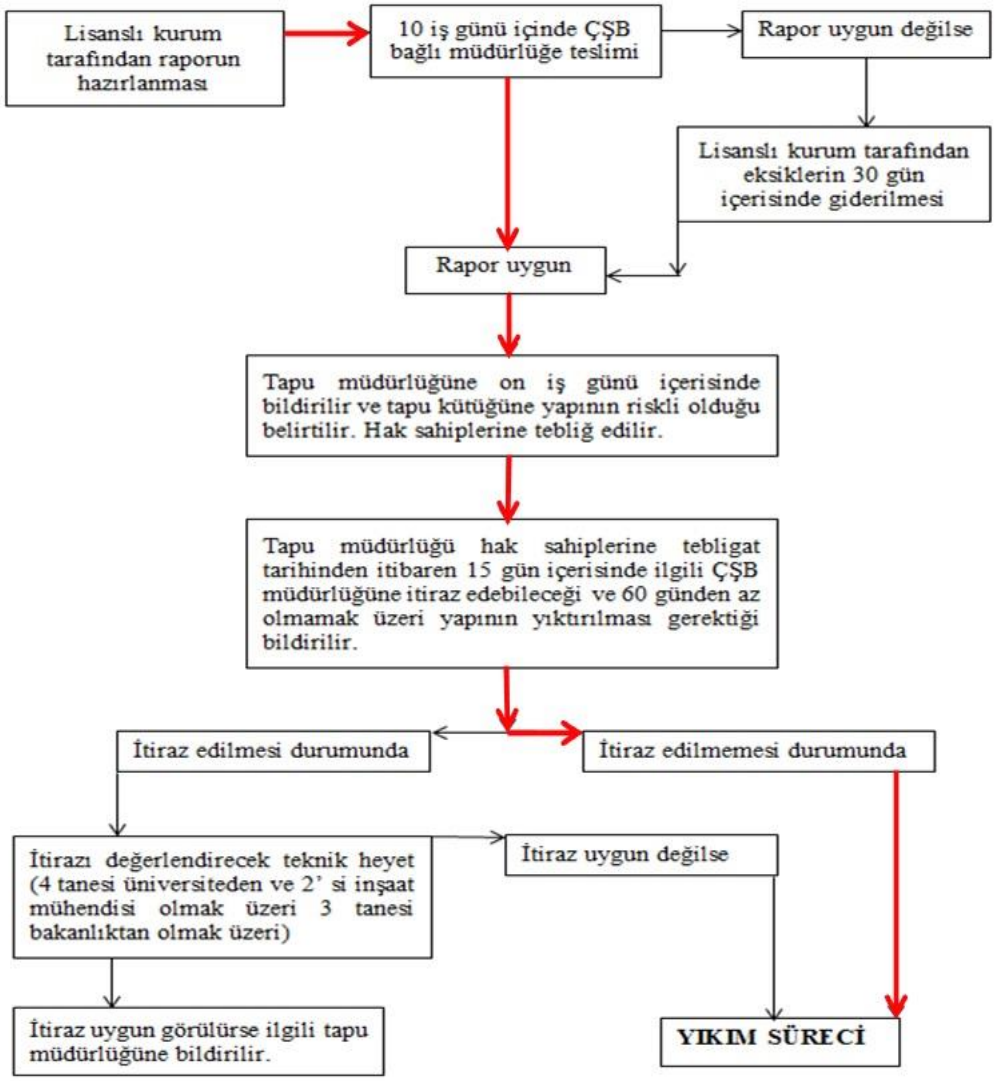
Yapının dayanımını etkileyebilecek boyutta hasara rastlanmamıştır. Ancak eski yapı olmasının da etkisiyle en alt katta duvar ve konsol çatlakları bulunmaktadır (Şekil 5).



Şekil 5. Alt katlarda oluşan duvar ve konsol çatlakları

3.2. Bina Değerlendirme Sonuçları

Yapım yılında normal olarak en az 16 MPa dayanımında beton kullanıldığı halde, mevcut beton dayanımı 9,5 MPa olarak belirlenmiştir. Mevcut dayanım asgari proje dayanımının %59'u oranındadır. Yapı hem yatay hem de düşey doğrultuda önemli boyutta düzensizliğe sahiptir. Burulma katsayısı 1.4'ten büyüktür. Yapı etkin olan ilk üç titreşim modunda da burulmaya çalışacak kadar büyük düzensizliğe sahiptir. Binanın, RBTE'ye göre yapılan analizler sonucunda her iki deprem doğrultusu için de riskli bina olduğu görülmüştür. Bu tespitler sonucunda binanın yıkılmasının uygun olacağı kanaatine varılmıştır. Riskli yapı tespit sürecinin aşamaları Şekil 6'da verilmiştir.



Şekil 6. Riskli yapı tespit sürecinin aşamaları

4. Sonuç ve Öneriler

Bu çalışmada, Sağlam Apartmanı özelinde riskli yapı tespit süreci açıklanmış ve mevzuat çerçevesinde yapılması gereken çalışmalar özetlenmiştir.

Ülkemizde meydana gelen depremlerden sonra gündeme gelen ve 16.05.2012 tarihinde 6306 sayılı kanun olarak yürürlüğe giren "Afet Riski Altındaki Alanların Dönüştürülmesi Hakkında Kanun" ile ülkemizdeki yaklaşık 6,5 milyon konutun yıkılarak yerine güvenli ve sağlıklı yeni konutların yapılması hedeflenmiştir.

Ülkemiz için acil bir gereksinim olan "Kentsel Dönüşüm", güvensiz olan kentsel alanların ekonomik, fiziksel, toplumsal ve çevresel koşullarının iyileştirilmesine yönelik uygulanan strateji ve eylemlerin bütünü olarak ifade edilmektedir. Bu bağlamda kentsel dönüşüm tüm bunları kapsayan, çok boyutlu, bütüncül bir proje süreci olarak düşünülmelidir. Kentsel dönüşüm ile insanlar daha sağlıklı, güvenli ve sürdürülebilir yaşam çevrelerine kavuşacak ve yerel ekonomi canlanacaktır. Bu çerçevede kentsel dönüşüm; yasal dayanaklara uygun, belirli çevreler için rant kavgası gütmeden, çok aktörlü ve katılımcı ile tasarlanmalı ve gerçekleştirilmelidir. Kentsel dönüşüm projesi uygulayıcıları tarafından hazırlık ve planlama aşamasında, tüm aktörlerin (mülkiyet sahipleri, merkezi ve yerel yönetim, yerel halk, sivil toplum kuruluşları, kamu kurum ve kuruluşları ile üniversiteler) uzlaşma ve işbirliği temelinde bir araya gelmeli ve süreçte etkin rol oynamalıdır.

Kaynaklar

[1] Bikçe, M., "Türkiye'de hasara ve can kaybına neden olan deprem listesi, Türkiye Deprem Mühendisliği ve Sismoloji Konferansı (1900-2014)", İzmir, 67-84, (2015).
[2] Uğurlu, A., "Depremde beton ve davranışı", Türkiye Mühendislik Haberleri, (476): 57-63, (2013).
[3] Karakule, F., "Türkiye beton birliği ve hazır beton sektörü", Türkiye Mühendislik Haberleri, (426): 99-101, (2003).
[4] Balkaya, C., "Konya'da çöken zümrüt apartmanının çökme nedenleri", Teknik Güç, (7): 1, (2004).
[5] Taşdemir, M., Özkul, M., Atahan, H., "Türkiye'de son depremler ve beton", 2. Ulusal Kentsel Altyapı Sempozyumu, Adana, 9-19, (1999).
[6] Demirkol S., Baş. Z., "Kentsel dönüşümün 6306 sayılı yasa kapsamında hak ve özgürlükler açısından ele alınması", TBB Dergisi, (108): 23-70, (2013).
[7] Tokgöz H. Bayraktar H., "Düzce ili Kaynaşlı ilçesinde riskli binaların tespitinde sokak taraması yönteminin uygulanması", Düzce Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi, 3(1): 107-116, (2015).
[8] Uğur L. O., Aliefendioğlu Y., Saka M., "Afet riski altındaki alanların dönüştürülmesi hakkında kanun'a göre riskli yapı tespitinde karşılaşılan uygulama problemlerinin vaka tabanlı incelenmesi: Tekirdağ ili örneği", Düzce Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi, 4(1): 354-375, (2016).
[9] Kaya, S., "Kentsel dönüşüm ve yapı malzemeleri", Yapı denetim & Ekspertiz Dergisi, (12): 86-87, (2013).
[10] Kılıç, T., Hardal, S., "Kentsel dönüşümün sosyal ve mekânsal yansımalarına bir örnek: Sarıgöl Mahallesi (Gaziosmanpaşa – İstanbul)", Türk Coğrafya Dergisi, (62): 1-7, (2014).
[11] Uslu, G., Uzun, B., "Kentsel dönüşüm projelerinde deprem etkisi", Harita Teknolojisi Elektronik Dergisi, 6(2): 1-11, (2014).
[12] Genç, F.N., "Gecekonduyla mücadeleden kentsel dönüşüme Türkiye'de kentleşme politikaları", Adnan Menderes Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, 1(1), 15-30, (2014).
[13] Ak Kuran, S., Kuran, H., "Afet yasası çerçevesinde Saraçoğlu Mahallesi örneği", Kaysem, 1007-1022, (2016).
[14] 6306 Sayılı Kanunun Uygulama Yönetmeliği, T.C. Resmi Gazete, (2012).
[15] Yasin M., Şahin C., "Kentsel Dönüşüm Hukuku", İstanbul Üni., S.S.ONAR İdare Hukuku ve İlimleri Araştırma ve Uygulama Merkezi Yayınları, No:2013/1, 1. Baskı, İstanbul, (2013).
[16] 6306 Sayılı Afet Riski Altındaki Alanların Dönüştürülmesi Hakkında Kanun, T.C. Resmi Gazete, (2012).
[17] Birinci, F., "Türkiye'nin depremselliği ve yapı stoğu yönünden mevzuat ve mali politikaların kentsel dönüşümü zorlaştıran unsurları", 2. Türkiye Deprem Mühendisliği ve Sismoloji Konferansı, Hatay, 1-14, (2013).
[18] İnternet:http://www.webcitation.org/query?url=http%3A%2F%2Fblog.milliyet.com.tr%2Friskli-yapi-ve-uygulamalarinda-karsilasilan-problemler-ve-cozum-onerileri%2FBlog%2F%3FBlogNo%3D459864&date=2017-03-12 Son Erişim Tarihi: 12.03.2017.

ZERO-MORTAR WALLS MADE WITH INTERLOCKING STABILISED SOIL BLOCKS

Sanewu Isaac Fundi[1*], J.W. Kaluli[2], J. Kinuthia[3]
[1] Jomo Kenyatta University of Agriculture and Technology (JKUAT), Nairobi, Kenya, *fsanewu@gmail.com*
[2] Jomo Kenyatta University of Agriculture and Technology (JKUAT), Nairobi, Kenya, *jkaluli@jkuat.ac.ke*
[3] University of South Wales, Pontypridd, United Kingdom, *john.kinuthia@southwales.ac.uk*
[*] Corresponding author: Email: fsanewu@gmail.com

Abstract

Due to increasing efforts towards sustainable low-carbon construction materials, utilisation of stabilised soil in construction is currently in vogue. There is little research on the performance of soil-based masonry walls. This paper reports on the optimisation of stabilised mix compositions using laterite soil as target material, stabilised using both traditional binders (Lime (L) and Pozzolanic cement (PC)) as controls, as well as using a blended binder incorporating (Rice Husk Ash (RHA)) which is a more sustainable material option. Using the optimal mixtures, panel walls were then made using mortar less interlocking soil blocks. These panel walls were then subjected to both in-plane and out-of-plane static loading. Soil blocks stabilized with L-PC blends were observed to develop higher compressive strength compared to those stabilized using PC-RHA. The latter however, had significantly lower water absorption (42% lower) compared to the former. Failure modes for the panel walls made using PC or L-PC were characterised by serious cracking and significant loss of individual soil block units. In contrast, panel walls made with soil blocks incorporating RHA accommodated more movement and maintained coherence after testing, without loss of individual block units. Holistic analysis of compressive strength, water absorption and failure mode suggested better performance by soil masonry incorporating RHA.

Keywords: Masonry, Soil stabilization, Rice Husk Ash, Loading, Lime, Cement

1. Introduction

The construction industry has over the years experienced introduction of different earth construction techniques geared towards improving the quality of earth construction. The interlocking stabilized soil block (ISSB) technology encourages sustainable construction. These blocks are manufactured by compressing stabilized soil in a mould with a manual or hydraulic press, and subsequent curing. The amount of stabilizer content mainly depends on soil characteristics and the desired strength. The interlocking mechanism enhances block stability and horizontal and vertical alignment of the constructed wall. The loads applied on an interlocking masonry wall are transmitted from one block directly to another and not through an intermediary mortar layer [1]. The absence of mortar in the bed and head joints of interlocking masonry wall may, however contribute to geometric imperfection. This may lead to a different structural behaviour from that of conventional masonry wall when loaded under vertical (in-plane) or under horizontal (out-of-plane) loads.

Locally available laterite soils may not be suitable for block making due to weak or low bearing capacity. Therefore, different materials having cementitious properties and those that are pozzolanic in nature are added in order to stabilize the soils. In this study, traditional binders (pozzolanic cement and hydrated lime) and rice husk ash (RHA) (as a sustainable additive to the traditional binders) were used to stabilize laterite soil. Cement reacts with water in soil mixture to form an insoluble cementation colloidal gel. A study [2] on stabilization of laterite soil reported a 28-day block compressive strength of 2.5N/mm^2 with a cement content of 5%. A maximum amount of lime stabilizer content of 10% has been reported [3] to achieve the highest dry compressive strength. From [3], it was clear that after an optimum value of lime content, any further increase in lime will not be beneficial in strength gain of the block. An ultimate 28-day unconfined compressive strength of 2.4N/mm^2 for laterite soil was established [4] when 4% RHA was added to a cement content of 8%.

In various studies, the performance of interlocking block masonry walls under compression loading and horizontal loading has been done. In [1] full scale wall panels were tested under axial compression, lateral tension and flexural bending loads and concluded that the compressive strength of the wall was directly proportional to the strength of the masonry units. They also found that the wall panel under lateral loads tended to lift at the base and rotated about the middle section of the wall before failure of the wall. It was also concluded [5] that increase of eccentricity from the centre reduced the strength of interlocking masonry wall. Interlocking walls that were grouted and reinforced using steel bars were tested [6] and found that a larger height-to-width aspect ratio causes strength reduction in a wall, however it tended to increase ductility of the system. It was also found [6] that the lateral load resistance of a flexure wall will be reduced due to presence of a window at its centre. A study on the effect of soil stabilization on the failure pattern of interlocking soil block walls [7] established that under compression loading, un-stabilized soil block walls developed random vertical cracks while blocks stabilized with 2% municipal solid waste ash had cracks that propagated diagonally at an angle of 45 degree from the point of application. It was in [7] conclusion that the elimination of mortar in interlocking block walls made the failure not to depend on the weak bonds but on the characteristics of individual blocks.

In the previous studies, masonry walls have been tested with the vertical and horizontal loads being applied independently or with induced eccentricity on loading. A masonry wall in practice however, is subjected to horizontal and vertical loads simultaneously. The wall response to such loading is expected to be different. The aim of this paper therefore, is to evaluate the effect of pozzolanic cement, hydrated lime and RHA on the performance of unreinforced laterite soil block walls made using CINVA-Ram interlocking blocks subjected to vertical (in-plane) and horizontal (out-of-plane) compression loads simultaneously. The parameters measured included block compressive strength, masonry wall ultimate load capacity, vertical load displacement, stress-strain relationship and the failure mechanism.

2. Materials and Methods

2.1.Test Materials

The laterite soil used in this study was collected from Kiambu County, in Central Kenya (See Figure 1) an area at the geographical coordinates of 1.1748°S and 36.8034°E. The laterite soil is commonly used for making stabilized blocks. The soil was obtained at a depth of 1 m below the earth surface in order to avoid the inclusion of humus 9hihg organic-content) materials. It consisted of about 25% fine gravel and 75% sand. The laterite soil plasticity index (12.1%) lies in the range (5 – 15%) proposed by [8] for soils which can be effectively stabilized using pozzolanic cement. In this study, Portland pozzolanic cement 32.5N was used. The cement was sourced from a hardware in Kiambu County.

Lime has been found effective in stabilizing plastic clayey soils, ranging from clays to silty clays with plasticity indices greater than 10 leading to long term strength gain as reported by several researchers [9,10]. Commercial hydrated lime, Rhino lime, produced by Athi River Mining Company was used in this study. The lime had 94% calcium hydroxide, 72% calcium oxide, and other elements like magnesium oxide and silica.

RHA has been found [11] to freely react with extra lime present in cement thus encouraging pozzolanic reactions. The rice husk ash therefore was used in this study to replace commercial hydrated lime. The ash was sourced from un-controlled burning source at Mwea rice irrigation scheme, Kenya. The RHA was sieved through 150μm sieve before using as a stabilizer.

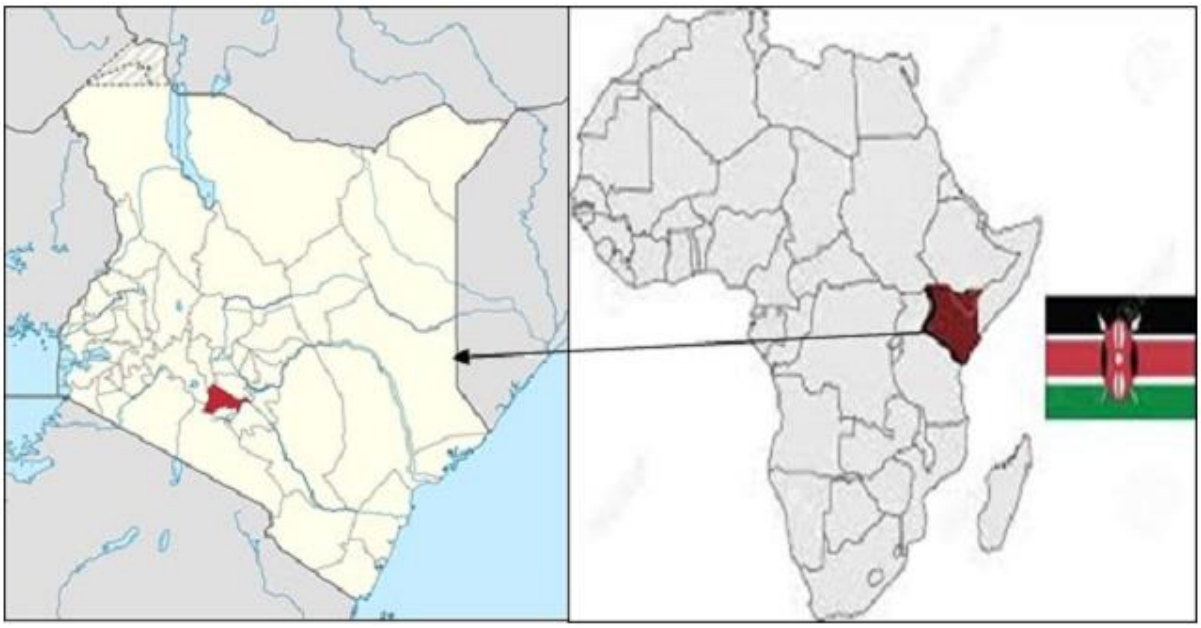


Figure 1. Kiambu County (in red) in Central Kenya

2.2. Material Preparation and Testing

The stabilizers (pozzolanic cement, hydrated lime and RHA) were replaced in percentage of dry weight of the soil. The interlocking blocks were moulded using CINVA-Ram press machine, producing units of dimensions 220 mm (length) x 220 mm (width) x 120 mm (height). The optimum stabilizer dosages were determined by testing the moulded blocks on curing for 7, 14 and 28 days. The physico-mechanical and durability properties of individual block units were established in accordance to [12]. The blocks that provided the highest compressive strength and had the best durability were used for construction of experimental walls.

The water uptake ability of the blocks was also determined in accordance with [12]. Two blocks that were cured for 28 days were randomly selected, weighed and submerged in a water bath for up to 24 hours. The blocks were then removed from water and re-weighed.

The abrasion test was carried out by use of a horizontal belt sander model HYS-900 having a frequency of 60 rpm. The sander utilised a sand paper belt of type GXK50-P60 with a width of 180mm. The blocks were subjected against the belt for a duration of one minute before determining their final weight.

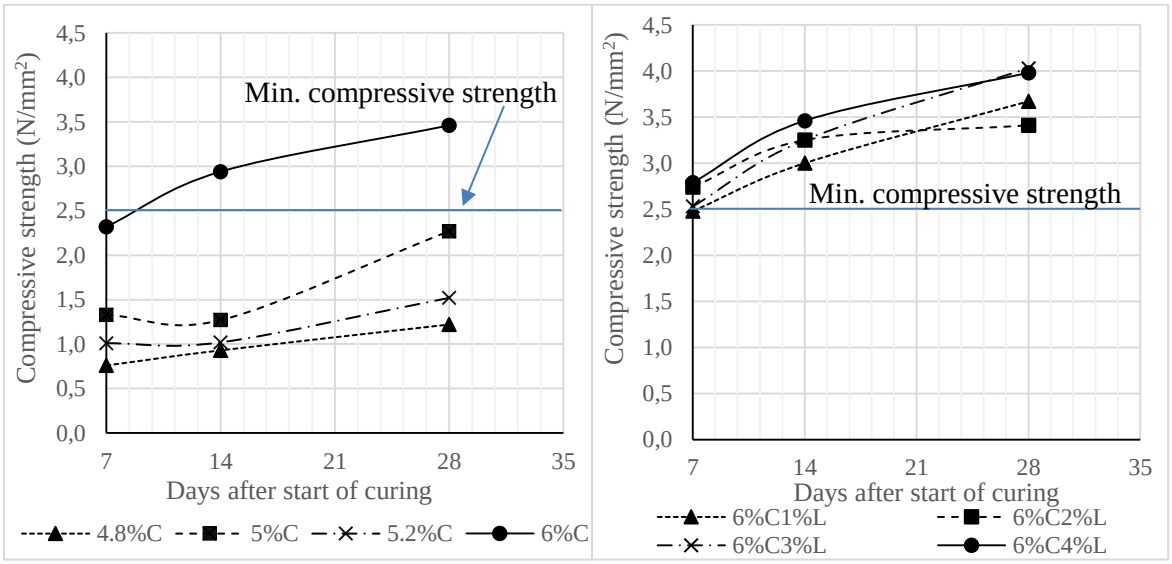
Three types of wall panels, LSW1(PC only), LSW2(L-PC blend), and LSW3(RHA-PC blend) of size 900 mm (length) x 1200 mm (height) were prepared in accordance to [13]. The blocks were stacked utilising the interlocking system provided by the blocks. A grooved steel plate was placed at the top course of the wall to cover the projection and uniformly distribute the load. The compressive strength was tested perpendicular to the bed joints without the effects of eccentricity. The wall load displacement was measured using linear variable displacement transducers. The testing procedure was divided into two phases; first the vertical load was applied up to about 75% of the ultimate compressive load before the horizontal load was introduced. These loads were then applied simultaneously until failure.

3. Results and discussion

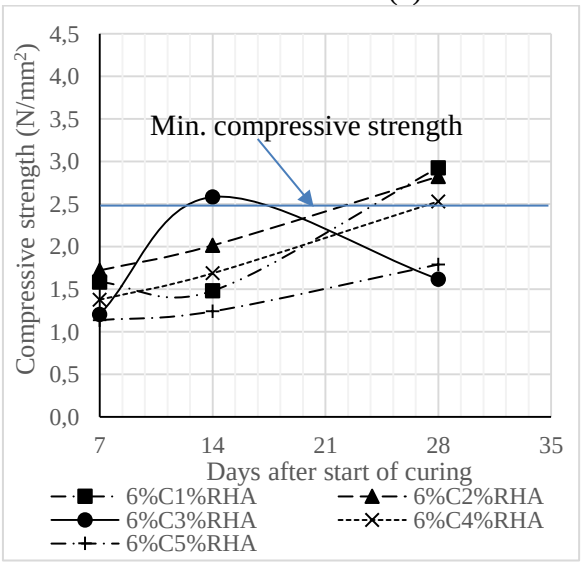
3.1 Effect of stabilizers on interlocking block properties

3.1.1. Compressive strength of stabilized blocks

Based on the test results, there was a consistent gain in compressive strength with curing days on adding pozzolanic cement, hydrated lime and RHA to laterite soil (Figure 2). The correlation coefficients obtained for percentage of cement stabilization only and the gain of strength of the blocks were 0.940, 0.952 and 0.891 on 7, 14 and 28day respectively. A fairly strong correlation was established on 7 and 14day with the lowest coefficient on 28day. This indicates that pozzolanic cements' contribution to block compressive strength is higher on early days of curing and reduces with progression of days. These results were in agreement with the findings of [14]. It has been established [15] that with the presence of Portland cement in soil, calcium ions are easily provided that aid in improving the soil engineering properties. Therefore, the increase in compressive strength with cement dosage (Figure 2a) can be explained by the fact that the higher cement content greatly enhanced the hydration process due to high amounts of calcium ions introduced.



(a) Laterite soil + cement (b) Laterite soil + cement + lime



(c) Laterite sol + cement + RHA

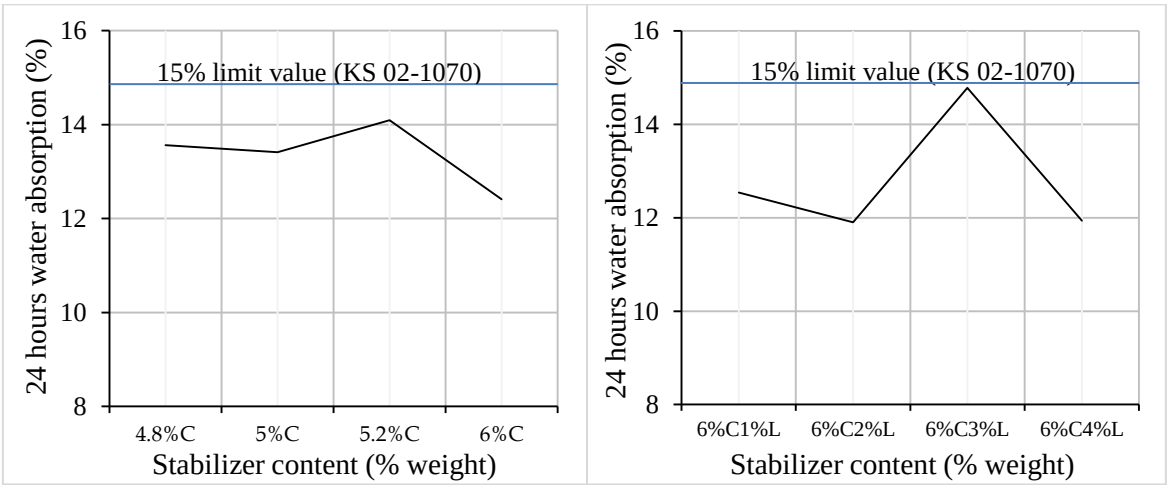
Figure 2. Compressive strength of laterite soil stabilized blocks

A highest 28-day compressive strength of 4.03N/mm^2 was reached by adding 3% of hydrated lime in presence of 6% pozzolanic cement (Figure 2b). For blocks produced with hydrated lime quantities lower than 3% they had relatively low compressive strength. It is reported [16] that when lime is added to clay soil it is first absorbed by the clay mineral until lime affinity for the soil is achieved. This amount of lime is between 1% and 3% by weight of the soil [16]. Therefore, lower dosages of lime may not be sufficient to increase the pH of the soil matrix to release silica and make it available for producing cementitious gel needed to stabilise the soil. This could probably be the reason for marginally lower compressive strength of blocks stabilized with 1% and 2% lime blended with 6% cement (Figure 2b).

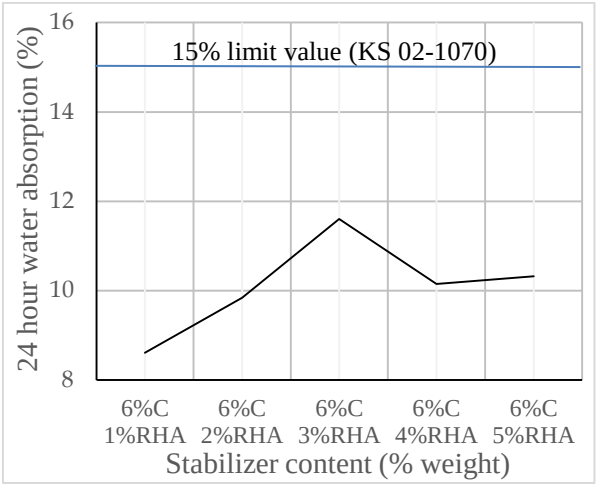
Figure 2(c) shows that the addition of 1% RHA to a given 6% of cement, led to the highest 28-day compressive strength (2.93N/mm^2). It was also observed that there is decrease in compressive strength with increase in RHA. It can be inferred from the results that cement-lime-laterite soil mixture leads to blocks of higher compressive strength as compared to cement-RHA-laterite soil. The reason can be attributed to the insufficient availability of free lime for pozzolanic reaction in the cement-RHA-laterite mixture. Also, the presence of excess RHA cannot be easily mobilized for pozzolanic reaction which consequently occupies space within the soil thus reducing the strength. This was consistent with the findings of [17].

3.1.2. Water absorption by blocks

Generally, the total water absorption for laterite soil blocks indicated that increase of cement dosage led to reduction of water absorption (Figure 3a). Increasing pozzolanic cement content from 4.8% to 6% in laterite soil resulted in 8.48% reduction in water absorption by the blocks (Figure 3a). These results were expected because cement binds the laterite particles together thereby reducing the sizes of the pores through which water could flow into the blocks.



(a) Laterite soil + cement (b) Laterite soil + cement + lime



(c) Laterite soil + cement + RHA

Figure 3. Water absorption by stabilized laterite soil blocks

The increase in hydrated lime content in presence of 6% cement led to decrease in water absorption (Figure 3b). When hydrated lime is used in soil modification, [18] found that the calcium ions from the hydrated lime migrate to the surface of the clay particles and displace water and other ions. This has an effect of drying the soil through flocculation of the particles. The results show that adding 2% lime in L-PC blend was optimum in increasing the water absorption resistance of the blocks.

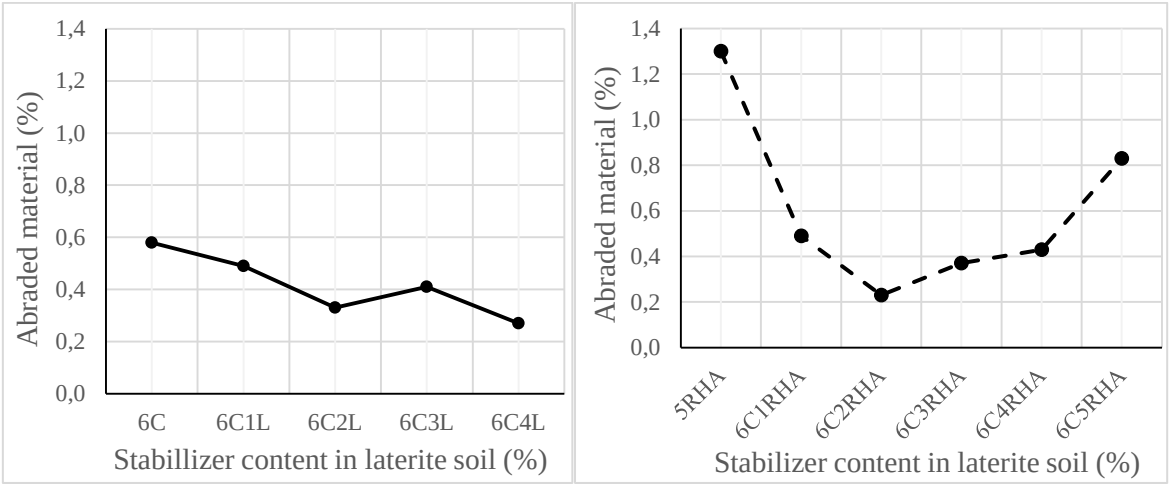
Contrary to water reduction in PC mix, there was an increase from 8.61 to 11.60% in water absorption on increasing RHA from 1% to 3% (Figure 3c). This phenomenon was found by [19] to be contributed by the weakening of the interparticle bonding that could have formed by the soil particles.

The results evidenced that RHA-PC blocks have less absorptive capacity as compared to those of L-PC. It has been noted [20] that hydrated lime combines with water more than RHA despite the RHA having a finer particle size. This agrees well with this research. However, the maximum water absorption of 15% recommended by [12] was satisfied by the stabilized blocks.

3.1.3. Abrasion resistance of laterite soil blocks

The total loss of mass due to abrasion at the block surface decreased with increase in hydrated lime content (Figure 4a). The material erosion varies from 0.58 to 0.27% when hydrated lime content varies from 0 to 4%. Thus, representing a 53.45% reduction of the abraded material. This indicated that abrasion resistance is enhanced with increase in hydrated lime content in laterite soil blocks.

The amount of abraded material decreased with increasing RHA content up to 2% and further addition of RHA caused an increase in the abraded material (Figure 4b). It has been reported by [21] that presence of calcium ions from cement react with silica from RHA to aid in strength development. However, increasing the quantity of RHA decreases the strength due to lack of adequate calcium ions for the continuation of reaction. This explains the observed behaviour of Figure 4(b) where the blocks durability was reduced beyond the optimum quantity of 2%RHA. Comparatively, the durability of both L-PC and RHA-PC blocks is generally enhanced equally up to 2% replacement (Figure 4). However, beyond 2% stabilizer content, durability is better achieved with hydrated lime than RHA stabilization.



(a) Laterite soil with cement and lime (b) Laterite soil with cement and RHA

Figure 4. Abrasion resistance of stabilised laterite soil blocks

3.2.Interlocking Block Wall Panel Performance

LSW1 developed cracks mainly on the blocks at an inclined angle and not on the joints (Figure 5a). The cracks were mainly a combination of cone and split mode of failure as described in [22]. No cracks appeared on the side edges of the LSW1 panel. The wall failed through crushing by opening up of fissures on individual blocks and finally propagation of cracks without opening up of joints. This could be attributed to the efficiency of the interlocking mechanism of the blocks. The horizontal load led to spalling of the blocks due to gradual opening of the cracks that were created by vertical loading. The wall then experienced gradual sway with increasing horizontal load; the bottom part of the wall having a lesser vertical sway due to additional self-weight of the wall (Figure 5a).

The failure of LSW2 was characterised by falling of block debris which spalled off due to the increase of horizontal loading. Cracks with wider widths mainly occurred at the middle height of the wall as compared to those at the top and bottom courses of the wall (Figure 5b). It was observed that increasing the lateral loading contributed to alignment of protruded blocks but ultimately pushed the wall out of vertical plane. There was presence of side cracks on the wall once the ultimate load of LSW2 was reached.

The mode of failure in LSW3 panel was by cracks that developed first mainly at the bottom layers (Figure 5c). The cracks occurred through individual blocks just below the block header joint. There was gradual opening up of crack width with increase of vertical load but the wall did not experience spalling of materials. It was observed in all wall types, that the layer immediately below the spreader beam did not crack substantially to lead to collapse even when the other layers had failed. This phenomenon can be attributed to the deepening effect of the steel beam to the top layer in transferring the load to the entire wall.



(a) LSW1



(b) LSW2



(c) LSW3

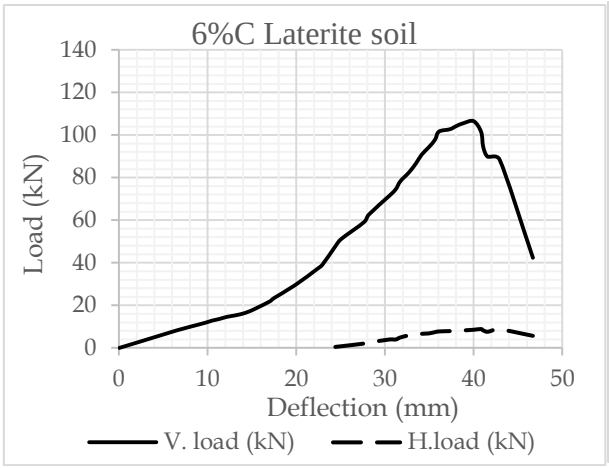
Figure 5. Crack propagation and wall failure modes for stabilized laterite soil

The LSW1 ultimate compressive stress (0.9N/mm^2) was 26.01% lower that of the individual interlocking blocks (3.46N/mm^2). The correlation analysis between the compressive strength of LSW1 and that of the interlocking block was found to be 0.649 indicating a positive linear relation. The reason for a lower compressive strength has been found out to be contributed by the presence of a soft layer of mortar in the case of conventional masonry [23]. However, for interlocking masonry this can be caused by the blocks interface joints which leads to large displacements and structural instability.

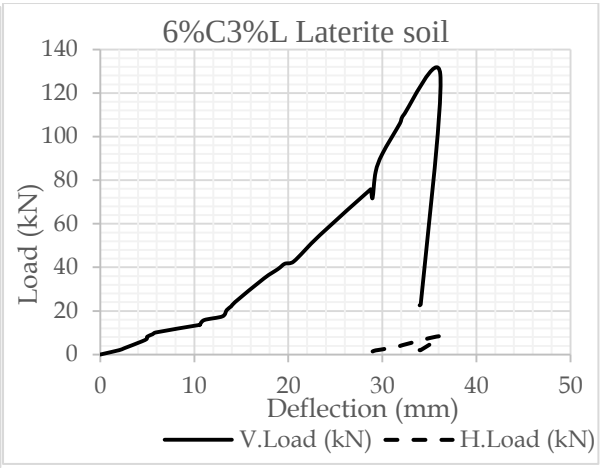
The first crack on LSW1 occurred at a vertical load value of 15.96kN. As the vertical load was increased, the wall bulged outwards as there was considerable expansion of the block interface joints. The wall attained a maximum vertical load of 106.49kN with a vertical load deflection of 40mm (Figure 6a). This first visual damage on LSW1 wall appeared at a strength that was 14.99% of the ultimate strength of the wall. The wall sustained a maximum horizontal load of 8.85kN which was 8.31% of the ultimate compression load.

The LSW2 sustained a maximum vertical load of 128.61kN with a vertical load deflection of 36.16mm (Figure 6b). The results indicated that the ultimate compressive strength of LSW2 wall was 26.8% lower than that of individual block. A regression analysis of the ultimate strengths of the wall and individual blocks indicated a positive correlation coefficient of 0.689. The addition of 3% lime to laterite soil caused 20% increment of strength capacity of the wall. This also led to a 9.6% reduction on the vertical load deflection at failure. These findings show that addition of lime to laterite soil makes the walls to have higher compressive strengths but they tend to be brittle.

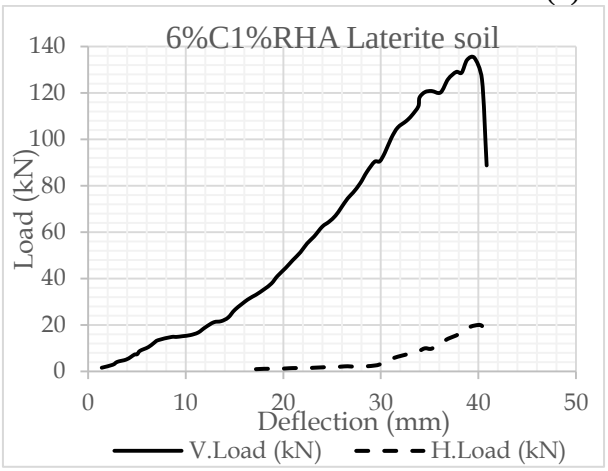
A maximum vertical compression load of 135.09kN with a vertical load deflection of 39.06mm was achieved by LSW3. The presence of 1%RHA in laterite soil stabilized with 6% cement resulted in increase of ultimate compressive strength capacity of the wall from 106.49kN to 135.09kN. This also led to 2.35% reduction of vertical load deflection at failure. The LSW3 sustained a horizontal load of 19.75kN. The addition of 1%RHA to laterite soil stabilized with 6% cement resulted with walls of compressive capacity 6.67% higher than adding 3% lime.



(a) LSW1 Panel



(b) LSW2 Panel



(c) LSW3 Panel

Figure 6. Load-deflection curve for experimental walls

The performance of zero-mortar walls made with interlocking soil blocks as presented in Figure 6(a), (b) and (c) can be divided into three parts: (1) slow closure of gaps, (2) rapid load uptake, and (3) wall failure. In the first part, there was rapid increase in deflection as the load was applied. This may be attributed to the closing of the interlocking gaps between the blocks. After the closure of the gaps the deformation evened out with increase of vertical load. In part two, the walls experienced a rapid increase of load capacity. The sharp compression capacity increase occurred at a higher compressive load in LSW3 than in both LSW2 and LSW1. This increase on the second part of the curves was sustained until the ultimate load was achieved. The cause of the second increase of load capacity can therefore be associated to the unit blocks bearing the load as the gaps had closed up making the load to be transferred from one-unit block to the other. In the third part, there was a drop of the load curve as the walls had failed. This occurred after the ultimate load capacity of the walls was achieved.

4. Conclusion

The improvement of the physico-mechanical properties of the interlocking blocks in terms of compressive strength, water absorption and durability is a positive aspect of the stabilizers. An optimum of 3% lime in laterite soil stabilized with 6% pozzolanic cement exhibited the highest 28-day compressive strength, with a highest reduction of 24-hour water absorption obtained through addition 1%RHA. The zero-mortar walls exhibited good mechanical strength, in spite of their ultimate compressive strength being lower compared to that of individual blocks. This study concludes that;

- Compressive strength and increased resistance on abraded material of laterite soil blocks is optimally achieved with lime but water resistance is best achieved with RHA stabilization.
- Lime stabilised block wall exhibited higher compressive strengths but they tend to be brittle, while RHA stabilized block walls accommodate higher vertical load deflection.
- The wall failure modes were characterised by either diagonal cracking of individual blocks or spalling of block debris.
- The zero-mortar layer of interlocking block walls make them to have higher deflection when initially loaded before they can rapidly take up the compressive load until failure is experienced.

References

[1] Uzoegbo, H.C., Senthivel, R. and Ngowi, J.V., "Load capacity of dry-stack masonry walls", The masonry society journal, 41-52, (2007).
[2] Aguwa, I., "Performance of laterite cement blocks as walling units in relation to sand-crete blocks", Leonardo electronic journal of practices and technologies, 16: 189-200, (2010).
[3] Raheem, A.A., Osuolale, O.M., Onifade, I. and Abubakar, Z., "Characterisation of laterite in Ogbomoso Oyo State, Nigeria", Journal of engineering research, 15(2): 71–79, (2010).
[4] Musa, A. and Mustapha, A.M., "Effect of rice husk ash on cement stabilized laterite", Leonardo electronic journal of practices and technologies, 11: 47-58, (2007).
[5] Ahmad, Z., Othman, S.Z., Yunus, B.M. and Mohamed, A., "Behaviour of masonry wall constructed using interlocking stabilized soil cement bricks", World academy of science, engineering and technology, 5: 1765-1771, (2011).
[6] Bland, D.W., Jansen, D.C., Laursen, P.T., Stirling, B.J. and Qu, B., "Interlocking compressed earth block walls: In-plane structural response of flexure-dominated walls", WCEE, (2012).
[7] Sanewu, I.F., Kaluli, J.W., Maritim, N.K. and Kabubo, C.K., "Effect of municipal solid waste ash on the strength of earthen bricks and walls", Journal of agriculture science and technology, 16(2): 140-155, (2014).
[8] Walker, P.J., "Strength, durability and shrinkage characteristics of cement stabilized soil blocks", Cement concrete composites, 17: 301-310, (1995).
[9] Amu, O.O., Bamisaye, O.F. and Komolafe, I.A., "The suitability and lime stabilization requirement of some lateritic soil samples as pavement", International journal of pure and applied science technology, 2(1): 29-46, (2011).
[10] Herrier, G., Berger, E. and Bonelli, S., "The Friant-Kern Canal: a forgotten example of lime-treated structure in hydraulic conditions. 6th international conference on scour and erosion, 1527-1534, (2012).
[11] James, J. and Rao, M.P., "Reaction product of lime and silica from rice husk ash", Cement and concrete research, 16: 67-73, (1986).
[12] Kenya Bureau of Standards (KEBS)., KS 02-1070, "Specifications for stabilized soil blocks", Nairobi, (1993).
[13] British Standards Institution (BSI)., BS EN 1052:1, "Methods of test for masonry: Part 1-Determination of compressive strength", (1999).
[14] Paige, G.P., "The durability of stabilized materials", The 12th international conference of international association for computer methods and advances in geomechanics, India, 3787-3793, (2008).

[15] Bhattacharja, S. and Bhatty, J.I., "Comparative performance of Portland cement and lime stabilization of moderate to high plasticity clay soils", Portland Cement Association, RD125, Skokie, Illinois, (2003).
[16] Bell, F.G., "Lime stabilization of clay minerals and soils", Eng. Geology, 42(4): 223-237, (1996).
[17] Jha J.N. and Kulbir, S.G., "Effects of rice husk ash on lime stabilization of soil", ResearchGate, 87: 33-39, (2006).
[18] Manasseh, J. and Joseph, E., "Comparative analysis of cement and lime modification of Ikpayongo laterite for effective an economic stabilization", Journal of emerging trends in engineering and applied sciences, 6(1): 49-56, (2015).
[19] Haji, A.F., Adnan, A. and Chew, K.C., "Geotechnical properties of a chemically stabilized soil from Malaysia with rice husk ash as an additive", Journal of geotechnical and geological engineering, 10(2): 117-134, (1992).
[20] Walker, R. and Pavia, S., "Behaviour and properties of lime-pozzolana pastes". Proc. 8th international masonry conference, International masonry society, Dresden, 353-362, (2010).
[21] Pushpakumara, B.H. and Subashi, G.H., "Characteristics of masonry blocks manufactured with rice husk ash and lime", The institution of engineers, Sri Lanka, 1-10, (2012).
[22] ASTM C1314-03b., "Standard test method for compressive strength of masonry prisms", ASTM international, (2012).
[23] Vermeltfoot, A., "Brick-Mortar interaction in masonry under compression", PhD Thesis, Eindhoven University of Technology, Eindhoven, (2005).

COMPARISON OF DRY GYPSUM WALL SYSTEMS IN SCOPE OF NATIONAL AND INTERNATIONAL STANDARD AND CODES

KURU ALÇI DUVAR SİSTEMLERİNİN ULUSAL VE ULUSLARARASI STANDART VE YÖNETMELİKLER KAPSAMINDA İRDELENMESİ

Yağmur Kopraman [a*], Anıl Özdemir [a], Coşkun Çakmak [a]
[a] Gazi Üniversitesi, Teknoloji Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, Ankara, Türkiye,
[*] yagmur@gazi.edu.tr, anilozdemir@gazi.edu.tr, coskuncakmak@gazi.edu.tr

Özet

Kuru alçı duvar sistemleri son yıllarda bölme duvar üretimi ve iç duvar giydirme malzemesi olarak yoğun bir şekilde kullanılmaktadır. Alçı levha malzemesiyle oluşturulan bu sistemler, yapım hızının yüksek olması, daha temiz bir işçilikle üretimin yapılabilmesi, sürdürülebilir bir malzeme olması gibi sebeplerle artan bir biçimde tercih edilmektedir. Bu sistemlerin üretilmesinde yapısal olarak birçok alternatif mevcut olup kullanım amacına göre bu alternatifler şekillenmektedir. Deprem bölgesinde yer alan ülkemizde, kullanımı sürekli artış gösteren alçı levhaların mekanik özelliklerini ve yapı içerisindeki davranışını araştıran akademik çalışma oldukça azdır. Bu çalışmada, kuru alçı duvar sistemleri hakkında bilgiler verilecek ve ardından bu sistemlerin ulusal ve uluslararası yönetmelikler bakımından irdelemelerde bulunulacaktır. Kuru alçı duvar sistemlerinin ulusal ve uluslararası standart ve yönetmelikler arasındaki farklılıklar ve eksiklikler sonuç bölümünde tartışılacaktır.

Anahtar Kelimeler: Kuru Alçı Duvar Sistemleri, Alçı Levha, Bölme Duvar.

Abstract

Dry gypsum wall systems have been extensively used, in recent years as partition walls and interior wall cladding materials. Dry gypsum board systems are preferred increasingly, because of the high production speed in construction, delicate workmanship, and use of sustainable materials. There are many structurally alternatives in the production of these systems and these alternatives are shaped accordingly to the purpose of use. In our country which located in an earthquake prone zone, there are very few studies which investigate the mechanical properties and seismic behavior of gypsum boards. In this study, information about gypsum wall systems will be given and then these systems will be examined in terms of national and international regulations. Differences between national and international standards and codes and deficiencies in these standards and codes about dry gypsum wall systems will be discussed in the conclusion section.

Keywords: Dry Gypsum Wall Systems, Gypsum Board, Partition Wall.

1. Giriş

Taşıyıcı olmayan bölme duvar sistemlerinin üretiminde alçı levha kullanımı gün geçtikçe yaygınlaşmaktadır. Sağladığı kolay, hızlı ve temiz işçiliğin yanı sıra, geleneksel bölme duvar malzemelerine kıyasla daha hafif olmasından dolayı, hem yapıya gereksiz ölü yük etki ettirmemekte hem de şantiye organizasyonu içerisinde daha kolay yatay ve düşey taşınıma olanak sağlamaktadır.

Duvar ve sıva imalatları, bir yapının inşaa edilme sürecinde ve kalite kontrol anlamında en çok üzerinde durulan ve en az hata beklenilen kalemlerindendir. Belirtilen bu imalatların kusursuz bir şekilde uygulanması zordur. Ayrıca işin zorluğundan kaynaklanan imalat hatalarının düzeltilmesi zaman kaybına ve maliyet artışına da neden olmaktadır. Duvar imalatında kullanılan alçı levha; düzgün bir yüzeye sahip olması, geleneksel bölme duvar malzemelerine göre çok daha az hatayla üretime olanak vermesi ve daha temiz bir

işçilikle yapılabilmesi dolayısıyla zamandan ve paradan tasarruf sağlarken, kalite anlamında da bir adım öne çıkmaktadır.

Deprem bölgesinde yer alan ülkemizde kullanımı her geçen gün artan kuru alçı duvar sistemleri ve bu sistemleri oluşturan malzemelerle ilgili akademik çalışma oldukça azdır. Bu çalışmada alçı levhalarla ilgili yapılmış birkaç deneysel çalışma ve bildiri kapsamında ele alınan ulusal ve uluslararası standart ve yönetmelikler incelenecek ve değerlendirmeler yapılacaktır.

2. Kuru Alçı Duvar Sistemleri

Alçı binlerce yıldır birçok alanda, çok sayıdaki yararları ile insanlığın hizmetinde olmuş ve çağdaş yapı malzemeleri arasında da yerini almıştır [1]. Alçı hammaddesi ile günümüzde birçok yapı malzemesi üretilmektedir. Bu yapı malzemesi ile oluşturulan kuru alçı duvar sistemleri hastane, konut, otel, ofis, çelik yapı inşaatlarında farklı amaçlarla yaygın olarak kullanılmaktadır. Genellikle kuru alçı duvar sistemleri; yapıların iç bölümlerinde bölme duvar, ıslak hacim tavanlarında tesisat borularının görüntü kirliliğini engellemek amacıyla asma tavan, ısı yalıtım malzemesine alan oluşturmak amacıyla kiriş ve kolon etraflarında duvar giydirme malzemesi, çelik yapılarda kaplama malzemesi gibi farklı amaçlarla kullanılmaktadır [2]. Üretim aşamasında sağladığı pek çok kolaylıktan dolayı kullanım yaygınlığı ve alanı her geçen gün artmaktadır.

Yapı inşaatlarında, kuru alçı duvar sistemlerinin kullanımı ve önemi oldukça fazladır. Kuru alçı duvar sistemleri ile bölme duvar üretiminin bazı avantaj ve dezavantajları vardır. Tablo 1 de avantajlar ve dezavantajlara değinilmiştir.

Tablo 1. Kuru alçı duvar sistemlerinin avantaj ve dezavantajları

Avantajlar	**Dezavantajlar**
Yapıların İç Mimarisinin Oluşturulmasında Esnek Olması	
Hızlı İmalat Süreci	Ses ve Isı İletkenliği
Yapıların Zati Ağırlığını Azaltması	Su ve Neme Karşı Dayanıklılık
Uygulanabilirlik ve Kalite	Yangına Karşı Direnç
Ekonomiklik	Zayıf Çarpma Direnci
Kolay Sökülebilme ve Tamir Edilebilme	Eğitime Gereksinim Duyulması
Düzlem Dışı Davranış Göstermemesi	

Akıncıtürk N. (2000) çalışmasında, kuru alçı duvar sistemlerin esnek mekân kullanımı sağladığı, bölme duvar olarak kullanımının faydalı olduğu ancak malzemenin su ve neme karşı dayanıklı olmadığını belirtmiştir [3]. Ancak yazarlar, kuru alçı duvar sistemlerinin bahsedilen olumlu yönlerinin temelinde, malzemenin hafif ve kolay bir uygulama prosedürüne sahip olduğunu düşünmektedir.

TS 825 [19]'e göre kuru alçı duvar sistemlerinde kullanılan alçı levhaların ısıl iletkenlik katsayısı (λ değeri) 0,25 W/mK'dir. Genel anlamda, bir malzemenin ısı yalıtım malzemesi olabilmesi için ISO ve CEN standartlarına göre λ değerinin 0,065 W/mK değerinden düşük olması beklenir. Alçı levhaların λ değeri ise bu değerin oldukça üstündedir. Bu nedenle kuru alçı duvar sistemleri, imalat aşamasında levhalar arasına ısı yalıtım malzemeleri yerleştirilerek kullanılmaktadır. Tablo 1'de kuru alçı duvar sistemlerinin dezavantajı olarak ifade edilen ses ve ısı iletkenliği, su ve neme karşı dayanıksızlığı uygulama esnasında kullanılan diğer yapı malzemeleri ve farklı yöntemlerin kullanılmasıyla giderilebilmektedir.

Sucuoğlu H. (2014), günümüzde inşaa edilen yapıların deprem performansının geliştirilmesinde; daha kaliteli yapıların imal edilmesi, inşaa sürecinde kullanılan yapı malzemelerinin daha hafif olması ve bu malzemelerin yapı ile uyumlu olması gerektiğini belirtmiştir [4]. Bu anlamda, kuru alçı duvar sistemleri ile oluşturulan bölme duvarların hafif olması ve kaliteli imal edilebilmesi, yapı ile uyum göstermesi yapıların deprem performansına olumlu etkileri bulunmaktadır.

Tablo 2. Çeşitli bölme duvar m^2 ağırlıkları [5]

Bölme Duvar	**kg/m²**
-Tuğla (%50 Boşluklu)	
8,5'lik	86,67
13,5'lik	137,66
-Bims (γ=1,324 gr/cm³)	
8,5'lik	96,38
13,5'lik	153,07
-Gaz Beton (γ=0,35 gr/cm³)	
8,5'lik	30,54
13,5'lik	48,50
-Alçıpanel (12,7 mm kalınlık)	
Tek Katlı	22,40
Çift Katlı	44,80

Ülkemizde genellikle yapılarda kullanılan bölme duvar sistemlerine ait kg/m^2 değerleri Tablo 2'de verilmiştir. Tablo 2'den de anlaşılacağı üzere kuru alçı duvar sistemleri 1 m^2 duvar malzemesi başına düşen en hafif değere sahiptir. Kuru alçı duvar sistemlerinin kullanılması ile, yapı üzerindeki bölme duvarlardan dolayı oluşan ölü yükün %27 ila %76 arasında azaltılabilmesi mümkün görünmektedir.

Sultan M. A. ve Lougheed G. D. (1997), kuru alçı duvar sistemlerinin yangın direncini tespit etmek amacıyla 22 adet deney elemanından oluşan bir deneysel çalışma yapmışlardır. Deneysel çalışmada; alçı levhalar, ahşap ve çelik iskelet üzerine farklı montaj düzenlemeleri yapılmış ve daha sonra değişik kalınlık ve özgül ağırlığındaki alçı levhalar kullanılmıştır. Ayrıca ahşap taşıyıcı sisteme sahip deney elemanlarının bazılarının üzerine yük uygulanarak test edilmiştir. Çelik taşıyıcı sisteme sahip deney elemanları üzerinde yük olmadan test edilmiştir. Çalışmada alçı levhaların yoğunluğu artıkça ve kullanılan alçı levha kat sayısı arttıkça yangına karşı direncin arttığı belirtilmiştir. Araştırmacılar, çift kat alçı levhaya sahip ahşap iskeletin, çelik iskelete kıyasla daha iyi bir yangın direncine sahip olduğunu belirtilmiştir [15].

ALÇIDER tarafından (Türkiye Alçı Üreticileri Derneği) 2013 yılında yayınlanan "Alçı Levha Sistemleri İle Deprem Tasarımı" başlıklı çalışmada, masif duvar sistemleri ile kuru alçı duvar sistemlerinin yapı üzerinde oluşturduğu ölü yükler analiz edilmiştir. Çalışmada, 5 katlı betonarme yapıya yatay doğrultuda etkiyen 2 m/sn²'lik ivme etkisi altındaki davranışı EuroCode 8 EN 1998-1 esas alınarak araştırılmıştır. Yapılan analiz sonucunda yapı ölü yükleri, masif destekli ve desteksiz duvarda 8107 kN, kuru alçı duvar sisteminde 1109 kN hesaplanmıştır. Analiz sonucunda; temel bölgesinde, masif destekli duvarda 2919 kN, masif desteksiz duvarda 1459 kN ve kuru alçı duvar sistemde 1109 kN deprem yükü hesaplanmıştır [6]. Yapıda kuru alçı duvar sistemi kullanımı, deprem yükünün de azalmasına sebep olmuştur. Böylece, yapılar projelendirilirken daha küçük kesit ve daha düşük ağırlıkta donatı hesaplamaları ve maliyetleri karşımıza çıkabilmektedir.

Kuru alçı duvar sistemlerinin, diğer bölme duvar sistemlerine göre çarpma direncinin zayıf olduğu bilinmektedir. Dış etkenlerden dolayı alçı levhaların içyapısında ve yüzeyinde hasarlar meydana gelebilmektedir. Kuru alçı duvar sistemlerinin çarpma direncinin artırılmasına yönelik bazı çalışmalar yapılmıştır. Metinöz M. (2013), düşük hızlı darbeye maruz kalan alçı levhaları deneysel olarak incelemiştir. Çalışmada, farklı tasarıma sahip 500x400 mm ölçülerinde alçı levhalar kullanılmıştır. Deney numunelerinin dört tarafı mesnetlenerek bağlanmış ve farklı enerji seviyelerinde darbe etkisi altında bırakılmıştır. Darbe etkisi 24 mm çapında, yarı küresel uçlu bir geometriye sahip vurucu ile uygulanmıştır. Deneyler sonunda, alçı levhalarda takviye malzemesi kullanılmasının delinme sınırını iyileştirdiği tespit edilmiştir. Kullanılan takviye malzemesine göre alçı levhaların delinme sınırının %58 ila %62 arasında iyileştirildiği görülmüştür [7].

3. Ulusal ve Uluslararası Standart ve Yönetmelikler Bakımından İrdeleme

Bilindiği üzere, yapının iç ve dış duvarlarında herhangi bir şekilde ıslak veya harçlı imalat gereği duyulmadan tamamlanan duvarlar kuru duvar sistemleri olarak adlandırılmaktadır. Bununla birlikte kuru alçı duvar sistemleri, ulusal ve uluslararası yönetmelikler incelendiğinde, taşıyıcı (yapısal) olmayan eleman olarak nitelendirilmektedir. Yapısal olmayan elemanlar yapıda, düşey veya yatay yükleri iletme kapasitesine sahip olmayan, yapının kararlılığına herhangi bir olumlu ya da olumsuz katkısı olmayan ve yapılan hesaplarda sistemin kendi ağırlığı dışında etki ettirilmeyen elemanlar olarak bilinmektedirler. Kuru alçı duvar sistemlerinin, her türden dolgu duvar malzemesi gibi yapı içerisinde, az da olsa sağladığı yatay yük taşıma kapasitesi ve düzlem içi rijitliği nedeniyle yapı davranışını etkileyebileceği bilinmektedir. Ancak, bu etkinin kuru alçı duvar sisteminin içinde bulunduğu gerçek bir yapıda meydana getireceği değişimin miktarına yönelik ve yapının stabilitesine ne biçimde katkı sağladığına dair yapılan akademik çalışma sayısı oldukça azdır. Kuru alçı duvar sistemlerinin sismik etkiler altındaki davranışı üzerine yapılan çalışmaların azlığı ve bu çalışmaların kıyasının mümkün olmaması nedeniyle ulusal ve uluslararası standart ve yönetmeliklerde hesap yöntemleri ile ilgili bir bölüm yer almamaktadır. Böylece kuru alçı duvar sistemlerinin yapı stabilitesine etkisi yok kabul edilerek güvenli tarafta kalınmaya çalışılmaktadır. Bir başka deyişle ulusal ve uluslararası standart ve yönetmelikler kuru alçı duvar sistemlerini yapısal eleman olarak değil mimari eleman olarak görmektedir.

Duvarlar hakkında ulusal literatürde, yapısal nitelikler araştırıldığında görülebilen kaynaklar, son biçimini 2007 yılında alan Türk Deprem Yönetmeliği (TDY-07) [8], 1977'den beri geçerli olan TS 2510 [9] standardı ve son biçimini 2015'de alan TS EN 771-1-A1 [10] standardıdır. TDY-07'de de sadece yığma veya dolgu duvar için kabul edilecek dayanımlar ve hesap ilkeleri bulunmaktadır. Yönetmeliğin bilgilendirme eki, bulunan dolgu duvarların güçlendirilmesi bölümünde ise mevcut yığma ve dolgu duvarın düzlem içi dayanım hesabına dair sınırlı bir bilgi sunmakta, duvar göçme mekanizmasının ne olabileceği hakkında veya kullanılması gereken analiz yöntemi vb. bilgileri içermemektedir [11]. Bu bilgiler dışında TDY-07 bölme duvar davranışı hakkında bilgi vermemektedir. 2010 yılında, Amerika Birleşik Devletleri Savunma Bakanlığı tarafından yayınlanan Binalar İçin Sismik Tasarım Yönetmeliği [16]'nde ülkemizde yürürlülükteki TDY-07'ye benzer tasarım ve hesaplama metotların yanı sıra, taşıyıcı olmayan duvarların depreme karşı dayanıklılığının artırılması için bazı uygulama detayları içermektedir. Yönetmelikte, taşıyıcı olmayan duvarların bağlantıları esnek ve sönümleyici olması gerektiği belirtilmektedir.

Kuru alçı duvar sistemleri kapsamında ele alınan, Türk, Amerikan ve Avrupa (Eurocode 8 [12]) yönetmelikleri içeriklerinde, sadece güncel malzeme bilgisi, test teknikleri, imalatta uyulacak teknik noktalar ve gerekli çizimler açık bir biçimde anlatılmaktadır. Bildiri kapsamında yazarlar, ilgili standart ve yönetmelikleri bu kapsamda inceleyeceklerdir. Bu bilgiler ışığında karşılaştırmalar yapılacaktır.

Kuru alçı duvar sistemlerinin oluşturulmasında birçok malzeme kullanılmaktadır. Bu malzemeler; alçı levha, C-U profilleri ve bu malzemelerin birleştirilmesini sağlayan yardımcı malzemelerden oluşmaktadır. Belirtilen bu sistemin en önemli malzemesi olan alçı levha TS EN 520-A1'de [13]: alçı çekirdeğinin iki yanına sıkıca yapıştırılmış sağlam ve dayanıklı karton tabakanın oluşturduğu düz dikdörtgen şekilli bir malzeme olarak tanımlanmaktadır. TS EN 520-A1 standardı, EN 520-A1 [14] Avrupa standardından tercüme edilerek yayınlanmıştır. TS EN 520-A1 standardında birçok alçı levha tipi tanımlanmıştır. Bu alçı levha tipleri; su emme oranı azaltılmış alçı levha, yüksek sıcaklığa karşı çekirdek kohezyonu iyileştirilmiş alçı levha, dayanımı artırılmış alçı levha, yüzey sertliği artırılmış alçı levha gibi tanımlamalar ile adlandırılmıştır. Ayrıca standart alçı levhalara ait yangına tepki, su buharı geçirgenliği, eğilmede çekme dayanımı (kırılma yükü), çarpma direnci ve ısıl direnç gibi mamul performans özelliklerini de kapsamaktadır. Amerika Birleşik Devletleri'nde kuru alçı duvar sistemleri için son biçimini 2014 yılında alan ASTM C 1396 [17]'da Türk Standardına benzer şekilde alçı levha tipleri ve bu alçı levha tiplerine ait mekanik özellikler verilmiştir. Tablo 3'de piyasada en çok kullanılan alçı levha tipine göre asgari eğilmede kırılma yükleri karşılaştırmalı olarak verilmiştir.

Tablo 3. Eğilmede kırılma yüklerinin karşılaştırılması

Levha Kalınlığı (mm)	Eğilmede Kırılma Yükü (N) (TS EN 520-A1)		Eğilmede Kırılma Yükü (N) (ASTM C 1396)	
	Kısa Kenar Doğrultusunda	Uzun Kenar Doğrultusunda	Kısa Kenar Doğrultusunda	Uzun Kenar Doğrultusunda
9,5	160	400	133	356
12,7	210	550	178	489

Tablo 3'de verilen değerler karşılaştırıldığında, Türk standardında istenen asgari eğilmede kırılma dayanımı kısa kenar doğrultusunda ortalama %19 uzun kenar doğrultusunda ise ortalama %13 daha yüksektir. Türk standardının eğilmede kırılma dayanımı bakımından daha güvenli tarafta kaldığı söylenebilmektedir. ASTM C 1396'da kalınlıkları 6,4-19,0 mm arasında değişen altı farklı alçı levhaya ait asgari eğilmede kırılma dayanımları belirtilmiştir. TS EN 520-A1'de ise kalınlıkları 9,5-15,0 mm arasında değişen üç farklı alçı levhaya ait asgari eğilmede kırılma dayanımları belirtilmiştir ve diğer kalınlıklar için ayrı bir hesap yöntemi önerilmiştir.

Kuru alçı duvar sistemlerinde kullanılan alçı levha ile C-U profil/ahşap iskeletin birleştirilmesi mekanik bağlantı elemanları ile sağlanmaktadır. Bu mekanik bağlantı elemanlarının, oluşturulan sistemin düzlem dışı davranışının oluşmamasında, sistemin üzerine gelen enerjiyi sönümleyebilmesinde ve yapı ile uyumlu bir şekilde esnek davranış göstermesinde önemi oldukça büyüktür. Kuru alçı duvar sistemlerinde kullanılan mekanik bağlantı elemanlarının özellikleri ülkemizde yürürlükte olan TS EN 14566-A1 [18] standardında belirtilmiştir. Standarda göre, bağlantı elemanlarının hiçbirinde montaj ve sonrasında kırılma veya çatlama belirtileri görülmemesi gerektiği belirtilmiştir. Ayrıca, kuru alçı duvar sistemlerinde kullanılan bağlantı elemanlarının en az 450 N'luk çekip çıkarma yükünü taşıyabilecek kapasiteye sahip olması gerekliliği vurgulanmaktadır. ASTM C 1396 standartı ise değişken levha kalınlığına göre istenen asgari çekip çıkarma mukavemetini detaylandırmaktadır. Bu standarda göre 9,5 ve 12,7 mm kalınlığa sahip alçı levha kullanımında sırasıyla, 267 N ve 356 N'luk asgari çekip çıkarma dayanımına sahip olma şartı aranmaktadır. ASTM C 514 [20] standardında ise çivili bağlantıya ait mekanik özellikler belirtilmektedir.

Alçı levhaların C-U profil/ahşap iskeletle birleştirilmesinde iki standart arasında bazı farklılıklar bulunmaktadır. ASTM C 840'da tek ve ikili vidalama sistemine ait daha detaylı montaj çizimleri bulunmaktadır. Ayrıca belirtilen standartta tavan kaplaması ve bölme duvar olarak ayrı montaj detaylandırması yapılmıştır. Tavan kaplaması olarak kullanımında azami 175 mm de bir vida, bölme duvarda ise azami 200 mm de bir vidalama yapılması gerekmektedir. Mekanik bağlantı elemanlarının alçı levha kenarlarından minimum 10 mm iç kısımda olması gerekmektedir. Aynı detaylandırma TS 1475-1'de 10-15 mm olarak belirtilmiştir. Tavan veya bölme duvar olarak kullanımında herhangi bir ayrım yapılmamıştır ve vida aralığının en fazla 300 mm olması gerektiği belirtilmiştir. Montaj çizimleri oldukça sığdır. Ancak Amerikan standardında bulunmayan pencere ve kapı boşlukları için detaylandırmalara da yer verilmiştir. Kuru alçı duvar sistemlerinin sismik etki sırasında daha ileri deplasman düzeylerinde yeterli yatay dayanım sergileyebilmesi, bir başka deyişle enerji sönümleyebilmesi uygulamada kullanılan vidaların aralığı ile ters orantılıdır. Yapılan az sayıdaki deneysel çalışma incelendiğinde, panel ile çerçeveyi bağlayan vidaların aralıklarının azalması durumunda, panelin daha ileri deplasman düzeylerine kadar yük taşımaya devam ettiği ve sistem enerji tüketiminin arttığı gözlenmiştir.

4. Sonuçlar

Kuru alçı duvar sistemleri güncel yapı projelerinde, geleneksel yapı duvar tipleri ile birlikte giderek daha yaygın olarak kullanılmaktadır. Kuru alçı duvar sistemleri, bildirinin daha önceki bölümlerinde değinildiği gibi, yapılardaki uygulama hızını artırır, çelik ve ahşap yapı elemanlarını yangına karşı korur. İç duvarlarda tesisat nedeniyle oluşan görüntü kirliliğini engellemek için kullanıldığı gibi, duvar giydirme malzemesi, çelik yapılarda kaplama malzemesi gibi farklı amaçlarla da kullanılmaktadır.

Sağlanan bu faydaların yanı sıra, kuru alçı duvar sistemlerinin, geleneksel duvar tipleri ile mekanik özellik bakımından detaylı kıyaslamaya imkân sağlayacak bir kıyasının ortaya konamamış olması ulusal ve uluslararası literatürde büyük bir eksikliktir. Kuru alçı duvar sistemlerinin, taşıma gücü değerlerinin matematiksel modelinin oluşturulması ve bu sistemlerin yapısal ve yapısal olmayan depreme güvenli tasarım ve onarım ilkelerinin araştırılması gerektiği düşünülmektedir. Böylece, kuru alçı duvar sistemleri ile oluşturulan karmaşık yapılarım gerçek yapısal analizine imkân sağlanacaktır. Düzlem içi performans kadar, düzlem dışı doğrultuda etki edebilecek çarpma, patlama, rüzgâr gibi yükler karşısında da kuru alçı duvar sistemlerinin kullanılabilirliğinin araştırılması gerekmektedir. Bu çalışmalar sonucunda; çevre dostu, güvenli ve yük taşıma kapasitesi, deplasman ve enerji tüketim özellikleri gibi sismik performans parametreleri hesaplanabilir bir yapısal sistem oluşturulması mümkün olabilecektir. Sonrasında, yapısal çözümlemede sağlamış olduğu hafiflik avantajı ile de tercih edilebilirliği artacak ve yaygın kullanımı sağlanabilecektir.

Referanslar

[1] http://www.alcider.org.tr/alciyitaniyalim (Erişim Tarihi:13.11.2017).
[2] T.C. Milli Eğitimi Bakanlığı, "Alçı Levha ile Bölme Duvar", Ankara, 76s, (2011).
[3] Akıncıtürk N., "Alçının Yapıda Kullanımı ve Yangın Korunumundaki Etkinliği", III. Alçı Kongresi, Ankara, 27-37, 2000.
[4] Sucuoğlu, H., "Hafif Bölme Duvarlar İle Yapılan Binalar, Daha İyi Bir Deprem Performansı Gösterirler", Şubat, Alçıder Dergisi, 4(14):9-16 (2014).
[5] British Standard 648, " Schedule of Weights of Building Materials", 50p, (1964).
[6] Anonim, "Alçı Levha Sistemleri İle Deprem Tasarımı", Şubat, Alçıder Dergisi, 3(13):3-9 (2013).
[7] Metinöz, M., "Düşük Hızlı Çarpmaya Maruz Kalan Alçı Panellerin Darbe Direnci", Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya, 81s, (2013).
[8] T. C. Bayındırlık ve İskan Bakanlığı, "Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmelik (DBYBHY)", Ankara, 157s, (2007).
[9] Türk Standardları Enstitüsü, TS 2510, "Kargir Duvarlar Hesap ve Yapım Kuralları", 30s, (1977).
[10] Türk Standardları Enstitüsü, TS EN 771-1-A1, "Kâgir birimler - Özellikler - Bölüm 1: Kil Kâgir Birimler", 66s, (2015).
[11] Kopraman Y. ve Özdemir A., "Boşluklu Taşıyıcı Veya Dolgu Duvarların Düzlem İçi Davranışının İrdelenmesi", 1st International Mediterranean Science and Engineering Congress-IMSEC, Adana, 794-799, (2016).
[12] The European Standard, "Eurocode 8: Design Of Structures For Earthquake Resistance", (2004).
[13] Türk Standardları Enstitüsü, TS EN 520-A1, "Alçı Levhalar - Tarifler, Gerekler Ve Deney Yöntemleri", 47s, (2010).
[14] The European Standard, EN 520-A1, "Gypsum Plasterboards - Definitions, Requirements And Test Methods", (2009).
[15] Sultan M. A. ve Lougheed G. D., "Fire Resistance of Gypsum Board Wall Assemblies", Construction Technology Updates No:2, ISSN 1206-1220, January, (1997).
[16] United States Department of Defense, UFC, (2010).
[17] American Society for Testing and Materials, ASTM C 1396, "Standard Specification for Gypsum Board", 8p, (2014).
[18] Türk Standardları Enstitüsü, TS EN 14566-A1, "Alçı Levha Sistemlerinde Kullanılan Mekanik Bağlantı Elemanları - Tarifler, Gerekler Ve Deney Yöntemleri", 32s, (2010).
[19] Türk Standardları Enstitüsü, TS 825, "Binalarda Isı Yalıtım Kuralları", 83s, (2013).
[20] American Society for Testing and Materials, ASTM C 514, "Standard Specification for Nails for the Application of Gypsum Board", 2p, (2014).
[21] Türk Standardları Enstitüsü, TS 1475-1, "Alçı Levha İle Yapılan Uygulamalar-Bölüm 1: Bölme Duvar Uygulama Kuralları", 31s, (2016).
[22] American Society for Testing and Materials, ASTM C 840, "Standard Specification for Application and Finishing of Gypsum Board", 20p, (2017).

NUMERICAL STUDY FOR RC BEAMS SUBJECTED TO BLAST WAVES

Yehya Temsah[1], Ali Jahami[1], Jamal Khatib[1,2,*]
[1]Faculty of Engineering, Beirut Arab University, Beirut, Lebanon
[2]Faculty of Science and Engineering, University of Wolverhampton, Wolverhampton, UK
*Email: j.khatib@bau.edu.lb

Abstract

Research has always been found to study various Engineering phenomena and to find suitable solutions within the available equipment. One of these phenomena is the phenomenon of shock waves and their effect on structural elements. This research focused on the modeling of Reinforced concrete beams exposed to explosive shock loads using ABAQUS, the volumetric finite element program. Laboratory data were collected from an experiment by a group of researchers from the National University of Defense Technology in China. The experiment was simulated in ABAQUS by defining the nonlinear behavior of reinforced concrete by using concrete damage plasticity method (CDP). Then, the effect of one parameter of the concrete material, namely the Dilation angle, was studied on the behavior and response of RC beam. It has been shown that the greater the value of the dilation angle, the higher the stiffness of the beam.

1. Introduction

A blast loading is defined as a sharp dissipation of energy which leads to a sudden rise in pressure [1]. This pressure increase forms a wave referred to as a "Blast Wave" that travels starting from a supersonic speed, followed by a decrease in speed as the wave front propagates. The pressure's amplitude has two distinct phases. Figure 1 shows both the positive phase region and the negative phase region.

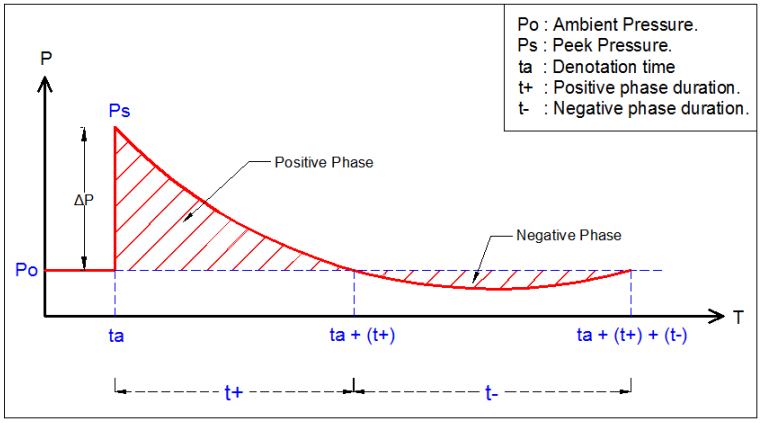


Figure 1. Ideal blast wave behavior [1]

Scaling of the properties of blast waves can be done by Hopkinson-Cranz Scaling [2]. This scaling principle states that when two explosive charges have the same geometry and explosive type but of different size are detonated in the same atmosphere and at equal scaled distances, then they will produce the same overpressure stated by:

$$Z = \frac{R}{Q^{1/3}} \qquad (1)$$

Where "Z" is the scaled distance, R is the distance from the center of the explosive charge (in meter), and Q is the equivalent TNT mass (Kg).

The behavior of concrete under static loading differs from that under high strain loading. The strength and stiffness of concrete under dynamic conditions will be higher than under static conditions as illustrated in

Figure 2. Much research was conducted on the tensile and compressive strength of concrete at different strain rates (Malvar and Crawford)[3].The behavior of reinforcing steel is also affected by dynamic load conditions. The yield strength increases as the strain rate increases. The same applies to ultimate strength. However, the elastic modulus of steel did not seem to be affected.

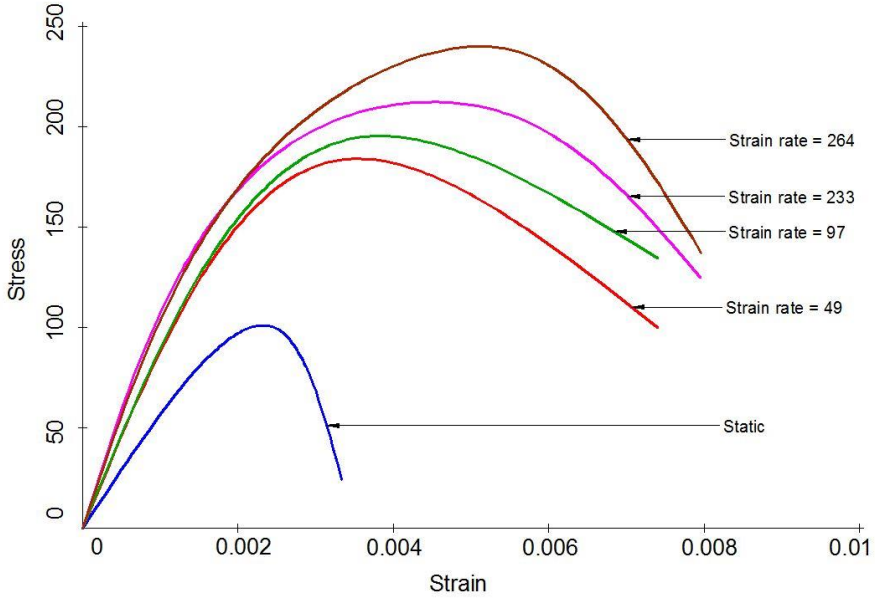


Figure 2. Uniaxial compressive behavior of concrete at different strain rates

2. Aim and Scope of the Research

The purpose of this paper is to simulate the behavior of simply supported beams exposed to blast load using a Finite element program (ABAQUS). The non-linear behavior of concrete will be defined, and the analysis type will be dynamic. The results of this analysis will be compared with the experimental data that was conducted by Zhang et al [4], where the effect of dilation angle was examined.

3. Experimental Investigation

The data were collected from the experiment that was carried out by Zhang et al[4] National University of Defense Technology. Three different sizes of beams were investigated with dimensional ratios of 3:4:5. The dimensions (mm) were (850*75*75), (1100*100*100) and (1350*125*125) mm. 6mm bars were used for the compressive. Tensile and hoop reinforcement. The hoops were placed at 60mm centres. Table 1 presents the number and dimensions of beams. The design compressive strength of concrete was 40 MPa. The yield stress and ultimate strength of reinforcement steel are 395 MPa and 501 MPa respectively. The explosive used in this experiment were compressed to a cakey cylinder suspended over the center of the reinforced concrete (RC) beam and` detonated electronically. The beam was supported using a steel frame as shown in Figure 3. The mid span displacement of the beam is measured using steel needles which was allowed to move in the vertical direction.

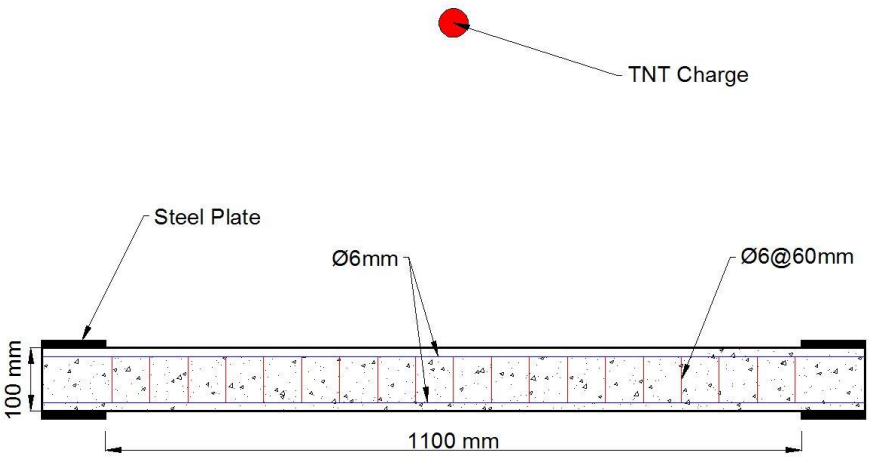


Figure 3. Experimental setup [4]

Table 1. Experimental program

Beam	Dimension (mm)	TNT (Kg)	Standoff distance (m)
B2-1	1000*100*100	0.45	0.4
B2-1		0.51	0.4

4. Numerical Modeling

The volumetric finite element program "ABAQUS" was used to perform nonlinear analysis of the structural element (beam). The model is composed of two main parts: the concrete body that was modeled using a solid element, and steel reinforcement that was modeled as a rebar element. A Dynamic explicit analysis step was chosen for the case with a reasonable time step close to the experimental interaction time.

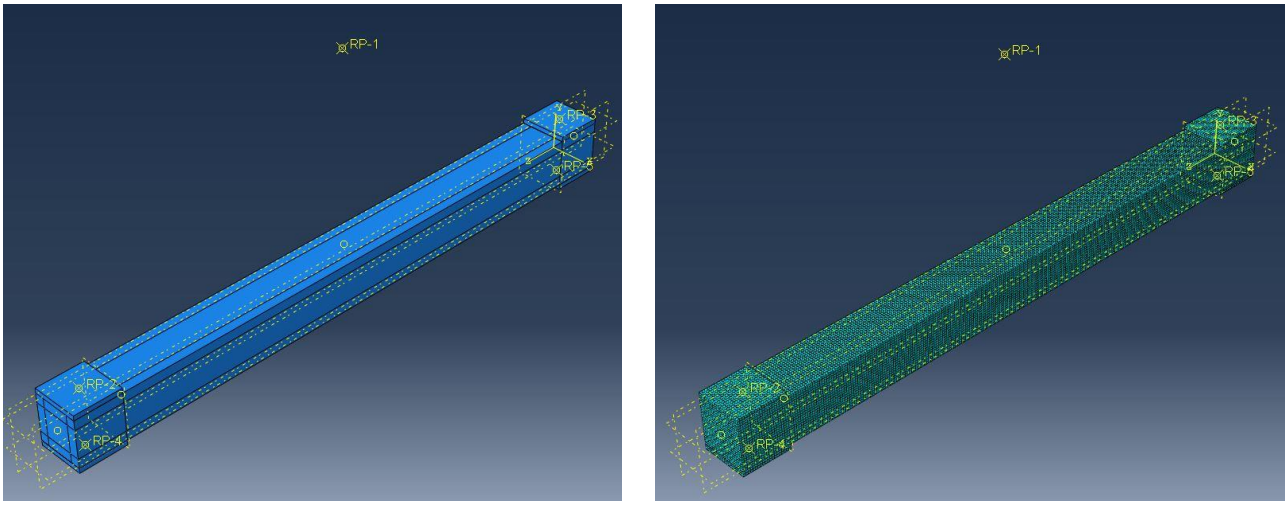


Figure 4. Finite Element Modeling of beam

The Concrete Damage Plasticity Model [5] will be used to define the behavior of concrete. This model works with static and dynamic load conditions. It was derived by Lubliner [6] in 1989 and developed by Lee and Fenves [7] in 1998. It represents the nonlinear behavior of concrete using different input parameters such as:

inelastic strain, cracking strain, stiffness degradation and recovery, and other parameters. The behavior of concrete in compression and tension according to CDP method in ABAQUS is illustrated in Figures 5 and 6. If the load on the concrete specimens is released during the softening stage, the elastic stiffness is reduced and this can range from a value of zero for the undamaged material to one which represents total loss of strength. As for reinforcing steel, they can be modeled using several methods. For this simulation we will consider the elasto-plastic behavior of reinforcing steel, and we will assume a perfect bond between concrete and steel which is not accurate; since there is some slipping between the two materials (concrete and steel). But for now we are not interesting in the interaction between these materials.

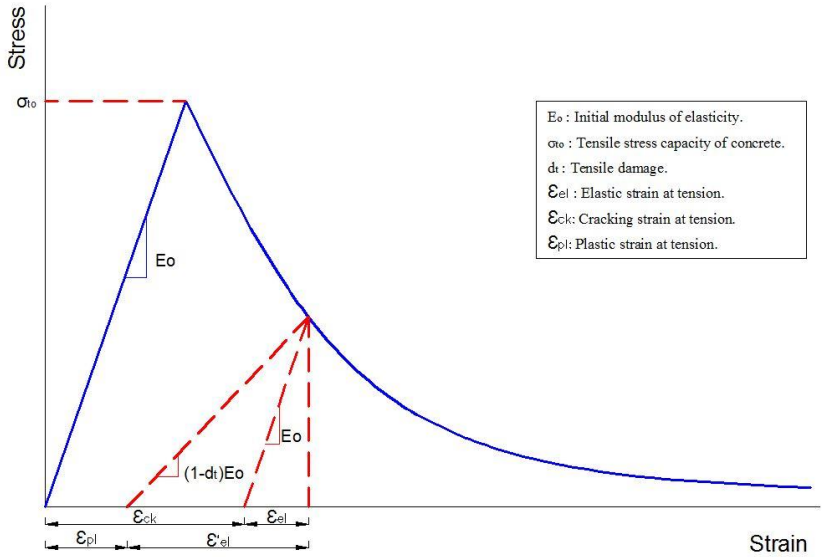


Figure 5. Uniaxial behavior of concrete under tension

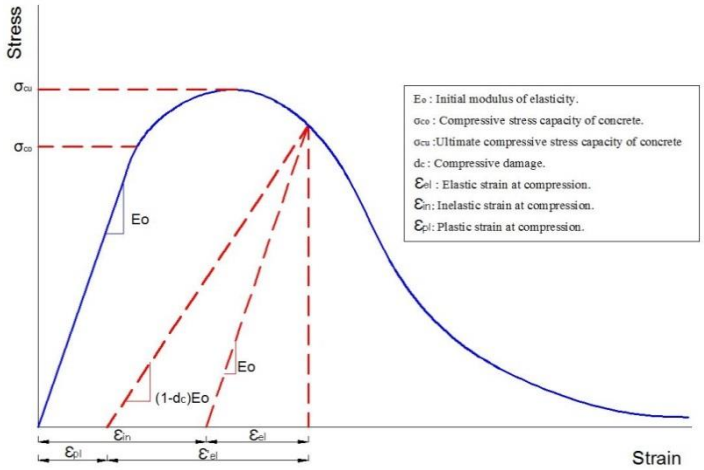


Figure 6. Uniaxial behavior of concrete under compression [5]

One of the CDP parameters is the Dilation angle "φ", which controls the amount of plastic volumetric strain developed during plastic shearing and is assumed constant during plastic yielding. Typically, the dilation angle value is selected between 35° and 40° [8]. The effects of dilation angle size on the results are presented later. In this work, the built-in CONWEP model was used to define the blast load. The model provides the values of maximum overpressure, arrival time, positive phase duration and the exponential decay coefficient. Using the above parameters, the variation of incident pressure and reflected pressure can be constructed (Figure 1).

5. Model Calibration

The model was calibrated until reaching an acceptable error. Two verifications were done for this process: comparing mid-span displacements and damage zone length. Table 2 and Figure 7 show the Mid-Span displacements for Beams B2-1 to B2-2. As shown the difference between experimental and numerical analysis in small. Therefore, the first verification is acceptable.

Table 2. Mid-Span Displacement for B2 samples

Beam Sample	Mid-Span Displacement (mm)		Absolute error %
	Experimental	Numerical	
B2-1	25	23.5	6
B2-2	35	32.1	6.57

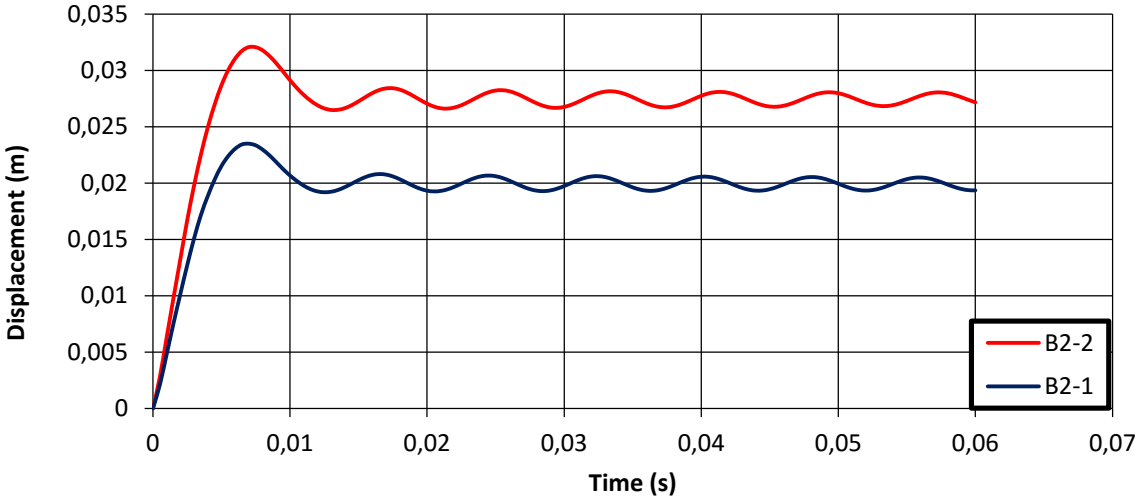


Figure 7. Time-Displacement Curves

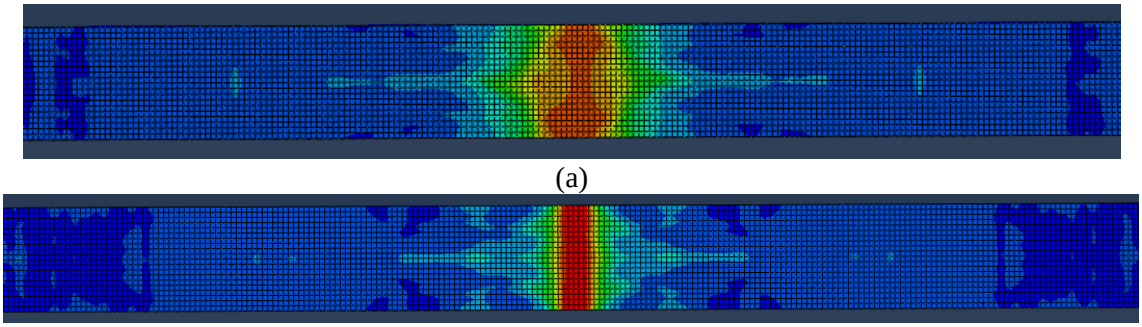
As for the damage pattern, Tables 3 and 4 show the damage in compression zone and tension zone for both Experimental and Numerical work. Also Figure 8 presents graphically the damage pattern in both compression and tension zones for Sample B2-1. According to these data the second verification is achieved, and as a final conclusion the experiment is verified and the model therefore is ready for further studies.

Table 3. Compression Fracture Zone width

Beam Sample	Compression Fracture Zone Width (cm)	
	Experimental	Numerical
B2-1	8	6
B2-2	12	10.25

Table 4. Tensile Fracture Zone width

Beam Sample	Tensile Fracture Zone width (cm)	
	Experimental	Numerical
B2-1	7	5.9
B2-2	15	13.75



(a)

(b)

Figure 8. B2-1 zone damage.
a) Compression damage b) Tensile damage

6. Further Study

After Calibration process, the Effect of Dilation angle on structural response was studied. Figures 9 and 10 shows the variation of mid-span deflection values for different Dilation angles for Both B2-1 and B2-2:

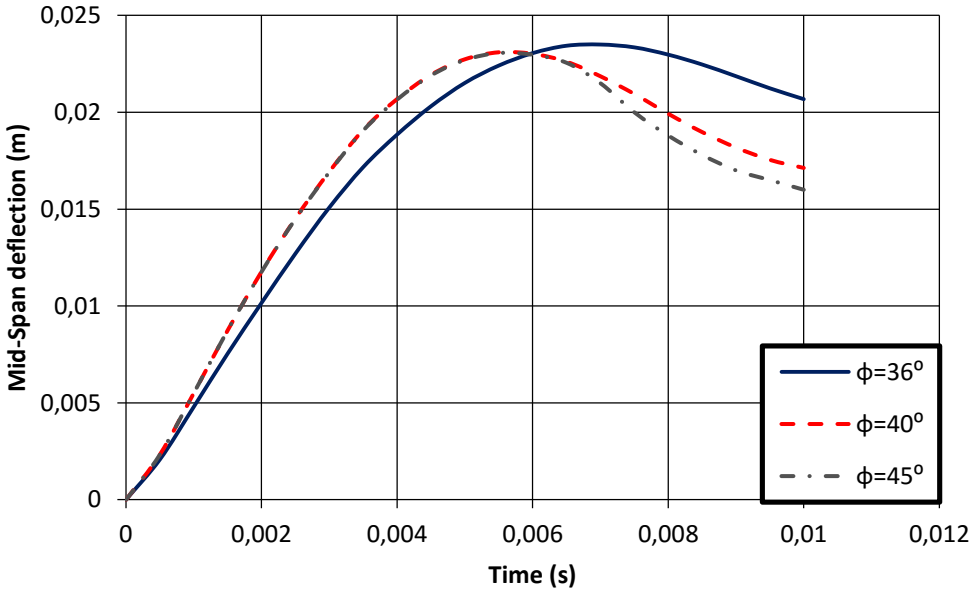


Figure 9. The effect of dilation angle on Mid span displacement (B2-1)

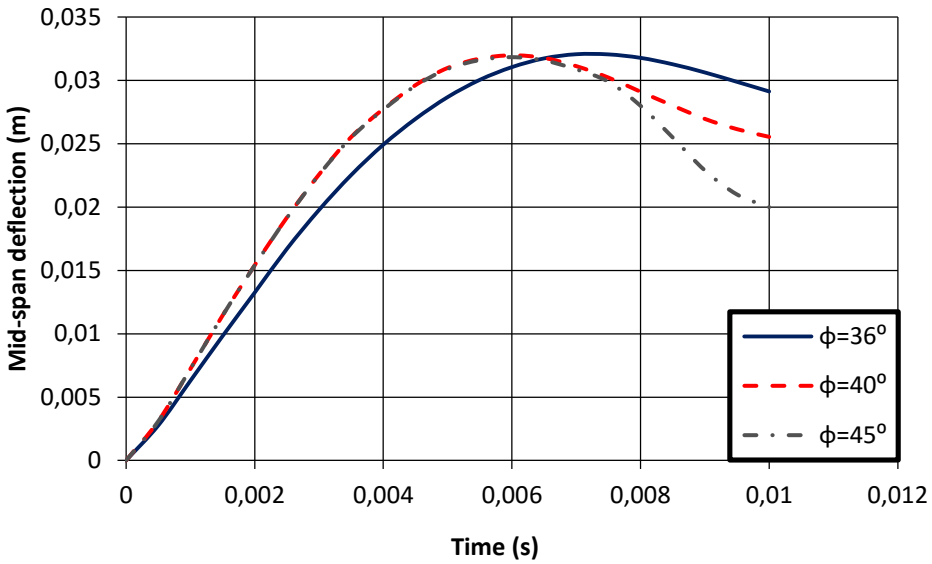


Figure 10. The effect of dilation angle on Mid span displacement (B2-2)

As can be observed from figures 9 and 10, the model with dilation angle of 45° was relatively brittle compared to the model with dilation angle of 36°. that can be realized from the behavior of both curves (the 36° dilation angle curve has a softer response than the 45° dilation curve). Figures 11 and 12 show the variation of support reaction values for different dilation angles for both B2-1 and B2-2. As we concluded before, the model with 45° dilation angle has a larger support reaction value compared with the 36° dilation angle. This gives us an indication that the 45° dilation angle model has a rigid response compared with the 36° dilation angle model.

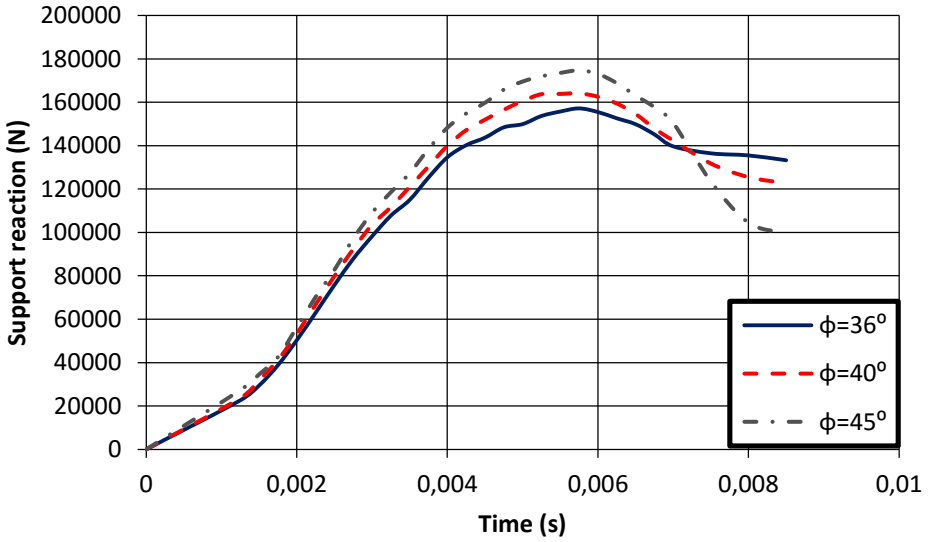


Figure 11. The effect of dilation angle on Support reaction (B2-1)

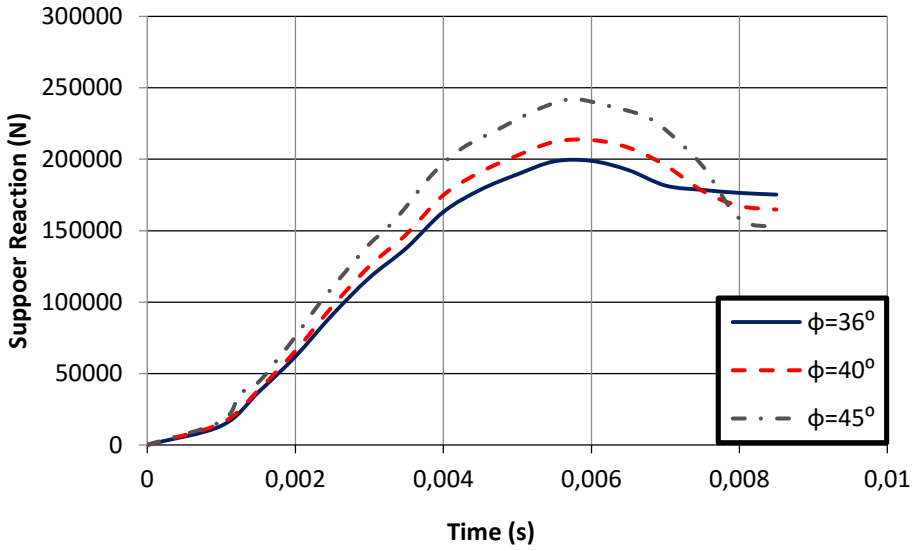


Figure 12. The effect of dilation angle on Support reaction (B2-2)

7. Conclusions

The following conclusions can be drawn from the current investigation:

1- The prediction of the response of blast loaded reinforced concrete beams using a finite element program such as ABAQUS is possible. The built in CONWEP model that simulates the blast load pressure is an accurate tool that can be used in similar simulations to find the beat response for structural elements with deferent boundary condition.
2- The built in concrete damage plasticity model (CDP) was simulates successfully the nonlinear behavior of concrete under impact loading. It just requires taking into consideration the strain rate effect on the concrete damage plasticity parameters to get an acceptable response with low error.
3- As the effect of the Dilation angle on structural response, it has been noticed from both mid span displacement and support reaction curves that the larger the value of dilation angle, the stiffer the behavior will be. However, for smaller values the behavior becomes softer than the calibrated results.

8. Further Research

Further research may include the following:

1- Modeling RC beams exposed to blast loads using Light weight concrete properties.
2- Modeling the Concrete behaviour in ABAQUS using different methods (smeard crack,...)
3-Studying the effect of CDP parameters on the Concrete section capacity (moment, shear, ..)

References

[1] Ramamurthi, K., 2014, An Introduction to Explosions and Explosion Safety, Department of Mechanical Engineering, IIT Madras, from: http://nptel.ac.in/
[2] Magnusson, J., 2007. Structural Concrete Elements subjected to Air Blast Loading, *Licentiate thesis, Royal Institute of Technology, Division of Concrete Structures, Stockholm, Sweden.*
[3] Malvar, L.J., Crawford, J.E., 1998a. Dynamic increase factors for concrete, *Department of Defense Explosives Safety Seminar (DDESB), Orlando FL, USA.*
[4] Duo Zhang ,ShuJian Yao, Fangyun Lu, XuGuang Chen, Guhui Lin, Wei Wang & Yuliang Lin. (July 5, 2013). *Experimental study on scaling of RC beams under close-in blast loading*. Retrieved December 7, 2015 from: http: // www.sciencedirect.com /science/ article/pii/ S1350630713002203.

[5] Hibbitt, Karlsson, Sorensen, 2011, ABAQUS User's Manual, *Pawtucket, 6th Edition.*
[6] Lublinear, J., Oliver, J., Oller, S., Onate, E., 1989. A plastic-damage model for concrete, *Solids and Structures, Vol. 25, No. 3, pp. 299-326.*
[7] Lee, J., Fenves, G., 1998. Plastic-damage model for cyclic loading of concrete structure, *Engineering Mechanics, Vol. 124, No. 8, pp. 892-900.*
[8] Malm, R., 2009. Predicting Shear Type Cracks Initiation and Growth in Concrete with Nonlinear Finite Elements Methods, *PhD thesis, Royal Institute of Technology, Division of Structural Design and Bridges, Stockholm, Sweden.*

THE EFFECT OF USING FAN PALM NATURAL FIBERS ON THE IMPACT RESISTANCE OF CONCRETE

Meheddene Machaka[1], Adel ElKordi[2]

[1]Adjunct Professor, Ph.D., Beirut Arab University, Beirut, Lebanon, m.masahaka@bau.edu.lb
[2]Professor, Ph.D., Beirut Arab University, Beirut, Lebanon, a.elkordi@bau.edu.lb

Abstract

The inclusion of fibers in concrete has been widely used to enhance concrete properties; few were related to palm fibers. This study investigates the effect of usage of the palm fibers to enhance concrete impact resistance. A drop weight test was established on specimens of different variables. Thirty-six slab specimens (50cmx50cmx3cm) were tested. Three different fiber volumetric contents of 0.5 %, 1% and 1.5% were used, of 3cm Palm fiber length, Concrete Grade 30 MPa was used in this investigation. The Results demonstrate that the absorbed energy increased while including more fiber. For that reason, adding 1.5% of fiber content increases the resistance by 82% for concrete grade 30MPa.

Keywords: Palm fibers, Impact resistance, Concrete, Sustainability, Durability

1. Introduction

Natural fibers are conceivable to be used as reinforcement in concrete to conquer the implicit deficiencies in cementitious materials. The low strains associated with concrete failure place it in the category of brittle materials that have low tensile capacity. The addition of fibers enhances the ductility and improves the impact strength and flexural toughness of concrete. The primary advantages of using fibers, in the concrete mix, are represented by the significant improvement in concrete properties, relative low cost as well as sustainability upgrade of concrete.

Manufacturing of cement plays a major role in the production of CO2, accounting almost 5 to7 % of man-made CO2 emissions. This is due to the propagation of concrete as the global construction material. The reason for the current trend is to produce a concrete that satisfies not only strength and durability requirements but also sustainability aspects [1]. In the 1950s, the idea of composite materials utilizing fiber reinforced concrete was one of the themes of intrigue. Since then, research work attempted to improve the tensile strength of concrete by adding new materials to the concrete such as wood, steel, glass and synthetize materials. In the early 1970's the use of these fibers on a large scale was noticed in the USA, Japan and in Europe [2]. Fibers should be uniformly distributed and randomly oriented in the concrete. Natural fibers can be used in different concrete applications such as slabs-on grade, slabs on metal decks, tunneling, concrete wall panels, piles, and many others. Machaka et al. [3] launched an investigation on the natural Fan Palm fibers at Beirut Arab University. The first study targeted the optimum treatment time and solution concentration for the treatment process of these fibers. In the second study, Machaka et al. [4,5] focused on the Mechanical properties and durability of Palm Natural Fiber Reinforced Concrete (PNFRC) and its resistance to plastic shrinkage cracking. The outcomes demonstrate that including Fan Palm fibers help the concrete in gaining more strength at early stages in all tests. Comparatively, the outcomes at 28 and 90 days indicate a slight decrease in compressive strength and modulus of elasticity meanwhile the effect in splitting tensile strength and the flexural strength results were insignificant. Kriker et al. [6] examined the usage of palm fibers having 1.5 as well as 6 cm length of 2 volumetric percentages 2 % and 3% that were cured in water versus a hot dry climate. Many tests were performed. The addition of more fibers enhances the flexural strength and toughness, while it decreases the compressive strength for both curing methods. As for the voids, wet curing reduced voids and cracks, while cracks and voids were increased when cured in hot dry climate. Due to the lack of researches on the impact resistance and crack behavior of concrete, this study will focus on testing the impact resistance of the concrete using palm fibers. Yahaghi et al. [7] stated that impact resistance of fiber reinforced composite can be measured by using several test methods approved by the ACI committee, one of these tests is drop weight test, which will be explained in this article. Yahaghi et al. [7]

tested the effect of polypropylene fibers content and slab thickness on the impact resistance. It turns that increasing the slab thickness and the fiber content enhanced the impact resistance significantly of the concrete. Ramakrishna [8] started an experimental investigation on the impact resistance of slabs reinforced with five different natural fibers: coir, sisal, jute, hibiscus, and cannabis. Slabs were subjected to impact loading using a simple projectile test. The results show that the addition of the natural fibers has increased the impact resistance by 3 to 18 times more than the one of the plain slab. Coir fiber reinforced slab specimens have shown the best.

To investigate the effect of adding Fan Palm Natural Fibers on the impact resistance of concrete, an experimental study was performed [9-13] through a comprehensive laboratory experiments. It is expected that the use of these fibers in concrete will potentially increase the impact resistance and the capability to absorb energy [14,15]. Thus, adding these fibers will produce a better durable sustainable concrete [16-19]. This paper attempt to investigate the effect of adding Fan Palm fibers on the impact resistance of concrete

2. Experimental Program

To assess the effect of including fibers on the impact resistance, energy absorption and residual impact strength ratio are computed through a drop weight test. [20-22].

Twelve slab specimens of dimension 50x50x3 cm were tested. An average for each 3 similar specimens was recorded, with three different fibers content of 0, 0.5%, 1% and 1.5%, one aspect ratio equal to 60 needs 3cm fiber length, concrete strength of 30 MPa was used.

2.1. Materials

- Cement: Holcim PAL- 40, classified according to EN : CEM II/ A-L.
- Silica fume: with dosage 7.0% of Portland Cement, Relative density: 2.27 gr/cm³.
- Fine Aggregate (sand): Relative Bulk Dry Specific Gravity = 2.61, Absorption = 0.9 % (ASTM C128), Fineness Modulus = 2.4, and Sand Equivalent = 72 % (ASTM D2419).
- Coarse Aggregate: Relative Bulk Dry Specific Gravity = 2.58, and Absorption =1.6 % (ASTM C127), and Maximum aggregate size of coarse aggregates =12.5 mm (½ “).
- Superplasticizer: Sikament NN (High Range Water-Reducing): Density at 25°C = 1.2 t/m3.
- Fibers: extracted from the Fan Palm Tree leaves as shown in the Fig. 1, split to 1 mm width before curing, cut to 3 cm length, Treated in 4% NaOH solution for 24 Hrs. Average tensile strength = 93 MPa, Bulk Specific gravity = 0.5 t /m3, and Absorption = 200 %.



Figure 1. Palm fibers

The mix proportion designed for concrete grade 30MPa without fibers (Control mixtures) is shown in the Table 1 below:

Table 1 – Control Mix Proportions

Index	Cement Kg/m³	Silica Kg/m³	Water Kg/m³	SP Kg/m³	W/C	Sand Kg/m³	C.A. Kg/m³
G30	326	24	208	2.25	0.6	589	1110

2.2. Impact Resistance Testing

Improved impact resistance (dynamic energy absorption as well as strength) is one of the important attributes of FRC. Several types of tests have been used to measure the impact resistance of FRC.

The impact resistance of fiber reinforced concrete can be measured by a test method that is simple and easy to carry out. It has been developed by ACI committee 544 [23,24], which recommends the use of repeated impact "drop weight test to estimate this important property". In this study, a simple repeated drop-weight impact testing apparatus is developed in which the impact resistance of the precast slabs can be evaluated in terms of the number of blows required to cause failure and the energy absorbed from the blows number. The apparatus consists mainly from three parts which are described as follows and shown in Fig. 2:

1. The main supported frame: A steel frame strong enough to be held rigidly during impact load, the columns of the base were fixed in concrete to insure the stability of the frame during test. The specimens (500mmx500mmx30mm) were placed in position in the testing frame using a continuous square steel angle to provide simply supported boundary conditions in all four sides of the specimen.
2. Drop weight guide system: A wood frame is held vertically above the center of the slab using two legs fixed to the steel frame to allow vertical movement only. This wood frame has opening used to drop the falling mass from a control height of 0.9 meter with accurate guidance.
3. Striker: falling ball with a mass of 0.8 Kg and diameter of 50 mm was used as a striker which repeatedly dropped throughout the guide system on to the slab until failure.



Figure 2. Impact Test Apparatus

3. Results and Discussions

The drop weight impact test was used to investigate the variation in the impact strength of concrete with different fiber volume percentage used in the concrete mixes. Concrete slabs with a thickness of 30mm and square of 50*50 cm were used. In this test, the number of drops for the weight on the slab was counted at two stages. The first one was when the first crack observed in the slab specimen. At this point, the number of drops was recorded. The second one was the number of drops at failure of the slab Fig. 3. The number of drops at failure was determined when the crack in the specimen widen and propagate from the center to the

edges of the tested Slab. Consequently, the energy absorbed by the concrete from one drop is calculated from the concept of free drop weight energy where the energy (E) was calculated using the following formula:

$$E(\text{joule}) = m * g * h * n \quad (1)$$

m = mass of the dropped weight (kg) = 0.8 Kg
g = gravitational acceleration (m/s^2) = 9.81 m/s^2
h = height of the dropped weight (meter) = 0.90 m
n = number of drops
The energy absorbed from one drops is 7.06 joules.



Figure 3. Failure mode for slab under drop weight load (Impact test).

For result analysis, Tables were prepared to summarize the test results for the specimens of concrete after 28 days of curing. The tables show for the number of drops recorded at first crack and at failure for the three different fiber volume fractions in addition to that of plain concrete (without fiber) to compare with. From these results, the energy absorbed was calculated using the mentioned formula and recorded in the same table in the next columns. In addition, the results were presented in figures to show the effect of adding fibers on concrete impact resistance.

3.1. Impact Results for Concrete Grade 30MPa

The average number of drops for each three similar concrete samples are counted and recorded in Table 2, Comparing the Impact energy results shown in Fig. 4. The results show that slabs resist 7, 8, 11, and 15 drops for concrete 30 MPa with fiber contents 0, 0.5%, 1%, 1.5% respectively before cracks starts to appear in the concrete. In addition, these slabs resist to the failure point 11,13,16, and 20 number of drops.

Table 2 - Energy absorbed by concrete grade 30 MPa using impact test for different fiber volume percentages (L_{fibers} = 3cm)

Mix Code	Fiber Content %	Number of Drops		Energy Absorbed (Joule)	
		at first crack	at failure	at first crack	at failure
M30 0 00	0.0%	7	11	49.44	77.70
M30 3 05	0.5%	8	13	56.51	91.82
M30 3 10	1.0%	11	16	77.70	113.01
M30 3 15	1.5%	15	20	105.95	141.26

From these results, it was observed that adding fibers increased significantly the energy absorbed by the concrete 30 MPa slabs when subjected to drop weight impact loads the energy absorbed at first crack increased 14%, 57%, and 114% when adding 0.5%, 1.0%, and 1.5% fiber volume fractions respectively.

At failure, the improvement in the resistance to impact loads represented by energy absorbed increased 18% ,45% and 82% for the tested three fiber volume fractions as shown in table 3. In addition, it was noted that for fiber content equal to 1% and 1,5% the percentage of increase in the energy absorbed was more effective at first crack phase than that of failure as shown in Table 3 and Fig. 4.

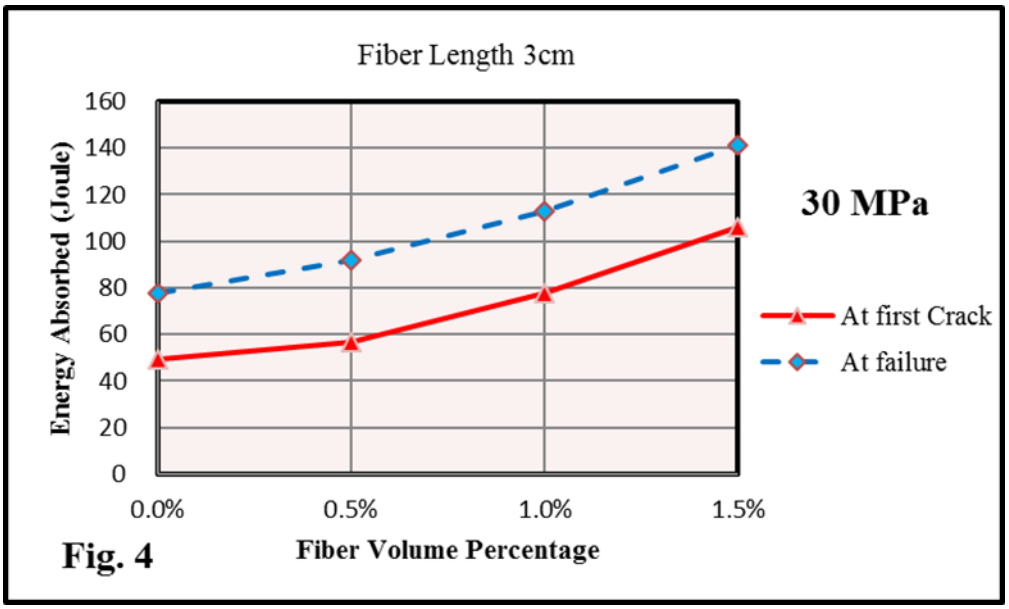


Figure 4. Energy absorbed by concrete Grade 30 MPa using impact test for different fiber volume percentages (lf = 3cm)

Table 3- % of Energy absorbed increase for concrete grade 30 MPa using 3cm fibers with different fiber volume percentages.

Mix code	Fiber Content %	% of energy increase at first crack	% of energy increase at failure
M30 3 05	0.5%	14%	18%
M30 3 10	1.0%	57%	45%
M30 3 15	1.5%	114%	82%

3.2. Mode of Failure

In the impact test, the slabs were hit by a steel ball at their center. The cracks start to appeal at the slab center. The more the drops the more cracks will propagate toward the edges until reaching the failure point when the ball penetrates the slab at center or slabs fails down.

Fig. 8 shows that the control slab (0% fiber content) of strength 30 MPa fails at 11 drops which is relatively a small number compared to a slab of same compressive strength with 1.5% fiber content which survived an additional 9 drops as shown in Fig. 9; significantly, the cracks propagate with more drops until slab reaches failure at 20 blows.

In fact, all slabs with no fibers showed 4 major crack lines that initiated at center and navigated till it reached the edges at midpoints between corners.



Figure 8. Slab of concrete 30 MPa without fiber at failure point (11 drops)

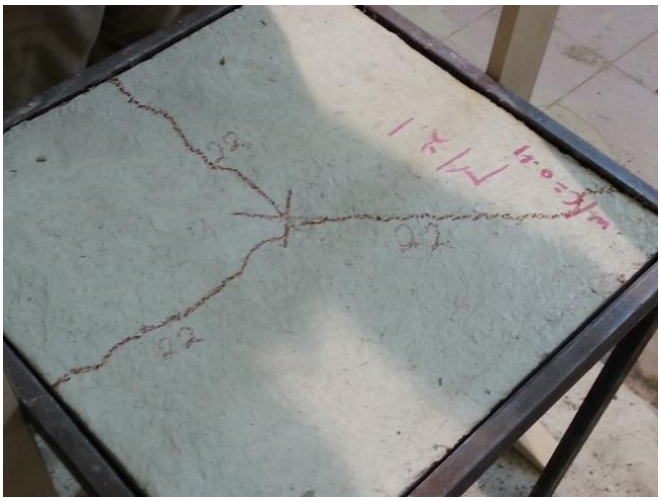


Figure 9. Slab of concrete 30 MPa with 1.5% fiber content at failure point (20 drops)

The mode of failure persists for all slab with no fibers. As has been noted, the addition of fibers had a contributory role in changing this mode. In detail, the distributed fibers had not only enhanced the concrete resistance to impact but also changed the cracks paths. Furthermore, the major crack lines were reduced to 3 lines thus fibers enhanced the performance of concrete by preventing some cracks from showing.

4. Conclusion and Recommendations

The impact resistance test by drop weight method shows that adding Natural Palm fiber to concrete improves significantly the resistance of concrete to impact loads up to 82% for 30MPa, when adding 1.5% of fiber content. In addition, the percentage of the energy absorbed at initial crack and at failure phase increases with the increase of fiber content and this is because of the better adhesion between the fiber surface and the cement matrix in the concrete that guarantees more resistance to impact loads.

In view of the outcomes and finishes of this work, the accompanying are regions in which the author feels additionally research would be gainful and impactful:

- Investigation on the Impact resistance when fiber reinforced concrete subjected to different severe environments and higher concrete grades.
- Effect of slab thickness and temperature changes on the impact resistance of Fan Palm Natural Fiber Reinforced Concrete.

References

[1] Benhelal, E., Rafiei, A. and Shamsaei, B., "Green Cement Production: Potentials and Achievements.", International Journal of Chemical Engineering and Applications, 3(6): 407-409, (2012).

[2] Vahidi, E. and Malekabadi, M., " GRC and Sustainable Building Design.", GRC Istanbul, (2011).

[3] Machaka, M., Basha, H., Abou Chakra, H. and ElKordi, A., "Alkali Treatment of Fan Palm Natural Fibers for Use in Fiber Reinforced Concrete", European Scientific Journal, 10(12): 187-195, (2014).

[4] Machaka, M. M., Basha, H. S., and ElKordi, A. M., "The Effect of Using Fan Palm Natural Fibers on the Mechanical Properties and Durability of Concrete", International Journal of Materials Science and Engineering. doi: 10.12720/ijmse.2.2.76-80, (2014).

[5] Machaka, M. and ElKordi, M., "Experimental study of the effect of adding fan palm fibers on concrete durability exposed to severe environments", 2nd International Conference on Bio-based Building Materials & 1st Conference on ECOlogicalvalorisation of GRAnular and FIbrous materials, June 21th - 23th , Clermont-Ferrand, France, (2017) .

[6] Kriker, A., Debicki, G., Bali, A., Khenfer, M. and Chabannet, M., "Mechanical properties of date palm fibres and concrete reinforced with date palm fibres in hot-dry climate.", Cement and Concrete Composites 27(5): 554-564, (2005).

[7] Yahaghi, J., Che Muda, Z. and Bnt Beddu, S., "Impact resistance of oil palm shells concrete reinforced with polypropylene fibre.", Construction and Building Materials 123: 394-403, (2016).

[8] Ramakrishna, G. and Sundararajan, T., "Impact strength of a few natural fibre reinforced cement mortar slabs: a comparative study.", Cement and Concrete Composites 27(5): 547-553, (2005).

[9] Nematollahi, B., Voo, Y. L. and Saifulnaz, R., "Structural behavior of precast Ultra-High Performance Fiber Reinforced Concrete (UHPFRC) cantilever retaining walls: Part I — Analysis and design procedures and Environmental Impact Calculations (EIC)", KSCE Journal of Civil Engineering, 18(5): 1470-1480, (2014).

[10] Pacheco-Torgaland, F. and Jalali, S., "Cementitious building materials reinforced with vegetable fibres: A review", Construction and Building Materials, 25(2): 575-581, (2011).

[11] Banthia, N., "Current innovations in fiber reinforced concrete", Proceeding 3rd ACF International Conference-ACF/VCA, (2008).

[12] Hashim, M., Roslan, M., Amin, A., Ahmad Zaidi, A. and Ariffin S., "Mercerization Treatment parameter effect on natural fiber reinforced polymer matrix: Abrief review", World Academy of Science, Engineering and Technology, 6: 1638-1644, (2012).

[13] Portland Cement Association, "Fiber Reinforced Concrete" , Skokie, Illinois: Portland Cement Association (PCA), (1991).

[14] Imran Latif, Q.B., Abdul Rahman, I., Ahmad Zaidi, A. and Latif, K., "Critical impact energy for spalling, tunnelling and penetration of concrete slab impacted with hard projectile", KSCE Journal of Civil Engineering 19(1): 265-273, (2014).

[15] Min, K.H., Yang, J.M., Yoo, D.Y. and Yoon, Y.S., "Flexural and Punching Performances of FRP and Fiber Reinforced Concrete on Impact Loading.", Advances in FRP Composites in Civil Engineering, Proceedings of the 5th International Conference on FRP Composites in Civil Engineering, Beijing, China, 1:410, (2010).

[16] ASTM International, "Annual Book of ASTM Standards (Volume 04.02)", American Society for Testing & Materials, (2004).

[17] Dawood, E.T. and Ramli, M., "Durability of high strength flowing concrete with hybrid fibers", Construction and Building Materials, 35: 521-530, (2012).

[18] Sivaraja, M., Velmani, N. and Pillai, M.S., "Study on durability of natural fibre concrete composites using mechanical strength and microstructural properties", Bulletin of Materials Science, 33(6): 719-729, (2010).

[19] Zhang, W., Zhang, N. and Zhou, Y., "Effect of flexural impact on freeze–thaw and deicing salt resistance of steel fiber reinforced concrete", Materials and Structures, 49(12): 5161-5168, (2016).

[20] Knight, S. and Elavenil, S., "Impact Response of Plates Under Drop Weight Impact Testing", Daffodil International University Journal of Science and Technology 7(1): 1-11, (2012).

[21] N. Banthia, S. M., A. Bentur and M. Pigeon., "Impact Testing of Concrete Using a Drop-weight Impact machine", Experimental Mechanics, (1989).

[22] Banthia, N., "Enhancing Impact and Blast Resistance of Concrete With Fiber Reinforcement," H.J. Pasman and I.A. Kirillov (eds.), Resilience of Cities to Terrorist and other Threats. NATO Science for Peace and Security Series Series C: Environmental Security. Springer, Dordrecht, 171-187 (2008).

[23] ACI Committee 544, "State-of-the-Art report on fiber reinforced concrete", ACI Journal Proceedings, 70(11): 729-744, (1973).

[24] ACI Committee 544, "Measurement of properties of fiber reinforced concrete", ACI Materials Journal, 85(6): 583-593, (1988).

SINGLE DEGREE OF FREEDOM APPROACH OF A REINFORCED CONCRETE BEAM SUBJECTED TO BLAST LOADING

Yehya Temsah[1], Ali Jahami[1], Jamal Khatib[1*], Seyhan Fırat[2]
[1]Faculty of Engineering, Beirut Arab University, Beirut, Lebanon, j.khatib@bau.edu.lb
[2]Technology Faculty, Gazi University, sfirat@gazi.edu.tr

Abstract

Many engineering problems need time and effort to be solved. But with some modern methods, these problems are no longer existing. One of the most complex issues is the analysis of structural elements exposed to blast waves, where this type of analysis is a special case of dynamic analysis. This research will discuss how to analyze a reinforced concrete beam exposed to shock waves using the Single Degree of Freedom method (SDOF). This method requires certain factors to be taken into consideration and what will be discussed in the following paper. Experimental results for several beams under explosion are chosen to be studied and analyzed using this method. These experiments were done by Chinese researchers in National University of Defense Technology. A double check was done by comparing the SDOF results with a finite element analysis using the advanced software ABAQUS.

1. Introduction

A blast loading is defined as a sudden dissipation of energy [1]. This leads to a sharp rise in pressure which forms a wave referred to as a "Blast Wave". The wave travels at a very high speed initially and subsequently decreases as the wave front propagates. Figure 1 shows that the pressure's amplitude has two regions: the positive phase region and the negative phase region.

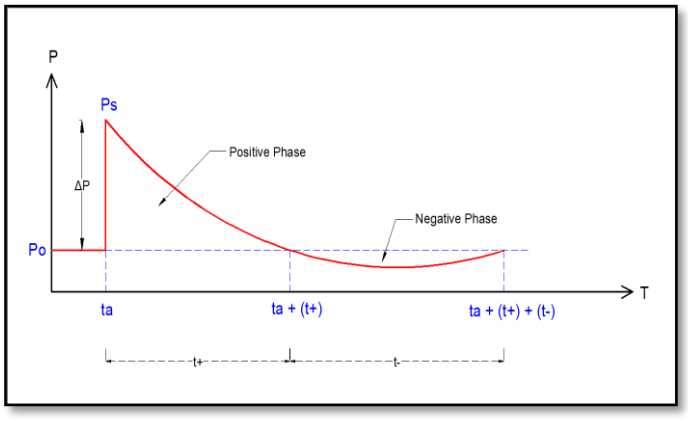


Figure 1. Ideal blast wave behavior [1]

Owing to the complexity of studying the reinforced concrete (RC) structures under dynamic loading conditions and to find their response, the usage of a simplified method is required for design purposes. Reinforced Concrete Beams can be studied as a single degree of freedom (SDOF) system. This system will have the same properties and behavior as the real beam. Therefore, it's important to use the transformation factors which are based on the deformed shape of structure in order to transform it into a SDOF system as shown in Figure 2.

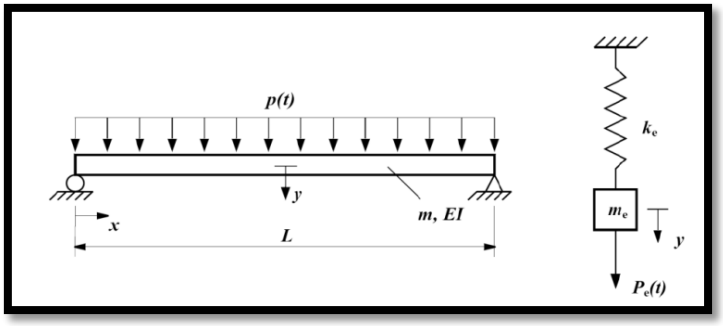


Figure 2. SDOF transformation

In this case the beam will be a simply supported beam, so the transformation factors according to UFC 2008 code [2] and are presented in Table 1.

Table1. Transformation factors [2]

Range of Behavior	Mass factor "K_M"	Load factor "K_F"	Resistance factor "K_R"	Load-mass factor "K_{MF}"
Elastic	0.5	0.64	0.64	0.78
Plastic	0.33	0.5	0.5	0.66
Average	0.42	0.57	0.57	0.72

As for the value of stiffness for a uniformly loaded simply supported beam it will be:

$$K = \frac{384EI}{5L^3} \quad (1)$$

Where "EI" is flexural stiffness and "L" is the beam span.

When the beam comes to rest, it would have passed through different stages due to the action of dynamic loading. Figure 3 shows the variation in beam stiffness at different stages of loading. The first linear part of the curve is referred to as state 1 before the cracking of concrete. The post cracking state until the yield of steel is referred to as state 2. Biggs [3]suggested an equation for flexural stiffness of a simply supported beam based on the value of stiffness for states 1 and 2:

$$K' = \frac{bd^3}{2}(5.5\rho + 0.083) \quad (2)$$

Where "K'" is the modified stiffness, "b" is the beam width, "d" is the effective depth of the beam, and "ρ" is the steel reinforcement ratio.

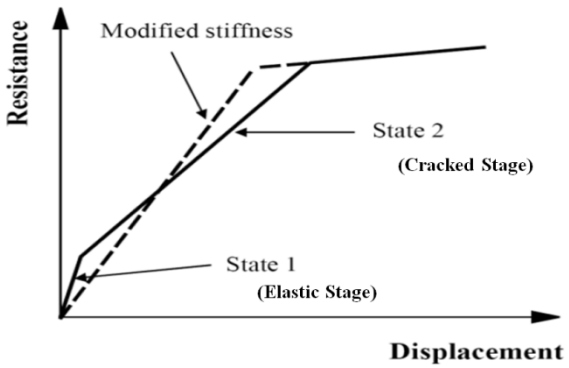


Figure 3. Different stages of beam resistance [3]

The transformation factor has different values depending upon the state is elastic or plastic. The modified value of the transformation factor of the two states has been suggested by Biggs [3]. Another important property that must be defined for an appropriate SDOF analysis is the fundamental period, which can be calculated as shown in equation (3). Also it can be related to the circular frequency too:

$$T = 2\Pi\sqrt{\frac{(K_{MF})m}{K}} = \frac{2\Pi}{\omega} \tag{3}$$

By combining these parameters, the single degree of freedom system can be found as below:

$$(K_{MF})m\ddot{u} + Ku = p(t) \tag{4}$$

This equation will be analyzed and solved as a differential equation in the next parts.

The behavior of concrete subjected to dynamic loading is not the same as concrete under static loading. Figure 4 indicates that the strength and stiffness of concrete under dynamic conditions is higher than those under static conditions. The tensile and compressive strength of concrete at different strain rates were investigated by many researchers [4]. Also the behavior of reinforcing steel is affected by dynamic load conditions. The yield strength and the ultimate strength increase due to strain rate effect. However, the elastic modulus of steel does not seem to be affected.

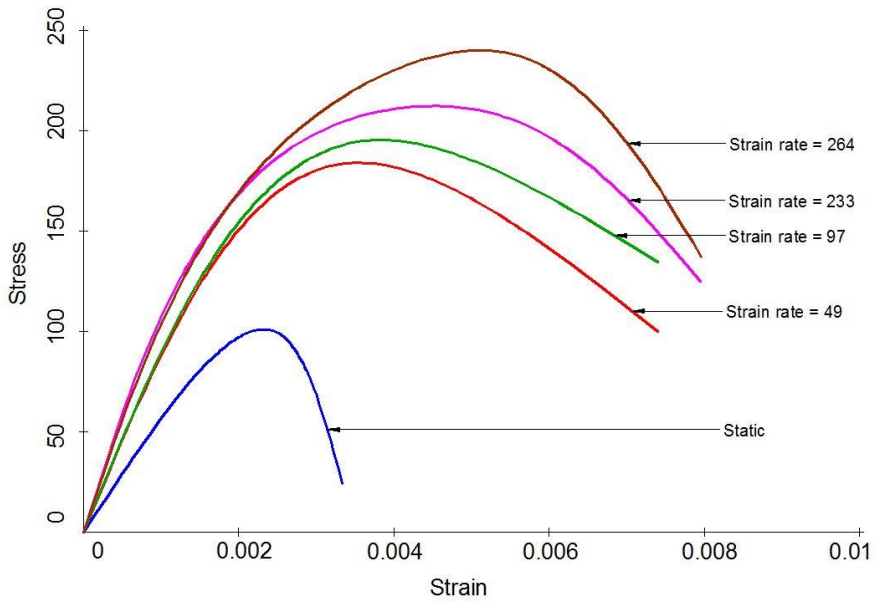


Figure 4. Uniaxial compressive behavior of concrete at different strain rates [4]

2. Aim and Scope of the Research

The purpose of this paper is to simulate the behavior of simply supported beams exposed to blast load using a single degree of freedom analysis. The results of this analysis (i.e. SDOF) will be compared with the experimental data that was conducted by Zhang et al [5] and with a finite element modeling presented in a previous investigation for the same experiment.

3. Experimental Investigation

According to the experiment that was carried out by Zhang et al [5], there are 3 sets of reinforced concrete beams (RCB), representing three different sizes; (850mmx75mmx75mm), (1100mmx100mmx100mm) and (1350mmx125mmx125mm) corresponding to a ratio of 3:4:5. The reinforcing bars used for the tensile, compressive as well as the hoop reinforcement had a diameter of 6mm. The hoops were spaced equally at 60mm from centre to centre. Further details about the beams and reinforcement are provided in Table 2. Uniaxial compressive strength of concrete is designed to be 40 MPa whereas the yield strength and ultimate strength of reinforcement steel are 395 MPa and 501 MPa respectively. TNT explosive was used in the experiment conducted by Zhang et al [5]. It is compressed to a cakey cylinder suspended over the center of RC beam, and is ignited by an electronic detonator which is inserted at the top. The beam is supported using a steel frame as shown in Figure 5. The mid span displacement of the beam is measured using steel needles which can move only along the vertical direction.

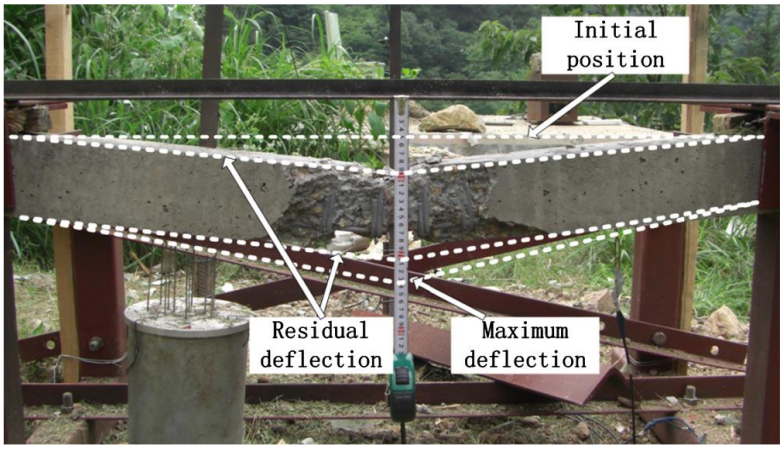


Figure 5. Experimental setup [5]

Table 2. Experimental program

Beam	*Dimension (mm)*	*TNT (Kg)*	*Standoff distance (m)*
B2-1	100x100x1100	0.36	0.4
B2-2		0.45	0.4
B2-3		0.51	0.4
B2-4		0.75	0.4

4. Single Degree of Freedom Analysis

The first step of analysis is to find the equivalent triangular load for simplifying the analysis. The main thing to take into consideration is that both the real pressure curve and approximated triangular load must give the same impulse or in other words the area under load curve, Figure 6. Also The Load-Displacement curve or what called (Resistance-Displacement curve) will be assumed to be Elastic perfectly plastic behavior as described by Magnusson [6] and shown in Figure 7.

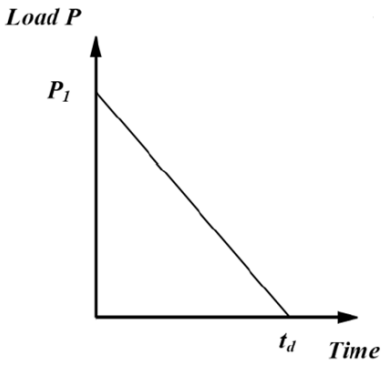


Figure 6. Approximated Load-time curve

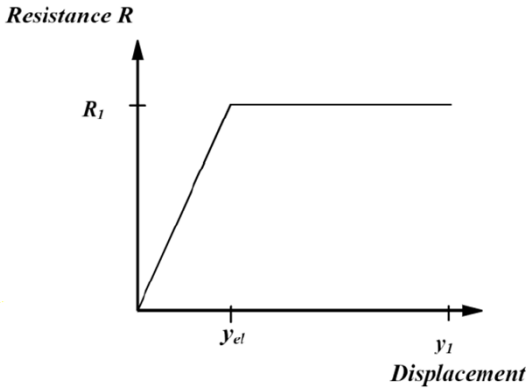


Figure 7. Modified Load-Displacement curve. Magnusson [6]

By using these simplified curves, the equation of motion can be solved by the Duhamel's integral. It is a method based on representing the applied force as a sequence of infinitesimally short impulses. The response of the system to an applied force, *p(t)*, at time *t* is obtained by adding the responses to all impulses up to that time. Thus:

$$u(t) = \frac{1}{m\omega_n}\int_0^t p(\tau)\,\sin[\omega_n(t-\tau)]\,d\tau \tag{5}$$

The final solution of the differential equation (equation of motion mentioned in equation (4)) will be divided into two responses: Elastic range response and plastic range response as shown in equation (6) and (7):

1- Elastic response:

$$y = \frac{P_1}{K}\left(1-\cos(\omega t)\right)+\frac{P_1}{Kt_d}\left(\frac{\sin(\omega t)}{\omega}-1\right) \tag{6}$$

2- Plastic response:

$$y = -\frac{P_1}{6K_{MF}mt_d}\left(t-(t_{el})\right)^3+\left(\frac{P_1-R_1}{2K_{MF}m}\right)-\left(\frac{P_1 t_{el}}{2K_{MF}mt_d}\right)(t-t_{el})^2+y'_{el}(t-t_{el})+y_{el} \tag{7}$$

Where"P_1"is the maximum applied force, "R_1"is the maximum resistance force, "t_{el}" is the time period for the elastic response, and "t_d"is time period for the applied load.

The dynamic reaction value is very important in order to design the structural element against shear failure. According to Biggs [3], the equilibrium of real element is considered as shown in Figure 8.

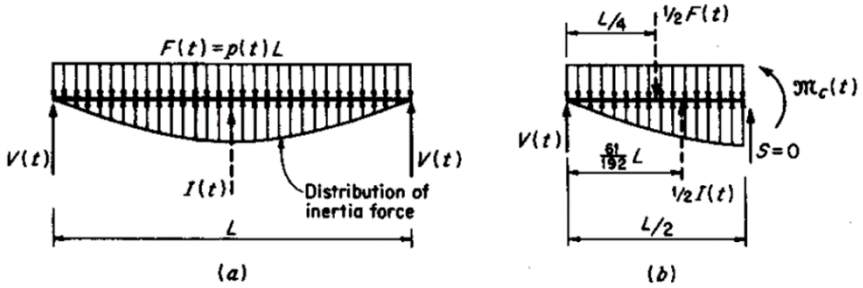


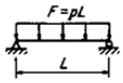
Figure 8. Dynamic Reaction. [3]

As a general equation Biggs [3] suggested formulas for several cases as shown in Figure 8:

$$V(t) = X_r.R(t) + X_p.P(t) \quad (8)$$

Where the factors X_r and X_p can be determined from table 3:

Table 3. Dynamic reaction factors [3]

Loading diagram	Strain range	Load factor K_L	Mass factor K_M		Load-mass factor K_{LM}		Maximum resistance R_m	Spring constant k	Dynamic reaction V
			Concentrated mass*	Uniform mass	Concentrated mass*	Uniform mass			
	Elastic	0.64	....	0.50	....	0.78	$\frac{8\mathfrak{M}_P}{L}$	$\frac{384EI}{5L^3}$	$0.39R + 0.11F$
	Plastic	0.50	....	0.33	....	0.66	$\frac{8\mathfrak{M}_P}{L}$	0	$0.38R_m + 0.12F$

5. Results and Analysis

Table 4 shows the Mid-span displacement for both Experimental and SDOF analysis.

Table 4. Mid span displacement

Beam	Mid-Span Displacement (mm)		Absolute Error %
	Experimental[5]	SDOF	
B 2-1	9	7.9	12.2
B2-2	25	22.1	11.6
B2-3	35	31.3	11.1
B2-4	40	34	15

Figures 9 to 12 show the comparison between the displacement using the finite element method that was presented in a previous investigation and the single degree of freedom method (SDOF).

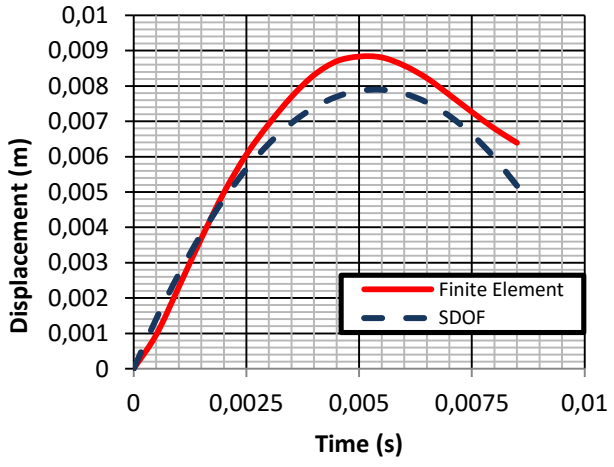


Figure 9. Mid-Span displacement for beam B2-1

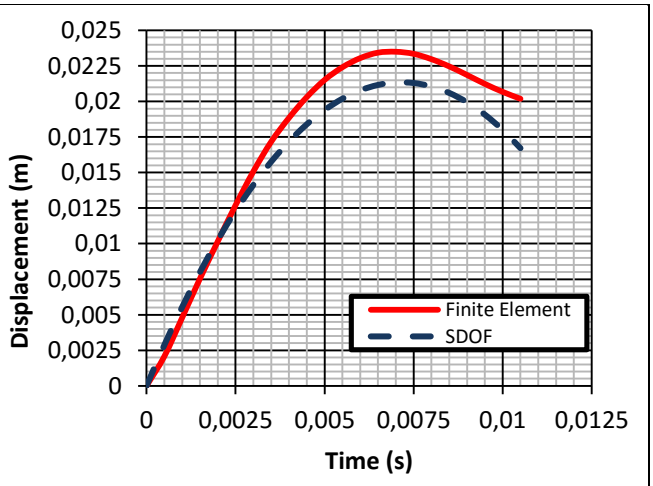


Figure 10. Mid-Span displacement for beam B2-2

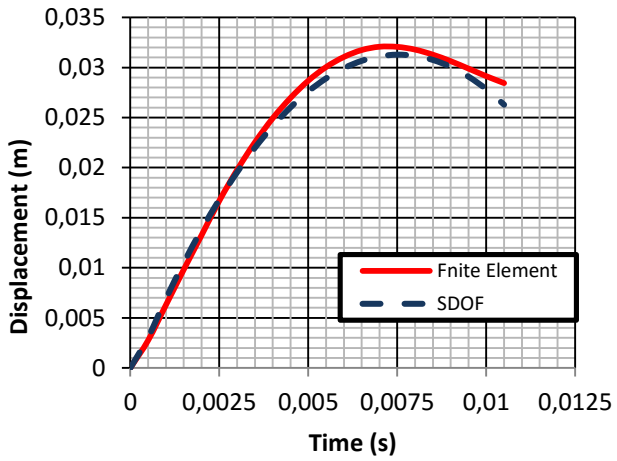


Figure 11. Mid-Span displacement for Beam B2-3

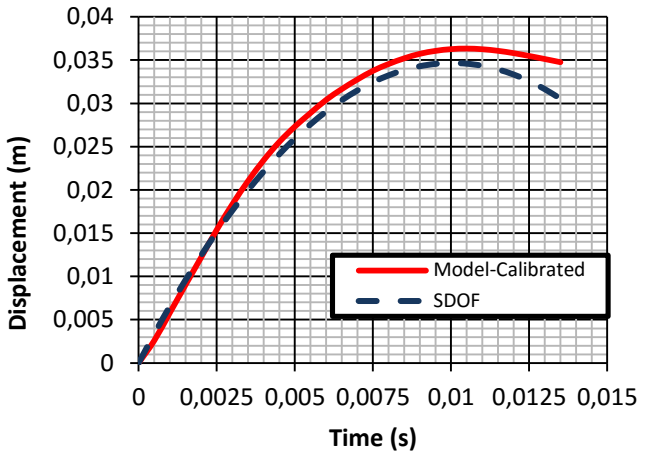


Figure 12. Mid-Span displacement for beam B2-4

Also support reactions for both SDOF analysis and Finite Element Approach are presented in Table 5:

Table 5. Support Reactions

Beam	Support Reaction (KN)		Absolute Error %
	SDOF	Numerical	
B2-1	90	105	14.3
B2-2	252	270	6.6
B2-3	286	305	6.2
B2-4	358	380	5.8

As seen from previous figures and tables, the single degree of freedom analysis gave close results to the real experiment (Mid span displacement). Another comparison was done between the SDOF and finite element modeling for the same experiment in ABAQUS, and it gives pretty good results in both mid span displacement and support reactions, which gives us an indication on the importance of using such a simple method (SDOF) in this type of analysis.

Figure 13 shows the energy dissipation with respect to time. The damping dissipated energy can be neglected compared to the total energy provided to the system at first peak response.

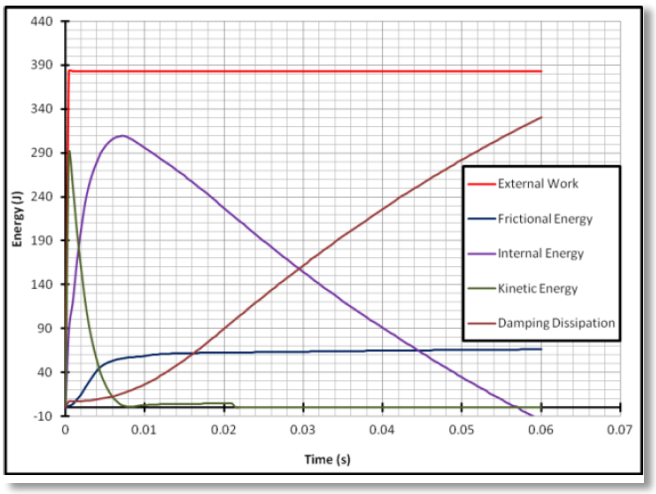


Figure 13. Energy distribution for B2-3 at peak time response

6. Conclusion

In this type of analysis (SDOF) the damping effect was neglected on the structural response because due to the peak time response (first peak in displacement curve), the damping dissipated energy was negligible (about 5% from the total energy). This is reasonable since the response time too short in blast loading analysis.

As a final conclusion, this research simulates a simply supported beam subjected to a blast loading. The results showed that the single degree of freedom analysis gives reasonable error (less than 15%) which is due to the triangular load approximation. Another point is that the CONWEP Model (built-in) in ABAQUS that used to simulate the blast effect on the beam was more accurate than the method used in SDOF analysis which depends on approximating the blast load as a triangular load with an equal impulse.

7. Further Research

Further research may include the following:

1- The effect of transformation factors for different structural elements.

2- The effect of single degree of freedom analysis for beams with different boundary conditions (e.g. fix-fix, fix-pin, fix-free).

3- The effect of SDOF analysis for different structural elements (e.g. columns, slabs, walls) subjected to blast loading.

References

[1] Ramamurthi, K. 2014, An Introduction to Explosions and Explosion Safety, Department of Mechanical Engineering, IIT Madras, from: http://nptel.ac.in/

[2] UFC, 2008. Structures to Resist the Effects of Accidental Explosions, *Unified Facilities Criteria* 3-340-02, *US. Army Corps of Engineers, Washington, D.C.*

[3] Biggs, J.M., 1964. *Introduction to Structural Dynamics, McGraw-Hill, New York.*

[4] Malvar, L.J., Crawford, J.E., 1998. Dynamic increase factors for concrete, *Department of Defense Explosives Safety Seminar (DDESB), Orlando FL, USA.*

[5] Zhang D, Yao S, Lu F, Chen X, Lin G, Wang W & Lin Y. (July 5, 2013). *Experimental study on scaling of RC beams under close-in blast loading*. Retrieved December 7, 2015 from: http: // www.sciencedirect.com /science/ article/pii/ S1350630713002203.

[6] Magnusson, J., 2007. Structural Concrete Elements subjected to Air Blast Loading, *Licentiate thesis, Royal Institute of Technology, Division of Concrete Structures, Stockholm, Sweden.*

INVESTIGATION OF EARTHQUAKE PERFORMANCE OF PRECAST RC SHEAR WALL WITH HIGH THERMAL INSULATION ABILITY

YÜKSEK ISIL DİRENÇ YETENEĞİ KAZANDIRILMIŞ ÖN DÖKÜMLÜ BETONARME PERDE DUVAR SİSTEMLERİNİN DEPREM PERFORMANSININ İNCELENMESİ

Yunes Emre Kebeli[a], Özgür Anıl[b]
[a] Gazi Üniversitesi, İnşaat Müh. Böl., Y. Lisans Öğrencisi, Ankara, Türkiye, Eposta:yunusemre1570@gmail.com
[b] Gazi Üniversitesi, İnşaat Müh. Böl., Prof. Dr., Ankara, Türkiye, Eposta: oanil@gazi.edu.tr

Özet

Bu çalışmada yüksek ısıl direnç özelliğine sahip olarak geliştirilen ön üretimli yapı sistemini oluşturan birimlerin deprem performansının deneysel olarak incelenmesi amaçlanmıştır. Yalıtım amacı ile geliştirilen kaplama malzemesi ithal ve mevcut yerli izolasyon kaplama malzemelerine alternatif ve mevcut ürünlerde gözlemlenen olumsuzluklara yol açmayacak biçimde inorganik yapıda, ekonomik ve uygulanabilir bir izolasyon kaplama malzemesi olarak geliştirilmiştir. Bu özel ısıl iletim özelliğine sahip yeni yapı sisteminin deprem performans testlerinin gerçekleştirilmesi gereklidir. Tasarlanan yenilikçi yüksek ısıl dirence sahip yalıtım malzemesinin depreme dayanıklı perde duvar yapı sistemine entegre edilecek olmasından dolayı yalıtım malzemesinden mekanik özellikler bakımından herhangi bir dayanım artışı beklentisi bulunmamaktadır. Ancak bu malzemenin entegre edildiği sistemin deprem performansına taşıyıcı olarak önemli bir katkı sağlaması beklenmese de bu yükleme etkisinde nasıl davranış göstereceği, ağır hasar alıp almayacağı, bütünlüğünü koruyup korumayacağı ve genel davranışının incelenmesi gereklidir. Bu amaçla çalışma kapsamında 1/1 gerçek boyutlarda bir döküm monolitik betonarme perde duvar ve aynı boyutlarda prefabrik ön dökümlü ısı katmanlı perde duvar deney elemanları üretilerek deprem yükelemesi etkisi altında test edilmiştir. Testler sonrasında deney elemanlarının genel yük-deplasman davranışları, dayanımları, rijitlikleri, deplasman süneklik oranları ve enerji tüketim kapasiteleri hesaplanarak yorumlanmış ve yeni üretilen ısı yalıtım katmanlı ön üretimli betonarme perde panel sisteminin deprem performansı yorumlanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Ön üretimli perde duvar, Isı yalıtımı, Deprem performansı

Abstract

This study is aimed at experimentally evaluating the earthquake performance of prefabricated structural systems with high heat resistance. The insulation material is manufactured as an alternative to domestic and exported insulation materials with an inorganic structure to prevent some known drawbacks of available alternatives. Earthquake performance evaluation of this special system is necessary. The new designed insulation material is going to be installed on an earthquake resistant shear wall system, and hence any contribution to mechanical strength of the system is not expected from the new insulation material. However, although there is no expectation in terms of load bearing capacity, its general behavior and damage vulnerability should be investigated. For this purpose a monolithic bare shear wall with actual dimensions (i.e., 1:1 scale) and a geometrically identical shear wall with installed insulation system are manufactured and tested under earthquake loading. From the test results, the load displacement relationships, strength, stiffness, displacement ductility and energy dissipation ratios of systems are comparatively plotted and interpreted.

Keywords: Prefabricated shear wall, heat insulation, Earthquake performance

1. Giriş

Bu çalışmanın temel amacı ülkemizin enerji açığı ve düşük maliyetli depreme dayanıklı konutlara olan ihtiyaç düşünüldüğünde, insanların maddi olarak güç yetirebilecekleri, yüksek ısı yalıtım özelliğine sahip, deprem dayanımlı bir yapı sistemi geliştirilerek bu yapı sisteminin deprem performansının belirlenmesi olarak tanımlanabilir. Deneysel çalışmanın birinci aşamasında geliştirilen inorganik ısı izolasyon malzemesi kullanılarak ön üretimli çift katmanlı betonarme panel duvarlar üzerinde bir modifikasyon yapılarak sistemin ısı izolasyon özelliği kazanması için bir çalışma yapılmış ve mevcut sistem ile ısı izolasyon katmanlarının entegrasyonu için bir bağlantı detaylandırması geliştirilmiştir. Daha sonra ortaya çıkan nihai ürünün deprem performansı hakkında yorumlar yapılabilmesi için panel duvar üzerinde yatay yükleme etkisi altında testler yapılmıştır. Elde edilen sonuçlar standart yapılarda kullanılan konvansiyonel betonarme perde duvarlar ile karşılaştırılarak proje kapsamında geliştirilen panel sisteminin deprem performansı hakkında yorumlar yapılmıştır. Yapılan literatür taraması sonucunda bu şekilde özel önüretimli çift katmanlı panel sistemlerinin deprem performansları ile ilgili kapsamlı bir çalışmaya rastlanmamıştır. Bu nedenle yapılacak deneylerin bu konuda çalışma yürüten firmalara ve mevcut durumdaki bilgi birikimine önemli katkılar sağlayacağı ve deneysel verilerin önem arz edeceği düşünülmektedir. Yeni geliştirilmiş ve bağlantı detayları tasarımı yapılmış olan özel ısıl iletim kalkanlı ön üretimli betonarme perde sistemlerinin deprem performans testleri bu çalışma kapsamında yapılacak olup, bu tür bir malzeme ile kaplanmış perde duvar testleri ilk defa yapılacak olan bir çalışmadır. Yapılan literatür taraması sonucunda özellikle inornagik maddeler ile üretilen, bu çalışma kapsamında özel olarak geliştirilen ısı yalıtım katmanına sahip çift katmanlı önüretimli betonarme perde duvarların deprem performansı ile ilgili kapsamlı bir çalışma olmadığını göstermiştir. Aynısı olmasa da benzerlik gösteren ve konuya ışık tutabileceği düşünülen önemli çalışmalardan bazıları burada kısaca özetlenecektir.

Quandong ve ark. (2015), çalışmalarında 3 adet 1/1 ölçekli çift katmanlı betonarme perde duvarını, deprem yüklerine benzeşim gösteren yatay tersinir tekrarlanır yükler etkisinde test etmiş ve bir döküm monolitik perde duvarlar ile performanslarını karşılaştırmışlardır. Yürütülen deneysel çalışmada bir adet bir döküm monolitik betonarme perde, iki adet ise çift katmanlı önüretimli betonarme perde duvar sistemi test edilerek sonuçlar karşılaştırılmıştır. Yapılan çalışma sonucunda çift katmanlı önüretimli betonarme perde duvar sistemlerin monolitik betonarme perde duvar ile benzer deprem performansı sergilediği, enerji tüketim kapasitesi, rijitlik ve deplasman süneklik oranlarının birbirlerine yakın davranış gösterdiği görülmüştür [1].

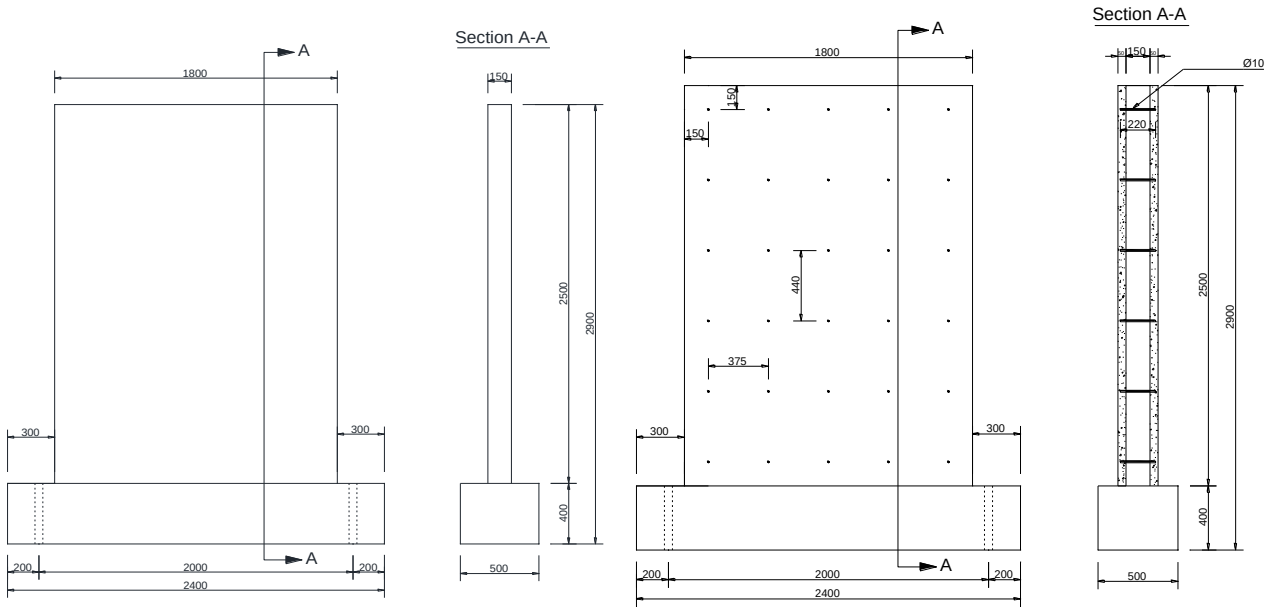
Wibowo, (2017) çalışmasında yalıtım malzemesi olarak EPS kullanılan ve aynı zamanda bu yalıtım katmanı önüretimli betonarme perdenin dökülmesinde kalıp görevi gören yalıtım katmanlı 3 adet önüretimli betonarme perde duvar deney elemanı test etmiş ve deprem performansı ile ilgiliolarak yorumlar yapmıştır. Çalışma kapsamında betonarme perde duvar yükseklik/en oranı değişken olarak ele alınmıştır. Deneysel çalışma sonucunda EPS yalıtım katmanlı önüretimli betonarme perde duvarların deprem performansı ile ilgili olarak önemli bulgulara ulaşılmıştır [2].

Gombeda ve ark. (2017), çalışmalarında iki yalıtım levhası arasında yer alan ve kalıp olarak bu levhalardan faydalanılarak dökülen önüretimli betonarme perde duvar sistemlerinin panele dik olarak etkiyen düzlem dışı yüklemeler etkisi altıdaki davranışının analitik olarak hesaplanabilmesi için matematiksel bir model önermişlerdir. Önerilen analitik model kullanılarak düzlem dışı yüklemeler etkisinde ısı yalıtım katmanlı önüretimli betonarme perde duvarların yük-deplasman davranışı ile ilgili olarak tahminde bulunulmaktadır. Önerilen analitik model literatürde yer alan bazı deney sonuçları ile karşılaştırılarak ne ölçüde başarılı sonuçlar verdiği ile ilgili doğrulama çalışmaları yapılmış ve oldukça başarılı sonuçlar verdiği görülmüştür

Deneysel çalışma kapsamında iki adet deney elemanı üretilip test edilmiştir. Birinci deney elemanı yenilikçi olarak ilk defa test edilecek ısı kalkanlı ön üretimli deprem perdeleri ile aynı geometrik boyutlara sahip standart betonarme perde duvarlardır. Daha sonra aynı geometrik boyutlara sahip ikinci deney elemanı geliştirilen özel ısıl yalıtım kalkanlı ön üretimli perde duvar şeklinde üretilerek test edilecek ve elde edilen sonuçlar birinci test elemanının deneysel sonuçları ile karşılaştırılarak yeni sistemin deprem performansı ve genel davranışı ile ilgili yorumlar yapılacaktır.

2. Deneysel Çalışma

Deneysel çalışma kaspamında 1 adet monolitik bir döküm betonarme perde duvar, 1 adet çift ısı yalıtım katmanlı önüretimli betonarme perde duvar olmak üzere, toplamda 2 adet deney elemanı test edilmiştir. Deney elemanları orta ölçekte yükseklikli, bir betonarme perde-çerçeveli taşıyıcı sisteme sahip betonarme yapının en alt perde duvarını modelleyecek şekilde 1/1 ölçekte üretilmiştir. Betonarme perde duvar deney elemanlarının yükseklik/en oranları (2500/1800) 1.39 olacak şekilde tasarlanmıştır. Betonarme perde duvarların yükseklik/en oranları 1.0 değerinden büyük olması nedeniyle eğilmenin baskın olduğu bir davranışın meydana gelmesi beklenmektedir. Birinci ve ikinci deney elemanlarının geometrik boyutları tamamen özdeş olup, sadece ikinci deney elemanında her iki yüzde ısı yalıtım katmanı bulunmakta olup, perde duvar önüretimli perde duvar detaylarına göre donatılandırılmıştır. Deney Elemanlarının geometrik boyutları Şekil 1'de verilmiştir.

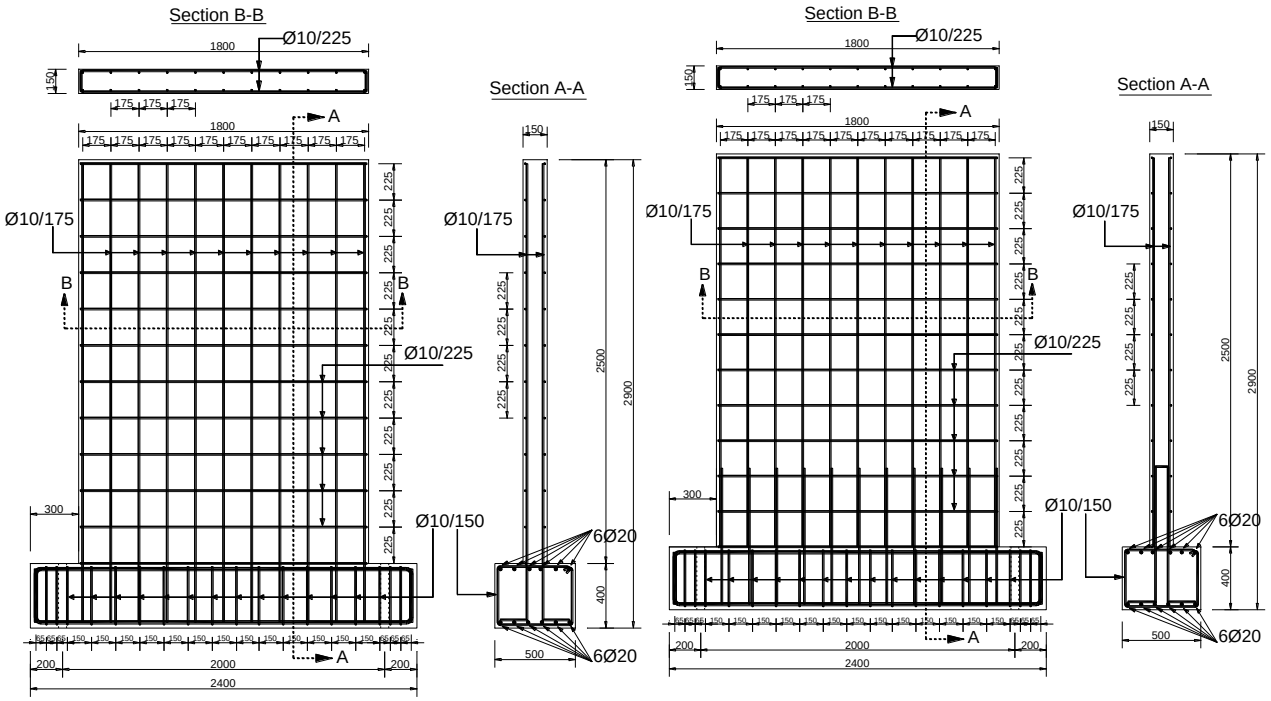


Şekil 1. Deney Elemanlarının Geometrik Boyutları

Isı katmanı ile ön üretimli betonarme perde duvar arasındaki bağlantı amacıyla yerleştirilecek olan ankraj çubukları için kalıplara düşeyde 440 mm, yatayda ise 375 mm aralıklarla matkap yardımıyla Ø10'luk ankraj donatılarının yerleştirilmesi için delikler açılmıştır. Deney elemanlarının donatı imalatı laboratuvar ortamında iki deney elemanı için tek seferde temin edilen özdeş özellikteki inşaat demiri kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Deney elemanlarının imalatında STIII sınıfı nervürlü donatı kullanılmıştır. Deney elemanlarında betonarme perde yatay, düşey donatıları ve temel kesme donatısı olarak ϕ10 mm çapında nervürlü inşaat demiri, temel boyuna donatısı olarak ise ϕ20 mm çapında yine nervürlü inşaat demiri kullanılmıştır. Deney elemanlarının donatı detayları Şekil 2'de verilmiştir.

Deney elemanlarının beton dökümleri esnasında alınan 150 x 150 mm boyutlarındaki standart küp numuneler bilgisayar kontrollü ve yükleme hızı ayarlanabilen bir beton presi kullanılarak beton basınç dayanımlarının belirlenmesi için deney elemanlarının test edildiği zaman kırılmıştır. Yapılan testler sonucunda deney elemanlarının beton basınç dayanımları hazır beton santralinden istendiği şekilde 25-30 MPa aralığında elde edilmiştir.

Deney elemanı 2 her iki yüzeyinde izolasyon katmanına sahip önüretimli betonarme perdedir. İzolasyon sağlayan katman yapı itibarı ile bünyesinde yüksek oranda su bulunduran ve çok akışkan bir malzemedir. Betonarme elemanların her iki yüzeyine de 50 mm kalınlıkta dökülecektir. 35 mm olarak kesilen ankraj donatılarının 50 mm'lik ısı katmanı içerisinde kalarak ısı katmanı ve betonarme perde arasında bağlantının sağlanacağı düşünülmektedir.



Şekil 2. Deney Elemanlarının Donatı Detayları

Isı izolasyon katmanının üretilmesinde üç temel malzeme kullanılmıştır. Bu malzemeler beyaz renkli PÇ 52.5 yüksek dayanımlı çimento, su ve özel bir kimyasal katkıdır. Karışım iki aşamada hazırlanmıştır. İlk olarak 23 lt su ile bir torba 50 kg beyaz PÇ 52.5 çimento 5-10 dakika karıştırılarak bir çimento harcı yapılmıştır. İkinci aşamada bir başka yerde 33 lt su ve 0.66 lt özel kimyasal katkı malzemesi karıştırılarak su köpürtülmüş ve toplamda 225 lt köpük elde edilmiştir. Son olarak ayrı ayrı hazırlanan 225 lt köpük ile çimento harcı birbiri ile 3-5 dakika karıştırılarak son karışım elde edilmiştir. Elde edilen son karışım basınçlı bir tanka aktarılarak kompressör ile deney elemanlarına pompalanmış ve ısı katmanı dökümü gerçekleştirilmiştir. Bu işlemin yapılması için özel bir karıştırma haznesi, basınçlı tankı ve kompressörü bulunan bir makineden faydalanılmıştır. Isı izolasyon katmanı üretimi aşamasından alınan fotoğraflardan seçilen bir örnek Şekil 3'de verilmiştir.



Şekil 3. Isı İzolasyon Katmanı Üretimi

Deneyler Gazi Üniversitesi Teknoloji Fakültesi Yapı Mekaniği Laboratuvarında yer alan rijit duvar ve döşeme deney düzeneğinde gerçekleştirilmiştir. Deney elemanları beton dökümü esnasında temel kirişi

içerisinde bırakılan pimaj borulardan geçirilen 40 mm çapında yüksek dayanımlı saplamalar ile laboratuvarda yer alan rijit deney döşemesine dik şekilde mesnetlenmiştir. Deney elemanlarına deprem yüklemesine benzeşim gösteren yatay tersinir tekrarlanır yükleme laboratuvarda rijit yükleme duvarında yer alan çelik yükleme sistemi ile deney elemanı arasında kurulan yükleme kolonu aracılığı ile uygulanmıştır. Deney elemanlarına uygulanan yatay yükleme 800 kN basınç, 600 kN çekme kapasiteli bir hidrolik kriko ve pompa sistemi uygulanmış ve uygulanan yükleme ise 1000 kN kapasiteli bir yük hücresi ile ölçülmüştür. Deney elemanları üzerinden elektronik deplasman ölçerler ile kat deplasmanı, rijit ötelenme, rijit dönme, perde duvar üzerinden maksimum moment bölgesinden moment –eğrilik ve iki çapraz doğrultuda kesme çatlağı genişliği ölçümleri alınmıştır. Deneyler esnasında düzeltilmiş kat ötelenme oranı- yük grafiği takip edilerek deneyler gerçekleştirilmiştir. Deney düzeneği Şekil 4'de verilmiştir.



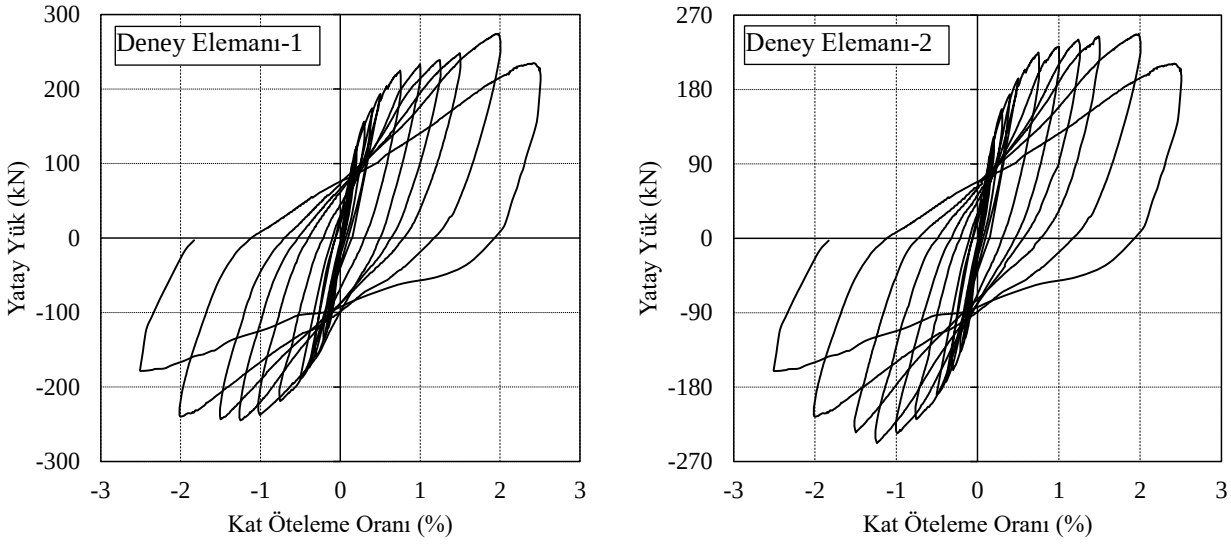
Şekil 4. Deney Düzeneği

Deney elemanlarına uygulanan yatay deprem yüklemesi prosedürü tüm deney elemanlarına özdeş olarak uygulanmıştır [4]. Yüklemeler deplasman kontrollü yapılmış olup, kat ötelenme oranının değişimine göre deney elemanlarına yükleme uygulanmıştır. Her deney elemanına toplam 12 yükleme çevrimi yapılmıştır.

3. Deney Sonuçları

Deneysel programda ilk test edilen deney elemanı bir döküm boşluksuz betonarme perde deney elemanıdır. Deney elemanına uygulanan yatay yükleme etkisi ile ilk olarak perde duvar maksimum moment bölgesi olan temel kirişi ile birleşim ara kesitine yakın bölümlerde yatay eğilme çatlakları meydana gelmeye başlamıştır. Deney elemanına uygulanan ilk %0.1 ve %0.15 kat ötelenme oranları yükleme çevrimlerinde test elemanı

çok rijit davranış göstermiş ve çatlak genişlikleri son derece sınırlı bir şekilde kılcal düzeyde kalmıştır. Artan yükleme etkisiyle deney elemanında meydana gelen eğilme çatlağı sayısı ve genişlikleri artış göstermiş, betonarme perde duvar iç bölümüne doğru gelişme göstererek ilerlemiştir. %0.2 ve %0.3 kat ötelenme oranı yükleme çevrimlerinde deney elemanı rijitliğini korumasına rağmen, meydana gelen çatlak sayısı ve genişliklerinde artış görülmüştür. Bu aşamadan sonra artan yükleme ile %0.4-%0.75 kat ötelenme oranları arasında deney elemanının hem ileri hem de geri yükleme yönünde rijitliğinde önemli bir değişiklik meydana gelmiş ve deney elemanında meydana gelen eğilme çatlağı sayısı ve genişliklerinde önemli miktarda artış görülmüştür. Betonarme perde deney elemanında meydana gelen eğilme çatlakları ilerleme gösterek sol ve sağdan başlayan eğilme çatlakları perde duvar ortasında birleşmiş ve tek bir çatlak haline gelmiştir. Özellikle temel kirişi ve betonarme perde duvar birleşim bölgesindeki eğilme çatlaklarının sayısında ve genişliğinde artış olmuştur. Deney elemanı ileri yükleme yönünde 224 kN yük düzeyi %0.75 kat ötelenme oranında, geri yükleme yönünde ise 237 kN yük düzeyi ve %1.0 kat ötelenme oranı değerlerinde perde duvar boyuna donatıları akma kapasitelerine ulaşmıştır. Deney elemanında bu kat ötelenme düzeylerinden sonra uygulanan yatay yük etkisiyle akma dayanımına ulaşan betonarme perde duvar donatılarında pekleşme etkisiyle deney elemanında hem ileri hem de geri yükleme yönünde taşıma gücünde bir miktar daha artış meydana gelmiştir. Deney elemanında artış gösteren yatay yük kapasitesi ileri ve geri yükleme yönlerinde %2.0 kat ötelenme oranına kadar devam etmiş, ileri yükleme yönüde deney elemanının maksimum taşıma gücü değeri 274 kN, geri yükleme yönünde ise 240 kN değerine kadar çıkmıştır. Bu yükleme artışı esnasında deney elemanında en dışta yer alan betonarme perde donatılarında dışarı doğru burkulma ve beton kabuk betonunda dökülmeler meydana gelmiştir. Ayrıca temel kirişi ile perde duvarın birleşim bölgesinde en dış bölümlerde betonda ezilmeler her iki yükleme doğrultusunda da gözlenmiştir. Deney elemanı ileri ve geri yükleme yönlerinde %2.5 kat ötelenme oranına çıkılan yükleme çevriminde en alt köşelerde betonda meydana gelen ezilme ile o bölgedeki betonarme perde düşey donatılarında burkulmanın meydana gelmesi sonucunda taşıma gücünde önemli bir düşüş meydana gelmiş ve deney elemanı göçmüştür. Deney sonucunda elde edilen yük deplasman grafiği Şekil 5'de ve deney esnasında alınan hasar durumu fotoğraflarından seçilen örnekler ise Şekil 6'da verilmiştir.



Şekil 5. Deney Elemanlarının Yük-deplasman Grafikleri

İkinci seri çift ısı katmanlı önüretimli betonarme perde duvar sistemlerin ilk test elemanı boşluksuz tam dolu perde duvarlı deney elemanıdır. Bu elemanın deney elemanı-1'den farklılığı proje kapsamında geliştirilen özel ısı katmanı ile her iki yüzünden kaplanmış olması ve betonarme perde bölümünün önüretimli elemanlarda olduğu gibi temel kirişi ile bağlantısının filiz donatıları ile sağlanması, düşey perde donatılarının temel kirişi içerisinde sürekli olarak devam etmemesidir. Bu eleman geometrik boyutlar ve donatı detayı olarak deney elemanı-1 ile bu iki farklılık haricinde diğer bütün özellikleri tamamen özdeştir. Deney elemanına uygulanan yatay yüklemenin artması ile önüretimli perde duvarın temel kirişi ile birleşim bölgesinde kılcal düzeyde eğilme çatlakları meydana gelmeye başlamış ve %0.4 kat ötelenme oranına kadar

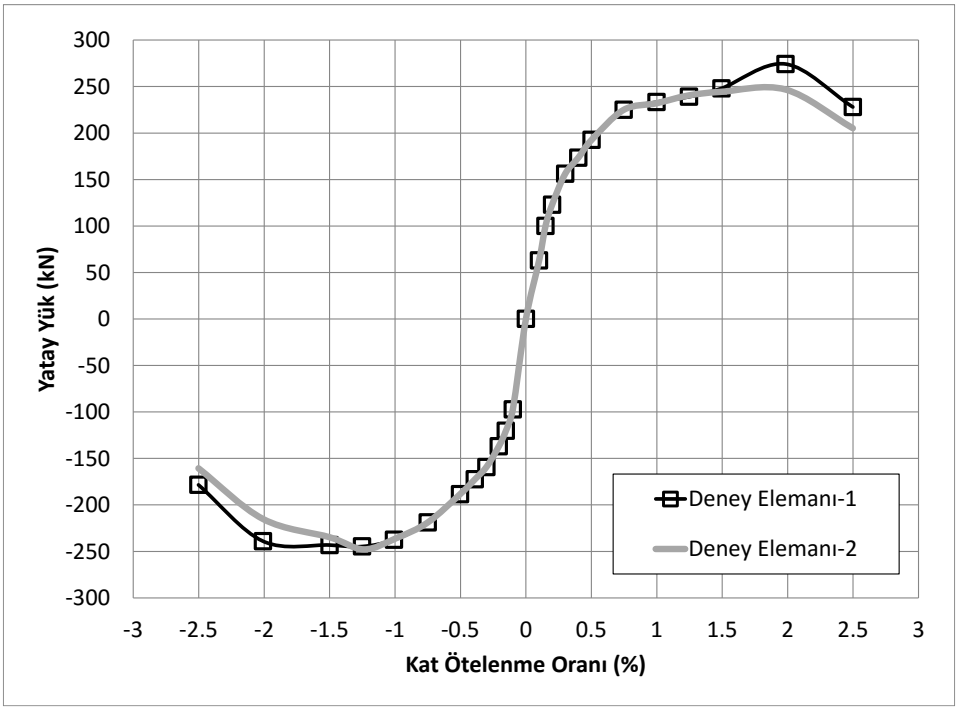
eğilme çatlaklarının genişliği ve sayısı sınırlı düzeyde kalmış, deney elemanı rijitliğinde önemli bir değişiklik meydana gelmemiştir. Deney elemanında bu yükleme düzeyi ve kat ötelenme oranında önüretimli perde duvar yüzeylerini kaplayan ısı izolasyon katmanında herhangi bir çatlak, hasar veya yüzeyden ayrılma meydana gelmemiş, çatlaklar sadece perde duvarın açıkta olan yan yüzlerinden ve temel kirişi ile birleşim ara kesitinden takip edilmiştir. Deney elemanında %0.4 kat ötelenme oranından sonra hem ileri hem de geri yükleme yönlerinde rijitlikte önemli bir değişim meydana gelmiş ve önüretimli perde duvarda meydana gelen eğilme çatlaklarının sayısı ile genişlikleri artış göstermiştir. İleri yükleme yönünde %0.75 kat ötelenme oranında deney elemanı 225 kN yük düzeyinde, geri yükleme yönünde ise %0.75 kat ötelenme oranında 219 kN yük düzeyinde deney elemanı perde duvar donatılarında temel kirişi ile birleşim bölgesinde akma meydana gelmiştir. Daha sonra deney elemanı ileri yükleme yönünde %2.0 kat ötelenme oranına kadar önüretimli perde duvar donatılarında pekleşme etkisiyle taşıma gücünü bir miktar artırmış ve ileri yükleme yönünde 247 kN maksimum taşıma gücüne ulaşmıştır. Deney elemanı geri yükleme yönünde ise taşıma gücününde artış meydana gelmemiş ancak önemli bir kayıp olmadan %2.0 kat ötelenme oranına kadar taşıma gücünü korumuştur. Deney elemanı perde donatılarında akmanın yaşandığı yükleme çevrimi ile %2.0 kat ötelenme oranı çevrimi arasında hasar temel kirişi ile perde duvar ara kesitinde yoğunlaşmış ve önüretimli perde duvarın en dış alt köşelerinde betonda ezilmeler ile kabuk betonunda dökülmeler meydana gelmiştir. %2.0 kat ötelenme oranı çevriminde ilk olarak sağ alt köşe ileri yükleme yönünde beton kabuğundaki ezilme sonrası düşey temel filiz donatısında burkulma meydana gelmiştir. Daha sonra aynı yükleme çevriminde geri yükleme yönünde sol köşe betonu ezilerek, temel filizi donatısı burkulmuştur. Deney elemanına uygulanan %2.5 kat ötelenme oranı çevriminde hem ileri hem de geri yükleme yönünde taşıma gücünde önemli bir düşüş meydana gelmiş ve sol alt köşeme temel filiz donatısı koparak deney elemanı göçmeye ulaşmıştır. Deney elemanında yer alan ısı katmanında perde donatılarında akmanın yaşandığı yükleme çevrimine kadar önemli sayılabilecek herhangi bir hasar meydana gelmemiş ve meydana gelen çatlaklar kılcal düzeyde kalmıştır. Bu aşamadan sonra ısı katmanında meydana gelen hasar önüretimli betonarme perde duvarda beton kabuğunda dökülmenin ve donatılarda burkulmanın yaşandığı perde duvar alt köşe noktalarında yoğunlaşmıştır. Isı katmanı büyük kat ötelenme oranlarına kadar minimum hasarla, dağılmadan, bütünlüğünü koruyarak ve perde duvardan ayrılmadan kalmıştır. Deney sonucunda elde edilen yük deplasman grafiği Şekil 5'de ve deney esnasında alınan hasar durumu fotoğraflarından seçilen örnekler ise Şekil 6'da verilmiştir.



Şekil 6. Deney Elemanlarının Hasar Dağılımları

4. Deney Sonuçlarının Karşılaştırılması ve Yorumlanması

Testler sonucunda deney elemanlarının yük-deplasman grafikleri kullanılarak zarf grafikleri çizilmiştir. Zarf grafikleri deney elemanlarına uygulanan ileri ve geri yükleme yönlerindeki yükleme çevrimlerinin maksimum tepe noktalarının birbirleriyle birleştirilmesi ile oluşturulmuştur. Deney elemanlarının zarf grafikleri kullanılarak deplasman süneklik oranları ve rijitliklerin nasıl değişim gösterdikleri hesaplanmıştır. Ayıca yük-deplasman grafikleri kullanılarak deney elemanları tarafından tüketilen enerji miktarları hesaplanmıştır. Deneyler sonucunda elde edilen akma kapasiteleri, maksimum taşıma gücü, kat ötelenme oranları, rijitlikler, deplasman süneklik oranları ve enerji tüketim kapasiteleri değerleri Tablo 1'de verilmiştir. Deney elemanlarının zarf grafikleri ise Şekil 7'de sunulmuştur.



Şekil 7. Deney Elemanlarının Zarf Grafikleri

Tablo 2. Deney Sonuçları

Deney El. No	Akma Kapasitesi (kN)		Maksimum Taşıma Gücü (kN)		Kat Ötelenme Oranları (%)				Rijitlikler (kN/mm)			Deplasman Süneklik Oranı		Eneri Tüketim Kapasitesi (kj)
					Akmada		Maks. Taş. Güc.							
	İleri	Geri	İleri	Geri	İleri	Geri	İleri	Geri	Başlangıç	Akmada	Maks. Taş. Güc.	İleri	Geri	
1	224.94	-237.49	274.24	-244.73	0.75	1.0	2.0	1.25	33.00	10.98	5.31	3.33	2.50	68.00
2	224.94	-218.88	246.82	-247.81	0.75	0.75	2.0	1.25	33.00	12.25	6.46	3.33	2.67	62.57

Şekil 5.1'den de görüldüğü gibi standart bir döküm betonarme perde duvar ve özel ısı katmanlı önüretimli betonarme perde duvar sistemlerin genel yük-deplasman davranışları, akma dayanımları ve maksimum taşıma gücü değerleri birbirlerine uyumlu ve çok yakın değerlerde elde edilmiştir. Birinci betonarme perde duvar ve ikinci çift ısı katmanlı önüretimli betonarme perde duvar deney elemanlarının akma dayanımları birbirinin aynısı, maksimum taşıma gücü değerleri arasında ise sadece %11 farklılık hesaplanmıştır. Değerler birbirlerine oldukça yakın elde edilmiştir.

Birinci ve ikinci deney elemanlarının akma ve taşıma gücü değerlerinin yanısıra bu değerlere ulaştıkları kat ötelenme oranları da birbirlerine eşit ve çok uyumlu bir şekilde elde edilmiştir. Birdöküm betonarme perde deney elemanları ile çift ısı katmanlı önüretimli betonarme perde duvar deney elemanlarının akma

dayanımlarına ve maksimum taşıma gücü değerlerine ulaştıkları kat ötelenme oranları hem ileri hem de geri yükleme yönleri için özdeş olarak elde edilmiştir.

Deney elemanlarının rijitlik değerleri başlangıç rijitliği, akma rijitliği ve maksimum taşıma gücü değerindeki rijitlik olarak hesaplanarak Tablo 1'de verilmiştir. Rijitlik değerleri hesap yapılan noktanın yük değerinin aynı noktanın deplasman değerine oranlanması ile hesaplanmıştır. Başlangıç rijitliği değeri ilk %0.1 kat ötelenme oranı çevrimi için ileri ve geri yükleme yönleri için hesaplanmış ve ortalaması alınmıştır. Aynı şekilde akma rijitliği değerleri ileri ve geri yükleme yönlerinde akmanın yaşandığı yükleme çevriminin kapasite değerinin deplasmanına oranlanması ile ayrı ayrı hesaplanarak ortalaması alınmıştır. Aynı şekilde maksimum taşıma gücü rijitliği değeri için de ileri ve geri yükleme yönlerinde hesaplanan rijitlik değerlerinin ortalaması alınarak rijitlik değeri elde edilmiştir. Birinci birdöküm betonarme perde duvarı ile ikinci ısı katmanlı önüretimli betonarme perde duvarı rijitlik değerleri karşılaştırıldığında dayanım değerleri gibi rijitlik değerlerinin de birbirlerine çok yakın elde edildiği görülmüştür. Birinci ve ikinci deney elemanlarının başlangıç, akma ve maksimum taşıma gücü değerlerindeki rijitlikler arasındaki farklılıklar sırasıyla %0, %10 ve %18 olarak hesaplanmıştır. Bu değerler arasındaki farklılıklarda son derece azdır.

Deney elemanlarının hem ileri hem de geri yükleme yönleri için deplasman süneklik oranları ayrı ayrı hesaplanmıştır. Deplasman süneklik oranlarının hesaplanmasında kullanılan göçme noktası olarak deney elemanlarının maksimum taşıma gücü değerlerinin %15 azalarak %85'ine düştüğü nokta göçme noktası olarak kabul edilmiş ve bu noktanın deplasman değerleri kullanılarak deplasman süneklik oranları hesaplanmıştır. Genel olarak değerlendirildiğinde birinci birdöküm betonarme perde duvar deney elemanı ile ikinci çift ısı katmanlı önüretimli betonarme perde duvar deney elemanı deplasman süneklik oranları arasında %3 farklılık olduğu görülmektedir.

Kümülatif enerji tüketim kapasitelerinin hesaplamasında deney elemanlarına uygulanan yükleme çevrimlerinin altında kalan alanlar hesaplanmış ve üst üste toplanarak deney elemanlarının toplam tükettikleri kümülatif enerji tüketim kapasiteleri hesaplanmıştır. Bu hesaplama için yük-deplasman grafiklerinin göçme noktasına kadar olan bölümleri kullanılmıştır. Göçme noktası deplasman süneklik oranlarının hesaplanmasında kullanılan ve tanımı yapılan aynı noktadır. Birinci ve ikinci deney elemanlarının toplam kümülatif enerji tüketim kapasiteleri birbirleri ile karşılaştırıldığında birbirlerine çok yakın değerlerde oldukları ve arasındaki farkın %9 olduğu hesaplanmıştır. Bu fark oldukça az olup betonarme birdöküm perde duvar ve geliştirilen çift ısı katmanlı önüretimli perde duvar birbirlerine çok yakın ve benzer bir enerji tüketim kapasitesi sergilemişlerdir.

5. Sonuçlar

Ülkemizin enerji açığı ve düşük maliyetli depreme dayanıklı konutlara olan ihtiyaç düşünüldüğünde, insanların maddi olarak güç yetirebilecekleri yüksek ısı yalıtım özelliğine sahip, deprem dayanımı yüksek bir yapı sistemi geliştirilerek bu yapı sisteminin deprem performanslarının belirlenmesi önem arz etmektedir. Bu çalışmada yüksek ısıl direnç özelliğine sahip olarak geliştirilen önüretimli betonarme perde yapı birimlerinin deprem performansı deneysel olarak incelenmiştir. Bu amaca yönelik olarak iki adet betonarme birdöküm betonarme perde duvar ve çift ısı katmanlı önüretimli betonarme perde duvarı 1/1 ölçekli gerçek boyutlarda üretilmiş ve deprem yüklerini benzeştiren tersinir tekrarlanır yüklemeler altında test edilmiştir.

Tasarlanan yenilikçi yüksek ısıl dirence sahip yalıtım malzemesinin depreme dayanıklı olarak tasarlanmış önüretimli perde duvar yapı sistemine entegre edilecek olmasından dolayı yalıtım malzemesinden mekanik özellikler bakımından herhangi bir dayanım artışı beklentisinde bulunulmamıştır. Bu malzemenin entegre edildiği sistemin deprem performansına taşıyıcı olarak önemli bir katkı sağlaması ön görülmemiş, deprem yüklemesi etkisinde ağır hasar alıp almadığı, bütünlüğünü ne ölçüde koruyabildiği ve genel davranışının incelenmesi hedeflenmiştir. Bu amaçla çalışma kapsamında 1/1 gerçek boyutlarda bir döküm monolitik betonarme perde duvar ve aynı boyutlarda prefabrik ön dökümlü ısı katmanlı perde duvar deney elemanları üretilerek deprem yüklemesi etkisi altında test edilmiştir. Testler sonrasında deney elemanlarının genel yük-deplasman davranışları, dayanımları, rijitlikleri, deplasman süneklik oranları ve enerji tüketim kapasiteleri hesaplanarak yorumlanmış ve yeni üretilen ısı yalıtım katmanlı önüretimli betonarme perde duvar sisteminin

deprem performansı hakkında yorumlar yapılmıştır. Yürütülen deneysel çalışma ışığında ulaşılan sonuçlar aşağıda maddeler halinde sunulmuştur.

- Birdöküm betonarme perde duvar ve çift ısı katmanlı önüretimli betonarme perde duvar sistemlerinin akma ve maksimum taşıma gücü değerleri birbirlerine çok yakın ve uyumlu olarak elde edilmiştir. Bu çalışma kapsamında geliştirilen ısı yalıtımlı prefabrik olarak üretilebilecek yeni perde duvar panel sistemi taşıma gücü açısından yerinde döküm monolitik perde duvar sistemleri kadar başarılı ve iyi bir deprem performansı sergilemiştir.
- Özel olarak bu proje kapsamında tasarlanan önüretimli çift ısı katmanlı boşluksuz ve boşluklu betonarme perde duvar sistemlerinin başlangıç, akma ve maksimum taşıma gücü düzeylerinde sergilediği rijitlik değerleri ve genel olarak tüm test aşamasında artan kat ötelenme oranı ile sergiledikleri rijitlik değişim trendleri monolitik boşluksuz ve boşluklu betonarme perde duvarlar ile çok benzer ve uyumlu olarak elde edilmiştir.
- Geliştirilen ısı yalıtım katmanlı prefabrik betonarme perde sistemlerin deplasman süneklik oranları monolitik birdöküm betonare perde duvarlara yakın bir davranış göstermiştir.
- Önüretimli çift ısı katmanlı betonarme perde sistemlerin toplam kümülatif enerji tüketim kapasiteleri ve tüm deney boyunca değişim gösteren kat ötelenme oranına göre enerji tüketim kapasitelerindeki davranış trendi, betonarme monolitik bir döküm betonarme perde sistemleri ile çok benzer ve uyumlu bir şekilde hesaplanmıştır.
- Proje kapsamında geliştirilen ve önüretimli betonarme perde duvar yüzeylerine uygulanan özel ısı yalıtım katmanı testler sırasında %1.0 gibi oldukça büyük kat ötelenme oranına kadar gözlemlenebilecek önemli düzeyde bir hasar ya da çatlama olmadan, bütünlüğünü koruyarak ve önüretimli betonarme perde yüzeyinden ayrılmadan kalmıştır. Bu düzeyden sonraki kat ötelenme oranlarında perde duvar yüzeyindeki ısı katmanında meydana gelen hasarlar, önüretimli betonarme perde duvarda oluşan beton kabuğundaki ezilme ve dökülmelerin olduğu bölgelerde lokalize olmuştur. Bu bölgeler haricinde kalan ısı katmanları önüretimli perde duvar ile bağlantısını sağlayan ankrajlarda bir sorun olmadan bütünlüğünü korumuş ve hasar almamıştır. Isı katmanlarında meydana gelen hasar artan kat ötelenme oranının çok büyük oranlar olan %3.0 değerine ulaşması ile sadece ön üretimli perde duvarda göçmeye neden olan beton ezilmesi ve perde duvar donatılarında meydana gelen burulmaların olduğu bölgeler ile sınırlı kalmıştır.
- Tasarımı yapılan ısı katmanlı önüretimli perde duvar sisteminde perde duvar sisteminin göçmeye ulaştığı %3.0 kat ötelenme oranına kadar ısı katmanlarında bir dökülme, stabilite bozukluğu, can veya mal kaybına sebep olabilecek bütünsel bir düzlem dışı yıkılma vb. herhangi bir göçme mekanizması meydana gelmemiştir. Perde sistemi ve ısı katmanı arasındaki ankraj sayısı ve tasarımı başarılı bir performans sergilemiş ve ısı katmanları perde duvar yüzeylerinden ayrılmamıştır. Ayrılmalar sadece beton kabuğunun çok hasar aldığı lokal bölgelerde meydana gelmiştir. Isı katmanı malzemesi ile ankraj arasındaki aderans korunmuş ve ayrılmalara engel olmuştur.
- Bu proje kapsamında geliştirilen ısı yalıtım özelliğine sahip inorganik malzemelerden üretilen izolasyon katmanlı önüretimli betonarme perde sisteminin deprem perfomasının en az birdöküm betonarme perde duvar sistemleri kadar yüksek olduğu ve depreme dayanıklı, düşük maliyetli, enerji korunumlu konut projelerinde kullanılabilecek başarılı bir alternatif olduğu düşünülmektedir.

Teşekkür

Bu çalışma 115M037 numaralı TÜBİTAK projesinin bir bölümü olup, TÜBİTAK tarafından desteklenmiştir. Yazarlar desteleri için TÜBİTAK ve proje yürütücüsü Doç. Dr. Mucip TAPAN'a teşekkürlerini sunarlar.

Kaynaklar

[1] Quandon, X., Zhengxing, G., Zhongyuan, Z., "Behavior of double-wall precast concrete shear wall under low-cyclic reversed loading test", Advanced Materials Research, Vols. 1079-1080, pp. 354-358, 2015.
[2] Wibowo, A, "Seismic Performance of Precast Polystyrene RC Walls", ISCEE 2016, MATEC Web of Conferences,103, paper no: 02020, 2017.

[3] Gombeda, M.J., Trasborg, P.,Naito, C.J., Quiel, S.E., “Simplified model for partially-composite precast concrete insulated wall panels subjected to lateral loading”, Engineering Structures, 138,pp. 367–380, 2017.
[4] ACI374.1-05, "Acceptance Criteria for Moment Frames Based on Structural Testing and Commentary," vol. 374.1-05, ed: American Concrete Institute, 2005.

THE INFLUENCE OF CHEMICAL AND THERMAL ACTIVATION ON THE STRENGTH OF HIGH VOLUME FLY ASH CONCRETE

S. O. Nwaubani[a], J. M. Khatib[b,c]
[a]University of Witwatersrand, Johannesburg, South Africa. Sunday.nwaubani@wits.ac.za
[b]Beirut Arab University of Beirut, Lebanon, j.khatib@bau.edu.lb
[c]University of Wolverhampton, Wolverhampton, United Kingdom, j.m.khatib@wlv.ac.uk

Abstract

The use of supplementary cementitious materials is now well established in many countries. This has helped to reduce the environmental impact caused by Portland cement production, and helped to reduce the high cost of cement globally. However, the extent of the economic and environmental impact still leaves much to be desired because of the low replacement levels which have been pegged at a maximum of about 30% to ensure adequate 28 day strength development. Consequently, only a small proportion of the environmental pollution caused by industrial waste products is reduced by application of the waste products in concrete.

This paper addresses the above issue and reports the result of an investigation to assess the feasibility of increasing the volume of fly Ash used as replacement for cement by use of thermal and chemical activation. The concrete investigated contained 40% and 60% Fly Ash and were cured at 40°C. Comparison of the results reveal an increase in compressive strength and suggest that High volume fly ash, if cured at the right temperature, could be used even for structural applications and the achievable strength level could be further increased by addition of chemical activators to help with early strength development.

Keywords: High Volume Fly ash concrete, waste materials, resource efficiency, cleaner environment

1. Introduction

The construction industry can be deemed unsustainable as it consumes large quantities of resources, and the production of Ordinary Portland cement (OPC) contributes to greenhouse gas emissions that have a detrimental effect on the environment, as global warming has worsened over the years [1]. Due to the energy demand in the production of clinker it is common to desire the need to utilise supplementary cementitious materials(SCMs) in order to alleviate the environmental impact that is caused by the emission of greenhouse gases, as most of these SCMs are by-products [2]. Fly ash is one of the principal by-products of the electricity production process in thermal coal fired power stations. It is produced by burning pulverised coal in electricity generating power stations and it has become a pozzolan of choice and supplementary cementitious material in many counties.

In many countries Fly ash is used to replace a fraction of the OPC, and it is done so to produce high performances and high strength concrete [3]. The advantages and disadvantages of high volume fly ash concrete are still being researched globally [4]. It is clear however that in view of global sustainable development and resource efficiency, it is desirable that a larger amount of supplementary cementing materials are incorporated in concrete, than is currently practised worldwide. HVFA concrete has also been proven to be more durable and resource-efficient than the OPC concrete [5].

The slow strength development of HVFA concretes has appeared to be one of the topmost drawbacks [6]. Though the short term strengths are usually lower than those of OPC concrete, the pozzolanic properties of fly ash result in long-term strengths comparable to or better than conventional OPC with the rate of increase in compressive strength is dependent on the level of replacement, type of fly ash, and age of the concrete [7, 8,9].
Overall, higher long term strengths have been observed for HVFA due to the dense microstructure and smaller size of capillary pores, which result from the pozzolanic reactions and strengthening of the interfacial bond between cement paste and aggregate [10].

The long-term flexural and tensile strength of HVFA concrete may be much improved due to the continuing pozzolanic reaction strengthening the bond between paste and the aggregate. It has been observed by other researchers that addition of lime to fly ash concrete improves durability. Since fly ash react with $Ca(OH)_2$ in concrete to form new hydration products, this phenomenon can be explained and can be used to improve early strength gain in HVFA concretes.

In South Africa, Eskom, the main power utility company in South Africa, utilised 125 million tons of coal and, from there the service provider produced 36.2 million tons of ash from their coal-fired stations [11]. After the completion of the two new supercritical coal-fired 6×794MW (gross) power stations that are now currently operational, Eskom is estimated to generate an estimated 45 million tons of coal ash per year which is a direct indication of the abundance of this by-product and hence the need to utilize high volumes of it. Although large amounts of fly ash are being produced annually, only approximately 5% of the fly ash produced by Eskom is used beneficially, the rest of the fly ash is stored in ash dams and/or sent to landfills. High volume fly ash concrete being a green construction material, its use will not only conserve energy, it will result in both economic and environmental advantages [12].

This study seeks to assess the feasibility of increased field application of High Volume Fly Ash as supplementary cementitious material in concrete construction. The, tests were carried out on concrete made with and without an activator.

2. Materials

2.1.Fly Ash

SuperPozz fly ash donated by Ash Resources in South Africa was utilised in the research. A detailed layout of the percentages of fly ash utilised are fully described in the mix proportions.

2.2. Lime

The calcium hydroxide (hydrated lime) [Ca $(OH)_2$] was used in this experiment where 5% by volume of the cementitious materials was applied to mixes containing fly ash in them. The product was supplied by Protea Chemicals (Pty) Ltd which come in 25kg bags.

The cost for addition of lime in concrete has been estimated for OPC costing R75.00 on average per 50 kg and lime at R8.20 per kg as with the one used in this experiment. It is evident that increasing fly ash content substantially reduces the cost of the cementitious materials even with additional lime content as shown in the table below.

Table 1. Cost of cementitious materials with lime per m^3 of concrete

Mix	OPC(kg)	Lime(kg)	OPC Cost (Rand)	Lime Cost (Rand)	Total Cost (Rand)
Specimen 1	400	20	R600	R0	R600
Specimen 2	280	20	R450	R165	R615
Specimen 3	240	20	R375	R165	R540
Specimen 4	180	20	R300	R165	R465

2.3.Aggregates

The aggregates used were crushed aggregate supplied from the AfriSam eikenhof quarry, south Johannesburg, in South Africa. The sand was Andesite crusher sand with particle sizes conforming to the requirements of concrete mix as fines ranged from 75μm to 2.3mm.

3. Experimental details

3.1.Mix Proportion

The mix design and proportions for the 7 different mixes investigated are show in table 2 below. The percentage fly ash replacement varied from 0% to 60%, and the same mixes were considered with the addition of 5% lime. Mix1 is the control OPC only mix, Mixes 2 contains 30% fly ash; Mixes 2.1 contain 30% fly ash plus 5% activator (Lime). Mixes 3 contains 40% fly ash; Mixes 3.1 contains 40% fly ash and 5% lime. Mixes 4 contains 60% fly ash and; Mixes 4.1 contains 60% plus 5% lime as activator.

To ensure consistency in the amount of water present in the mixes, the aggregates and sand used were oven dried and the absorbed water determined (1.8% for the fine aggregates and 0.2 % for the course aggregates). This amount of water was reintroduced to the mixtures during mixing.

Table 2. Concrete Mix design quantities per m^3 of concrete -0.6 w/c ratio

Mixes	Free Water (Litres)	OPC (kg)	FA (kg)	Lime (kg)	Course Aggregates (kg)	Fine Aggregates (kg)	Absorbed Water (Litres)
Specimen 1	240	0	400	0	1200	895	18.5
Specimen 2	240	280	120	0	1200	895	18.5
Specimen 2.1	240	280	120	20	1200	895	18.5
Specimen 3	240	240	160	0	1200	895	18.5
Specimen 3.1	240	240	160	20	1200	895	18.5
Specimen 4	240	160	240	0	1200	895	18.5
Specimen 4.1	240	160	240	20	1200	895	18.5

3.2. Specimen Preparation and Slump Test

The constituents were then mixed until a uniform appearance of the mix was observed. In order to determine the workability of the mixes, a slump test was conducted for the different mixes at the different w/c ratios. Table 3 shows the results attained from the workability test. It is seen that the presence of fly ash has an effect on the workability. High volumes of fly ash increase the workability of concrete. The mixes were cast in 100mm cubes before transferring to the curing regime. A total of 238 cubes were casted, and cured in water heated to a temperature of 450ºC.

Table 3. Results attained from the slump test

Specimen No.	Mix	Slump (mm)
Specimen 1	OPC	65.00
Specimen 2	30% FA	90.00
Specimen 2.1	30% FA + Lime	75.00
Specimen 3	40% FA	105.00
Specimen 3.1	40% FA + Lime	80.00
Specimen 4	60% FA	95.00
Specimen 4.1	60% FA + Lime	125.00

3.3. Curing Regime

The cast samples were placed and sealed in individual plastic bags per mould and were left to harden in the curing bath (with the temperature set at 50˚C). After 24 hours the samples were demoulded and were cured in the curing bath for various test days (1 day, 3 days, 7 days, 28 days and 50 days).



Figure 1. Cast samples sealed in plastic bags

4. Test

4.1. Compressive strength

After curing, the cubes were removed from the curing tank, and were allowed to dry. Each cube was weighed and its mass was recorded. A uniaxial compressive strength test was conducted in order to determine the strength of the cubes 5 concrete ages (1, 3, 7, 28 and 50 days), from the 7 different mixes.

5. Results

The strength of concrete is one of the major properties that characterise concrete as a construction material of choice for a number of projects within the construction industry. It is for this reason that HVFA concrete would be considered well enough for application in construction projects if they meet or exceed the strength acquired from OPC mixes. Figures 3 below show the average compressive strength results obtained from concrete mixes containing 30%, 40% and 60% fly ash of the cementitious material along with that of OPC. All mixes containing fly ash were also activated with 5% lime {$Ca(OH)_2$} of the cementitious material in order to enhance the early age strength development.

It can be seen that the results are influenced by age, fly Ash content, and presence of activator.(chemical and thermal). Consequently, the results will be discussed under these sub-headings.

5.1. Effect of Fly Ash Content

The results in Figure shows the higher the volume of fly ash, the lower the early age strength and vice-versa with OPC concrete. However the rate of strength gain for fly ash concretes is higher than that of OPC only concrete. This suggests that the compressive strength of the fly ash concrete would most probably surpass that of OPC and continue to rise.

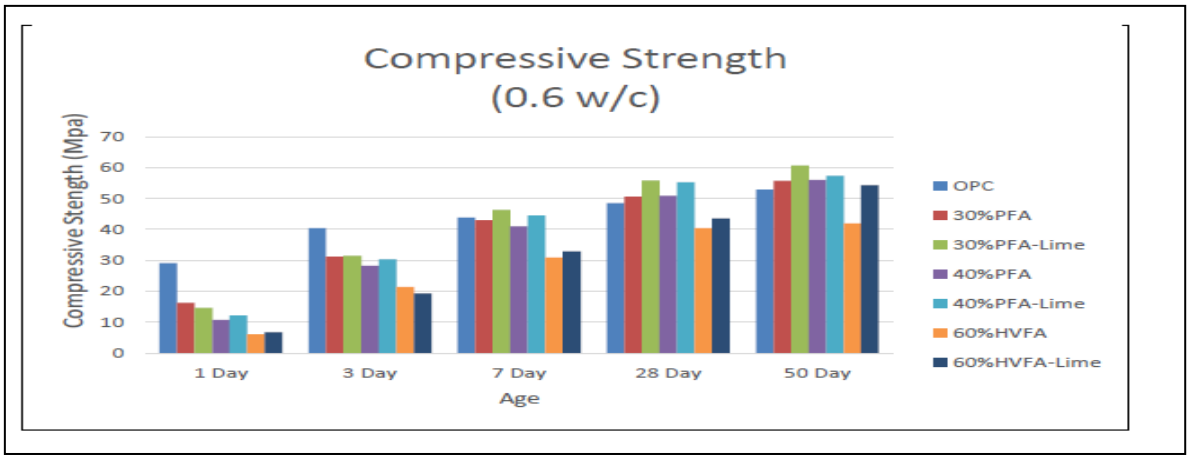


Figure 2. Compressive Strength of all mixes at 0.6 w/c ratio

5.2. Effect of Age

The compressive strength of concrete increases rapidly at early ages as soon as hardening commences and continues to gain more strength with time but at a lower rate. Figures 2 above and Figure 3 below shows the strength development of fly ash concrete with and without lime activator relative to that of OPC. The early age strength of fly ash concretes is significantly lower than that of OPC at all fly ash volumes yet surpasses that of OPC at around 28 days due to the high rate of strength development in fly ash concretes. It is observed however of the inconsistencies of the strength development at around the 28 day strength and above. This is believed to be due to the drop in curing temperatures that the Specimenimens were subjected to because of laboratory equipment failure.

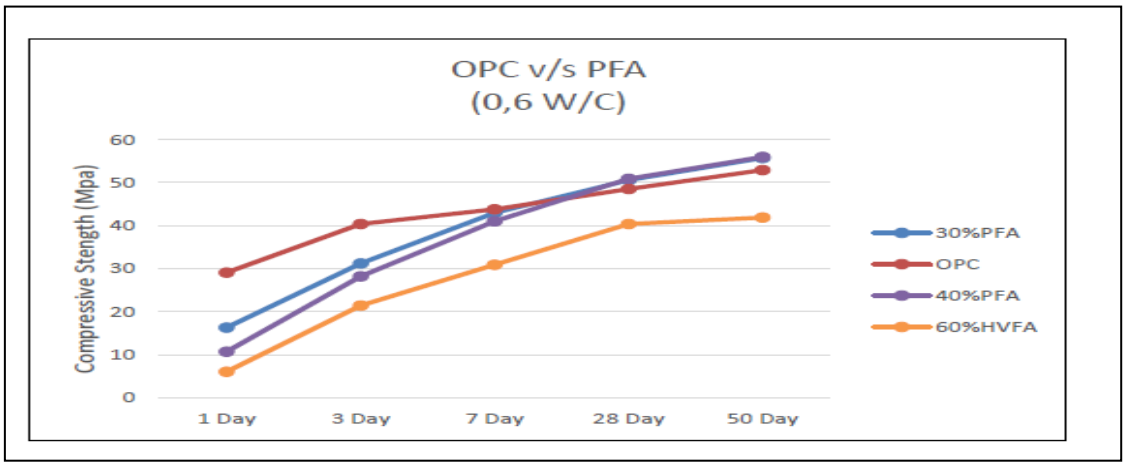


Figure 3. The strength effect of fly ash addition on 0.6 w/c concrete

5.3. Effect of Activator (Lime and curing Temperature)

Figure4 and 5 below compares the strength development of FA and OPC mixtures with and without activators. The addition of lime is shown to enhance the strength of the fly ash concretes across all ages and irrespective of the fly ash contents. The strengths at 50 days for all mixtures incorporating fly ash are greater than that of the control Portland cement mix. The increasing slopes of the curves also suggest that greater strengths are likely to be achieved beyond this age compared to the slope of the OPC curves.

An important observation is that curing at high temperature had a positive influence on the early strength development for all the mixture. All the mixture, even those containing 60% fly ash, attained structural strength levels (over 30MPa) after 7 days. It is therefore clear that combining thermal and chemical activation enhances the strength development of concretes.

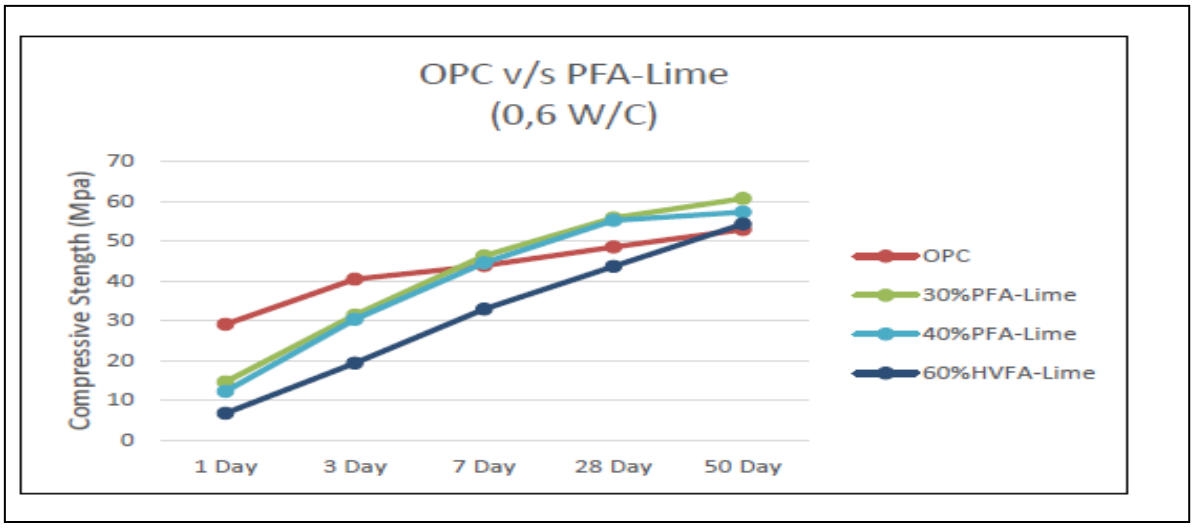


Figure 4. The effect of lime addition on strength development for PFA v/s OPC mixtures

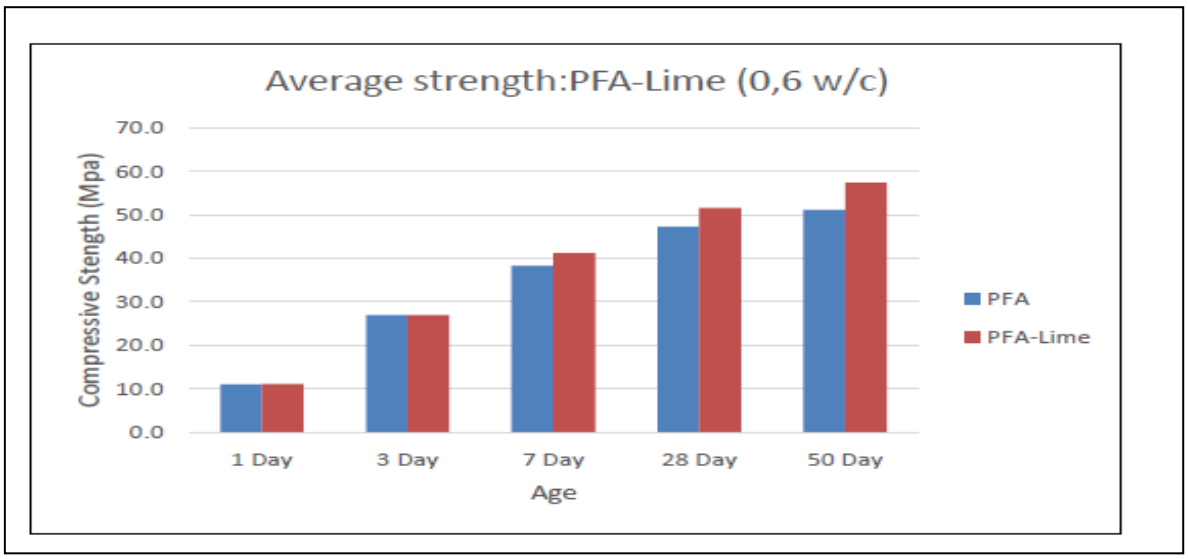


Figure 5. The effect of lime addition on strength development in PFA mixtures

6. Conclusions

This research aimed to determine and discover the effects of utilising high volumes of fly ash as a supplementary material in concrete design, and to also determine the effects of introducing lime as an activator, whilst moist curing the concrete at a temperature of 45ºC.

Based on the limited data available, the following can be concluded from the study described above:

- The inclusion of high volumes of fly ash increases the workability of concrete.
- Curing at high temperature improved the strength gain of the concrete mixtures.
- All Specimens achieved structural level strength before 28 day curing at 45ºC.
- HVFA concrete has low early age strength, but at a later stage i.e. After 28 days, the strength gain surpassed that of OPC concrete.
- HVFA concrete is a green type of concrete as it is sustainable and reduces the use of OPC which in turn reduces the carbon foot print of concrete construction
- The addition of an activator, lime, in HVFA concrete improves the strength of the concrete for the mixes considered at any w/c ratio.

- Although the cost of the HVFA mixes could be slightly higher than that of normal OPC mix, the utilisation of high volumes of fly ash has a direct and indirect economic benefit because being a waste by-product, if utilised in large amounts in structural or mass concrete, will contribute to resource efficiency, cleaner environment as less waste fly ash needing to be dumped in landfills.

References

[1] Mehta, P.K. "Performance of High-Volume Fly Ash Concrete in Hot Weather." Innovations in Design with Emphasis on Seismic, Wind, and Environmental Loading: Quality Control and Innovations in Materials/Hot-Weather Concreting, ACI SP-209, American Concrete Institute, Farmington Hills, MI, (2002), pages 47 to 52.

[2] Jongikhaya, W. and Luanne S. "GHG inventory for South Africa, 2000 -2010", IPCC, (2013), 320 pages.

[3] Wei-Jie Fan, Xiao-Yong Wang and Ki-Bong Park**, "**Evaluation of the Chemical and Mechanical Properties of Hardening High-Calcium Fly Ash Blended Concrete", *Materials* (2015), *8*(9), 5933-5952; doi:10.3390/ma8095282

[4] Hemalatha T., Ramaswamy AA review on fly ash characteristics – Towards promoting high volume utilization in developing sustainable concrete. Journal Clean Prod; 147:546-559, (2017), Doi: 10.1016.

[5] Malhotra, V. M. "High-Performance High-Volume Fly Ash Concrete". ACI Concrete International, 24, 1-5, (2002).

[6] Nwaubani, S.O., Dube, B. and Khatib, J.M. "The Influence of High Volume Pulverised Fuel Ash Content and Chemical Activation on the Properties of Concrete" 14th International Conference on Waste Management, GzO'13", Slovenia, 3rd September, (2013).

[7] Crouch, L. K., Hewitt, R. & Byard, B. "High Volume Fly Ash Concrete. World of Coal Ash (WOCA)". Northern Kentucky, USA, (2007).

[8] Desai, J. P., "Construction and Performance of High-Volume Fly Ash Concrete Roads in India". Eighth CANMET/ACI International Conference on Fly Ash, Silica Fume, Slag, and Natural Pozzolans in Concrete. Las Vegas, USA, American Concrete Institute, (2004).

[9] Mccarthy, M. J. and Dhir, R. K. "Development of high volume fly ash cements for use in concrete construction". Fuel, 84, 1423-1432, (2005).

[10] Sujjavanich, S., Sidu, V. and Suwanvitaya, P. "Chloride permeability and corrosion risk of High Volume Fly Ash concrete with mid-range water reducer, Mater J; 102 (3), (2005).

[11] Heyns M, AJ Adedeji and M Mostafa Hassan . "Utilization of Fly Ash in Road Construction in South Africa: Environmental Assessment" Proceedings of The Joint International Conference: 21st Century Human Habitat: Issues, sustainability and Development–Nigeria; pp 426-432, March (2016).

[12] Bondar, D. and Coakley, E. "Use of gypsum and CKD to enhance early age strength of High Volume Fly Ash (HVFA) pastes." Construction and Building Materials, volume 71:93-108, (2014).

THE MATHEMATICAL MODEL OF EFFECTS ON CEMENT TYPES OF HIGH TEMPERATURE

Gökhan Durmuş[a] , Fatih Koç[b], Sadık Önal[b]
[a], Gazi University, Faculty of Engineering, Department of Civil Engineering, ANKARA, Turkey, gdurmus@gazi.edu.tr
[b], Gazi University, Institute of Science, ANKARA, Turkey, kalfatih@hotmail.com, sadıkonal07@gmail.com

Abstract

In this study, a mathematical model of physical and mechanical properties of high temperature on cement mortars has been researched. Cement mortars in the measures of 40 x 40 x 160 mm have been prepared by using three different cement types such as Ordinary Portland cement (CEM I), Portland Compose Cement (CEM II/B-M 42,5R (P-L)) and Aluminum Cement (AL) of TS EN 197-1. Ultrasonic (US) and compressive Strength (CS) tests have been made after the high temperature has been implemented at the degrees of 20 ºC (Ref), 300 ºC, 500 ºC and 700 ºC for 90th-day mortars. Finally, when temperature increases, US and CS values change and decrease according to cement types. Mathematical models of CS value have been occurred according to high regression coefficient. Some increase has happened for compressive strength at the temperature of 300 ºC

Keywords: High Temperature, Mortar, Cement type

Özet

Bu çalışmada, yüksek sıcaklığın çimento türü üzerindeki fiziksel ve mekanik özelliklerinin matematiksel modeli araştırılmıştır. Çalışmada, Portland çimento (CEM II/B-M 42,5R (PÇ)), Portland Kompoze Çimento (PKÇ, CEM II/B-M 42,5R (P-L)) ve Alüminyumlu Çimento (AL) üç farklı çimento türü kullanılarak $40 \times 40 \times 160$ mm ölçülerinde harçlar hazırlanmıştır. 90. gündeki harçlara 20 ºC (Ref), 300 ºC, 500 ºC ve 700 ºC derecelerinde yüksek sıcaklık uygulandıktan sonra ultrases geçiş hızı (UGH), basınç dayanımı (BD) deneyleri gerçekleştirilmiştir. Sonuçta, sıcaklık arttıkça UGH, BD değerleri çimento türlerine göre değişmekte ve düşmektedir. En yüksek regresyon katsayısına göre BD değerinin matematiksel modelleri oluşturulmuştur. 300 ºC sıcaklıklarda basınç dayanımında bir miktar artış olmuş ama bu sıcaklık değerinden sonra sürekli bir azalma görülmüştür.

Anahtar kelimeler: Lost Foam Casting (LFC), Industrial advantages

1. Introduction

Nowadays, new cement is produced with the development of the technology and concrete produced from different cement types are used in the buildings. Different types of cement have different chemical components. They do not preserve their early properties under chemical and physical effects depending on the time and they gradually lose the chemical effects. The most important of chemical effects occurs under the high temperature. It is known that concrete shows different behavior because of cement, which concrete is produced, under the high temperature. Therefore, the high temperature happened suddenly during fire evaporates water and creates the fractures whose repair is hard. Hence, it is significant that the effects of high temperature on concrete and mortar samples are known in terms of loss of human and property.

When we examine literature; It is found a search on different cure conditions [1] and different day conditions by adding nature or artificial additives [2-4], ground limestone and river sand [5], high hearth cinder to Portland cement [6] with the effects of high temperature degrees [7-11] under different cure conditions in the varied times on the different cement. Also, there are studies about the type with Munsell color components on the conditions of micro structural[12-15] and different cooling [16, 17] [17-18] with physical material properties, and numerical analysis[18] with a digital colorimeter, and value and saturation.

The most important criteria, which affect concrete strength under high temperature, are respectively temperature rise time, exposure time to high temperature, the behavior of materials in concrete and additive agents used in concrete against high temperature, cooling conditions of concrete after high temperature. Five different cement types have been preferred in order to evaluate these criteria according to TS-EN 197-1 standard [19].

2. Materials ve Methods

2.1. Materials

In the studies, 3 different cement types have been used with the exception of CEM I, CEM II and AL. The chemical analysis results of this cement are given in Table 1. depending on the highest value for relative distribution.

Table 1. Chemical analysis results

Chemical composition (%)	CEM I	CEM II	AL
CaO	100	100	86,8
SiO_2	30,8	51,0	7,6
Al_2O_3	7,9	15,4	100,0
MgO	2,4	4,6	1,8
Na_2O	1,3	1,0	0,0
SO_3	4,6	7,2	0,4
K_2O	1,2	3,6	1,6
Fe_2O_3	4,9	6,0	39,6
Chemical residues	1,2	7,2	0,0

In the preparation of mortar samples, Rilem sand [20], obtained from Trakya Limak Cement Industry T.A.S. cement factory in accord with TS EN 196-1 standard and also Ankara city water supply have been used.

3.2. Methods

In 3 different cement samples, setting time and expansion determination according to TS EN 196-3 [20], specific gravity test according to ASTM C188-95 [21], standard consistency test TS EN 196-6 [22], water need according to ASTM C 1437 [24] have been made as proper. PÇ and PKÇ cement samples of mortar samples have been prepared according to TS EN 196-1. After all, AL cement mortar samples have been prepared according to TS EN 14647 [23]. The mortar samples have been prepared for the measures of $40\times40\times160$ mm^3 as triple-cavity mold. The mortar samples have been kept waiting for 24 hours in the laboratory temperature and removed from the pattern. The surface of the samples removed from the pattern is situated to curing pool in such a way that 5mm water will straightly remain on it by branding with the factors such as cement type, how many degrees putting in the oven, how many days it will wait and at which conditions it will be dried, and taken to be waited under 90-day condition.

High-temperature oven, whose highest temperature is 1600 ^{0}C and temperature can increase until 10 ^{0}C/min. in a minute, has been used to determine the effects of the high temperature. All mortar samples, which provide the day condition, have been waited on the stove with 85±5 ^{0}C during 24 hours. The samples removed from stove have been taken to the high-temperature oven in order to implement 150 ^{0}C, 300 ^{0}C, 500 ^{0}C and 700 ^{0}C high temperature. The mortar sticks taken from high temperature have been waited to cool in the temperature of the laboratory. According to different temperature values, this tine changes between 20-150 minutes. After cooling of mortar sticks is completed, US test is made. It is made in parallel with 160 mm measure section of mortar sticks according to ASTM C597-83 [24].

CS tests have been made according to TS EN 196-1 standard. CS values have been made by using 6 items of mortar sticks, which split in half as a result of bending test. The assessment has been made by taking

arithmetic average of the results obtained [19]. Loading speed for CS test device has been arranged as 0,5 kN/s.

The values obtained have been evaluated with the measured variance analysis technique, which has four-factor repeated. The factors used have been evaluated with four-factor variance analysis technique for 20(Ref), 150, 300, 500 and 700 ^{0}C temperature value as temperature, and five different cement as cement, cooling with water and air a cooling, 90 days as a time.

3. Results and Discussion

3.1. Cement test results

The initial and final set point, specific gravity, volume expansion, specific surface and density values for three different types of cement are given in Table 2.

Table 2. Physical test results

	Consistency, %	Set		Expansion	Specific surface,%	Density (g/cm³)
		Initial %	Final %			
PÇ	3,4	115	185	2,08	3308	3,14
PKÇ	4,5	130	200	2,1	3195	2,97
AL	4,4	240	272	3,1	3520	3,18
Standard	TS EN 196-3	TS EN 197-1				

The values in Tablo2, all values of consistency water in the standards, have been found to be under TS EN 196-3 göre 6±1 mm. It is found that the beginning and end of the socket are between at least 45 minutes and at most 375 minutes. All values of expansion water have been determined under 10mm according to TS EN 197-1. It is found that specific surface values are greater than 2800 cm²/g.

3.2. Experimental results on mortar

Mechanical tests have been started after 20 º C, 150 º C, 300 º C, 500 º C and 700 º C temperature is applied on the mortars produced from cement. US, CS tests have been made on the mortars

3.2.1. Ultrasound test results (US)

US values, which have been made in the measure of 160 mm for total 150 item mortar samples depending on the day and high-temperature values, have been given in Figure 1 as relative-dispersed in 20 º C.

When examined for cement type and day phase;

- In the 90th day of CEM I, %13 for 150 º C, %31 for 300 º C, %43 for 500 º C and %72 for 700 º C have increased.
- In the 90th day of CEM II, %17 for 150 º C, %32 for 300 º C, %44 for 500 º C and %70 for 700 º C have increased.

In the 90th day of AL, %23 for 150º C, %59 for 300 º C, %71 for 500 º C and %82 for 700 º C have increased.

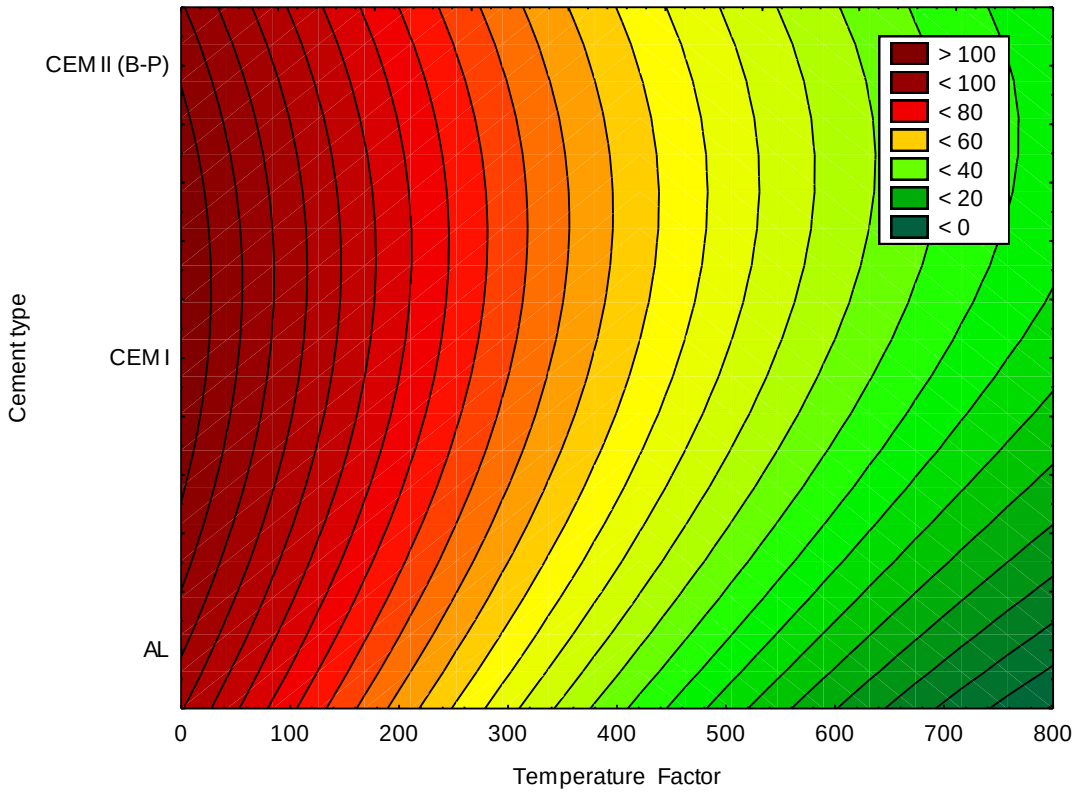


Figure 1. US values in the measure of 160 mm for total 150 item mortar samples depending on the day and high-temperature values

In the mortar, which temperature is applied, the variance analysis-measured, which is repeated with two factors of the day and five factors of temperature has been made. According to variance analysis results, it is shown that all factors at the level of $\alpha < 0.05$ meaningfulness differ from each other and are meaningful from another one. These values are shown in Table 3.

Table 3. Results of variance analysis of ultrasound data

Variance Source	The degree of freedom.	Sum of the squares.	3.1. the average of the squares	F	Significance Level (α)
Day Factor*Temp. Factor *Cement type	16	6,691	0,418	25,90	**0,00000**

When examined Table 3, it is said that there is a meaningful difference among the compares due to the fact that meaningfulness value is 0.0000 when we examine triple-condition for the cement type of Day and Temperatures from evaluation criteria. When determined the difference among the averages, Duncan test results have been given in Table 4.

In terms of US values, according to Duncan multiple compare test results made between the levels of Cement Type and high-temperature factor; It is seen that

- In 90th day, the best US value is 20° C (Ref), the lowest value is 700° C
- US values increase depending on time in all cement types,
- in 90th day, CEM I and CEM II are not different from each other, but AL is different from both each other and others
- if minimum US value is in CEM II for 28 days and in AL cement for 90th day

Table 4. Results of the Duncan test at 90th day (a and b)

Temperature factor	Different groups				
	1	2	3	4	5
700	S*				
500		S*			
300			S*		
150				S*	
20					S*

Cement type	Different groups		
	1	2	3
AL		S*	
PKÇ	S*		
PÇ	S*		

S*: Groups that different by α <0.05
S*: According to α <0.05different groups

3.2.2. Compressive Strength (CS)

Depending on the day and high-temperature values, 90-day values made in total 300 item mortar samples have been given in Figure 2 as relative-dispersed in 20 ° C.

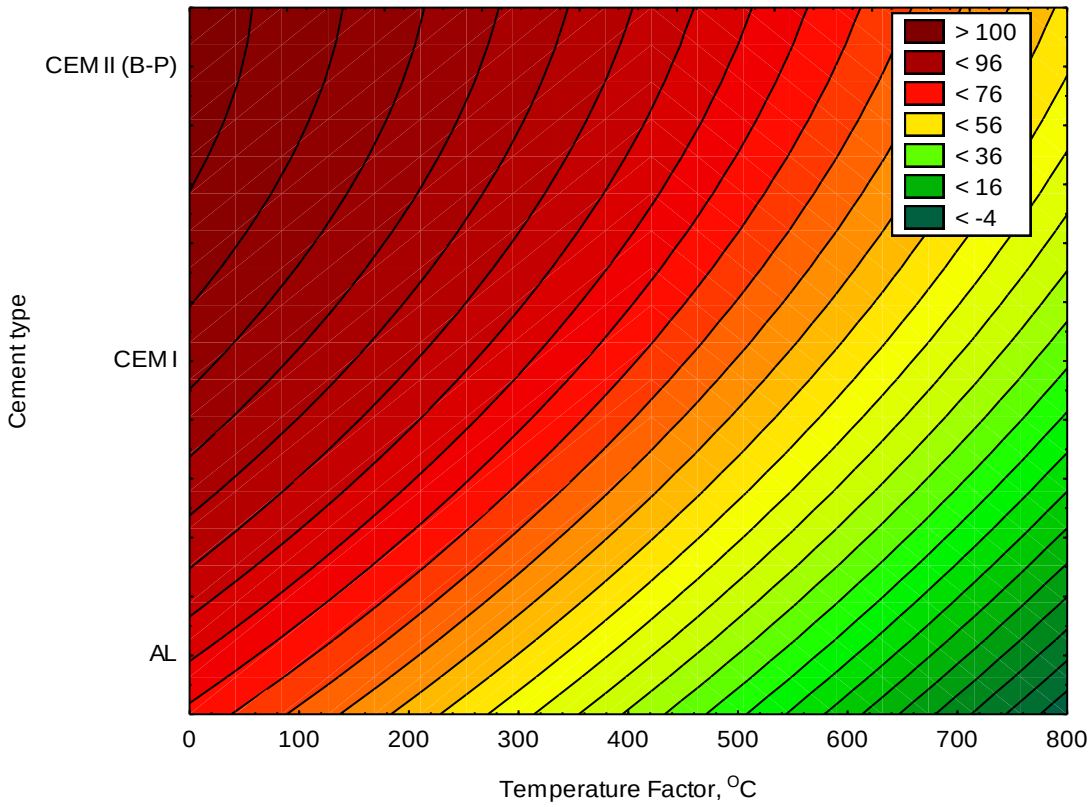


Figure 2. The compressive strength values of mortar samples in the 90th day

When examined cement type and day factor; It is seen that

- In 90th day of CEM I, %2 for 150 ° C, %6 for 300 ° C, %46 for 500 ° C and %62 for 700 ° C decrease;
- In the 90th day of CEM II, %3 for 150 ° C, %25 for 300 ° C, %16 for 500 ° C and %38 for the 700 ° C decrease.
- In the 90th day of AL, % 47 for 150° C, %56 for 300 ° C, %64 for 500 ° C and %83 for the 700 ° C decrease.

The variance analysis-measured, which is repeated with two factors of the day and five factors of temperature, has been made for mortar, which temperature is applied. According to variance analysis results, it is seen that all factors at the level of $\alpha < 0.05$ meaningfulness are different from each other and are meaningful from another one. These values are seen in Table 5.

Table 5. Results of variance analysis of compressive strength

Variance Source	The degree of freedom.	Sum of the squares.	3.2. The average of the squares	F	Significance Level (α)
Day Factor*Temp. Factor *Cement type	16	1410,3	88,1	15,70	**0,000**

When examined Table 5, it is said that there is a meaningful difference among the compares due to the fact that meaningfulness value is 0.0000 when we examine triple-condition for the cement type of Day*Temperature * Cement type* from evaluation criteria. When determined the difference among the averages, Duncan test results have been given in Table 6.

Table 6. Results of variance analysis of ultrasound data at 90 days

Temperature factor	Different groups			
	1	2	3	4
700		S*		
500			S*	
300	S*			
150	S*			
20				S*

S*: Different groups, according to α <0.05

Cement type	Different groups			
	1	2	3	4
AL			S*	
PÇ	S*			
PKÇ		S*		

S*: Different groups, according to α <0.05

In terms of CS values, according to Duncan multiple compare test results made between the levels of Cement type and high-temperature factor; It is seen that

- In 90th day, the best CS value is 20º C (Ref), the lowest value is 700º C
- CS values increase depending on time in all cement types,
- In 90th day, cement types are not different from each other,
- If minimum CS value is in 700º C for 90 days in AL cement,

Regression analysis between temperature and time has been made in order to determine mathematical model depending on compressive strength and temperature. As a result of regression analysis, regression coefficient the highest model equation has been obtained in conformity with CS and temperature – day condition (the screening has been made until 8 for its polynomial among Linear, Fourier, Rationales, Polynomial, Exponential, Logarithm, Power, Hyperbola, Sigmoidal, Peak, Waveform and Asymptotic model equations). Statistics belonging to the regression model equation are given in Table 7.

Table 7. Regression model and coefficients the correlation between CS and Temperature

	Formula	Coefficients						Formula definition	Regression
		a	b	c	d	g	h		R^2
CEM I	Y = a + b*exp(-0.5*(((x-c)/d)^2))+ g*x + h*x^2	-0,36	97,36	331,30	315,06	-0,25	0,00031	Gaussion &Parobola	0,985
CEM II	y = (a*b*x^(1-c))/(1 + b*x^(1-c))	39,24	7,0E+18	7,56	***	***	***	Lagmuir	0,829
AL	Y = a + b*exp(-0.5*(((x-c)/d)^2))+ g*x + h*x^2	221,5	-149,837	-24,7017	223,868	-0,6	0,0004	Gaussion &Parobola	0,975

4. Results

The results determined in the following from statistic evaluations on data obtained from the tests have been received. When the values are examined for 90-day; when CEM I, CEM II and AL mortar temperature value increase, US values decrease.

Although there are US there is CEM II value increase in 150 ° C and CEM I mortar, all other temperature increases decrease. Even though there are the US there is 23% increase in 150 ° C for other temperature decreases. While the temperature of mortar with AL value decreases. Although there is little increase in CS value from 300^{o}C in CEM I mortar to 500^{o}C for CEM II, it decreases in all other temperature increases. While the temperature of AL mortar increases, CS value decreases.

Acknowledgment

In this study, I would like to thank for contribution to the project code 07/2011-0, Gazi University Scientific Research (BAP) Directorate, G.Ü.T.E.F Experts Committee and G.Ü.T.F Presentation staff.

References

[1] Gülce, C., Properties of Different Cement-Produced Mortars under High Temperature and Different Cooling Conditions. Institute of Science and Technology, Eskişehir, 2009.

[2] Demirel B, Gönen Tahir., The Effect Of High Temperature On The Porosıty And Compress and Strength On The Carbon Fiber Reinforced Lightweight Concrete. Journal of Engineering Sciences 14(2):223-228, 2008.

[3] Behnood AZ, H: Effects of silica fume addition and water to cement ratio on the properties of high-strength concrete after exposure to high temperatures. Cement and Concrete Composites, 30(2):106-112, 2008.

[4] Kaya, M., High-temperature resistance of the expanded vermiculite produced using silica fume reinforced cement-based composites. Bozok University, Yozgat, 2011.

[5] Ibrahim, K., The Effect of Heat on the Compressive Strength of Silica Fume Concrete (SFC), vol. 13; 2016.

[6] Girginkardeşler, Ö.S., The Effect Of Dıfferent Cement Types On The Strength And Durability Of Mortar, Balıkesir University, Balıkesir, 2008.

[7] Karakurt, C., Maturity concept in concrete different cement, Osmangazi University, Eskisehir, 2002.

[8] Karaduman, N., Resistance to High Temperatures in Different Cements Type. Ege University, İzmir, 2008.

[9] Durmuş, G., Arslan, M., Physical Properties Of Cement Mortars Exposed To High Temperature In Various Cooling Conditions Journal of Engineering and Architectural Sciences 25(3):541-548, 2010,

[10] Sakr, K., El-Hakim, E., Effect of high temperature or fire on heavy weight concrete properties. Cement nd Concrete Research, 35(3):590-596, 2005.

[11] Topçu İ, Bekir,: Concrete technology: Uğur Ofset A.Ş; 2006.

[12] Durmuş, G., Examining Of The Effect Of High Temperature On Cement Mortar Properties And Modelling By Artificial, Gazi University, Ankara, 2008.

[13] Akman, M.S., Steel corrosion, risky detection, precautions and repair in concrete. In: 3. Edited by Bülten ST, , Sika Teknik Bülten, 3, 4, 3-10, 2000

[14] Khoury, G.A., Compressive strength of concrete at high temperatures: a reassessment.-, Magazine of Concrete Research 44(161):291-309, 1992.

[15] Durmuş, G., Arslan, M., The effects of high temperatures on the concrete pore structure. 5th International Advanced Technologies Symposium, 2009.

[16] Demir, A., Investigation of High Temperature Effect in Concrete Containing Tile Kidney. Eşkişehir: Osmangazi University, Institute of Science and Technology, Eskişehir, 2008.

[17] TS EN197-1, Cement – Part 1: Composition, specification and conformity criteria for common cements., TSE, In. Ankara, 12.04.2012.

[18] Yüzer N, Aköz F.,Kızılkanat, A: B:, : Effect of the high temperature on physical and mechanical properties of high strength concrete. TMMOB İnşaat Mühendisleri Odası 2004, XVII.Teknik Kongress.
[19] TS EN 196-1, Methods of testing cement - Part 1: Determination of strength. TSE, In. Ankara, 11.07.2016
[20] TS EN 196-3, Methods of testing cement - Part 3: Determination of setting times and soundness. TSE, In. Ankara 09.01.2017:
[21] ASTM C 188-95, Test Method for Density of Hydraulic Cement. In. Pennsylvania Annual Book of ASTM Standards, 2002.
[22] TS EN 196-6, Methods of testing cement - Part 6: Determination of fineness. In. Ankara: TSE; 09.11.2010,
[23] TS EN 14647, Calcium aluminate cement - Composition, specifications and conformity criteria. TSE; In. Ankara: 19.01.2010.
[24] C597-97 A: Standard Test Method for Pulse Velocity Througth Concrete. In. USA: American Society for testing and materials; 1997.

TUĞLA ATIKLARI, BİMS VE TABAN KÜLÜNÜN KIRMA KUM YERİNE KULLANIMININ ARAŞTIRILMASI

INVESTIGATION OF USAGE RECYCLED BRICK, BOTTOM ASH AND PUMICE INSTEAD OF CRUSHED SAND

Selçuk Memiş, Hasbi Yaprak[b], Gökhan Kaplan[c]
[a]Kastamonu Üniversitesi, Mühendislik-Mimarlık Fakültesi, Kastamonu, Türkiye, E-posta: smemis@kastamonu.edu.tr
[b]Kastamonu Üniversitesi, Mühendislik-Mimarlık Fakültesi, Kastamonu, Türkiye, E-posta: hyaprak @kastamonu.edu.tr
[c]Kastamonu Üniversitesi, Kastamonu MYO, Kastamonu, Türkiye, E-posta: gkaplan@kastamonu.edu.tr

Özet

Bu çalışmada; kırma kum (KK) yerine bims (B), taban külü (TK) ve tuğla atıkları (T) %10, 20 ve 30 oranlarında kullanılarak betonlar üretilmiştir. Elde edilen beton numunelerin 7 ve 28. günlerde basınç dayanımı ve ultrases geçiş hızı değerleri belirlenmiştir. Deneysel çalışma sonucunda atık agregaların 7 günlük basınç dayanımlarını arttırdığı ancak 28 günlük basınç dayanımlarını azalttığı belirlenmiştir. 7 günlük beton numuneler için %20 oranında atık agrega kullanımı basınç dayanımlarını arttırmaktadır. Ancak 28. günde %10 ve 30 oranında atık agrega kullanımı daha uygun olmaktadır. Taban külünün ince agrega olarak kullanılması durumunda ultrases geçiş hızlarının arttığı tespit edilmiştir. Ayrıca atık agrega oranının %30 olması durumunda da ultrases geçiş hızları artmaktadır. Tam faktöriyel deney tasarımına göre gerçekleştirilen optimizasyon sonucunda %30 oranında taban külü kullanılması gerekmektedir. Sonuç olarak; bims agregası, taban külü ve tuğla atıklarının kırma kum yerine kullanılabilirliği belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Kırmataş, tuğla atığı, taban külü, pomza

Abstract

In this study; concrete was manufactured using recycled waste brick, pumice and bottom ash instead of crushed sand. The resulting concrete samples 7 and 28 days compressive strength and ultrasonic pulse rate value is determined. Results of experimental studies on the use of waste aggregate 7-day compressive strength was determined to improve, but it was shown to reduce the 28-day compressive strength. For 7-day compressive strength of concrete samples it was determined to increase the use of 20% of waste aggregate. Bottom ash is used as the fine aggregate has realized to be increased the ultrasonic pulse velocity. Also in case of 30% of waste aggregate ratio is increasing at ultrasonic pulse velocity. According to the optimization of the value held by the full factorial experimental design, the bottom ash must be used by 30%. Consequently; instead of sand the crushing waste brick, pumice and bottom ash could be effectively used as aggregate.

Keywords: Limestone, brick waste, bottom ash, pumice

1. Giriş

Beton; basınç dayanımı, durabilite, maliyet, çok yönlü kullanılabilirlik gibi elverişli özellikleri nedeniyle en yaygın kullanılan, bununla birlikte yüksek enerji tüketimi, rezerv doğal kaynakların tüketimi ve oluşturduğu geri dönüşüm sorunları gibi nedenlerle de çevre dostu olmadığı da iddia edilen bir yapı malzemesidir [1]. Servis ömrünü tamamlayan çok sayıda yapının yıkımı, doğal afetler ve savaşların sonucu olarak inşaat atıklarının miktarı gün geçtikçe artmaktadır [2].

AB ülkelerinde her yıl yaklaşık olarak 450 milyon ton inşaat atığının oluştuğu ve bunların ancak %28'inin geri dönüştürüldüğü ve %72'sinin bertaraf edildiği görülmektedir. İnşaat atıklarının uygun yöntemlerle geri dönüşümünün artırılması ekonomik ve çevresel yönüyle gereklilik göstermektedir [3,4]. Doğal agrega

kaynakları ve çevrenin korunması, atık depolama alanlarının sınırlandırılması açısından inşaat sektörü incelendiğinde; bu sektörde en çok kullanım olanağı bulunan beton üretiminde geri dönüşüm agregalarının kullanımı önem arz etmektedir. Ayrıca bu kullanım geri dönüşüm başta olmak üzere taşımada ki yakıt tüketimi ve yapı maliyeti azaltılmasında da katkı sağlar [5-7]. Gelişmiş ülkelerin bir çoğu atık miktarlarının azaltılması ve geri dönüşümünün sağlanması konularında yaptıkları yasal düzenlemelerle yapısal atıkların geri kazanılması uygulamalarını başlatmışlardır [8]. Bu uygulamaların sonucu olarak Japonya örneği incelendiğinde; Japonya beton atıklarından elde ettiği agregaların geri dönüşüm oranında yaklaşık %98'e ulaşmıştır [9].

Kaliteli beton üretiminde temel unsur uygun özelliklere sahip agrega kullanımı, ideal karışım oranı ve uygun beton üretim yönteminin seçimi gelmektedir. Atıkların yeniden kullanılması ile elde edilecek betonlarda kullanılabilecek agregalar ise ya orijinal beton kırıkları olarak bulunmakta ya da seramik, tuğla, bims gibi atıkların parçalarından oluşmaktadır. Bu durum ise geri dönüşüm agregaları ile yapılan betonların kalitesini etkileyen bir parametredir [10,11]. Beton özelliklerine üzerine geri dönüşüm agregalarının kullanımının araştırıldığı çalışmalarda ise beton kalitesinin belirlenebilmesi amacıyla iri agrega yerine veya belirli oranlarda yer değiştirilerek kullanımının durabilite, dayanım ve işlenebilirlik üzerine etkilerinin araştırıldığı görülmektedir. Bu çalışmalarda agrega olarak genellikle beton atıkları başta olmak üzere, kiremit ve seramik atıkları kullanılmıştır [12,13].

Türkiye enerji ihtiyacının yaklaşık %28'ini enerji santrallerinden sağlamaktadır ve üretim aşamasında ise 18 milyon ton uçucu kül ve 6 milyon ton taban külü atığı oluşmaktadır. Bu atık külün ise yalnızca %1'i çimento ve beton endüstrisinde değerlendirilebilmektedir [14,15]. Küllerin agrega olarak kullanılabilme olanakları üzerine Yüksel ve Genç [16], Aggarwal vd. [17], Kurama vd. [14], Topcu ve Bilir [18], Kim ve Lee [19] taban külünü farklı oranlarda ince agrega yerine ikame olarak kullanmışlar, taban külünün betonun taze ve sertleşmiş özellikleri üzerine etkilerini araştırmışlardır.

İnşaat ve endüstri atıklarının rezerv doğal kaynakların çevreye olumsuz etkilerinin azaltılması, bu atıkların ekonomiye yeniden kazandırılması amacıyla yapılan bu çalışmada; Tuğla (T), taban külü (TK) ve bims atıkları (B)kırma kum (0-4 mm boyutunda ince agrega) ile %10, 20 ve 30 oranlarında yer değiştirilerek beton üretiminde kullanılabilirliği araştırılmıştır. Tuğla (T), taban külü (TK) ve bims atıkları (B) kullanılarak elde edilen beton numunelerinin basınç dayanımı ve ultrases geçiş hızları belirlenerek bağıl değişimleri incelenmiştir.

2. Malzeme ve Yöntem

2.1. Malzeme

Çalışmada EN 197-1 standardına uygun, CEM-I 42.5 R Portland çimentosu kullanılmıştır. Agrega olarak elek analizi, TS 3530 EN 933-1'e göre yapılan, elek analizi değerleri Çizelge 1'de verilen, kalker kökenli dört farklı kırma taş (KT) agrega kullanılmıştır. İnce ve iri KT agreganın özgül ağırlığı 2.70 g/cm^3, su emme değerleri sırasıyla 0.80 ve 0.70 olarak belirlenmiştir. Karışımda KT-I yerine ikame olarak T, TK ve B, % 10, 20 ve 30 oranlarında kullanılmıştır. T endüstriyel üretim yapan bir tuğla fabrikasından, TK Çatalağzı Termik Santralinden, B ise Isparta'da faaliyet gösteren işletmeden temin edilmiştir. T, TK ve B kırılarak 2.38 mm elekten elenmiş, elek altına geçen malzeme ikame olarak kullanılmıştır. T, TK, B'in yoğunlukları sırasıyla 2.34, 1.39 ve 2.08 g/cm^3, su emme değerleri de sırasıyla %13.05, 6.60 ve 14.03 olarak belirlenmiştir.

Beton karışımında mineral katkı olarak uçucu kül (UK) kullanılmış, uçucu kül de Çatalağzı Termik Santralinden temin edilmiştir. Çimento ve uçucu külün fiziksel ve kimyasal özellikleri Çizelge 2'de verilmiştir. Karışımda polikarboksilat esaslı süperakışlanlaştırıcı (SA) kullanılmıştır.

Çizelge 1. Kırmataş elek analizi değerleri

Elek boyutu (mm)	KT-I	KT-II	KT-III	KT-IV
	(% Geçen)			
25,4	-	-	-	100,0
19,1	-	-	-	99,5
12,7	-	-	100,0	39,4
9,5	-	-	99,6	3,1
4,75	-	100,0	52,8	0,3
2,38	100,0	82,5	2,6	0,1
1,19	88,6	54,5	0,6	0,1
0,597	70,6	29,6	0,3	0,1
0,297	44,1	13,1	0,2	0,0
0,149	18,3	4,8	0,2	0,0
0,075	0,8	0,4	0,1	0,0

Çizelge 2. Çimento ve uçucu külün kimyasal ve fiziksel özellikleri

Kimyasal Kompozisyon	**CEM I 42,5 R**	**UK**
CaO	63,48	1,73
SiO_2	20,35	55,73
Al_20_3	4,47	29,76
Fe_2O_3	3,8	5,41
Na_2O	1,43	1,96
K_20	0,19	3,11
MgO	1,02	3,3
SO_3	2,26	0,3
Serbest Kireç	1,3	-
Kızdırma Kaybı	2,63	-
Çözünmeyen Kalıntı	0,65	-
Fiziksel Özellikler		
Özgül Ağırlık g/cm^3	3,1	2,2
Blaine (cm^2/gr)	3200	3700

2.2. Metot

Deneysel çalışmada biri kontrol olmak üzere dört seri, her seri için ise üç adet beton numunesi üretilmiştir. T, TK ve B ağırlıkça %10, 20 ve 30 oranında KT-I yerine ikame edilmiştir. İnce, iri agrega ve ikame malzemeleri betonyerde kuru olarak karıştırılmış, daha sonra karışım suyunun 1/3'ü ilave edilerek karıştırma işlemi sürdürülmüş, 5 dak. beklenmiş, betonyere daha sonra çimento ve uçucu kül ilave edilerek homojen karışım sağlanana kadar karıştırma işlemine devam edilmiş, karışım suyunun 1/3'ü daha ilave edildikten sonra 3 dak. karıştırma işlemine devam edilmiş, SA eklenen kalan karışım suyu betonyere konularak 3 dak. sonra karıştırma işlemi sonlandırılmıştır. Biri kontrol (K) olmak üzere 10 farklı karışımdan, 7, 28 günlük basınç dayanımı için üçer adet ve ultrases testleri için de bir adet olmak üzere 15 x 15 x 15 cm boyutunda ki küp numuneler vibrasyon uygulanarak numune kaplarına üç tabaka halinde yerleştirilmiştir. Numuneler 23 ± 2 °C sıcaklık ve bağıl nemi %55–60 olan ortamda üstleri geçirimsiz bir örtüyle kapatılarak 24 saat süreyle bekletilmiş, daha sonra numune kabından çıkartılan numuneler 20 ± 2 °C sıcaklıkta kirece doygun suyun içinde test gününe kadar bekletilmiştir. Numunelere TS 12390-3'e göre basınç testi [20], ASTM C 597'ye göre de [21] ultrases geçiş hızı testleri uygulanmıştır.

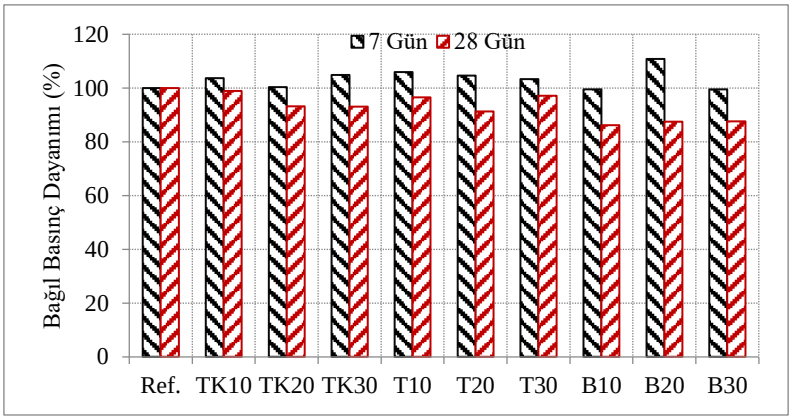
Çizelge 3. Beton karışım malzemeleri (m^3)

Beton karışımları	Çimento (kg)	Su (l)	Uçucu kül (kg)	KT-I (kg)	KT-II (kg)	KT-III-IV (kg)	TK (kg)	T (kg)	B (kg)	SA (kg)
K	420	203	42	194	504	971				3,7
TK10	420	203	42	174,6	504	971	19,4			3,7
TK20	420	203	42	135,8	504	971	38,8			3,7
TK30	420	203	42	77,6	504	971	58,2			3,7
T10	420	203	42	174,6	504	971		19,4		3,7
T20	420	203	42	135,8	504	971		38,8		3,7
T30	420	203	42	77,6	504	971		58,2		3,7
B10	420	203	42	174,6	504	971			19,4	3,7
B20	420	203	42	194	504	971			38,8	3,7
B30	420	203	42	194	504	971			58,2	3,7

3. Bulgular ve Tartışma

3.1. Tuğla Atıkları, Bims ve Taban Külünün Basınç Dayanımı Üzerindeki Etkileri

T, TK, ve B kullanılarak üretilen beton numunelerin 7. ve 28. günlerde basınç dayanımı değerleri belirlenmiş, Şekil 1'de bağıl basınç dayanımı değerleri olarak sunulmuştur.



Şekil 1. Beton numunelerine ait 7 ve 28. günlerdeki bağıl basınç dayanımları

Beton numunelerinin 7 günlük basınç dayanımı değerleri incelendiğinde, kırma kum yerine T, TK, ve B kullanımının herhangi bir olumsuz etkisi gözlenmemiştir. Özellikle B agregasının %20 oranında kullanılması durumunda 7 günlük basınç dayanımlarında yaklaşık %10 artış elde edilmiş, TK'nün ise 7 günlük basınç dayanımlarını %3-5 oranında artırdığı belirlenmiştir. T kullanılması durumunda da basınç dayanımında %3-6 oranında artışlar gözlenmiş, ancak T oranı arttıkça basınç dayanımında azalma olduğu belirlenmiştir.

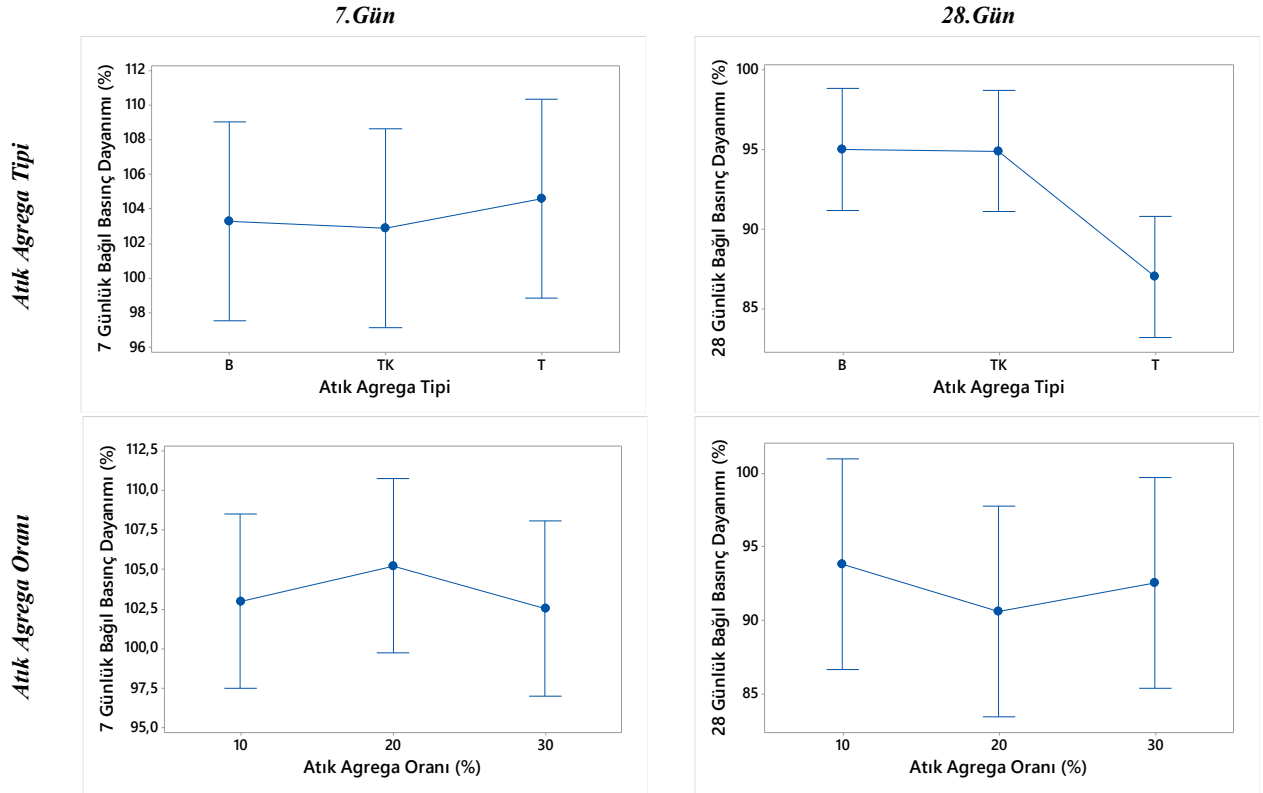
Beton numunelerinin 28 günlük basınç dayanımı değerlerine üzerinde, KK yerine T, TK ve B kullanımının olumsuz etki oluşturduğu gözlenmiştir. B'in %10 oranında kullanılması durumunda basınç dayanımı kayıplarının %1, B oranının artması ile birlikte %7'lere ulaştığı tespit edilmiştir. TK'nün %10 ve 30 oranında kullanılması durumunda 28 günlük günlük numunelerde yaklaşık %3.5, %20 oranında ikamesi sonucu ise %9 oranında basınç dayanımı kaybı gerçekleşmiştir. T agregasının %20 kullanılması durumunda 28 günlük basınç dayanımı %9 oranında azalırken, ikame oranının %30 olması durumunda ise dayanım kaybı %3 olmaktadır.

İkame edilen agrega türü ve oranının basınç dayanımları (7-28 gün) üzerindeki etkisini belirlemek için ANOVA analizi gerçekleştirilmiştir. ANOVA analizine ait sonuçlar Çizelge 4'de sunulmuştur.

Çizelge 4. Bağıl basınç dayanımına ait ANOVA analizi sonuçları

Zaman	Değişkenler	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F	Anlam Düzeyi
7 Gün	Atık Agrega Tipi	4.79	2	2.40	0.15	0.867
	Atık Agrega Oranı	12.37	2	6.19	0.41	0.682
	Hata	98.62	6	16.44		
	Toplam	**115.78**	**10**			
28 Gün	Atık Agrega Tipi	126.43	2	63.21	8.64	0.017
	Atık Agrega Oranı	16.18	2	8.09	0.31	0.74
	Hata	154.14	6	25.69		
	Toplam	**296.75**	**10**			

Çizelge 4'de görüldüğü gibi 7 günlük basınç dayanımları üzerinde atık agrega türü ve oranının istatiksel açıdan anlamlı bir etkisi ($p>0.05$) görülmemektedir. Bu durumda agrega türü ve oranının 7 günlük basınç dayanımı üzerinde herhangi bir olumlu/olumsuz etkisi belirlenmemiştir. Ancak 28 günlük basınç dayanımları açısından atık agrega türünün anlamlı bir etkiye ($p<0.05$) sahip olduğu görülmektedir. Bu durum atık agrega oranının basınç dayanımı üzerinde herhangi bir olumsuz etkisinin bulunmaması ile açıklanabilir. Ancak agrega çeşidinin istatiksel açıdan 28 günlük örnekler üzerinde olumsuz bir etkisinin olmamasına karşın, ikame edilen atık agrega oranındaki artışın genellikle basınç dayanımlarını olumsuz yönde etkilediği görülmüştür. Atık agrega tipi ve oranının basınç dayanımı üzerindeki etkileri Şekil 2'de detaylı olarak verilmiştir.



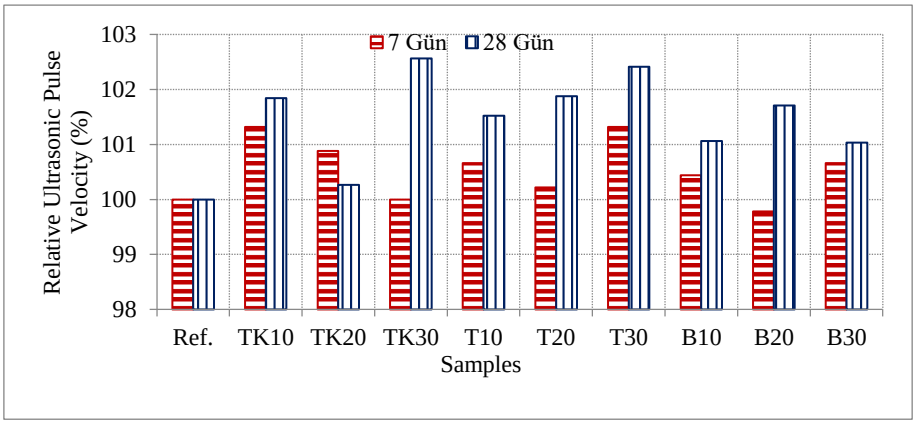
Şekil 2. Atık agrega tipi ve oranın basınç dayanımı üzerindeki etkileri

T'nin kullanılması durumunda 7 günlük basınç dayanımlarında diğer atık agrega karışımlarının aksine yaklaşık %4 oranında bir artış elde edilmiştir. Ancak T ile hazırlanan örneklerin 28 günlük basınç dayanım değerlerinin ise %14 oranında azaldığı görülmüştür. B ve TK'nın kırma kum yerine kullanılması durumunda benzer özellikler gösterdiği, 7 günlük basınç dayanımlarını arttırmasına karşın 28 günlük basınç

dayanımlarında azaltma olarak değişim gerçekleşmiştir. Atık agrega oranının basınç dayanımı üzerindeki etkisi incelendiğinde ise (Şekil 3.2); atık agrega oranının %20 olması durumunda 7 günlük basınç dayanımları %5 oranında artmaktadır. Ancak bu etki 28. günde tam tersi bir durum göstererek basınç dayanımlarını yaklaşık %8 oranında azaltmakta, %10 ve 30 oranında atık agrega kullanılması durumunda da benzer özellikler göstermektedir.

3.2. Tuğla Atıkları, Bims ve Taban Külünün Ultrases Geçiş Hızı Üzerindeki Etkileri

T, TK ve B kullanılarak elde edilen beton numuneler 7. ve 28. günlerde ultrases geçiş hızı deneyine tabi tutulmuştur. Şekil 3'de beton numunelerine ait bağıl ultrases geçiş hızları verilmiştir.



Şekil 3. Beton numunelerine ait 7 ve 28. günlerdeki bağıl ultrases geçiş hızları

Şekil 3'de görüldüğü gibi TK ve T'nın kırma kum yerine kullanılması durumunda 7 günlük ultrases geçiş hızlarında artışlar elde edilmiştir. T'nin kırma kum yerine %10 ve 30 oranlarında kullanılması gerekmektedir. T'nin %20 oranında kullanılması durumunda ultrases geçiş hızları azalmaktadır. TK'nın %30 oranında kullanılması durumunda ultrases geçiş hızları yaklaşık %1,5 oranında artmaktadır. Atık agregaların kullanılması durumunda 28 günlük ultrases geçiş hızlarının arttığı (Şekil 3), özellikle B ve TK'nın %30 olması durumunda ultrases geçiş hızları yaklaşık %2,5 oranında artış göstermesine karşın, ultrases geçiş hızlarındaki artışların ihmal edilebilir seviyede olduğu görülmektedir.

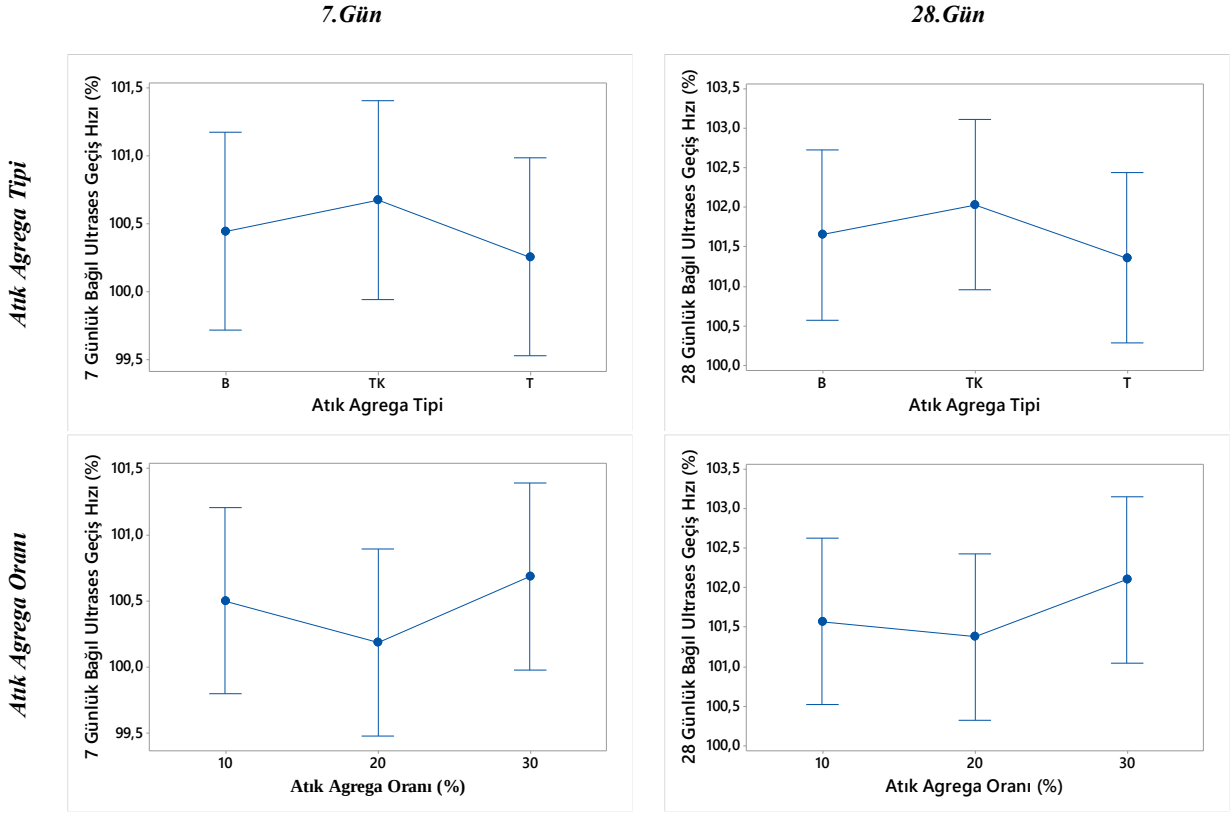
Atık agrega tipi ve oranının ultrases geçiş hızları üzerindeki etkisini belirlemek için ANOVA analizi gerçekleştirilmiştir. ANOVA analizine ait sonuçlar Çizelge 5'de sunulmuştur.

Çizelge 5. Bağıl ultrases geçiş hızına ait ANOVA analizi sonuçları

Zaman	Değişkenler	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F	Anlam Düzeyi (p)
7 Gün	Atık Agrega Tipi	0.26	2	0.13	0.49	0.636
	Atık Agrega Oranı	0.38	2	0.19	0.77	0.506
	Hata	1.49	6	0.25		
	Toplam	2.13	10			
28 Gün	Atık Agrega Tipi	0.68	2	0.34	0.59	0.585
	Atık Agrega Oranı	0.83	2	0.42	0.76	0.509
	Hata	3.46	6	0.58		
	Toplam	4.97	10			

Çizelge 5'de görüldüğü gibi 7 ve 28 günlük ultrases geçiş hızlarında atık agrega tipi ve oranının anlamlı bir etkisi bulunmamaktadır. Bu durumda atık agrega tipi ve oranının ultrases geçiş hızlarını çok etkilemediği

belirlenmiştir. Atık agrega tipi ve oranının ultrases geçiş hızları üzerindeki etkileri Şekil 4'de detaylı olarak verilmiştir.



Şekil 4. Atık agrega tipi ve oranın ultrases geçiş hızı üzerindeki etkileri

Atık agrega tipinin 7 ve 28 günlük ultrases geçiş hızları üzerindeki etkisi (Şekil 4') incelendiğinde; T, B ve TK kullanımı ultrases geçiş hızlarını arttırmaktadır. Ancak TK kullanımı durumunda daha yüksek ultrases geçiş hızları elde edilmiştir.

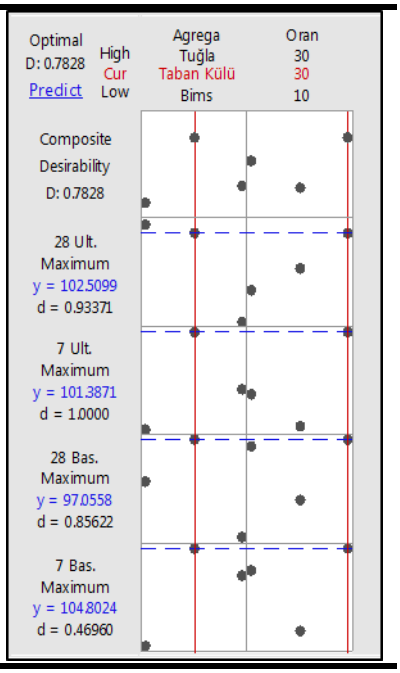
Ayrıca atık agregaların %10 ve 30 oranlarında kullanılmasının daha uygun olduğu Şekil 3.4'de görülmektedir. Atık agrega oranının %20 olması durumunda ultrases geçiş hızlarında ihmal edilebilir düzeyde azalmalar gerçekleşmiştir.

Atık agrega tipi ve oranı için tam faktöriyel deney tasarımına göre optimizasyon yapılmıştır. Optimizasyonda kullanılan bağımlı değişkenler ve amaç fonksiyonlar Çizelge 6'da verilmiştir. Deneysel çalışmada elde edilen basınç dayanımı ve ultrases geçiş hızları için amaç fonksiyon maksimum olarak belirlenmiştir. Optmizasyon sonucunda elde edilen en uygun atık agrega tipinin taban külü (TK), atık agrega oranının ise %30 olduğu görülmüştür.

Kırma kum yerine %30 oranında TK kullanılması durumunda 7 günlük basınç dayanımı yaklaşık %5 oranında artarken, 28 günlük basınç dayanımı ise yaklaşık %3 oranında azalacaktır. 7 ve 28 günlük ultrases geçiş hızları sırasıyla, %1.4 ve 2.5 oranında artış gösterecektir.

Çizelge 6. Atık agrega tipi ve oranı için optimizasyon uygulaması

Bağımlı Değişken	***Amaç Fonksiyon***
7 günlük bağıl basınç dayanımı	Maksimum
28 günlük bağıl basınç dayanımı	Maksimum
7 günlük bağıl ultrases geçiş hızı	Maksimum
28 günlük bağıl ultrases geçiş hızı	Maksimum
OPTİMİZASYON	
Atık Agrega Tipi	***Taban Külü***
Atık Agrega Oranı	***%30***



4. Sonuçlar

Atıkların ekonomiye yeniden kazandırılması amacıyla yapılan bu çalışma kapsamında aşağıdaki sonuçlar elde edilmiştir.

1) 7 günlük basınç dayanımları açısından en uygun agrega tipi T olarak belirlenmiştir. Ancak 28. günde B agregası ve TK ile üretilen betonların basınç dayanımları TK'ya göre daha yüksek olmaktadır. Özellikle TK'dan elde edilen betonların 28. günde basınç dayanımları %14 oranında azalmaktadır. B agregası ve TK ile üretilen betonlar ise basınç dayanımı açısından benzer özellikler göstermektedir.
2) Erken yaş dayanımı açısından (7 gün) %20 oranında atık agrega kullanımı basınç dayanımlarını arttırmaktadır. Ancak 28. günde %10 ve 30 oranında atık agrega kullanımı daha uygun olmaktadır. %20 oranında atık agrega kullanımı 28 günlük basınç dayanımlarını yaklaşık %8 oranında azaltmaktadır. %10 ve 30 oranında atık agrega kullanımı ise basınç dayanımları açısından benzer özellikler göstermektedir.
3) Atık agregalar 7 günlük basınç dayanımlarını arttırmasına rağmen 28 günlük basınç dayanımlarının azalmasına yol açmaktadır.
4) Atık agrega olarak kullanılan TK betonların ultrases geçiş hızlarını arttırmaktadır. Ultrases geçiş hızları açısından B ve T agregası ise benzer özellikler göstermektedir.
5) %30 oranında atık agrega kullanımı ultrases geçiş hızlarının artmasına yol açmaktadır. Agrega tipi ve oranındaki değişiklikler ultrases geçiş hızlarına çok etkilememektedir.
6) Tam faktöriyel deney tasarımına göre gerçekleştirilen optimizasyon için en uygun atık agrega tipi taban külü, atık agrega oranı ise %30 olarak belirlenmiştir.
7) Bu çalışmada, bims agregası, taban külü ve tuğla atıklarının kırma kum yerine kullanılacağı belirlenmiştir. Özellikle termik santrallerde açığa çıkan ve çevresel problemlere yol açan taban külünün kullanım alanları artmaktadır.
8) Kırma kumlarda karşılaşılan yüksek metilen mavisi değeri yada kristalli kalsit yapısı gibi olumsuz özellikler atık agrega kullanımı ile azaltılacaktır. Ayrıca doğadan elde edilen kırmataş agregalarının yıllık tüketim miktarları azaltılacak ve taban külü gibi atık malzemelerin kullanım olanakları arttırılarak sürdürülebilir yapı malzemelerinin üretimine olanak sağlanacaktır.

3. Kaynaklar

[1] Yang, J., Du, Q. and Bao, Y., "Concrete with recycled concrete aggregate and crushed clay bricks", Construction and Building Materials, vol.25 pp: 1935–1945, (2011).

[2] Bui, N.K., Satomi, T. and Takahashi, H., "Improvement of mechanical properties of recycled aggregate concrete basing on a new combination method between recycled aggregate and natural aggregate", Construction and Building Materials 148, 376–385(2017).

[3] De Bito, J. and Saikia, N., "Recycled Aggregate in Concrete: Use of Industrial Construction and Demolition Waste", Springer, 2013.

[4] D. Matias, J. de Brito and A. Rosa, D. Pedro, "Mechanical properties of concrete produced with recycled coarse aggregates – influence of the use of superplasticizers", Constr. Build. Mater. 44 , 101–109, (2013).

[5] Debieb, F. and Kenai, S., The use of coarse and fine crushed bricks as aggregate in concrete, Constr. Build. Mater. 22 (5): 886–893 (2008).

[6] Leiva, C., Solís-Guzmán, J., Marrero, M. and Arenas, C.G,, "Recycled blocks with improved sound and fire insulation containing construction and demolition waste", Waste Management, vol.33 pp: 663–671 (2013).

[7] Kho Pin Verian, Nancy M. Whiting, Jan Olek, Jitendra Jain, and Mark B. Snyder, "Using recycled concrete as aggregate in concrete pavements to reduce materials cost", Indiana Department of Transportation, Indiana, USA, (2013).

[8] Ismail, S. and Ramli, M. "Engineering properties of treated recycled concrete aggregate (RCA) for structural applications", Constr Build Mater 44:464–76 (2013).

[9] Dosho, Y., "Development of a sustainable concrete waste recycling system – application of recycled aggregate concrete produced by aggregate replacing method", J Adv. Concr. Technol., 5 (1), pp. 27-42, (2007).

[10] Etxeberria, M., Vázquez, E., Marí, A. and Barra M., "Influence of amount of recycled coarse aggregates and production process on properties of recycled aggregate concrete", Cement and Concrete Research 37: 735–742, (2007).

[11] Omary, S., Ghorbel, E. and Wardeh, G., "Relationships between recycled concrete aggregates characteristics and recycled aggregates concretes properties". Construction and Building Materials 108: 163–174, (2016).

[12] Chen, H., Yen, T. and Chen, K., "Use of building rubbles as recycled aggregates", Cement and Concrete Research, 33: 125–132, (2003).

[13] Poon, C. and Chan, D., " Paving blocks made with recycled concrete aggregate and crushed clay brick", Construction and Building Materials 20: 569–577, (2006).

[14] Kurama, H. and Kaya, M., " Usage of coal combustion bottom ash in concrete mixture", Construction and Building Materials, 22(9):1922-1928, (2008).

[15] Şahbaz, O., Öteyaka, B., Kelebek, Ş., Uçar, A. and Demir, U., "Separation of unburned carbonaceous matter in bottom ash using Jameson cell", Separation and Purification Technology, 62(1):103-109, (2008)..

[16] Yuksel, I. and Genc, A., "Properties of concrete containing non ground ash and slag as fine aggregate", ACI Materials Journal,104(4):397–403, (2007).

[17] Aggarwal, P., Aggarwal, Y. and Gupta, S.M., "Effect of bottom ash as replacement of fine aggregates in concrete", Asian Journal of Civil Engineering (Building and Housing), 8:49–62, (2007).

[18] Topcu, I.B. and Bilir, T., "Effect of bottom ash as fine aggregate on shrinkage cracking of mortars", ACI Materials Journal, 107(1):48–56,(2010).

[19] Kim, H.K. and Lee, H.K., "Use of power plant bottom ash as fine and coarse aggregate in high-strength concrete", Construction and Building Materials, 25: 1115–22, (2011).

[20] TS EN 12390-3, "Beton-Sertleşmiş beton deneyleri-Bölüm 3: Deney numunelerinde basınç dayanımının tayini", Türk Standardı Enstitüsü (TSE),, Ankara, Türkiye,

[21] ASTM C597, "Standard Test Method for Pulse Velocity Through Concrete", American Society for Testing and Materials.

EFFECT OF CORROSION ON THE SERVICE LIFE OF THE ROD

A. Bussurmanova
Caspian State University of Technologies and Engineering, 24 microdistrict, Aktau city, The Republic of Kazakhstan, 130000

Abstract

In this article the service life of the rod has calculated based on the results and analysis of the wells equipped with mechanical operation of pipe Uzen field which is relevant mining. The basis of this calculation were taken Cauchy formula, I.M. Muraviev, A.S. Virnovsky, and is mandatory, taking into account the timing of the operation and audit of the underground equipment in the underground repair of wells. Corrosion rate determined from the real operating conditions of wells, and repeated laboratory studies and taking into account the actual timing of the underground equipment.

Corrosion attack of the oilfield equipment greatly reduces its life, leads to frequent emergencies. Specificity of corrosion damage of various oilfield equipment related to the nature of products produced from the wells, and the properties of injected fluid.

There are a variety of types of corrosion in the oil fields depending on local conditions, method of operation and other reasons [1, 2]. For example, the downhole equipment and the tubing installed in oil wells are subjected to pitting corrosion, corrosion erosion, and corrosion under stress. As a consequence of this forms of corrosion in pipes and rods appear cracks and fractures.

Physical-chemical properties of the water samples from the wells of the Uzen were studied in order to determine the corrosion rate of steel of different grade of steel - St-35G2 (C) and CT-35G2 (L). Laboratory tests are shown in Table 1.

Table 1. The rate of corrosion of steel rods used to Uzen

Location selection sample	pH	ρ_{20} (water) g/cm^3	Mine-raliza-tion, g/L	H_2S, mg/L	Grade of steel			
					St-35G2(C)		St-35G2 (D)	
					Speed of corrosion, g/m^2·hour	The depth of corrosion, in mm/year	Speed of corrosion, g/m^2·hour	The depth of corrosion, in mm/year
Well 280	6.5	1.016	24.79	34.0	0.5074	0.5682	0.3178	0.3559
Well 2433	7.0	1.010	14.08	34.0	0.5159	0.5778	0.2627	0.2943
Well 5674	6.5	1,027	38,11	17,0	0,1000	0,1120	0,1342	0,1503
average	*6.67*	*1.018*	*25.66*	*28.33*	*0.3744*	*0.4193*	*0.2382*	*0.2668*

Calculation of extreme loads which affecting on the stem in static mode for the field situation Uzen

Mode of operation of the oil well pumping unit can be static or dynamic. Static mode is called such for which extreme loads are practically independent by dynamic loads components. If the overall balance of extreme loads dynamic loads is large, then the mode of operation of the installation is called dynamic [3]. Criterion for determining the mode of installation is called the Cauchy criterion:

$$\varphi = \omega . H_p / a = \frac{\pi \cdot n \cdot H_p}{30 \cdot a} \quad (1)$$

where $H_н$ – pump running depth, m; a – the acoustic sound velocity in the stem, m/s; for single-stage stem a = 4600 m/s; for two-stage stem a = 4900 m/s; for a three-stage stem a = 5300 m/s; ω – rotational speed of the bell crank, rad/s.

If $\varphi \leq 0.35$, then operating mode of installation is a static and for calculation of extreme loads it is possible to use the simplified formula. The calculation of the maximum stress can be performed according to the formula of I.M. Muravyev:

$$P_{\max} = P_L + P_r \cdot \left(K_a + \frac{sn^2}{1440} \right) = \frac{F_{pl} L \rho_l g}{10^4} + (q_1 l_1 + q_2 l_2) \times \left(\frac{(\rho_r - \rho_l)}{\rho_r} + \frac{sn^2}{1440} \right) \quad (2)$$

For calculation of the minimum load it is possible to use the following formula:

$$P_{\min} = P_r \cdot \left(K_a - \frac{sn^2}{1440} \right) = (q_1 l_1 + q_2 l_2) \cdot \left(\frac{(\rho_r - \rho_l)}{\rho_r} - \frac{sn^2}{1440} \right) \quad (3)$$

In the above mentioned formula: P_L – hydrostatic load on the pump piston from weight of the fluid column (mixture) in the tubing string; P_r – the weight of the rod string in the air; K_a – coefficient taking into account the weight loss rods placed in the liquid; $q_{r,i}$ – the weight of one meter rods with socket joint in the air, H; l_i – The length of the rods of a given size in step of column, m.

In the following is described the extreme load on prop of rod which calculated under the terms of the Uzen: pump running depth, L_p – 1100 m; double-stroke number, n – 6; density of the rod material, ρ_r – 7850 kg/m^3; fluid density, ρ_l – 839 kg/m^3; stroke of the plunger (polished rod), s – 2.1 m; plunger diameter – 0.057 m; two-stage of sucker-rod string – the length of the upstage rods with diameter of 22 mm is ε_1 = 0.45 (45%), or l_1=495 m, and the length of the lower stage rods with diameter of 19 mm is ε_2 = 0.55 (55%) or l_2 = 605 m; sectional area of the rods with a diameter of 22 mm and 19 mm - $f_1 = 3.8 \cdot 10^{-4}$ m^2, $f_2 = 2.83 \cdot 10^{-4}$ m^2; the weight of 1m of sucker rods with diameter 22 and 19 mm - $q_1 = 30.8H; q_2 = 23.1H;$ radius of the crank (when S = 2.1 m) r = 0.86 m. The modulus of elasticity for steel E = 0.21TPa.

Cauchy criterion were calculated according to the formula (1) as well as for both options parameter Cauchy less than 0.35, the operation of the unit is the static and simplistic formulas.

Calculation of extreme loads which affecting on the stem in dynamic mode for the field situation Uzen

In dynamic mode except indicated power: from proper weight of rod in the mixture; from gravity of the mixture in column of the tubing string; from tubing head pressure in column of the tubing string; from friction of stem against tubing string, the plunger piston in the cylinder, as well as from hydrodynamic friction of production wells in the tubes substantial are inertial and vibrational forces.

Maximum stress on the basis of the dynamic theory of A.S. Virnovsky [4] taking into account the characteristic vibrations of the stem is defined from the formula:

$$\begin{aligned} P_{\max} &= P_r + P_l - P_l' + \frac{1}{3} \cdot a \cdot \frac{D_{pl}}{d_r} \sqrt{\frac{S \cdot \omega^2}{g}} \cdot (P_r + 0{,}3\varepsilon P_l) \cdot \sqrt{a_1 \psi - \frac{\lambda}{S}} + \\ &+ a^2 \frac{S\omega^2}{2g} \cdot P_r \left(1 - \frac{\psi}{2}\right)\left(a_1 - \frac{2\lambda}{\psi S}\right) = q_1 l_1 + q_2 l_2 + \rho_l g \cdot (F_{pl} L - f_1 l_1 - f_2 l_2) + \\ &+ \frac{1}{3} \cdot a \cdot \frac{D_{pl}}{d_r} \sqrt{\frac{S \cdot \left(\frac{2\pi}{30}\right)^2}{g}} \cdot (q_1 l_1 + q_2 l_2 + 0{,}3\varepsilon \cdot (\rho_l g \cdot (F_{pl} L - f_1 l_1 - f_2 l_2))) \times \\ &\times \sqrt{\frac{2r}{S} \cdot \left(\frac{f_c'}{f_c' + f_r}\right) - \frac{F_{pl} \rho_l g L^2}{E f_r S}} + a^2 \cdot \frac{S \cdot \left(\frac{2\pi}{30}\right)^2}{2g} \cdot (q_1 l_1 + q_2 l_2) \cdot \left(1 - \frac{f_c'}{2 \cdot (f_c' + f_r)}\right) \times \\ &\times \left(\frac{2r}{S} - \frac{2 F_{pl} \rho_l g L \cdot (f_c' + f_r)}{E f_r f_c' S}\right) \end{aligned} \quad (4)$$

Minimum stress on the basis of the dynamic theory of A.S. Virnovsky [4] taking into account the characteristic vibrations of the stem is defined from the formula:

$$P_{\min} = P_{\text{r}} - \frac{1}{3}\cdot a\cdot\frac{D_{pl}}{d_r}\sqrt{\frac{S\cdot\omega^2}{g}}\cdot\sqrt{a_1\psi-\frac{\lambda}{S}} - a^2\,\frac{S\omega^2}{2g}\cdot P_r\left(1-\frac{\psi}{2}\right)\left(a_1-\frac{2\lambda}{\psi S}\right) =$$

$$= q_1 l_1 + q_2 l_2 - \frac{1}{3}\cdot a\cdot\frac{D_{pl}}{d_r}\sqrt{\frac{S\cdot\left(\frac{2\pi}{30}\right)^2}{g}}\cdot\sqrt{a_1\cdot\left(\frac{f_c'}{f_c'+f_r}\right)-\frac{F_{pl}\rho_l g L^2}{E f_r S}} - \quad (5$$

$$- a^2\cdot\frac{S\cdot\left(\frac{2\pi}{30}\right)^2}{2g}\cdot(q_1 l_1 + q_2 l_2)\cdot\left(1-\frac{f_c'}{2\cdot(f_c'+f_r)}\right)\cdot\left(a_1-\frac{2F_{pl}\rho_l g L\cdot(f_c'+f_r)}{E f_r f_c' S}\right)$$

P_l - The weight of the fluid column between the plunger piston and the rods defined by the formula: a - coefficient, the ratio of crank angle π / 2 to its rotation angle φ (counting from the initial fixed position) at which the speed reaches maximum, which is equal to 1.15; P_l' - The weight of the fluid column from suction pipe to dynamic head that is equal to zero, as the level is found at the suction pipe; λ - Extension of rods from weight of the fluid column; a_1 - coefficient is determined from the equation: $a_1 = 2r/S$; ε - ratio of the areas of the rift; ψ - coefficient equal to $\psi = f_c'\big/\left(f_c' + f_r\right)$; $f_T' = 4{,}18\cdot10^{-3}$ m² - cross-sectional area of 73 mm for metal pipes; d_r - the mean diameter of the rod string which diameter is equivalent to two-stage column taking into account their percentage-based cost relationship, accordingly,

$$d_{\text{r}} = \frac{(22\cdot45+19\cdot55)}{100} = 20.35mm \qquad f_r = \frac{\pi\cdot D^2{}_{pl}}{4} = \frac{3{,}14\cdot0.02035^2}{4} = 3.25\cdot10^{-4}m^2$$

It should be noted that all the known formulas for calculating extreme loads are only approximate, since obtained under certain assumptions and simplifications of real physics of complex processes occurring during pumping-out of wells with rod hydraulic pump assembly installations production wells.

Substituting on formula (4) and (5) the results of numerical values have been calculated $P_{мах}$, $P_{мin}$.

In the calculation were taken the average value of the corrosion penetration 0.4193 mm/yr and 0.2668 mm/yr, correspondingly, and were calculated maximum stress at the point of the landing rods to determine the effect of average velocity of the corrosion penetration of grade of steel St-35G2 (C) and St-35G2 (D).
Consequently, due to the corrosiveness of surroundings the cross sectional area of the rods with a diameter of 21.5807 and 18.5807 mm are decrease and they are equal to f_1=3.66·10^{-4} м², f_2=2.71·10^{-4} for grade of steel St-35G2 (C);

$$d_r = \frac{(21.5807\cdot45+18.5807\cdot55)}{100} = 19.931\text{mm};\ f_r = \frac{3.14\cdot0.019931^2}{4} = 3.12\cdot10^{-4}\,\text{m}^2.$$

For grade of steel St-35G2 (D) due to the corrosiveness of surroundings the cross sectional area of the rods with a diameter of 21.7332 and 18.7332 mm are decrease and they are equal to f_1=3.71·10^{-4} м², f_2=2.75·10^{-4};

$$d_r = \frac{(21.7332\cdot45+18.7332\cdot55)}{100} = 20.0832mm;\ f_r = \frac{3.14\cdot0.0200832^2}{4} = 3.17\cdot10^{-4}m^2.$$

There was calculated $P_{мах}$ substituting in equation (4) found values (Table 2).

Table 2. The computation data of extreme loads which affecting on the stem in static and dynamic mode for the field situation Uzen

Static mode							
φ_1	φ_2	K_{Arkh}	F_{pl}, m^2	$P_r, кН$	$P_l, кН$	$P_{мах}, кН$	$P_{мin}, кН$
0.15	0.141	0.893	2.55·10^{-3}	29.2	23.09	50.69	24.54
Dynamic mode							
ω	λ, m	a_1	ε	ψ	$P_r, кН$	$P_l, кН$	$P_{мах}, кН$	$P_{мin}, кН$

0.628	0.372	0.82	0.826	0.928	29.22	20.13	57.89	28.59
The corrosive effect on the extreme loads which affecting on the stem (dynamic mode)								
Grade of steel		$P_r, кН$	$P_l, кН$	λ, m	a_1	ε	ψ	$P_{мах}, кН$
St-35G2(C), corrosion penetration - 0.4193 mm/yr		28.622	20.246	0.388	0.82	0.8264	0.9305	57.38
St-35G2 (D), corrosion penetration 0.2668 mm/yr		28.84	20.206	0.381	0.82	0.8261	0.9295	57.572

Consequently, because of the aggressiveness of the environment (sea water and waste water) the wall thickness of the rods are refined and load at the point of landing of rod is maximum.

Calculation of stresses in rods for the field situation Uzen

In normal operation of pump unit the maximum stresses is acted at the point of rods landing. There are two types of stresses which act in the point of rods landing:

The peak voltage of the cycles:

$$\sigma_{pv} = \frac{(\sigma_{\max} - \sigma_{\min})}{2} = \frac{(P_{\max} - P_{\min})}{2 f_r} \quad (6)$$

The reduced stress of the cycles:

$$\sigma_{\text{rs}} = \sqrt{\sigma_{мах} * \sigma_{pv}} = \sqrt{\frac{P_{\max}(P_{\max} - P_{\min})}{2 f_r^2}} \quad (7)$$

The stem is accepted as tailor-made if $\sigma_{rs} \leq [\sigma_{rs}]$. The maximum stress in static mode is equal to $P_{мах}$ = 50.69 kN.

Since the assumed reduced stress for accepted stem made from carbon steel is equal to $[\sigma_{rs}]$ = ***70 MPa,*** and the peak voltage equal to σ_{rs} = 47.41 MPa, the condition is satisfied and the column is selected correct, 32.27% in reserve.

The probable frequency of breaks rod string with grade of steel St-35G2 (C) caused by fatigue breakdown of the material of rod in depth of lowering and the number of oscillation of operational modes can be estimated by the empirical formula of A.S. Virnovsky:

$$\tau = C_n' \cdot \left(\frac{D_{pl}}{d_r}\right)^{3,27 \cdot K + 0,13} \cdot \left(\frac{L_p}{1000}\right)^{2K+1} \quad (8)$$

where τ – the probable number of twist-off of rods per year; C_n', K – the numerical coefficients depending on the fatigue strength of the materials of the rod and the properties of pumped out liquid.

In statistical processing of evidence has been found that K for carbon steel rods running in abnormal operating conditions, also by pumping corrosive fluids is 1.1; C_n'=0.533.

As maximal number of breakdown (on average up to 50%) is observed at the top of the stem, the calculation was made for the upstage of the rods with d_r = *22 mm.*

The frequency of twist-off expresses the endurance of the rods which depends on the strength of steel. At maximum load $P_{max} = 57{,}89 \cdot 10^3 H$ for blew off rod the breakdown frequency for packaging of rod 22 mm is 45 % and 19 mm - 55%.

The probable frequency of twist-off was calculated for each subsequent year (τ_1 – after 1 year; τ_2 – after 2 years; τ_3 – after 3 years; τ_4 – after 4 years) (Table 3) with an average depth of corrosion of grade of steel St-35G2 (C) and St-35G2 (D) which constitute 0.4193 mm/yr and 0.2668 mm/yr, correspondingly.

Table 3. The computation data of the probable frequency of twist-off of stem for the field situation Uzen

Grade of steel	τ_1, break/year	τ_2, break/year	τ_3, break/year	τ_4, break/year	τ_5, break/year	τ_6, break/year
St-35G2(C), corrosion penetration - 0.4193 mm/year	27	29	31.3	33.8	36.5	39.5
St-35G2 (D), corrosion penetration - 0.2668 mm/year	26.3	27.5	28.8	30.2	31.7	33.3

In figure 1 is shown the dependence of frequency of twist-off grade of steel St-35G2 (C) and St-35G2 (D) from the time where the depth of corrosion constitute 0.4193 mm/yr and 0.2668mm/yr, correspondingly.

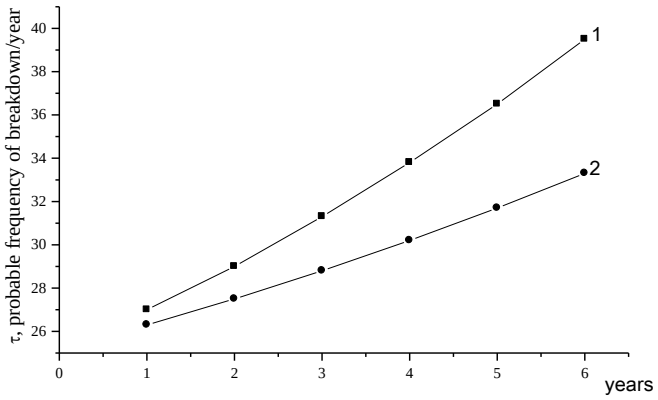


Figure 1. Dependence of twist-off grade of steel St-35G2 from the time:
1 – grade of steel 'C'; 2 – grade of steel 'D'

In Figure 2 and 3 is shown the dependence of the percent of the risk to the twist-off from the time. As is clear from figure 2 on expiry of the time percent of the risk to the twist-off is increased. After 3 years the percentage of risk is 24.7 % which corresponds to 76.5 % of maximum strength of the reduced voltage. The calculation cannot take into account the properties of steel rods. For the first year of operation they have a perfect surface (surface treatment with high frequency current), and then on expiry two and three years they underwent to corrosiveness of emulsified crude oil. This is deteriorating the surface properties of steel and more than three years the percent of the twist-off increase by 34.7 %.

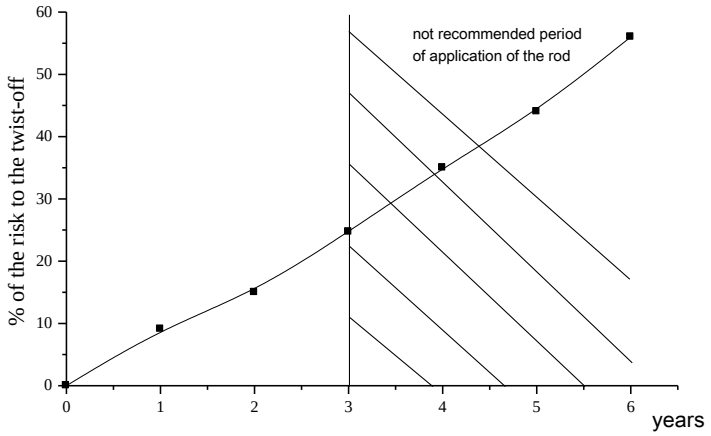


Figure 2. Dependence of percent of the risk to the twist-off grade of steel St-35G2(C) from the time

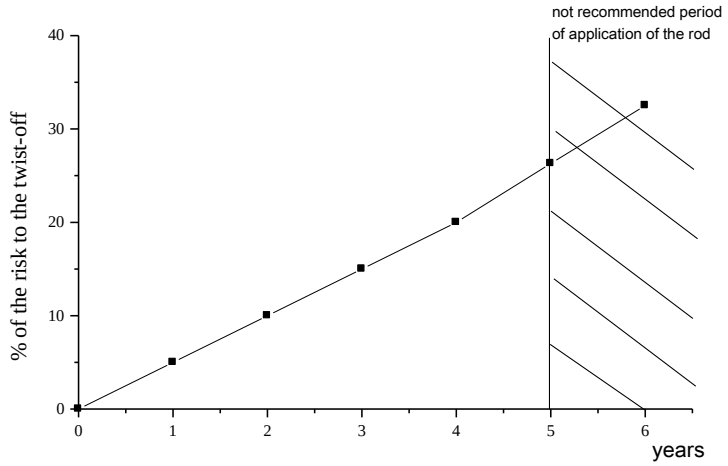


Figure 3. Dependence of percent of the risk to the twist-off grade of steel St-35G2(D) from the time

As is clear from figure 3 on expiry of the time percent of the risk to the twist-off is increased. After 5 years the percentage of risk is 26.3% which corresponds to 81.5% degree of safety of the reduced voltage. On expiry of the five years the steel underwent to corrosiveness of emulsified crude oil. This is deteriorating the surface properties of steel and more than six years the percent of the twist-off increase by 33.3 %.

The service life of pump rods is shown in Table 4.

Table 4. Service life of rods steel ‘C’ and ‘D’

Service condition	Grade of steel	Corrosion penetration, mm/year	Service life, year
For wells of field Uzen	**St-35G2** Grade ‘C’	*0.4193*	**3**
	St-35G2 Grade ‘D’	*0.2668*	**5**

Recommendation

For the purpose of quantity reduction of remedial works in the exploitation related to the twist-off in the fields closer to the conditions of the Uzen is recommended to apply the rods with grade of steel St-35G2 with strength group 'D' and to conduct an audit with discard of rods exposed to corrosive wear within 1.35 mm. On expiry of the five years the landing of rods replaced with a new one. In the case of application of rods with grade of steel St-35G2 with strength group 'C' the term of dependable service is reduced to three years.

References

[1] Gonick A.A. Corrosion of Oilfield Equipment and its Prevention Measures. M.: Nedra, 1976. 58p.
[2] Legezin N.E., Glazov N.P., Kesselman G.S., Kutovaya A.A. Corrosion Protection of Commercial Structures in the Gas and Oil Industry. M.: Nedra, 1973. 121p.
[3] Mishchenko I.T. Calculations in Oil Production. M.: Nedra, 1989. 178p.
[4] Mishchenko I.T. Oil Production. M .: Oil and gas, 2003. 625 p.

Kimya Mühendisliği

(Chemical Engineering)

INVESTIGATION OF THE POLYMERS INFLUENCE ON THE PROCESS OF LOWERING THE HUMIDITY OF CEMENT SLURRIES

Dzhakipbekova N.O., Isa A.B. [2], Fatkullina M.F[3]., Torebekov E.N. [4], Alipbayeva A.A. [5], Daniyarkyzy A., Mamitbayeva S.A.
[2.-5]M. Auezov South-Kazakhstan State university, Shymkent city, Kazakhstan, 160019,
dzhakipbekova@mail.ru, isa.aziza@mail.ru

Abstract

The aim of this study is to search for the best basic technology to replace the base in the metallization of dielectrics. We studied conducting polymers – acrylic polyelectrolytes. Polyelectrolytes include high molecular weight compounds containing macromolecules and ionogenic groups.

Experimental studies have shown that the rational use of high molecular weight soluble polyelectrolytes (HSP) for the regulation of colloid-chemical processes in the production should take into account the functional structure of the polymer, its conformational state of macromolecules in solution, the degree of association, dissociation of functional groups, and other factors, which necessitates studying the physical and colloidal chemical characteristics of HSP solutions depending on the concentration.

Key words: polyelectrolytes, ethanolamine, monoethanolamine, viscosity, density

1. Introduction

One of the main problems of modern chemistry technologies is to produce new materials with desired properties from monomers and industrial wastes containing water-soluble polymers (WSP), improving their operational properties. The effective grinding process in cement technology is achieved by physical and chemical means of intensification, based on the creation of the adsorption-active medium in the mill by introducing into the first chamber small amounts of surfactants in a finely milled (powdered) condition.

The aim of this study is to search for the best basic technology to replace the base in the metallization of dielectrics. We studied conducting polymers – acrylic polyelectrolytes. Polyelectrolytes include high molecular weight compounds containing macromolecules and ionogenic groups. Polyelectrolytes can be of natural or synthetic origin. Among natural compounds, the most known are: proteins, nucleic acids and polysaccharides such as alginic acid, heparin and the like [1].

Isolation of reagents from raw materials of plant and animal origin often costs more than the production of synthetic polymers. Therefore, along with the polymers of natural origin and their modification products synthetic reagents are currently becoming more common, the use of which allows the synthesis of (HSP) with desired properties and composition.

2. Materials and methods

Experimental studies have shown that the rational use of HSP for the regulation of colloid-chemical processes in the production should take into account the functional structure of the polymer, its conformational state of macromolecules in solution, the degree of association, dissociation of functional groups, and other factors, which necessitates studying the physical and colloidal chemical characteristics of HSP solutions depending on the concentration.

Polyelectrolytes are: the first sample is a hydrolyzed polyacrylamide modified by sulfanol (S-PAA), the second sample is a hydrolyzed polyacrylamide modified by monoethanolamine (MEA-PAA), the third sample is a hydrolyzed polyacrylamide modified by hydrogen peroxide (HP-PAA) . They were synthesized on the basis of polyacrylamide in the medium of sodium hydroxide in the presence of modifiers.

In order to determine their macromolecular, surfactant and polyelectrolyte character the dependence of the viscosity, pH, conductivity, surface tension on concentrations (0.01-5%) were investigated, the isoelectric point for the three polymers was determined, the properties of polymers at the interface were examined.

3. Results and Discussion

The results of measurement of viscosity (η), electric conductivity (χ), pH, optical density (D) versus concentration are shown in Table 1. They were compared with the solutions of the known K-4 polyelectrolyte.

Table 1 shows that at similar concentrations of PE (from 0.01 to 5%), the relative viscosity of "S-PAA" "MEA PAA" and "HP-PAA" polymer solutions is considerably higher than that of K-4 polyelectrolyte. In our opinion, this may be due to the increase in molecular weight as a result of the interaction of ethanolamines with K-4, which is confirmed by IR spectroscopic data. Furthermore, interaction of ethanolamines can occur according to the mechanism of bridged imide groups and hydrogen bonds on alcoholic OH groups between adjacent K-4 macromolecules formation, which leads to the solution viscosity increase.

Specific viscosity curves show the increase of the specific viscosity with the increasing concentrations of HSP in the solution that is also characteristic of the growth of indirect interaction of the macromolecules in all polyelectrolyte solutions. This indicates that the polymers have different molecular weights and molecular coil dimensions.

Table 1. Change of colloid-chemical properties of the HSP solutions depending on their concentration

Polyelectrolyte concentration	relative viscosity η_{rel}	Specific viscosity η_{sp}	Reduced viscosity $\eta_{rel/s}$	electrical conductivity χ	pH	optical density D
1	2	3	4	5	6	7
K-4						
0,01	1,27	0,25	25,6	4,5	10,54	0,003
0,03	1,52	0,55	17,5	9,3	10,78	0,005
0,05	1,81	0,89	17,1	17,8	10,93	0,007
0,1	2,7	1,8	16,8	38,6	11,39	0,04
0,3	4,7	3,9	13,6	114,3	11,43	0,08
0,5	6,63	5,7	11,4	151,3	11,75	0,2
1,0	10,7	9,7	9,7	301,6	12,56	0,4
3,0	12,4	11,5	3,8	921,6	12,89	0,5
5,0	19,7	18,9	3,2	1565,9	13,66	0,5
S-PAA						
0,01	1,43	0,43	42,4	3,9	6,57	0,85
0,03	1,98	0,98	32,9	7,6	6,78	0,90
0,05	2,37	1,45	26,8	11,8	6,87	0,98
0,1	3,6	2,6	25,4	39,2	7,09	1,0
0,3	5,69	4,7	15,4	108,2	7,83	1,3
0,5	7,73	6,5	13,2	135,6	8,06	1,4
1,0	13,49	12,46	12,1	256,1	8,56	1,6
3,0	14,45	13,89	4,9	731,8	9,38	1,8
5,0	20,92	16,78	3,3	1235,7	9,67	2,0
MEA-PAA						
0,01	1,38	0,48	3,8	3,7	7,05	0,87
0,03	1,67	0,67	6,9	6,8	7,63	0,89
0,05	2,65	1,0	11,5	11,6	7,78	0,94

1	2	3	4	5	6	7
0,1	3,87	2,35	28,4	25,4	7,90	1,2
0,3	6,35	5,46	17,3	90,5	8,09	1,4
0,6	7,56	6,89	13,9	120,8	8,92	1,7
0,8	12,34	11,29	11,3	237,4	9,47	1,9
1,0	14.98	14,3	4,8	704.8	9,93	2,0
2,0	21,5	15,9	4,3	1125,3	9.98	2,1
HP-PAA						
0,01	1,24	0,46	45	3,9	8,03	0,79
0,03	2,45	1,22	39,4	4,0	8,39	0,83
0,05	2,98	1,98	38,5	10,3	8,93	0,89
0,1	4,39	3,53	35,4	23,8	9,37	0,92
0,5	7,92	4,59	23,5	87,3	9,98	1,2
0,9	8,67	6,43	14,2	117,3	10,38	1,4
1,1	12,34	10,23	11,5	225,5	11,45	1,6
2,0	14,93	13,59	4,8	693,7	12,29	1,8
4,0	22,35	21,23	4,3	1130,6	13,76	2,0

In order to determine the intrinsic viscosity $[\eta]_{c\to 0}$ the dependence of the reduced viscosity on the concentration is represented as the inverse relationship of the reduced viscosity($[\eta]_{c\to 0}$) on the square root of the concentration (c), proposed by Fuossom-Strauss [2]. According to this relationship (Figure 1) of the straight lines extrapolation to the y-axis you can find the characteristic impedance of a single macromolecule in an infinitely dilute solution (with c→0), and gives an indication of the molecular weight of the polymer.

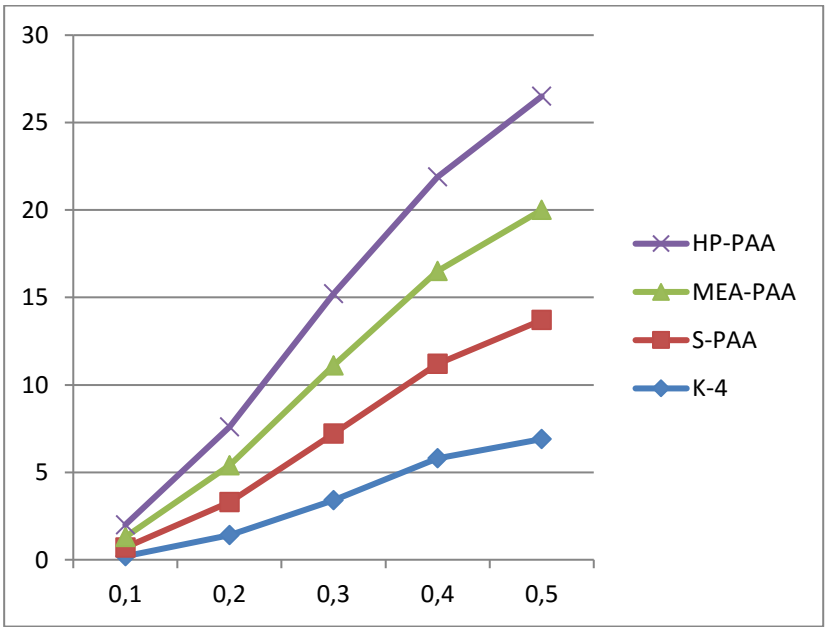


Fig.1. Inverse relationship of the given viscosity on the square root of HSP solutions concentration

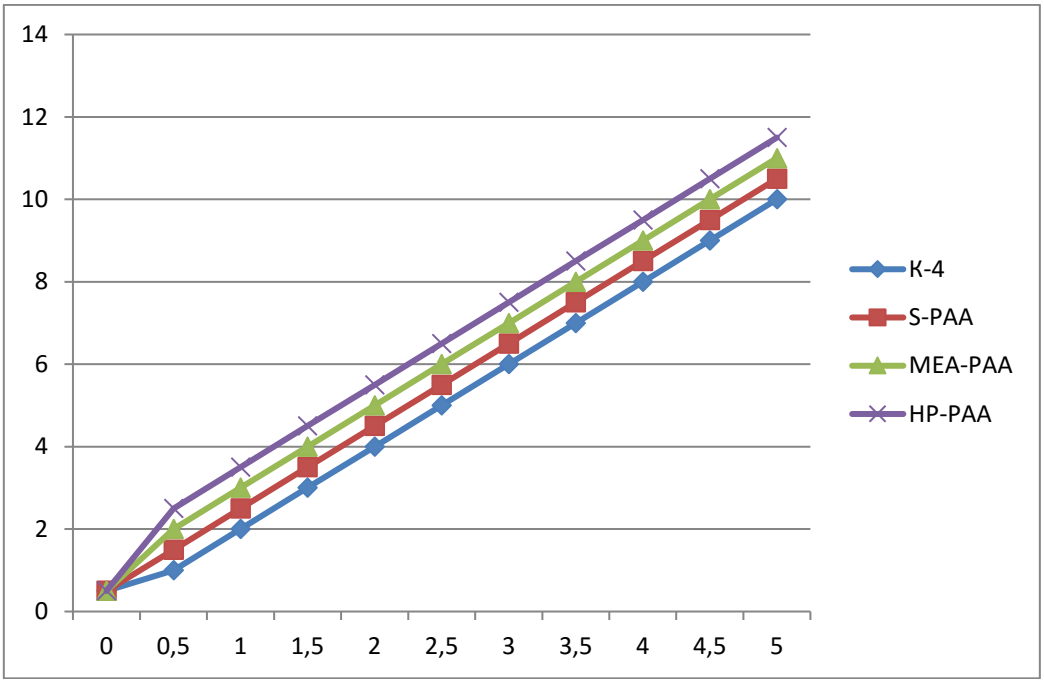


Fig.2. Dependence of specific electric conductance χ on HSP solutions concentration

When comparing the values of HSP $[\eta]_{c\to 0}$ it can be noted that the intrinsic viscosity of the synthesized polymers is higher than that of K-4. In our view, this indicates an increase in the molecular weight of the "S-PAA" "MEA PAA" and "HP-PAA" by the interaction of K-4 macromolecules with the molecules of ethanolamine.

Polyelectrolyte character of the "M- PAA" series polymers synthesized by us has been confirmed by conductometric measurements. The curves on Figure 2 show that with the increasing concentration the specific conductivity of PE solutions increases. This is due to the fact that with the increasing concentration of PE the number of charged particles per volume unit increases.

The stability of the resulting polymers to oxidation and thermal effects were examined by the derivatograph. The heating rate is 65 dg/min, the temperature range is 293-870 K.

The stability of water-soluble synthetic polyelectrolytes when exposed to thermal oxidation can be judged by the results obtained by dynamic thermogravimetry (Table 2).

Table 2. Characteristics of the thermal stability of "S-PAA" "MEA PAA", "HP-PAA" and K-4 polymers

Polyelectrolyte	T of exothermic effect, K	E Activation energy kJ / mol	Weight loss,%	Initial sample, 10^{-6} kg
S-PAA	706,5	95,8	24,7	548,1
MEA-PAA	679,4	90,6	34,8	578,9
HP-PAA	679,4	90,2	37,3	548,2
K-4	665,02	75,4	47,8	549,9

Table 2 shows that weight loss during thermogravimetry K-4 is 48.2%, and the synthesized polymer S-PAA is 24.7% i.e. 1.5 times smaller. Weight loss of polymers MEA-PAA and HP-PAA is 34.8% and 37.3, respectively.

Exothermic reactions occur at different temperatures. For S-PAA, this value is 706.5 K, for the MEA-PAA it is 679.4 K and for HP-PAA it is 679.4 K.

The activation energy was calculated as the primary kinetic parameter for quantifying the process of thermal breakdown. The activation energies are shown in Table 3.

Table 3. The dependence of the rate constant (C) and exponent (n) on the S-PAA and MEA-PAA polymers concentration

№	Polymer	Polymer concentration , %	Rate constant, C	Exponent, n
1	S-ПАА	0,01	1,14	0,89
2	S-ПАА	0,05	1,45	0,73
3	S-ПАА	0,10	2,06	0,36
4	MEA-PAA	0,01	0,68	0,47
5	MEA-PAA	0,05	1,24	0,39
6	MEA-PAA	0,10	1,67	0,24

According to the kinetic dependences by Veberreytor-Okubo method [3] rate constants of the adsorption layer formation K and the exponent n have been calculated. Under this method, the value of C is determined by the segment intercepted by the straight line dependence of lg τ from lg [2,3 lg (σ-σ$_0$) / σ-σ$_0$] on the vertical axis.

According to C values shown in Table 3, it can be noted that the value of C increases with the concentration, that is the access to the interface is easier.

From the values of n we can judge on what stage the adsorption process is rate-limiting: either the diffusion of macromolecules to the interface or the deformation of the macromolecules on this border. When n ~ 0,5 the adsorption process is determined by the diffusion of macromolecules to the interface, when n ~ 1 the conformational changes of macromolecules in the adsorption process are critical.

Figure 3 shows the dependence of the viscosity on pH, according to which the isoelectric point (IEP) of the synthesized polyelectrolytes is in the range of pH 2.7-3.0. At this point the viscosity of HSP solutions has a minimum value due to the fact that the macromolecules are in the most dense, convoluted conformation.

At pH lower than IEP more positive charges appear in the circuit. At low pH, the ionization of the acid groups is suppressed and polyampholyte assumes the character of poly base. At pH values above the IEP polyampholyte begins to show properties of poly acid.

Measurement of the water solutions of the synthesized polyelectrolytes surface tension allowed us to detect the decrease in the values of the surface tension with increasing concentration of the solution at the liquid-gas border. The ability to change the surface tension changes in the row: S-PAA> MEA-PAA> HP-PAA, which is confirmed by the calculation of the surface activity of the HM surfactant which equals 250 for S-PAA, 800 for MEA-PAA and 1900 for HP-PAA.

The adsorption increases in the row: S-PAA> MEA-PAA> HP-PAA. The calculation of the maximum value of adsorption at the interface liquid- gas showed the following values: for S-PAA $Г_\infty = 1 \cdot 10^{-9}$, for the MEA-PAA $Г_\infty = 0{,}05 \cdot 10^{-9}$, for the HP-PAA $Г_\infty = 0{,}03 \cdot 10^{-9}$.
The size of HM surfactant macromolecules in the adsorption layer varies in the row: S-PAA> MEA-PAA> HP-PAA and is respectively 550 A^{02}, 333 A^{02}, 15 A^{02}.

4. Conclusions

The thickness of the adsorption layer decreases from S-PAA to HP-PAA.

Adsorption characteristics indicate that the obtained series of water-soluble "MEA PAA" polymers possess both polyelectrolyte and surfactant features, which make us expect their effect on disperse systems.

The technology of water-soluble M-PAA polymers and principal technological scheme of their production is proposed.

Effective ways of polymers application are given. As a result, industrial tests show that water soluble M-PAA polymers possess high diluting ability in relation to raw cement slurry. In the presence of additives the humidity of raw slurry reduces by 7-8%, while maintaining the standard of fluidity. Furthermore, fuel consumption reduces by 6-7%.

References

[1] Tager A.A. Physics and chemistry of polymers. Moscow.: Goschimizdat, 1992, p.23-26.
[2] Fuoss R, Strauss U.J. Polymer. Sci., 3.246, 1998.
[3] Febbereitor K.J. Temperature dependence of surface tension // Coll.and Polym. Sci., 1978. V 256., №5, p.490-493.

STUDY OF THE POLYMERS INFLUENCE ON THE CEMENT GRINDING PROCESS INTENSIFICATION

Dzhakipbekova N.O.[2], Isa A.B.[3], Fatkullina M.F.[4], Zhuparbekova A.K.[5], Serikov M.E., Barkhatov A.G., Onlabekov E.[5]
[2.-5]M. Auezov South-Kazakhstan State university, Shymkent city, Kazakhstan, 160019,
dzhakipbekova@mail.ru, isa.aziza@mail.ru

Abstract

The aim of this study is to search for the best basic technology to replace the base in the metallization of dielectrics. We studied conducting polymers – acrylic polyelectrolytes. Polyelectrolytes include high molecular weight compounds containing macromolecules and ionogenic groups.

Experimental studies have shown that the rational use of high molecular weight soluble polyelectrolytes (HSP) for the regulation of colloid-chemical processes in the production should take into account the functional structure of the polymer, its conformational state of macromolecules in solution, the degree of association, dissociation of functional groups, and other factors, which necessitates studying the physical and colloidal chemical characteristics of HSP solutions depending on the concentration.

Key words: Polyelectrolytes, ethanolamine, monoethanolamine, viscosity, density

2. Introduction

Amino alcohols, higher alcohols, lignosulfonates or their compositions and some other additives are considered to be effective grinding aids in modern production of binders. Cement with these additions, along with the positive properties is characterized by a number of disadvantages especially by high dusting during grinding and transportation, excess air-entraining capacity in concrete and mortar.

The aim of the work is to develop a method for producing of new surfactants fluidifiers for raw cement sludge and Portland cement clinker and limestone grinding intensifiers.

The aim of this study is to search for the best basic technology to replace the base in the metallization of dielectrics. We studied conducting polymers – acrylic polyelectrolytes. Polyelectrolytes include high molecular weight compounds containing macromolecules and ionogenic groups. Polyelectrolytes can be of natural or synthetic origin. Among natural compounds, the most known are: proteins, nucleic acids and polysaccharides such as alginic acid, heparin and the like [1].

Isolation of reagents from raw materials of plant and animal origin often costs more than the production of synthetic polymers. Therefore, along with the polymers of natural origin and their modification products synthetic reagents are currently becoming more common, the use of which allows the synthesis of (HSP) with desired properties and composition.

3. Materials and methods

Experimental studies have shown that the rational use of HSP for the regulation of colloid-chemical processes in the production should take into account the functional structure of the polymer, its conformational state of macromolecules in solution, the degree of association, dissociation of functional groups, and other factors, which necessitates studying the physical and colloidal chemical characteristics of HSP solutions depending on the concentration.

Polyelectrolytes are: the first sample is a hydrolyzed polyacrylamide modified by sulfanol (S-PAA), the second sample is a hydrolyzed polyacrylamide modified by monoethanolamine (MEA-PAA), the third

sample is a hydrolyzed polyacrylamide modified by hydrogen peroxide (HP-PAA) . They were synthesized on the basis of polyacrylamide in the medium of sodium hydroxide in the presence of modifiers.

In order to determine their macromolecular, surfactant and polyelectrolyte character the dependence of the viscosity, pH, conductivity, surface tension on concentrations (0.01-5%) were investigated, the isoelectric point for the three polymers was determined, the properties of polymers at the interface were examined.

4. **Results and discussion**

The results of measurement of viscosity (η), electric conductivity (χ), pH, optical density (D) versus concentration are shown in Table 1. They were compared with the solutions of the known K-4 polyelectrolyte.

Table 1 shows that at similar concentrations of PE (from 0.01 to 5%), the relative viscosity of "S-PAA" "MEA PAA" and "HP-PAA" polymer solutions is considerably higher than that of K-4 polyelectrolyte. In our opinion, this may be due to the increase in molecular weight as a result of the interaction of ethanolamines with K-4, which is confirmed by IR spectroscopic data. Furthermore, interaction of ethanolamines can occur according to the mechanism of bridged imide groups and hydrogen bonds on alcoholic OH groups between adjacent K-4 macromolecules formation, which leads to the solution viscosity increase.

Specific viscosity curves show the increase of the specific viscosity with the increasing concentrations of HSP in the solution that is also characteristic of the growth of indirect interaction of the macromolecules in all polyelectrolyte solutions. This indicates that the polymers have different molecular weights and molecular coil dimensions.

Table 1. Change of colloid-chemical properties of the HSP solutions depending on their concentration

Polyelectrolyte concentration	relative viscosity η_{rel}	Specific viscosity η_{sp}	Reduced viscosity $\eta_{rel/s}$	electrical conductivity χ	pH	optical density D
1	2	3	4	5	6	7
K-4						
0,01	1,27	0,25	25,6	4,5	10,54	0,003
0,03	1,52	0,55	17,5	9,3	10,78	0,005
0,05	1,81	0,89	17,1	17,8	10,93	0,007
0,1	2,7	1,8	16,8	38,6	11,39	0,04
0,3	4,7	3,9	13,6	114,3	11,43	0,08
0,5	6,63	5,7	11,4	151,3	11,75	0,2
1,0	10,7	9,7	9,7	301,6	12,56	0,4
3,0	12,4	11,5	3,8	921,6	12,89	0,5
5,0	19,7	18,9	3,2	1565,9	13,66	0,5
S-PAA						
0,01	1,43	0,43	42,4	3,9	6,57	0,85
0,03	1,98	0,98	32,9	7,6	6,78	0,90
0,05	2,37	1,45	26,8	11,8	6,87	0,98
0,1	3,6	2,6	25,4	39,2	7,09	1,0
0,3	5,69	4,7	15,4	108,2	7,83	1,3
0,5	7,73	6,5	13,2	135,6	8,06	1,4
1,0	13,49	12,46	12,1	256,1	8,56	1,6
3,0	14,45	13,89	4,9	731,8	9,38	1,8
5,0	20,92	16,78	3,3	1235,7	9,67	2,0

MEA-PAA						
0,01 0,03 0,05	1,38 1,67 2,65	0,48 0,67 1,0	3,8 6,9 11,5	3,7 6,8 11,6	7,05 7,63 7,78	0,87 0,89 0,94
1	2	3	4	5	6	7
0,1 0,3 0,6 0,8 1,0 2,0	3,87 6,35 7,56 12,34 14.98 21,5	2,35 5,46 6,89 11,29 14,3 15,9	28,4 17,3 13,9 11,3 4,8 4,3	25,4 90,5 120,8 237,4 704.8 1125,3	7,90 8,09 8,92 9,47 9,93 9.98	1,2 1,4 1,7 1,9 2,0 2,1
HP-PAA						
0,01 0,03 0,05 0,1 0,5 0,9 1,1 2,0 4,0	1,24 2,45 2,98 4,39 7,92 8,67 12,34 14,93 22,35	0,46 1,22 1,98 3,53 4,59 6,43 10,23 13,59 21,23	45 39,4 38,5 35,4 23,5 14,2 11,5 4,8 4,3	3,9 4,0 10,3 23,8 87,3 117,3 225,5 693,7 1130,6	8,03 8,39 8,93 9,37 9,98 10,38 11,45 12,29 13,76	0,79 0,83 0,89 0,92 1,2 1,4 1,6 1,8 2,0

In order to determine the intrinsic viscosity $[\eta]_{c\to 0}$ the dependence of the reduced viscosity on the concentration is represented as the inverse relationship of the reduced viscosity($[\eta]_{c\to 0}$) on the square root of the concentration (c), proposed by Fuossom-Strauss [2]. According to this relationship (Figure 1) of the straight lines extrapolation to the y-axis you can find the characteristic impedance of a single macromolecule in an infinitely dilute solution (with c→0), and gives an indication of the molecular weight of the polymer.

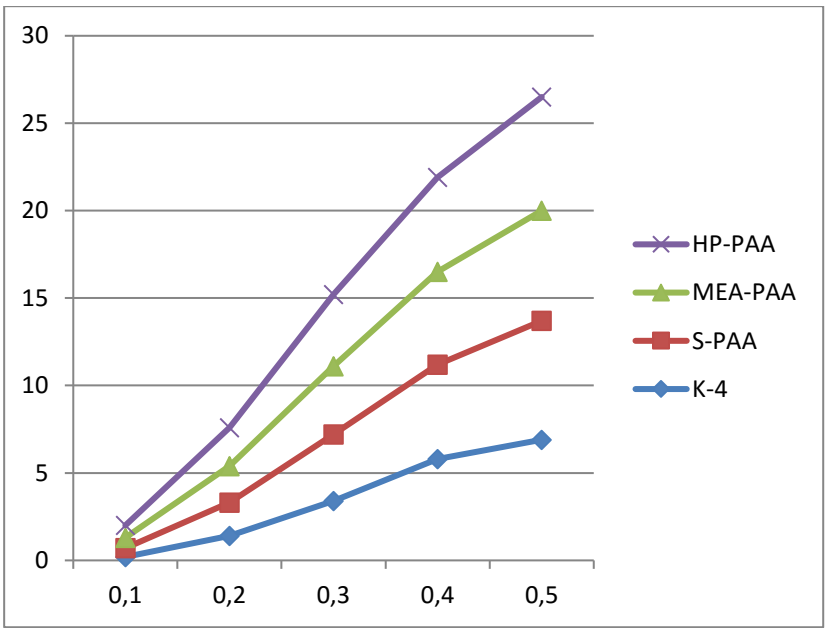


Fig.1. Inverse relationship of the given viscosity on the square root of HSP solutions concentration

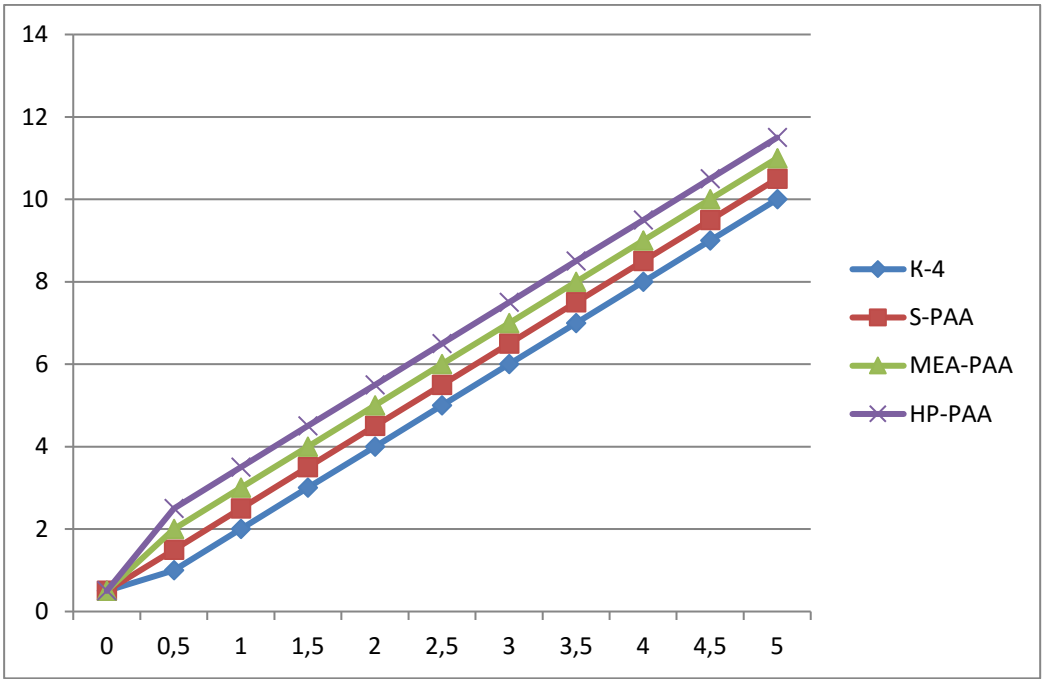


Fig.2. Dependence of specific electric conductance χ on HSP solutions concentration

When comparing the values of HSP $[\eta]_{c\to 0}$ it can be noted that the intrinsic viscosity of the synthesized polymers is higher than that of K-4. In our view, this indicates an increase in the molecular weight of the "S-PAA" "MEA PAA" and "HP-PAA" by the interaction of K-4 macromolecules with the molecules of ethanolamine.

Polyelectrolyte character of the "M- PAA" series polymers synthesized by us has been confirmed by conductometric measurements. The curves on Figure 2 show that with the increasing concentration the specific conductivity of PE solutions increases. This is due to the fact that with the increasing concentration of PE the number of charged particles per volume unit increases.

The stability of the resulting polymers to oxidation and thermal effects were examined by the derivatograph. The heating rate is 65 dg/min, the temperature range is 293-870 K.

The stability of water-soluble synthetic polyelectrolytes when exposed to thermal oxidation can be judged by the results obtained by dynamic thermogravimetry (Table 2).

Table 2. Characteristics of the thermal stability of "S-PAA" "MEA PAA", "HP-PAA" and K-4 polymers

Polyelectrolyte	T of exothermic effect, K	E Activation energy kJ / mol	Weight loss,%	Initial sample, 10^{-6} kg
S-PAA	706,5	95,8	24,7	548,1
MEA-PAA HP-PAA	679,4	90,6	34,8	578,9
	679,4	90,2	37,3	548,2
K-4	665,02	75,4	47,8	549,9

Table 2 shows that weight loss during thermogravimetry K-4 is 48.2%, and the synthesized polymer S-PAA is 24.7% i.e. 1.5 times smaller. Weight loss of polymers MEA-PAA and HP-PAA is 34.8% and 37.3, respectively.

Exothermic reactions occur at different temperatures. For S-PAA, this value is 706.5 K, for the MEA-PAA it is 679.4 K and for HP-PAA it is 679.4 K.

The activation energy was calculated as the primary kinetic parameter for quantifying the process of thermal breakdown. The activation energies are shown in Table 3.

Table 3. The dependence of the rate constant (C) and exponent (n) on the S-PAA and MEA-PAA polymers concentration

№	Polymer	Polymer concentration , %	Rate constant, C	Exponent, n
1	S-ПАА	0,01	1,14	0,89
2	S-ПАА	0,05	1,45	0,73
3	S-ПАА	0,10	2,06	0,36
4	MEA-PAA	0,01	0,68	0,47
5	MEA-PAA	0,05	1,24	0,39
6	MEA-PAA	0,10	1,67	0,24

According to the kinetic dependences by Veberreytor-Okubo method [3] rate constants of the adsorption layer formation K and the exponent n have been calculated. Under this method, the value of C is determined by the segment intercepted by the straight line dependence of lg τ from lg [2,3 lg (σ-σ$_ꝏ$) / σ-σ$_ꝏ$] on the vertical axis.

According to C values shown in Table 3, it can be noted that the value of C increases with the concentration, that is the access to the interface is easier.

From the values of n we can judge on what stage the adsorption process is rate-limiting: either the diffusion of macromolecules to the interface or the deformation of the macromolecules on this border. When n ~ 0,5 the adsorption process is determined by the diffusion of macromolecules to the interface, when n ~ 1 the conformational changes of macromolecules in the adsorption process are critical.

Figure 3 shows the dependence of the viscosity on pH, according to which the isoelectric point (IEP) of the synthesized polyelectrolytes is in the range of pH 2.7-3.0. At this point the viscosity of HSP solutions has a minimum value due to the fact that the macromolecules are in the most dense, convoluted conformation.

At pH lower than IEP more positive charges appear in the circuit. At low pH, the ionization of the acid groups is suppressed and polyampholyte assumes the character of poly base. At pH values above the IEP polyampholyte begins to show properties of poly acid.

Measurement of the water solutions of the synthesized polyelectrolytes surface tension allowed us to detect the decrease in the values of the surface tension with increasing concentration of the solution at the liquid-gas border. The ability to change the surface tension changes in the row: S-PAA> MEA-PAA> HP-PAA, which is confirmed by the calculation of the surface activity of the HM surfactant which equals 250 for S-PAA, 800 for MEA-PAA and 1900 for HP-PAA.

The adsorption increases in the row: S-PAA> MEA-PAA> HP-PAA. The calculation of the maximum value of adsorption at the interface liquid- gas showed the following values: for S-PAA $Г_ꝏ = 1 \cdot 10^{-9}$, for the MEA-PAA $Г_ꝏ = 0{,}05 \cdot 10^{-9}$, for the HP-PAA $Г_ꝏ = 0{,}03 \cdot 10^{-9}$.

The size of HM surfactant macromolecules in the adsorption layer varies in the row: S-PAA> MEA-PAA> HP-PAA and is respectively 550 A^{02}, 333 A^{02}, 15 A^{02}.

5. Conclusions

The thickness of the adsorption layer decreases from S-PAA to HP-PAA.

Adsorption characteristics indicate that the obtained series of water-soluble "MEA PAA" polymers possess both polyelectrolyte and surfactant features, which make us expect their effect on disperse systems.

It was revealed that the supplements of the "M- PAA" series are effective for grinding intensification of Portland cement clinker from limestone: the performance of grinding machines increases to 30-41%, respectively, the specific energy consumption is reduced by 17.5-25%.

References

[4] Tager A.A. Physics and chemistry of polymers. Moscow.: Goschimizdat, 1992, p.23-26.
[5] Fuoss R, Strauss U.J. Polymer. Sci., 3.246, 1998.
[6] Febbereitor K.J. Temperature dependence of surface tension // Coll.and Polym. Sci., 1978. V 256., №5, p.490-493.

Maden Mühendisliği

(Mining Engineering)

CHARACTERISTICS of BACAKLI (KOZAN-ADANA) LIGNITE COAL

BACAKLI (KOZAN-ADANA) LINYIT KÖMÜRÜNÜN KARAKTERISTIK ÖZELLIKLERI

Nil Yapıcı[a], Hakan Güneyli[b]
[a]*Ç.Ü.,* Maden Mühendisliği Bölümü, Adana, Turkey, nyapici@cu.edu.tr
[b]*Ç.Ü.,* Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Adana, Turkey, hguneyli@cu.edu.tr

Özet

Bu çalışma, Adana M35 c4 paftası içerisinde Bacaklı (Kozan/Adana) bölgesini kapsayan inceleme alanı içerisindeki kömür sahalarının tespiti ve karakteristik özelliklerinin incelemesini amaçlamaktadır.

Çalışma bölgesinin jeolojik verileri ışığında kömürleşme, Üst Devoniyen yaşlı birimler içerisinde yataklanmıştır. Cevherleşme tabandaki sarımsı ve gri kumtaşları, kumlu marnlar ile tavandaki sarımsı kalkerli kumtaşları ve kaba konglomeralar arasında bulunmaktadır. Bölgeden alınan linyit kömür örnekleri üzerinde kimyasal (nem, kul, uçucu madde ve toplam kükürt) analizler yapılmış ve elde edilen sonuçlar değerlendirilmiştir. Üst Isıl Değeri; 3567 kcal/kg, Alt Isıl Değeri, 3499 kcal/kg, toplam kükürt, % 3,66 olarak tespit edilmiştir. Örneklerden X-ışını Flüoresans Spektrometre (XRF) yöntemi ile element analizi yapılmış, ayrıca X-ışını difraksiyon (XRD) analizinde, başlıca pirit, kaolin, jips, kuvars ve muskovit mineralleri tespit edilmiştir. Parlak kesit üzerinde maseral tespiti yapılmış mineral birlikleri ortaya çıkarılmıştır. Çoklukla, gelinit (huminit), makrinit (inertinit), liptinit maseralleri ve inorganik olarak pirit tespit edilmiştir.

Anahtar kelimeler: Linyit, Bacaklı/Adana, Kalorifik değer

Abstract

In this study, it is aimed to investigate the detection and characterization of the coal fields in the study area including the Bacaklı (Kozan / Adana) region within the topographic map of Adana M35 c4.

The geological data of the study area indicate that the carbonation in the study region was deposited in Upper Devonian aged units. The mineralization is between the yellowish and gray sandstones and sandy marls at the base, and yellowish calcareous sandstones and coarse conglomerates at the top. Chemical (moisture, use, volatile matter and total sulfur) analyzes were carried out on lignite coal samples taken from the region and the results obtained were evaluated. It was determined the Upper Thermal Value; 3567 kcal/kg, Lower Thermal Value, 3499 kcal/kg, total sulfur, 4,12%.

Elements were analyzed by X-ray Fluorescence Spectrometry (XRF) method. In addition to that X-ray diffraction (XRD) analysis showed mainly pyrite, kaolin, gypsum, quartz and muscovite minerals. The Maceral Composition of Coal was performed on the polished section and mineral associations were revealed.

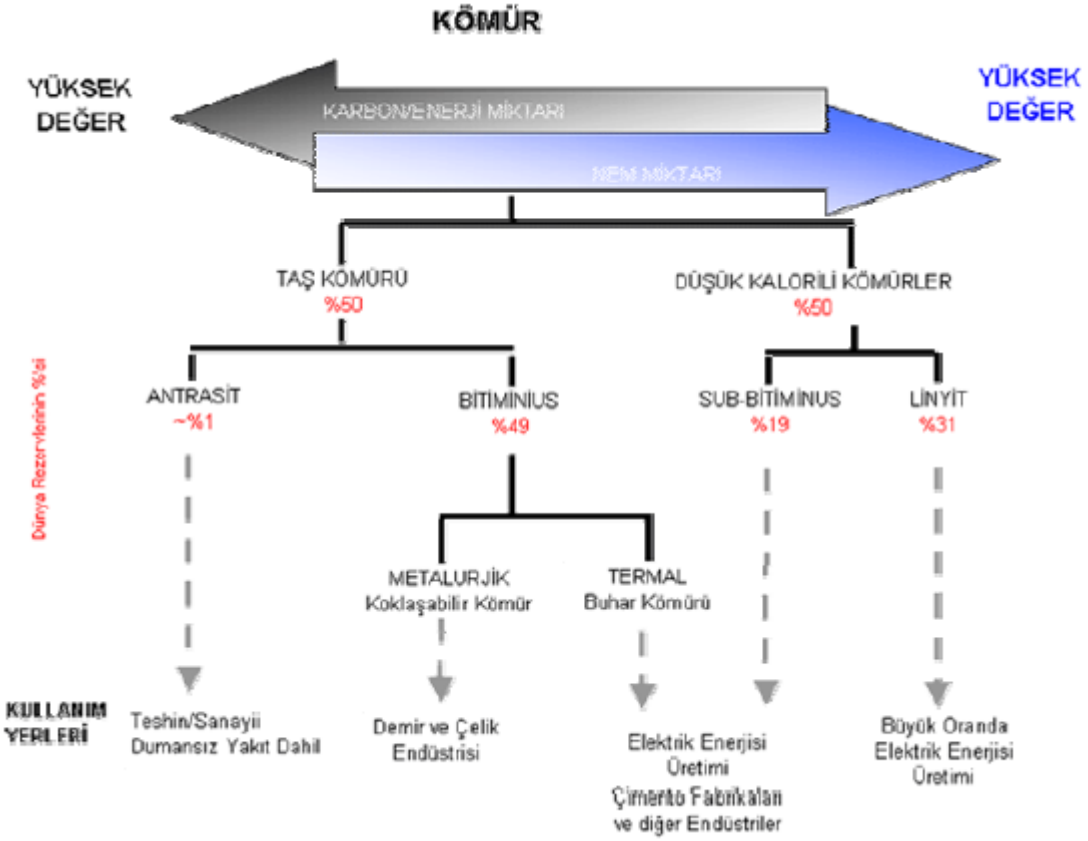
Keywords: Lignite, Bacaklı/Adana, Calorific value

1. Giriş

Kömür farklı kimyasal ve fiziksel özelliklere sahip heterojen bileşenlerden oluşmuş, kahverengiden siyah renge kadar değişen çökel, yanabilir bir kayaç olup başlıca karbon, hidrojen ve oksijen gibi elementlerin bileşiminden oluşan, çökel tabakalarının arasında damar haline uzunca bir süre (milyonlarca yıl) ısı, basınç ve mikrobiyolojik etkilerin sonucunda meydana gelen bir malzemedir (Şekil 1)(1).

Organik olgunluklarına göre; Linyit, Altbitümlü kömür, Bitümlü kömür ve Antrasit tiplerine ayrılır. Linyit

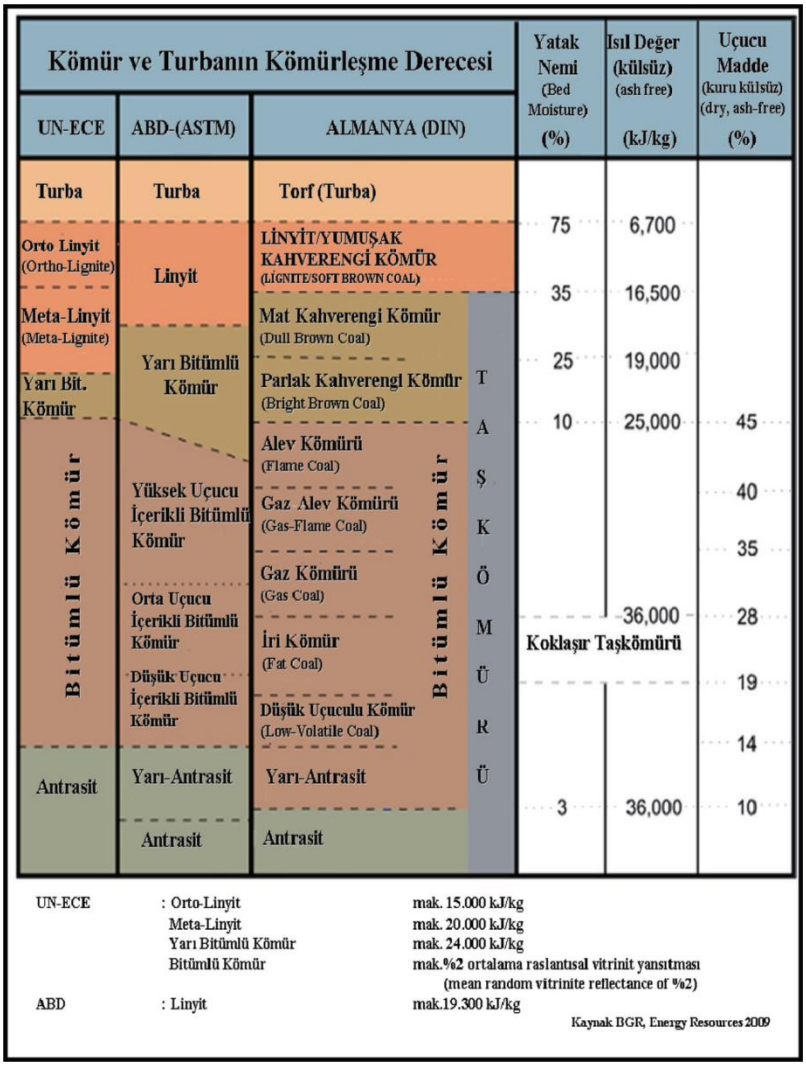
ve kısmen Altbitümlü kömürler genellikle yumuşak, kırılgan ve mat görünüştedirler. Bu tip kömürlerin ana özelliği göreceli olarak yüksek nem içermeleri ve karbon içeriklerinin düşük olmasıdır. Antrasit ve Bitümlü kömürler ise genellikle sert ve parlak görünüştedirler. Görece olarak nem içerikleri düşük olup, karbon oranları yüksektir. Jeolojik olarak kömürlerin yaşları 400milyon yıl ile 15 milyon yıl arasında değişir. Genellikle yaşlı kömürler daha kalitelidir (1).



Şekil 1. Kömür tipleri (1)

Diğer içerikleri ise kül teşkil eden inorganik bileşikler ve mineral maddelerdir. Kömürleşme süreci ve yataklanma, nem içeriği, kül ve uçucu madde içeriği, sabit karbon miktarı, kükürt ve mineral madde içeriklerinin yanı sıra jeolojik, petrografik, fiziksel, kimyasal ve termik özellikler yönünden kömürler çok çeşitlilik göstermektedir. Bu durum birçok ülkede kömürlerin birbirine benzer özellikler ve yakın değerler temelinde sınıflandırılmasını zorunlu kılmıştır. Değişik tipte kömürlerin kullanım amaçlarına göre sınıflandırılmasında; ilk olarak 1957 yılında Uluslararası Kömür Kurulu'nca birçok ülkeden alınan örnekler üzerinde yapılan çalışmalar, Uluslararası Standartlar Örgütü (ISO) tarafından da desteklenerek genel bir sınıflama yapılmış olup bu sınıflamada; kalorifik değer, uçucu madde içeriği, sabit karbon miktarı, koklaşma özellikleri temel alınarak sert ve kahverengi kömürler olarak iki ayrı sınıfa ayrılmıştır:

a) Sert kömürler; ıslak ve külsüz bazda 5.700 kcal/kg'ın üzerinde kalorifik değerlerde olup uçucu madde içeriği, kalorifik değer ve koklaşma özelliklerine göre alt sınıflara ayrılırlar.
b) Kahverengi kömürler; ıslak ve külsüz bazda 5.700 kcal/kg'in altında kalorifik değerlerde olup toplam nem içeriği ve kalorifik değerlere göre alt sınıflara ayrılırlar (Şekil 2).



Şekil 2. Yaygın olarak kullanılan sınıflandırma sistemleri (1)

Uluslararası kömür sınıflamasında kabul edilen diğer bir sınıflama işlemi ise, Kömür Rank Sınıflamasıdır (Kömürleşme Derecesi Sınıflaması). Bu sınıflandırmada karbon içeriği temel değişkendir. Çizelge 1'de çeşitli ranklarda (Kömürleşme Derecelerinde) kömür özellikleri verilmiştir (2).

Yüksek ranklı (kömürleşme derecesi yüksek) kömürlerde uçucu madde içeriği, düşük ranklı (kömürleşme derecesi düşük) kömürlerde ise kalorifik değer baz alınarak sınıflandırılmıştır.

Çizelge 1. Çesitli ranklarda (kömürleşme derecelerinde) kömür özellikleri (2)

No	Rank (Kömürleşme Derecesi)	Uçucu Madde İçeriği (% Ağırlık) Islak-Külsüz	Karbon İçeriği (% Ağırlık) Islak-Külsüz	Kalorifik Değer (Btu/Lb) Mineral Maddesiz	Nem İçeriği (% Ağırlık)
1	Linyit	69-44	76-62	8300-6300	52-30
2	Alt Bitümlü	52-40	80-71	11500-8300	30-12
3	Bitümlü				
	Yüksek uçuculu - B	50-29	86-76	13500	15-2
	Yüksek uçuculu - C	48-35	87-76	14000	5-1
	Yüksek uçuculu - A	49-31	88-78	14000	5-1
d	Orta uçuculu	31-22	91-86	14000	5-1
e	Düsük uçuculu	22-14	91-86	14000	5-1
4	Antrasit	14-2	99-91	14000	5-1

2. Materyal ve Metod

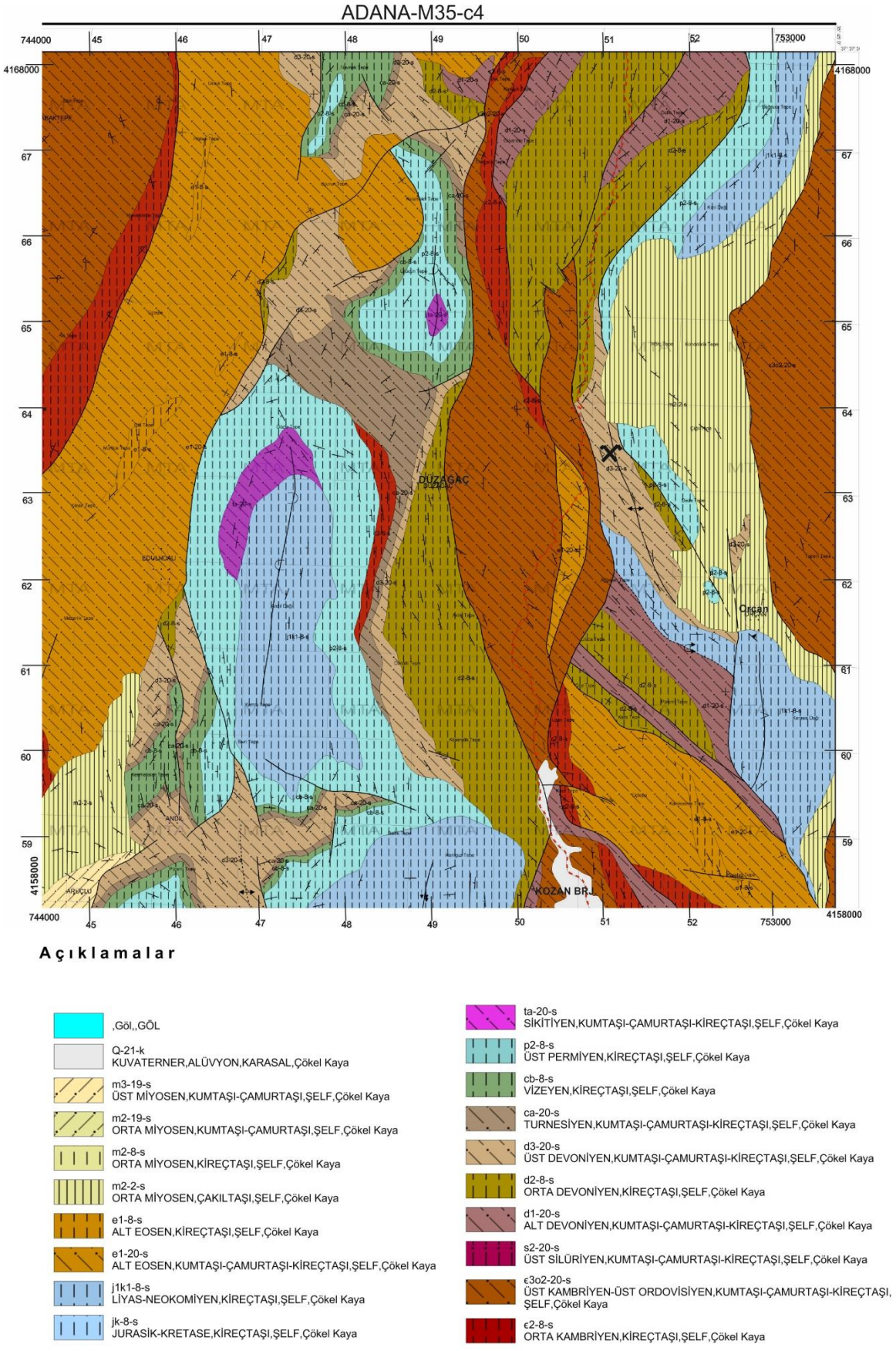
Çalışma alanı, Adana M35c4 paftası içerisinde Bacaklı (Kozan/Adana) bölgesinde bulunmaktadır. Kömürleşme, Üst Devoniyen yaşlı kimi çalışmacılar tarafından Gümüşali Formasyonu olarak adlandırılan alttan üste doğru; kumtaşı, dolomitik kireçtaşı, kireçtaşı, silttaşı, şeyl tabakalarından oluşan birim bünyesinde gözlenmektedir (Şekil 3)(3).

Arazi çalışmaları sırasında koordinat noktalarına göre alınan örneklerin mineralojik çalışmaları, cevher ve anakayaç örneğinde XRD analiz, kimyasal analiz, mikroskop çalışmaları, fiziksel ve mekanik özelliklerini tespit etmek için MTA ve bölüm laboratuvarlarında deneyler yapılmıştır.

Kömürleşme zonları kil, silt, şeyl birikimleri ile geçişli olarak gözlenmiş, Devoniyene ait kireçtaşları ile örtülmüşlerdir (Şekil 4).

3. Kömür Analiz Sonuçları

Bölgeden getirilen kömür numunelerinden (10 adet) MTA bünyesinde yaptırılan XRF analiz sonuçları Çizelge 2'de, kömür analiz sonuçlarına göre ortalama değerler ise Çizelge 3'de verilmiştir.



Şekil 3. Çalışma alanı ve çevresinin jeolojik haritası (3).



(a)



(b)



(c)



(d)

Şekil 4. Mostra vermiş kömür cevherinin yankayaç ilişkisi, a-b) mostra vermiş kömürleşme c-d) Üst zonlardaki kiltaşı, karbonat çakılları içeren killi,siltli zon

Çizelge 2. Kozan linyitinin kimyasal özellikleri

Bileşen	(%)
MgO	0,30
Al_2O_3	1,90
SiO_2	2,77
SO_3	22,42
$CaCO_3$	66,86
Cr_2O_3	0,02
TiO_2	0,13
MnO	0,09
Fe_2O_3	5,18
CuO	0,01
ZnO	0,02
SrO	0,17
BaO	0,13

Elementel sonuçlara gore, bünyede bulunan $CaCO_3$ yankayaç içeiğindeki kireçtaşlarından dolayıdır.

Çizelge 3. Kömür analiz sonuçları

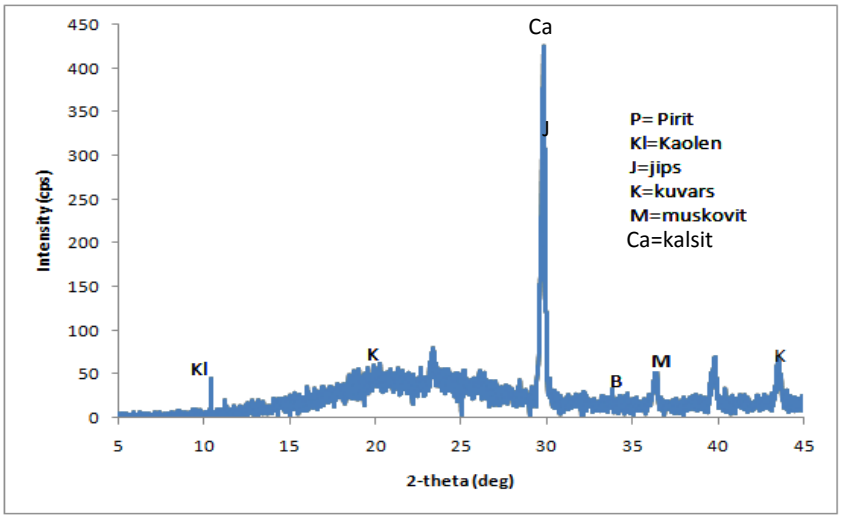
Kömür Analizi	Orijinal Kömür	Havada Kuru Kömür	Kuru Kömür
Nem, %	2,49	0,65	-
Kül, %	28,21	28,74	28,93
Uçucu Madde, %	31,52	32,11	32,33
Sabit Karbon, %	37,78	38,50	38,74
Üst Isıl Değeri, kcal/kg	3478	3544	3567
Alt Isıl Değeri, kcal/kg	3412	3476	3499
Toplam Kükürt, %	3,66	3,69	3,71

Kükürt analizleri sonucu ise;

Kömür Analizi	Orijinal Kömür	Analiz metodu
Piridik kükürt %	1,26	TS329ISO
Sülfat kükürt %	0,77	
Organik kükürt%	1,63	

olarak bulunmuştur.

Kömür içerisindeki inorganik mineral içeriği, bölüm ve MTA laboratuvarında yaptırılan XRD analizleri ile ortaya çıkarılmıştır (Şekil 5).

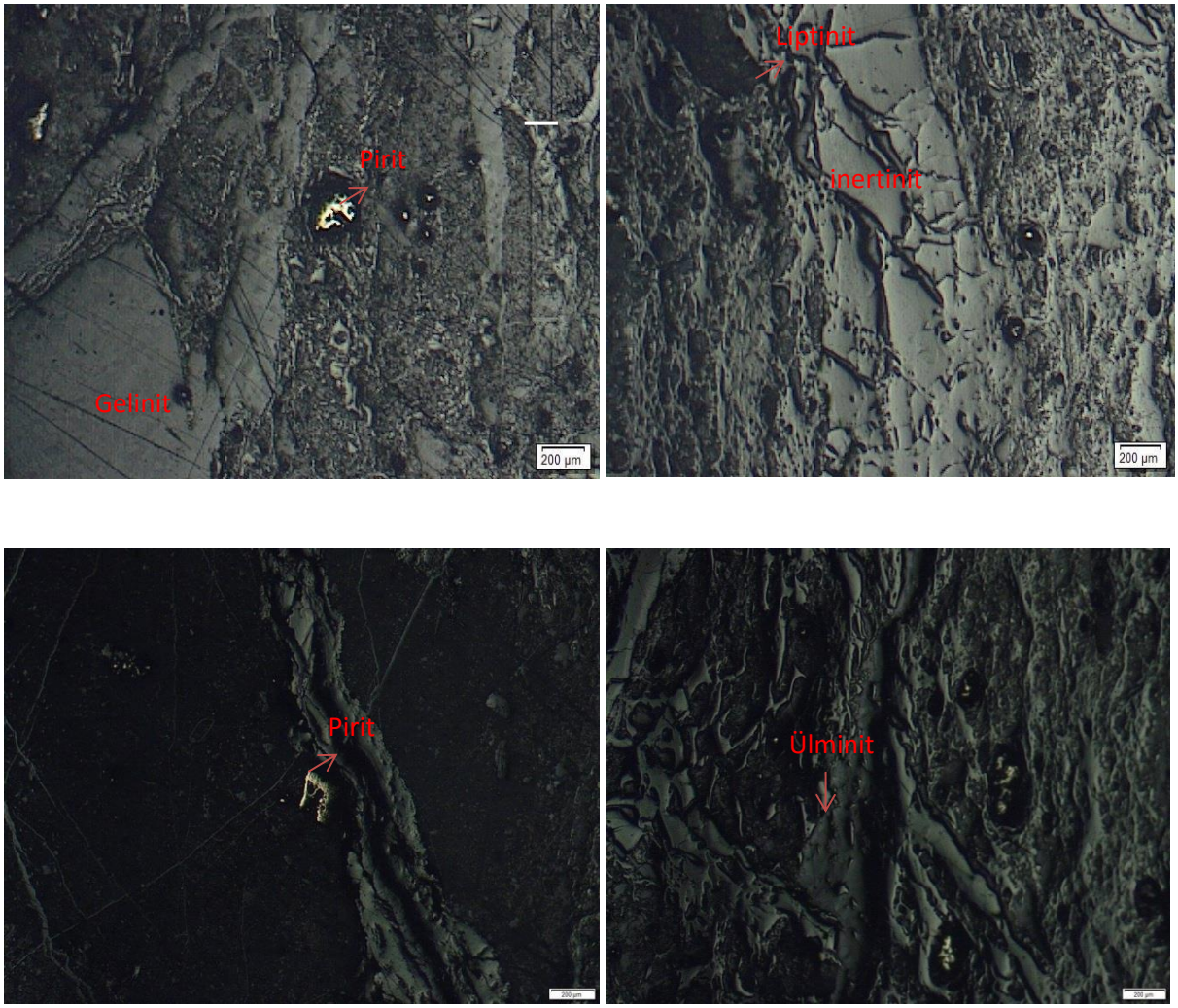


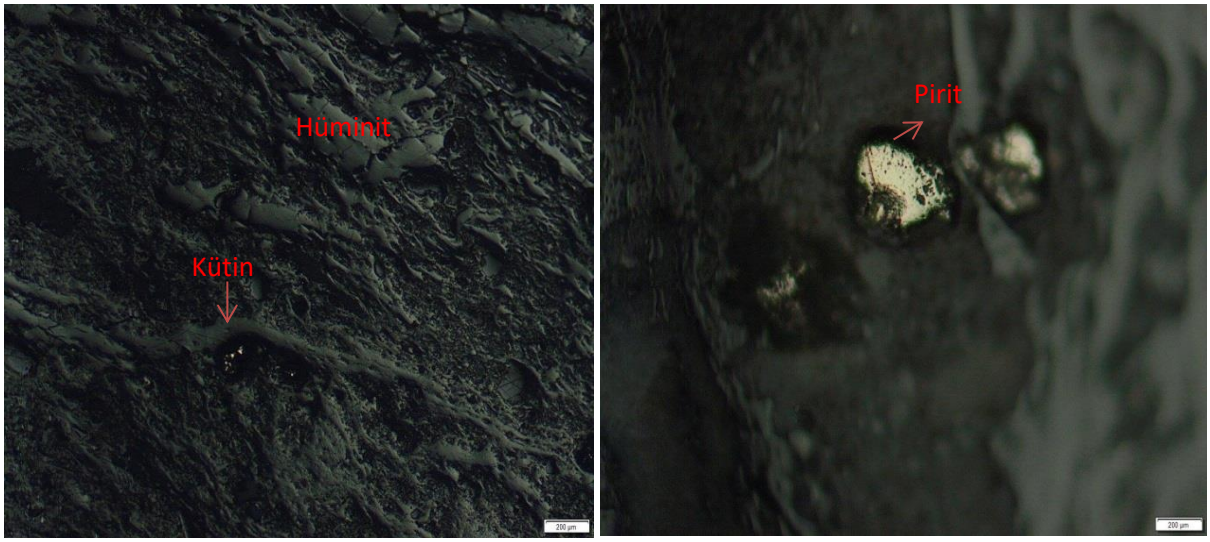
Şekil 7. Adana-Kozan linyitinin XRD sonuçları

Kömür içerisindeki ana parajenezler; kalsit, jips, kuvars, kaolen, muskovit, pirit olarak tespit edilmiştir.

3.1. Maseral Mineralojisi

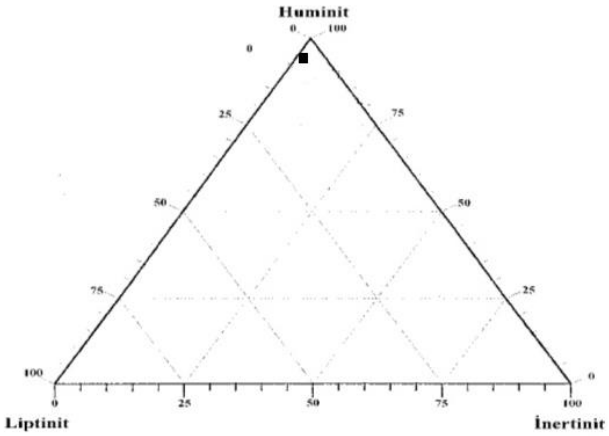
Maseraller mikroskobik olarak şekillerinden ve ışığı yansıtmalarından tanımlanırlar. Aynı kömüre ait üç maseral grubunda; Vitrinit (Linyit de Hüminit) de oksijen, liptinit te hidrojen, inertinit te karbon miktarı fazla olup bu sıralamada uçucu madde miktarı da giderek azalmaktadır. Yaptırılan parlak kesit örneklerinde hüminit, Liptinit, İnertinit maseralleri tanımlanmıştır. Pirit, kil mineralleri maseraller bünyesinde inorganik yapıyı ifade etmektedir (Şekil 8). Mevcut kükürdün varlığında inorganik yapı olan pirit minerallerinin etkisi büyüktür.





Şekil 8. Maserallerin mikroskop görüntüsü

Petrografik analizler sonucu kömürlerde çoktan aza doğru hüminit, inertinit ve liptinit maseralleri tespit edilmiştir. Pirit, fromboidal şekillerde belirgindir. Hüminit grupda en fazla gözlenilen gelinit maserali olup, liptinitlerde yer yer kütinit, inertinit grupta ise makrinit maseralleri gözlenmiştir. Hüminit, inertinit, liptinit oranları Şekil 9'da verilmiştir.



Şekil 9. Maseral oranları

3.2. Kömürlerin Yansıma Ölçümleri

Kömürlerin yansıma (Rmax ve Rrand) değerleri, genelde inorganik madde, nem, uçucu madde içerikleri ne olursa olsun, doğrudan doğruya onların kömürleşme dereceleri hakkında bilgiler sunmaktadırlar. İnceleme alanındaki kömürlerde 4 adet örneğe ait yapılan Rmax ve Rmin verileri Çizelge 3'de verilmiştir.

Çizelge 3. Yansıma ölçüm değerleri

Örnek	%Rmax	%Rmin
B1	0,322	0,202
B2	0,347	0,226
B3	0,358	0,221
B4	0,336	0,219

Buna gore değerler %0,38 in altında olduğu için "Linyit" seviyesinde kömürleşme derecesi göstermişlerdir (4).

4. Sonuçlar

Adana/Kozan bacaklı bölgesi kömür oluşumları, bölgede kurulan veya kurulacak hidroelektrik santralleri veya diğer endüstri kuruluşlarına enerji hammaddesi noktasında bölgenin kömür potansiyeline katkı sağlayabilecektir. Bu çalışma, kömürün karakteristik özelliklerinin çıkarılması ve ileri çalışmalarda rezerv miktarının ortaya konmasını amaçlamaktadır. Bulgular, kömürün linyit özelliğinde olduğunu göstermiştir. Cevhere ait kimyasal, fiziksel, mineralojik özellikler aşağıda verilmiştir.

*Üst Isıl Değeri; 3567 kcal/kg, Alt Isıl Değeri, 3499 kcal/kg, toplam kükürt, % 3,66 olarak bulunmuştur.

*Örneklerden X-ışını Flüoresans Spektrometre (XRF) yöntemi ile element analizi yapılmış, $CaCO_{3\%}$ 66,86, SO_3; %22,42, Fe_2O_3; %5,18, SiO_2 ; %2,77 olarak tespit edilmiştir.

*X-ışını difraksiyon (XRD) analizinde, başlıca pirit, kaolin, jips, kuvars ve muskovit mineralleri tespit edilmiştir.

*Parlak kesit üzerinde maseral tespiti yapılmış mineral birlikleri ortaya çıkarılmış, çoklukla gelinit (huminit), makrinit (inertinit), liptinit maseralleri ve inorganik olarak pirit tespit edilmiştir.

*Yansıma ölçümleri bulunmuş ortalama %Rmax değeri 0,340 bulunmuş, %0,382'in altında olduğu için Linyit olarak değerlendirilmiştir.

Kaynaklar

[1] www.enerji.gov.tr
[2] TSAİ, S.C., 'Fundamentals of Coal Beneficiation and Utulization', Elsevier Scientific Publishing Company, Amsterdam (1982).
[3] MTA, 'Kozan-ceyhan-imamaoğlu (adana) Civarının Jeolojisi', Rapor, ANKARA (2015).
[4] WARD, C.R., 'Coal Geology and Coal Technology', Blackwell Sci. Publ. London (1984).

OCCUPATIONAL ACCIDENT AND OCCUPATIONAL DISEASE STATISTICS OF THE RECENT YEARS IN THE MINING SECTOR

MADENCİLİK SEKTÖRÜNDE SON YILLARA AİT İŞ KAZASI VE MESLEK HASTALIĞI İSTATİSTİKLERİ

Filiz Uz[a], Yahya Bozkurt[b*]
[a]Marmara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İş Güvenliği Bölümü, Göztepe Kampüsü, 34722, Kadıköy/İSTANBUL
uzfiliz@hotmail.com
[b]Marmara Üniversitesi, Teknoloji Fakültesi Metalurji ve Malzeme Mühendisliği Bölümü, Göztepe Kampüsü, 34722, Kadıköy/İSTANBUL, *ybozkurt@marmara.edu.tr

Özet

İşyerlerindeki, çalışma ortamı, üretim süreçlerinin yetersiz ve olumsuz şartları, çalışanların sağlıklı yaşama ve çalışma hakkını tehdit etmektedir. İş kazası ve meslek hastalıkları sonucu oluşacak maddi ve manevi kayıpları önlemek için iş sağlığı ve güvenliğinin sağlanmasına yönelik tedbirlerin alınması gerekmektedir. İş kazası ve meslek hastalığına sebep olabilecek risklerin doğru değerlendirilerek tanımlanması, kontrol yöntemlerinin doğru şekilde uygulanması, üretim sürecindeki gelişmelerin bilimsel yöntemlerle incelenmesi ve güvenlik önlemlerinin arttırılması ile birlikte iş kazaları ve meslek hastalıklarının önüne geçilebilmesi mümkündür. İş kazaları ve meslek hastalıkları açısından en zor ve riskli sektörler arasında olan maden sektörü, kaza ve ölüm sıralamasında bütün sektörlerin başında yer almaktadır. Maden sektörü, zincirleme olarak birbirini tetikleyebilecek riskleri içermekte ve riskleri en aza indirebilmek için sektörün daha yakından izlenmesi, değerlendirilmesi ve kaza önleme çalışmalarına daha fazla ağırlık verilmesi gerekmektedir.

Bu çalışmada, 5510 sayılı Sosyal Sigortalar ve Genel Sağlık Sigortası kanunun 4-1/a maddesi kapsamında sigortalı olan, madencilik sektöründe iş kazası ve meslek hastalığı sonucu sürekli iş göremezlik geliri bağlanan erkek çalışanların, Sosyal Güvenlik Kurumunun yayımlamış olduğu son beş yıllık veriler ele alınarak oluşturulan istatistiki dağılımı, iş kazası ve meslek hastalığının hukuksal boyutlarına yer verilmiştir.

Anahtar kelimeler: Meslek Hastalığı, İş kazası, Maden, Hukuk, İş Göremezlik.

Abstract

Working environment, inadequate and adverse conditions of the production process in the working place threaten the employees' rights to live and work. It's necessary that taking measures to ensure occupational health and safety in order to prevent material and moral losses that will result from occupational diseases. It's possible that occupational diseases and occupational accident can be put a stop with the correct definition of the risks to be caused by the occupational accident and the occupational disease, correct application of the control methods and examination of the developments in the production process by scientific methods and being increased of safety measures. The mining sector, which is among the most difficult and risky sectors in terms of occupational accidents and occupational diseases, is at the top of all sectors in the order of accident and death. The mining sector involves risks that can trigger each other in chains and a closer monitoring of the sector in order to minimize risks, in evaluation and works in accident prevention should be given more weight.

In this study, it had been included legal dimension of occupational diseases, occupational accident and distribution of statistics which are formed taking up last 5 yearly data of publishing by Labor and Social Security Society according to man employees' provinces, who are assigned income because of a permanent physical disability resulting from occupational disease and are insured within the scope of 4-1 a the law 5510, of Social Insurances and General Health Insurance.

Keywords: Occupational Disease, Occupational Accident, Mine, Law, Incapacity.

1. Giriş

Madencilik, ekonomik önemi olan cevher, mineraller, madenlerin araştırılması, çıkartılması, işletilmesi için yeraltı ve yer üstünde yapılan çalışmalardır. Türkiye, madenler bakımından zengin bir ülkedir. Bazı madenler bakımından da dünyanın önemli ülkeleri arasındadır.

Madenciliğin tarihi ilk çağlara dayanmaktadır. Cumhuriyet döneminde madencilikte önemli adımlar atılmış, "Maadin ve Sanayi Mektebi Alisi", "Sanayi Maadin Bankası" "MTA Enstitüsü" ve " Etibank " kurulmuştur. Madencilik faaliyeti ile ilgili olarak 1906 yılında Maadin Nizamnamesi, 1954 yılında 6309 sayılı Maden Kanunu, 1985 yılında 3213 sayılı Maden Kanunu yürürlüğe girmiştir. 3213 sayılı Maden Kanunu halen yürürlüktedir.

Madenlerde, gazlar, buharlar ve toz karışımları bulunmakta olup yangın, su baskınları, patlamalar, göçükler gibi toplu ölümlere neden olabilecek birçok tehlike bulunmaktadır. Maden sektöründe, tozun meydana getirdiği hastalıklar sıklıkla görülmektedir. Havalandırma sistemi sorunları, kaçış yollarının yetersizliği, kişisel koruyucu donanımların yetersizliği gibi sorunlar kazalara ve kaza sonucunda ölümlere sebep olabilecek nedenler arasında görülmektedir.

İş kazası; "İşyerinde veya işin yürütümü nedeniyle meydana gelen, ölüme sebebiyet veren veya vücut bütünlüğünü ruhen ya da bedenen engelli hâle getiren olayı" ifade eder [1].

Meslek hastalığı; "Sigortalının çalıştığı veya yaptığı işin niteliğinden dolayı tekrarlanan bir sebeple veya işin yürütüm şartları yüzünden uğradığı geçici veya sürekli hastalık, bedensel veya ruhsal özürlülük halleridir" şeklinde tanımlanmıştır [2].

1.1.Madencilik sektöründe en sık karşılaşılan meslek hastalıkları

- Gürültü kaynaklı işitme kaybı
- Titreşim kaynaklı beyaz parmak sendromu, karpal tünel sendromu, tüm vücut vibrasyonunun neden olduğu hastalıklar dahil bel rahatsızlıkları, epikonilit ve bursiti de içeren kas iskelet sistemi rahatsızlıkları
- Asbestin neden olduğu hastalıklar dahil tozdan kaynaklanan meslek hastalıkları
- Mesleki cilt hastalıkları
- Mesleki astım
- Mesleki kanser
- Tetanoz
- Madenci nistagmusu
- Leptospiroz (Weil hastalığı) [3].

Çalışma alanı ve yürütülen işle ilgili olarak sağlık ve güvenlik tehlikelerini belirlemek iş sağlığı ve güvenliği (İSG) mevzuatına göre işverenin yükümlülüğündedir. İşveren, tehlikeleri ortadan kaldırılamıyor ise çalışan güvenliğini sağlamak için oluşabilecek etkileri değerlendirmek, hastalık ve kazaları önlemek için gerekli tedbirleri almakla yükümlüdür.

İşveren, iş güvenliği tedbirlerinin alınması ile birlikte üretimin artacağı ve masrafların azalması sonucu maliyetlerin düşeceği, tedbirlerin alınmaması sonucunda ise karşılaşacağı yaptırımlar konusunda bilinçlendirilmelidir.

İşveren işyerinde, işçilerin sağlığını korumak ve iş güvenliğini sağlamak için gerekli tüm tedbirleri almak, malzemeleri eksiksiz bulundurmak, alınan önlemlere uyulup uyulmadığını denetlemek, işçileri karşı karşıya bulundukları mesleki riskler ile bunlara karşı alınması gerekli tedbirler konusunda eğitim vermek zorundadır [1].

İşverenin, mevzuat açısından zorunlu olan yükümlülüklerini yerine getirmemesi sonucunda, idari ve cezai yaptırımlar uygulanmaktadır. 6331 sayılı iş sağlığı ve güvenliği (İSG) kanununa göre; İş sağlığı ve güvenliğiyle ilgili tedbir almamak, organizasyonu yapmamak, gerekli araç ve gereçleri sağlamamak, sağlık ve güvenlik tedbirlerini değişen şartlara uygun hale getirmemek ve mevcut durumun iyileştirilmesi için çalışmalar yapmamak ve işyerinde alınan iş sağlığı ve güvenliği (İSG) tedbirlerini izlememek, denetlememek ve uygunsuzlukların giderilmemesi durumunda 10'dan az çalışanı olan işyerleri için işyeri tehlike sınıfına göre az tehlikeli, tehlikeli ve çok tehlikeli sınıfa ait işyerleri için 2017 yılında uygulanacak idari para cezaları sırasıyla; 2702, 3377 ve 4053 TL' dir. Çalışan sayısı arttıkça işyeri tehlike sınıfına göre ceza tutarı da artmaktadır [4].

İş sağlığı ve güvenliğinde (İSG) işverenler kadar işçilerinde yükümlülükleri vardır. 6331 sayılı kanun, işverenlerin yükümlülüklerinin yanında çalışanlarında yükümlülüklerini belirlemiştir. İş kazası ve meslek hastalığı sonucu bedensel bütünlüğü zedelenen işçinin kendisi, ağır bedensel zarar veya ölüm halinde ölenin yakınları iş sağlığı ve güvenliği (İSG) önlemlerini almayan işverene karşı manevi tazminat davası açabilirler[5].

Çalışanlar, kendilerinin ve diğer çalışanların sağlık ve güvenliğini tehlikeye atmamaları için İSG eğitimleri ve işverenlerin talimatlarına göre uygun davranmaları gerekmektedir. 6331 sayılı İSG kanununda çalışanların yükümlülükleri;

a) Makine, cihaz, araç, gereç, vb. üretim araçlarını kurallara uygun şekilde ve güvenlik donanımlarını doğru olarak kullanmak, keyfi olarak çıkarmamak, değiştirmemek.
b) Kişisel koruyucu donanımı doğru kullanarak korunmasını sağlamak.
c) İşyerindeki makine, cihaz, araç, gereç, tesis ve binalarda sağlık ve güvenlik yönünden tehlike ile karşılaştıklarında ve koruma tedbirlerinde bir eksiklik gördüklerinde, işverene veya çalışan temsilcisine derhal haber vermek.
d) Yetkili makam tarafından işyerinde tespit edilen eksiklik ve mevzuata aykırılıkların giderilmesi konusunda, işveren ve çalışan temsilcisi ile iş birliği yapmak.
e) Kendi görev alanında, İSG' nin sağlanması için işveren ve çalışan temsilcisi ile iş birliği yapmak olarak belirtilmiştir [1].

İşverenler gibi işçilerde yükümlülüklerini yerine getirmesi konusunda bilinçlendirilmelidir.

2. İş Kazası ve Meslek Hastalığı Sonucu Oluşan Sorumluluklar

İş sağlığı ve güvenliğinin (İSG) amacı; Sağlıklı ve güvenli bir çalışma ortamı sağlamak, çalışanları sağlık ve güvenlik risklerine karşı korumak, üretimin devamlılığını sağlamaktır [6].

Çalışanların, sağlık ve güvenliğinin sağlanamaması durumunda hukuksal süreçler başlamakta olup idari ve cezai sorumluluklar oluşmaktadır.

2.1. Hukuki Sorumluluklar

İş hukukunun en önemli amacı; İşçilerin yaşamlarını ve beden bütünlüklerini korumak olmuştur. İş kazası ve meslek hastalığı sonucunda işverenler, 3 türlü dava ile karşı karşıya kalabilmektedirler. Bu davalar, kazaya uğrayan işçinin açabileceği maddi ve manevi tazminat davaları, ceza soruşturması ve ceza davası Sosyal Sigortalar Kurumunun işçiye yaptığı yardımları işverenden geri alma (rücu) davalarıdır.

İşverenler yönünden işçiyi gözetme borcunun eksiksiz olarak yerine getirilmesini sağlamak, iş sağlığı ve güvenliği (İSG) alanında bilinçlendirmeyi arttırarak, olumsuzlukların önlenmesi ve devletin sosyal güvenlik alanındaki anayasal yükümlülüklerin gerçekleştirilmesine ivme kazandırılması için oluşan zararlar nedeniyle rücu davaları açılmaktadır.

2.1.1. Manevi Tazminat

Manevi tazminat, manevi zararın giderilmesidir. Kişilik hakkının kapsamına giren değerlerden birinin ihmal edilmesi halinde doğan haktır. Manevi tazminat, kişilik haklarında uğranılan zararı karşılamak üzere ödenir.
İş kazası ve meslek hastalığı sonucu bedensel bütünlüğü zedelenen işçinin kendisi, ağır bedensel zarar veya ölüm halinde ölenin yakınları iş sağlığı ve güvenliği (İSG) önlemlerini almayan işverene karşı manevi tazminat davası açabilirler [5].

2.1.2. Maddi Tazminat

Sosyal Sigortalar Kurumu yardımları ile iş kazası ve meslek hastalığına uğrayan işçinin tüm zararı ve kaybı karşılanamamaktadır. Vücut bütünlüğü zarara uğrayan çalışan, iş göremezlik ölçüsünde çalışmasının aksayacağı ve bu nedenle maruz kalacağı zarar ve ziyanın giderilmesi için işverene maddi tazminat davası açabilir. İş kazası ve meslek hastalığına uğrayan işçinin işverenden isteyebileceği maddi tazminat ise iki şekilde olabilir.

2.1.2.1. İş göremezlik Tazminatı

Sürekli iş göremezlik geliri, iş kazası ve meslek hastalığı sonucu oluşan hastalık ve özürler nedeniyle kurumca yetkilendirilen sağlık hizmeti sunucularının sağlık kurulları tarafından verilen raporlara istinaden kurum sağlık kurulunca meslekte kazanma gücü en az % 10 oranında azalmış bulunduğu tespit edilen sigortalıya bağlanmaktadır [2].

İş kazası ve meslek hastalığı sonucu meslekte kazanma gücünün en az % 10 azalmış bulunduğu tespit edilen sigortalı sürekli iş göremezlik gelirine hak kazanır ve Sosyal Güvenlik Kurumu (SGK) tarafından sigortalıya sürekli iş göremezlik geliri bağlanmaktadır. Bağlanan gelir, gerçek zararın karşılığı olmayıp, sosyal güvenlik geliri niteliğindedir. İş kazası ve meslek hastalığı nedeniyle iş görme gücünde azalma olan veya iş göremez duruma düşen çalışan, iş göremezlik tazminat davası açarak, Sosyal Güvenlik Kurumu (SGK) tarafından karşılanmayan zararını işverenden isteyebilir.

2.1.2.2. Destekten Yoksunluk Tazminatı

Yaşadığı dönemde ailesi ve yakınlarına destek olan kişilerin, iş kazası ve meslek hastalığı sonucu vefatı halinde ailesinin mağduriyetinin telafi edilmesi amacıyla ödenen tazminat olarak tanımlanmaktadır. İş kazası ve meslek hastalığı sonucunda, çalışanın vücut bütünlüğünün kısmen veya tamamen yitirilmesi ya da ölümü ile ölen işçinin desteğinden yoksun kalan kişiler, işveren aleyhine destekten yoksunluk tazminat davası açabilir.
İşveren, işçinin ölümüyle üçüncü kişilerin maddi desteklerini kaybetmeleri nedeniyle uğradıkları ve ileride uğrayacakları zararları tazminle borçludur. Türk Borçlar Kanunu'nun 54' üncü maddesinde; "Ölenin desteğinden yoksun kalan kişilerin bu sebeple uğradıkları kayıpların giderilmesi gerekir" denilmektedir.
Türk Borçlar Kanunu'nun 55'inci maddesinde; "Destekten yoksun kalma zararları ile bedensel zararlar, bu kanun hükümlerine ve sorumluluk hukuku ilkelerine göre hesaplanır. Bu kanun hükümleri, her türlü idari eylem ve işlemler ile idarenin sorumlu olduğu diğer sebeplerin yol açtığı vücut bütünlüğünün kısmen veya tamamen yitirilmesine ya da kişinin ölümüne bağlı zararlara ilişkin istem ve davalarda da uygulanır" denilmektedir [5].

2.1.3. Ceza Soruşturması ve Ceza Davası

Cezai sorumluluk, kusurlu davranışın sonucudur. Kusurlu davranış ise, kasıt ya da ihmal sonucu ortaya çıkmaktadır. Türk Ceza Kanunun 85. ve 89 maddeleri, tedbirsizlik ve dikkatsizlik nedeniyle meydana gelen ölüm ve yaralanma fiillerini cezalandırmaktadır.

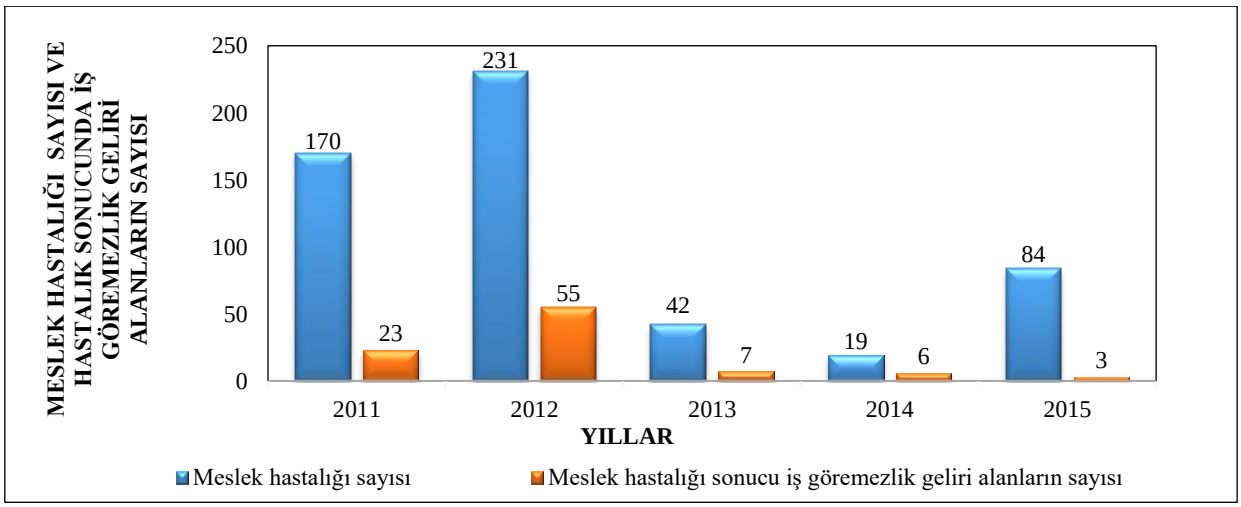
Meslek hastalığı sonucunda işverenin kusurlu davranışı tespit edilir ise Türk Ceza Hukuku 85'inci maddesine göre yargılanır. Meslek hastalığı sonucunda işverenin kusurlu davranışı tespit edilir ise Türk Ceza Hukuku 85'inci maddesine göre yargılanır. Türk Ceza Kanunu 85'inci maddesinde; (1) "Taksirle bir insanın ölümüne neden olan kişi, iki yıldan altı yıla kadar hapis cezası ile cezalandırılır." (2) "Fiil, birden fazla insanın ölümüne ya da bir veya birden fazla kişinin ölümü ile birlikte bir veya birden fazla kişinin yaralanmasına neden olmuş ise, kişi iki yıldan on beş yıla kadar hapis cezası ile cezalandırılır" şeklinde belirtilmektedir [7].

2.1.4. Rücu (Geri Alma) Tazminatı

Rücu tazminat davası, Sosyal Güvenlik Kurumu (SGK) tarafından karşılanmış olan zararların kusurlu işçiye, işverene veya üçüncü kişilere ödettirilmesi amacıyla açılır. İş göremezlik durumlarında meslek hastalığına yakalanan işçiye ve ölümü halinde hak sahiplerine gelir bağlanmaktadır. Sosyal Güvenlik Kurumu (SGK) tarafından, işçiye veya hak sahibi kişilere yapılan ve ilerde yapılması gereken her türlü giderin tutarı ile gelir bağlanması durumunda işçiye, işveren veya üçüncü kişilere, İSG mevzuat hükümlerine aykırı olan eylemlerinin kusur derecesine göre rücu edilir [8].

3. Madencilik sektöründe iş kazası, meslek hastalığı sayısı ve sonucunda sürekli iş göremezlik geliri alan erkek çalışanların dağılımı

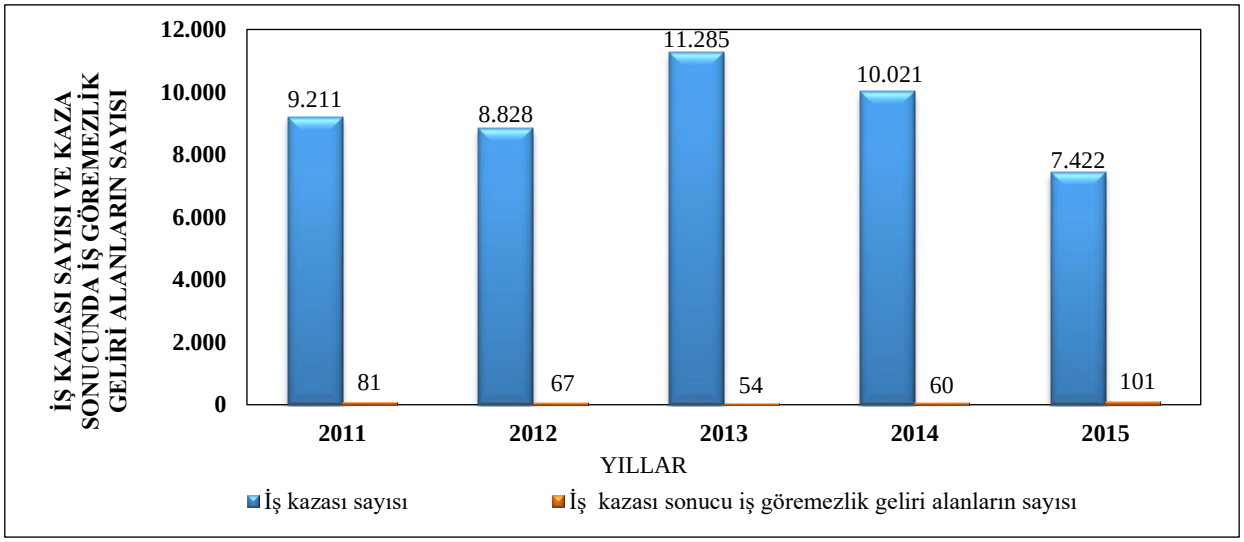
2011-2015 yılları arası kömür ve linyit çıkartılması faaliyet gurubuna göre meslek hastalığı sayısı ve meslek hastalığı sonucunda sürekli iş göremezlik geliri alan erkek çalışanların dağılımı Şekil 1' de gösterilmektedir.



Şekil 1. Meslek hastalığı sayısı ve hastalık sonucunda iş göremezlik geliri alan erkek çalışanların 2011-2015 yılları arası dağılımı

Kömür ve linyit maden ocaklarındaki meslek hastalığı sayısı ile meslek hastalığı sonucu iş göremezlik geliri alan erkek çalışanların sayılarının oranlandığı 2011-2015 yılları arası grafiksel dağılıma bakıldığında; En çok meslek hastalığı tanısının belirlendiği 2012 yılı olarak görülmektedir. Meslek hastalığı sayısı 2013 ve 2014 yılında düşmektedir. 2014 yılında meslek hastalığı sayısının diğer yıllara göre en düşük çıkmasına rağmen, meslek hastalığı sayısının iş göremezlik geliri oranına bakıldığında 2014 yılının en yüksek oranda olduğu görülmektedir [9].

2011-2015 yılları arası kömür ve linyit çıkartılması faaliyet gurubuna göre iş kazası sayısı ve iş kazası sonucunda sürekli iş göremezlik geliri alan erkek çalışanların dağılımı Şekil 2' de görülmektedir.



Şekil 2. İş kazası sayısı ve kaza sonucunda iş göremezlik geliri alan erkek çalışanların 2011-2015 yılları arası dağılımı

Kömür ve linyit maden ocaklarındaki iş kazası sayısı ile kaza sonucu iş göremezlik geliri alan erkek çalışanların sayılarının oranlandığı 2011-2015 yılları arası grafiksel dağılıma bakıldığında; En çok iş kazasının 2013 yılında olduğu görülmektedir. İş kazası sayısı 2015 yılında diğer yıllara göre daha düşük rakamlardadır. 2015 yılında iş kazası sayısının diğer yıllara göre en düşük çıkmasına rağmen iş kazası sayısının iş göremezlik geliri oranına bakıldığında diğer yıllara göre en yüksek oranda olduğu görülmektedir [9].

4. Sonuçlar

İş kazaları, meslek hastalığı ve sonucunda yaşanan kayıpların nedenleri arasında havalandırma sistemlerinden kaynaklanan sorunlar, kaçış yolları ve kişisel koruyucu donanımların yetersizliği gibi altyapı ve teknolojik sorunlar gelmektedir. İş sağlığı ve güvenliği ile ilgili denetim ve yaptırımların uygulanması ile birlikte bu sorunların çözüleceği hususu üzerinde önemle durulmalıdır. İş kazası sonucunda kayıpların önlenmesi için madencilik sektörü stratejisi belirlenmeli ve sektöre yönelik uygulanmakta olan politikaların gözden geçirilmesi gerektiği açıkça ortaya çıkmaktadır.

Ülkemizde meslek hastalıkları ile ilgili kayıtlı tüm veriler düzenli olarak her yıl Sosyal Güvenlik Kurumu (SGK) tarafından yayımlanmaktadır. Meslek hastalığı kavramının, teşhisi ve tanısının konulmasının ülkemiz için yeni bir süreç olduğu, SGK tarafından yayımlanan verilerdeki, meslek hastalığı sayılarının düşük olmasından anlaşılmaktadır. Meslek hastalığı tanısının konulabileceği hastane sayının az olması, hekim ve çalışanların konuyla ilgili bilgilerinin yetersiz olması, istatistiklerin düzenli tutulmaması, meslek hastalığı istatistiklerinin düşük olmasının sebepleri arasında görülmektedir. Verilerin doğru oluşturulmasında devlet, işveren, çalışanlar ve İSG profesyonellerinin sorumlulukları bulunmaktadır.

Meslek hastalığı konusunda son yıllarda bilinçlenme ve örgütlenmenin artması, hukuksal süreçler konusunda çalışanların bilinçlendirilmesi ile ilerleyen yıllarda, meslek hastalığı sayısının ve dolayısıyla meslek hastalığı sonucu iş göremezlik geliri alan çalışanların oranında azalma olacağı, meslek hastalığı tanısı konularak kayıt altına alınan çalışan sayısının giderek artacağı ve doğru meslek hastalığı istatistiklerine ulaşabileceği düşünülmektedir.

Teşekkür

Marmara Üniversitesi Teknoloji Fakültesi Dekanlığına katkılarından dolayı teşekkür ederiz.

Kaynaklar

[1] 6331 Sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu http://mevzuat.basbakanlik.gov.tr/Metin1.Aspx?MevzuatKod=1.5.6331&MevzuatIliski=0&sourceXmlSearch=i%C5%9F%20sa%C4%9Fl%C4%B1%C4%9F%C4%B1&Tur=1&Tertip=5&No=6331, (Haziran 2012).

[2] Ankara, ÇASGEM Meslek Hastalıkları. https://www.csgb.gov.tr/media/2070/meslekhastaliklari.pdf, (2013).

[3] T.C. Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı İş Sağlığı ve Güvenliği Genel Müdürlüğü, KOBİ'ler için İş Sağlığı ve Güvenliği Yönetim Rehberi: Risk Değerlendirmesi, İSG Performans İzleme ve Sağlık Tehlikeleri. www3.csgb.gov.tr/csgbPortal/ShowProperty/WLP%20Repository/isggm/dosyalar/isgip_maden_3, (2012).

[4] T.C. Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı İş Sağlığı ve Güvenliği Genel Müdürlüğü. https://www.csgb.gov.tr/media/3997/ipc_2017.xls, (2017).

[5] Türk Borçlar Kanunu. http://www.mevzuat.gov.tr/MevzuatMetin/1.5.6098.pdf, (Şubat 2011).

[6] TMMOB Makina Mühendisleri Odası, İşçi Sağlığı ve İş Güvenliği Oda Raporu. https://www.mmo.org.tr/sites/default/files/isg_rapor_2017.pdf, (Mayıs 2017).

[7] Türk Ceza Kanunu. http://www.mevzuat.gov.tr/Metin1.Aspx?MevzuatKod=1.5.5237&MevzuatIliski=0&sourceXmlSearch=t%C3%BCrk%20ceza&Tur=1&Tertip=5&No=5237, (Ekim 2004).

[8] Yılmaz, G., "İş kazalarından doğan sorumluluklar", Mühendis ve Makina, 46: 3-11, http://www1.mmo.org.tr/resimler/dosya_ekler/85e19f20beded7d_ek.pdf?dergi=73.

[9] Sosyal Güvelik Kurumu Yıllık İstatistikler. http://www.sgk.gov.tr/wps/portal/sgk/tr/kurumsal/istatistik/sgk_istatistik_yilliklari

Makine Mühendisliği

(Mechanical Engineering)

SERİ BAĞLI KARŞIT AKIŞLI RANQUE-HİLSCH VORTEKS TÜPÜN ISITMA–SOĞUTMA SICAKLIK PERFORMANSININ DENEYSEL OLARAK İNCELENMESİ

Volkan Kırmacı[a], Hüseyin Kaya[b], Ümit Topçuoğlu[c]
[a]Bartın Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Makine Mühendisliği, Bartın, Türkiye, E-posta:volkankirmaci@gmail.com
[b]Bartın Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Makine Mühendisliği, Bartın, Türkiye, E-posta: huseyingazi28@gmail.com
[c]Bartın Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Bartın, Türkiye, E-posta: utopcuoglu@ipragaz.com.tr

Özet

Bu çalışmada, hacimsel debileri ayarlamak için bir kontrol vanası hariç hiçbir hareketli parçası bulunmayan, iç çapı 7 mm, gövde uzunluğu 100 mm olan iki adet karşıt akışlı Ranque-Hilsch Vorteks Tüp (RHVT) birbirine seri olarak bağlanmıştır. RHVT'de Polyamid Plastik, Alüminyumun ve Çelik malzemeden üretilmiş altılı nozul kullanılmıştır. RHVT'de giriş basıncı 200 kPa' dan 50 kPa aralıklarla 450 kPa basınç değerine kadar basınçlı hava kullanılmıştır. Birbirine seri bağlı olan RHVT'ün ısıtma-soğutma sıcaklık performansları deneysel olarak incelenmiştir ve deneysel sonuçları grafiklerle değerlendirilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Ranque–Hilsch vorteks tüp, soğutma, ısıtma

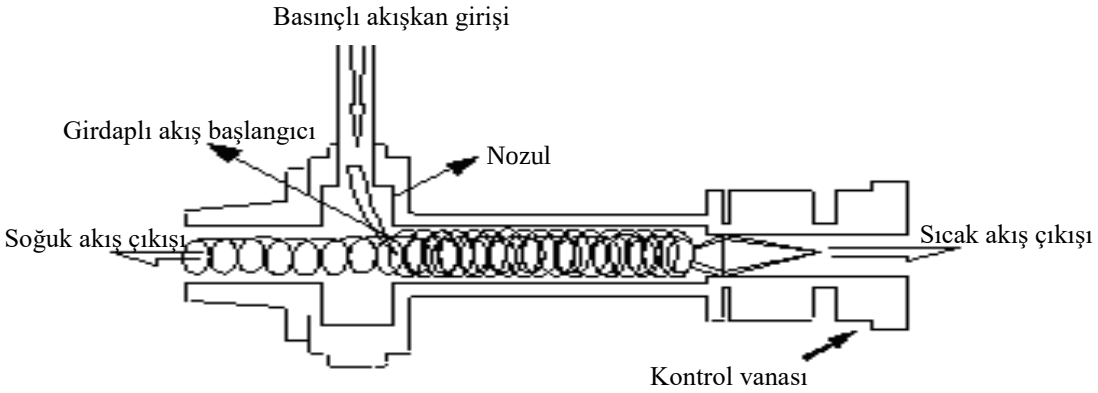
Abstract

In this study, two counter flow Ranque-Hilsch Vortex Tubes with body length 100 mm and inlet diameter 7 mm were used having no moving parts except a control valve for adjustment of volume flow rates. Two counter flow type Ranque-Hilsch Vortex Tubes were connected with each other with serial. Compressed air was used as a working fluid with pressure values from 200 kPa to 450 kPa with 50 kPa variation. Polyamide plastic, aluminum and steel were used as nozzle materials with nozzle number of six. Heating and cooling of a serial connected Ranque-Hilsch Vortex Tube were experimentally investigated and the results were evaluated with graphical representations.

Keywords: Ranque–Hilsch vortex tube, refrigeration, heating

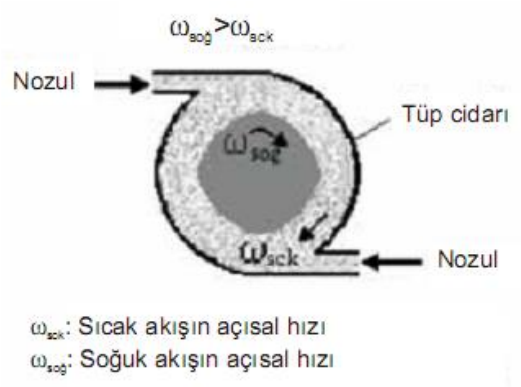
1. Giriş

İlk kez George Joseph Ranque tarafından 1931 yılında keşfedilen ve daha sonra Rudoph Hilsch tarafından 1947 yılında geliştirilmiş olan vorteks tüpleri, iki araştırmacıların isimleri ile Ranque-Hilsch Vorteks Tüpü (RHVT) olarak adlandırılmaktadırlar [1, 2]. RHVT basınçlı akışkan ile çalışarak, aynı anda hem ısıtma hem de soğutma işlemi meydana gelir [3, 4]. RHVT kontrol vanası hariç hareketli bir parçası bulunmayan basit bir boru sistemdir. Ebatlarının küçük olması, rejime hızlı girmesi, herhangi bir soğutucu akışkana ihtiyaç olmamasından çevresel açıdan zararlı olmamalarından dolayı RHVT'ler günümüzde birçok ısıtma ve soğutma problemine çözüm olabilmektedirler [5, 6]. RHVT'ler akış özelliklerine göre, karşıt akışlı ve paralel akışlı olmak üzere ikiye ayrılmalarına rağmen, tüm RHVT'ler çalışma prensipleri aynıdır. Şekil 1 de bu çalışmada kullanılan karşıt akışlı RHVT çalışma prensibi verilmiştir.



Şekil 1. Deneysel sistemde kullanılan karşıt akışlı RHVT yapısı [7].

Şekil 2 de RHVT'ler ile aynı anda hem sıcak hem de soğuk akış elde edilmesi gösterildiği gibi iki farklı açısal hızlarda dönen akış arasında oluşan mekanik enerji transferidir. RHVT'ne basınçlı akışkan, giriş ağzında yer alan nozuldan geçerek teğetsel olarak girer. Tüp girişindeki nozul ile basınçlı olan giriş akışkanının basıncını düşürülerek hızın artmasını sağlamaktır. Nozuldan geçen akışkan, tüpe giren basınçlı akışkana bağımlı olarak tüpün silindirik yapısından dolayı çok yüksek açısal hızlarda dönmeye başlar. Bu dönme esnasında, akış merkezkaç kuvvetin etkisi ile tüp cidarına doğru açılmaya başlar. Bunun sonucunda da tüp merkezindeki akışkan ile tüp cidarındaki akışkan arasında basınç farkı oluşur. Oluşan basınç farkı sonucu ile akış radyal yönde merkeze doğru genişler. Merkezdeki akışın açısal hızı, açısal momentumun korunumu ilkesinden dolayı tüp cidarındaki akışının açısal hızından daha yüksek değerdedir. Bundan dolayı tüp içerisinde iki farklı hızlarda dönen iki akış oluşur. Merkezdeki akış daha yüksek hıza sahip olduğundan dolayı yüzeydeki akışı hızlanarak merkezdeki akıştan cidardaki akışa mekanik enerji transferi oluşur. Mekanik enerjisi azalan merkezdeki akış soğuk akış, tüp cidardaki sürtünme etkisi ve merkezdeki akıştan aldığı mekanik enerjiden dolayı tüp cidarındaki akış sıcak akıştır. Karşıt akışlı RHVT şekil 1'de gösterildiği gibi, soğuk akış, sıcak akışın çıktığı uçta bulunan vananın etkisi ile bir durgunluk noktasından sonra akış geriye doğru yönlenir. Bunun sonucunda, RHVT'lerde aynı anda bir ucundan soğuk akış diğer ucundan ise sıcak akış elde edilir. RHVT de uzunluğun tüp çapına oranı, imal edilmiş olduğu malzeme, nozul sayısı, akışkanın girişteki hızı ve basınç değeri RHVT elde edilen soğuk ve sıcak akış sıcaklığını etkileyen faktörlerdir [8-13].



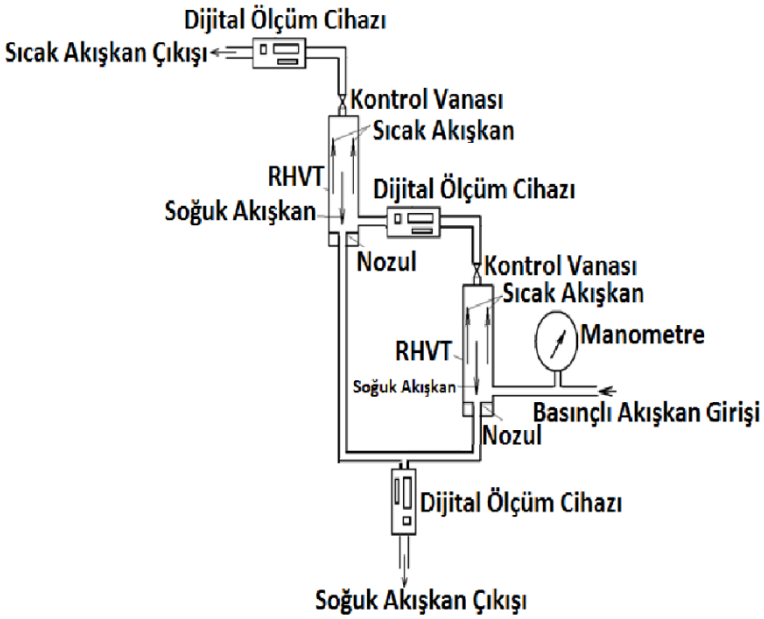
Şekil 2. RHVT içindeki sıcak ve soğuk akış [8].

Kırmacı (2007), yaptığı çalışmada, vorteks tüpünde basınçlı akışkan olarak hava kullanmıştır. Vorteks giriş basıncı 150 kPa'dan başlayarak 700 kPa'a kadar 50 kPa aralıklarla uygulamıştır. Vorteks tüpünde, soğuk akışkanın hacimsel debisinin girişteki akışkanın hacimsel debisine oranı y_c, olarak tanımlamış ve y_c 0.5 oranından başlayarak 0.02 aralıklarla 0.70' e kadar değiştirerek tüm basınç değerlerine göre sistem

performansını deneysel olarak incelemiştir. Çalışma sonucunda sıcak akışkan sıcaklığı, y_c oranı 0.50 ile 0.70 arasında vorteks tüpüne giriş basıncı artıkça, vorteks tüpünden çıkan sıcak akışkan sıcaklığının arttığını belirtmiştir [12]. Kırmacı ve Uluer (2008), yaptıkları deneysel çalışmada, orifis nozul sayısının ve karşıt akışlı vorteks tüpü giriş basıncının, karşıt akışlı RHVT ısıtma ve soğutma performanslarına olan etkisini deneysel incelemişlerdir. Deneylerin sonucunda, sıcak ve soğuk çıkışlar arasındaki sıcaklık farkının; artan giriş basıncıyla arttığı, artan nozul sayısıyla azaldığını tespit etmişlerdir [13]. Kırmacı (2009), yaptığı deneysel çalışmada, Ranque-Hilsch vorteks tüpünde akışkan olarak hava ve oksijen kullanılarak farklı giriş basıncı ve farklı nozullarda sitemin ısıtma, soğutma performansını incelemiş ve enerji analizlerini yapmıştır [14]. Azeez vd. (2010), yaptıkları deneysel çalışmalarında vorteks gövde uzunluğun (L) çap oranı (D) ile çıkan soğuk akış sıcaklığının performansını deneysel olarak incelemişlerdir. Çalışmalarının sonucunda; L/D oranının performansa doğrudan etkisi olduğunu ve artan L/D oranlarında enerji ayrışmasının arttığını bulmuşlardır [15]. Kırmacı vd. (2010) Yaptıkları çalışmada 2,3,4,5,6 nozul sayılarında, basınçlı akışkan olarak hava, oksijen, azot ve argon kullanarak 50 kPa aralıklarla 150 kPa dan 700 kPa kadar soğutma- ısıtma performanslarını deneysel olarak incelemiştir, sistemdeki kayıp işi ekserji analizi ile hesaplamış yapılan deneyler sonucunda elde edilen verileri değerlendirmiş ve performans artırması için önerilerde bulunmuştur [3]. Markal (2010), yaptığı yüksek lisans tez çalışmasında, deneysel olarak vorteks tüpünde kullanılan nozul geometrisi tasarımı, vorteks tüp gövde uzunluğunu, giriş basıncına göre ve tapa uç açısının sistem performansına olan etkisini incelemiştir. Bu inceleme sonucunda nem etkisinin, yalıtımın ve ortam sıcaklığının vorteks tüp performansına etkisini gözlemlemiş ve durma noktasının yerini tespit edebilmek için termal kamera kullanarak; vorteks tüp yüzeyinin sıcaklık dağılımını belirlemiştir [16]. Cebeci (2013), yaptığı yüksek lisans tez çalışmasında, gövde uzunluğu 100 mm, iç çapı 10 mm olan karşıt akışlı bir vorteks tüpünde 2, 3, 4, 5, 6 nozul sayılarında, basınçlı akışkan olarak hava ve oksijen kullanarak 50 kPa aralıklarla, 150 kPa' dan 700 kPa basınç değerine kadar soğutma ve ısıtma performanslarını deneysel olarak incelemiştir. Sistemdeki kayıp iş ve verimi ekserji analizi ile hesaplamıştır [17]. Yüksel (2014), yaptığı yüksek lisans tez çalışmasında, talaşlı imalatta kullanılan soğutma sıvılarının insan sağlığına ve çevreye verdiği zararlı etkiler nedeniyle vorteks tüpünün soğutma işlemi talaşlı imalatta incelemiştir. Ayrıca, vorteks tüpünün performansını buhar sıkıştırmalı soğutma sistemine göre düşük olmasına rağmen maliyetin düşük olması ve çabuk rejime girmesi diğer uygulamalara göre vorteks tüpünün kullanımını ön plana çıkarmıştır [18].

2. Deneysel Sistem

Çalışmada, gövde uzunluğu 10 mm, iç çapı 7 mm, olan iki adet karşıt akışlı RHVT kullanılmıştır. RHVT genişliği 700 mm, boyu 400 mm ve 1.5 mm kalınlığındaki sac levha üzerine yatay konumda Şekil 3' de ki gibi seri bağlı olarak sabitlenmiştir. Deneysel sistemde kullanılan Polyamid Plastik, Alüminyum ve Çelik malzemelerinden üretilmiş nozullar verilmiştir. RHVT giren havanın basıncını ölçmek için %5 hassasiyetinde PAKKENS marka gliserinli manometre, hacimsel debilerini ölçmek için %3 hassasiyetinde Trust Science Innovatıon marka debimetreler RHVT çıkışlarına bağlanmıştır. Ayrıca kullanılan debimetre ile bağlandığı noktadaki basınç ve hacimsel debi değerleri okunmaktadır. RHVT çıkan soğuk ve sıcak akış sıcaklıklarını ölçmek için ±1 ^{o}C hassasiyetindeki dijital termometreler kullanılmıştır. Dijital termometrelerin probları RHVT sıcak ve soğuk çıkış taraflarından 0.5 cm ilerisine 1 mm çapında delinmiş tüpün merkezine gelecek şekilde yerleştirilmiştir. Sistemde basınçlı akışkan kaynağı olarak kompresör kullanılmıştır. Sistem elemanları arasındaki bağlantılar basınca dayanıklı ve sızdırmazlığa sağlayan pnömatik hortum ile bağlanmıştır. RHVT'nün girişi ile hava kompresörü arasında, 10 bar basınç dayanımı olan pnömatik hortum, quick kuplin ile yapılmıştır. Hava kompresörü çalıştırılmış ve deneylerin başlangıç basıncı olan 200 kPa'lık basınç sağlanmıştır. RHVT çıkan sıcak ve soğuk akışkan çıkışında bulunan ölçüm cihazlarında okunan sıcaklıklar sabit oluncaya kadar 200 kPa basınçlı hava, kompresörden gönderilerek deney tamamlanmıştır. Daha sonra sırasıyla 250, 300, 350, 400 ve 450 kPa basınç değerlerinde polyamid ve çelik malzemesinden imal edilmiş olan nozullarda deneyler yapılmıştır. Tüm deneyler 21 ^{0}C'lik ortam sıcaklığında yapılmıştır. Deneyde elde edilen sonuçların doğruluğu için bir deney 3 kez tekrarlanmış ve elde edilen değerlerin ortalamaları alınmıştır.



Şekil 3. Deneysel sistem

3. Bulgular ve Tartışma

Bir giriş ve bir çıkışlı sürekli akışlı açık sistemler için kütlenin korunumu RHVT'ne göre Eşitlik 1' deki yazılabilir.

$$\sum \dot{m}_g = \sum \dot{m}_ç \tag{1}$$

$\dot{m}_g$: RHVT giriş akışkanın hacimsel debisi, l/s

$\dot{m}_ç$: RHVT çıkış akışkanın hacimsel debisi, l/s

Eşitlik 1 RHVT için Eşitlik 2 şeklinde yazılabilir.

$$\dot{m}_ç = \dot{m}_a + \dot{m}_b \tag{2}$$

$\dot{m}_a$: RHVT çıkan sıcak akışkanın hacimsel debisi, l/s

$\dot{m}_b$: RHVT çıkan soğuk akışkanın hacimsel debisi, l/s.

Girişteki akışkan sıcaklığı (T_{gir}) ile soğuk uçtaki akışkan sıcaklık (T_{sog}) farkı, soğuk akışkan sıcaklık farkı ΔT_{sog} olarak tanımlanmış ve Eşitlik 3 ile verilmiştir.

$$\Delta T_{sog} = T_{sog} - T_{gir} \tag{3}$$

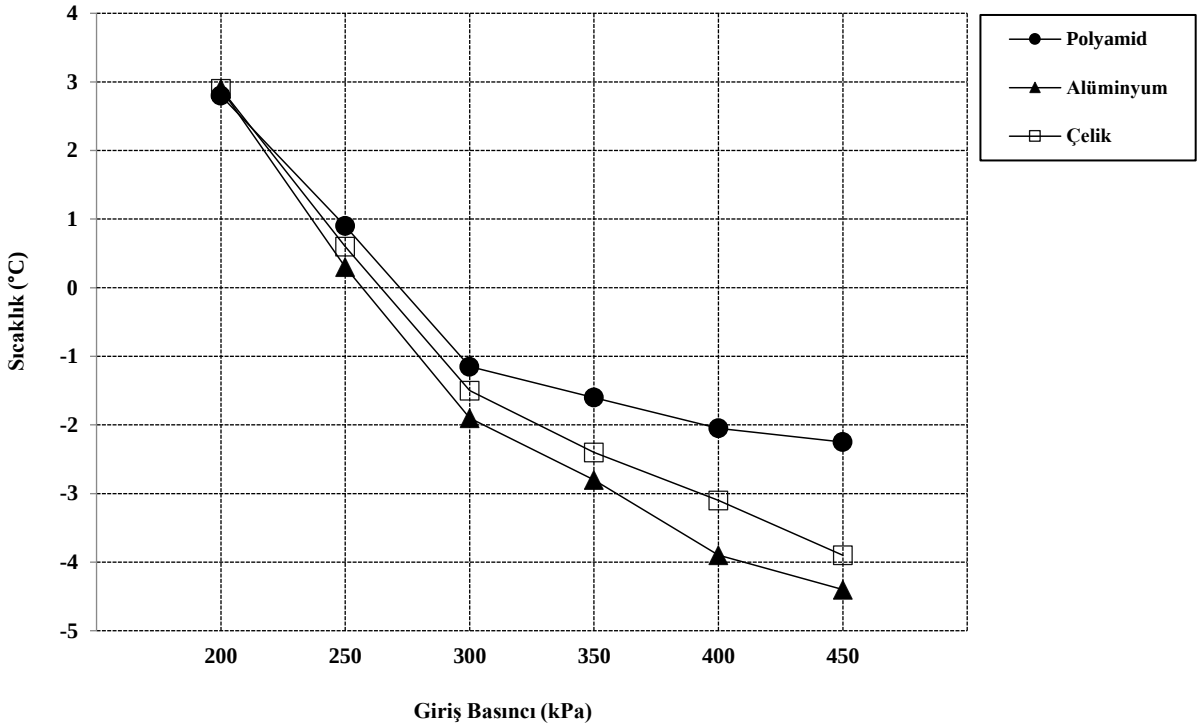
Girişteki akışkan sıcaklığı (T_{gir}) ile sıcak uçtaki akışkan sıcaklık (T_{sck}) farkı, sıcak akışkan sıcaklık farkı ΔT_{sck} olarak verilmiş ve Eşitlik 4 ile verilmiştir.

$$\Delta T_{sck} = T_{sck} - T_{gir} \tag{4}$$

RHVT performansı, çıkan sıcak akış sıcaklığı ile çıkan soğuk akışın sıcaklığı arasındaki fark olan cinsinden Eşitlik 5 ile verilmiştir [3, 14, 17].

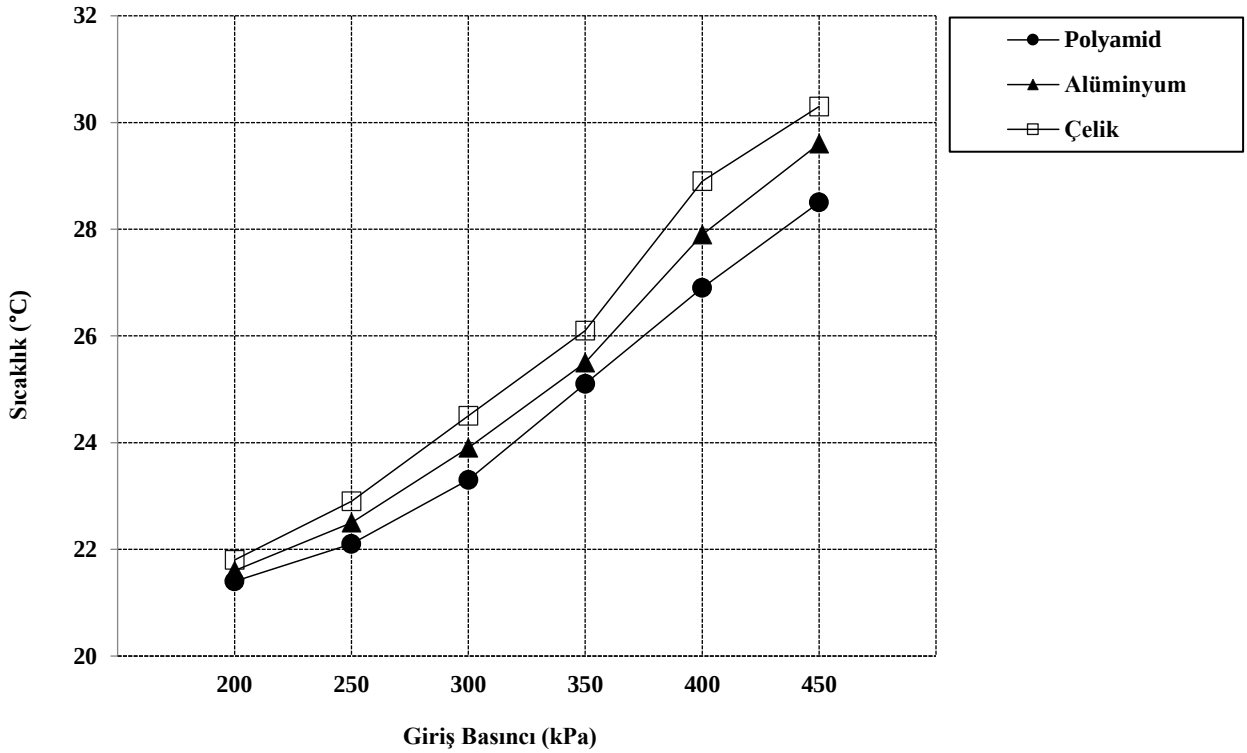
$$\Delta T = T_{sck} - T_{sog} \tag{5}$$

Şekil 4 oluşturulan deneysel sistemde kullanılan polyamid, alüminyumun ve çelik malzemeden üretilen nozulun (N), giriş basıncı (P_{gir}) 200 kPa bar dan 50 kPa aralıklarla 450 kPa basınç değerine çıkan soğuk akışkan çıkış ucunda ölçülen sıcaklıklar (Ts_{og}) Şekil 5 de verilmiştir.



Şekil 4. Giriş Basıncı ile T_{sog} değişim grafiği

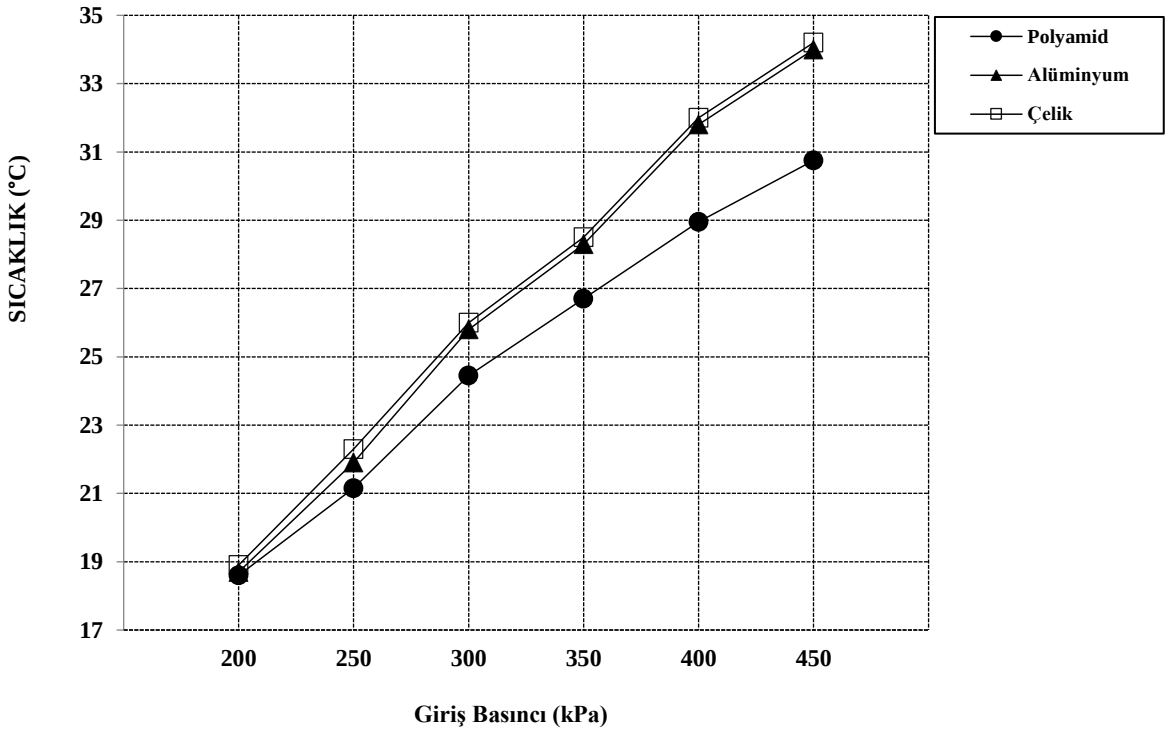
Şekil 4 incelendiğinde, Polyamid Plastik, Alüminyumun ve Çelik malzemeden üretilmiş 6 nozul (N) için en düşük $T_{soğ}$ incelendiğinde; Alüminyumun malzemeden üretilmiş ve P_{gir} = 450 kPa değerinde -6.4 ^{0}C olduğu görülmektedir. En yüksek T_{sog} Polyamid Plastik malzemeden üretilmiş ve P_{gir} = 200 kPa değerinde 2.8 ^{0}C olduğu deneysel olarak tespit edilmiştir (Şekil 4). Deneysel sistemde kullanılan Polyamid Plastik, Alüminyumun ve Çelik malzemeden nozulun (N), giriş basıncı (P_{gir}) 200 kPa bar dan 50 kPa aralıklarla 450 kPa basınç değerine çıkan sıcak akışkan çıkış ucunda ölçülen sıcaklıklar (T_{sck}) Şekil 5 de verilmiştir.



Şekil 5. Giriş Basıncı ile T_{sck} değişim grafiği

Şekil 5 incelendiğinde, Polyamid Plastik, Alüminyumun ve Pirinç malzemeden üretilmiş 6 nozul (N) için T_{sck} incelendiğinde; en yüksek T_{sck} Çelik malzemeden üretilmiş ve P_{gir} = 450 kPa değerinde 30.3 ^{0}C olduğu görülmektedir. En düşük T_{sck} Polyamid Plastik malzemeden üretilmiş P_{gir} = 200 kPa değerinde 21.4 ^{0}C olduğu deneysel olarak tespit edilmiştir (Şekil 5).

Deneysel sistemde kullanılan polyamid, alüminyumun ve Çelik malzemeden nozulun (N), giriş basıncı (Pgir) 200 kPa bar dan 50 kPar aralıklarla 450 kPa basınç değerine kadar deneysel sistemin performans değeri olarak da adlandırılan sıcak akışkan çıkış ucunda ölçülen T_{sck} ile soğuk akışkan çıkış ucunda ölçülen T_{sog} arasındaki fark olan, ΔT değerleri Şekil 6 de verilmiştir. Şekil 6 incelendiğinde, Polyamid Plastik, Alüminyumun ve Pirinç malzemeden üretilmiş 6 nozul (N) için ΔT incelendiğinde; en yüksek ΔT Çelik malzemeden üretilmiş P_{gir} = 450 kPa değerinde 34.2 ^{0}C olduğu görülmektedir. En düşük ΔT Polyamid Plastik malzemeden üretilmiş P_{gir} = 200 kPa değerinde 18.6 ^{0}C olduğu deneysel olarak ölçülmüştür (Şekil 6).



Şekil 7. Giriş Basıncı ile ΔT değişim grafiği

4. Sonuç ve Öneriler

Yapılan deney sisteminde, tasarımı yapılan deney sisteminde nozul sayısı 6 olan Polyamid Plastik, Alüminyumun ve Çelik malzemeden üretilmiş, basınçlı akışkan olarak hava kullanılan, 200 kPa' dan başlayarak 450 kPa basınç değerine kadar 50 kPa aralıklarla soğutma ve ısıtma performansı incelenmiştir. Bu çalışma bağlantı şekline göre oluşturulan deneysel sistem giriş basıncı ve nozul malzemesine arasındaki ilişki deneysel olarak incelenmiştir. Deneysel sonuçlar değerlendirildiğinde en düşük soğuk akışkan sıcaklığı P_{gir} = 450 kPa değerinde Alüminyumun malzemeden üretilmiş nozulda -6.4 ^{0}C olduğu tespit edilmiştir (Şekil 4). En yüksek sıcak akışkan sıcaklığı ise P_{gir} = 450 kPa değerinde Çelik malzemeden üretilmiş nozulda 30.3 ^{0}C olduğu tespit edilmiştir (Şekil 5). Deneysel sonuçlar değerlendirildiğinde, havanın giriş basıncı arttırıldıkça deneysel sistemin performans değeri olarak da adlandırılan sıcak akışkan çıkış ucunda ölçülen T_{sck} ile soğuk akışkan çıkış ucunda ölçülen $T_{soğ}$ arasındaki fark olan, ΔT artmaktadır. En yüksek ΔT, P_{gir} = 450 kPa değerinde Çelik malzemeden üretilmiş nozulda 34.2 ^{0}C Paralel bağlı deneysel sistemde olduğu tespit edilmiştir (Şekil 7). Giriş basıncı artıkça soğutma – ısıtma performansı artacağı önerilmektedir. Yapılan bu çalışma farklı nozul malzemeleri, sayısı ve geometrik yapı ile yapılacak olan diğer çalışmalar için temel alınarak uygulanabileceği görüşüne sahip olunmuştur.

Kaynaklar

[1] H. Usta, V. Kırmacı, K. Dincer, Vorteks Tüpünde Akışkan Olarak Kullanılan Hava, Oksijen ve Karbondioksitin Soğutma–Isıtma Sıcaklık Performanslarının Deneysel Olarak İncelenmesi. Teknoloji, 8: 4 (2005) 311-319.

[2] İ. Cebeci, V. Kırmacı, U. Topcuoglu, The Effects of Orifice Nozzle Number and Nozzle Made of Polyamide Plastic and Aluminum with Different Inlet Pressures on Heating and Cooling Performance of Counter Flow Ranque–Hilsch Vortex Tubes: An Experimental Investigation. International Journal of Refrigeration, 72 (2016) 140-146.

[3] V. Kırmacı, O. Uluer, K. Dincer, Exerg Analysis and Performance of a Counter flow Vortex Tube: An Experimental Investigation with Various Nozzle Numbers at Different Inlet Pressures of Air, Oxygen, Nitrogen And Argon. Journal of Heat Transfer-Transactions of The Asme, 12 (2010) 121701-121701.

[4] A. Pinar, O. Uluer, V. Kırmacı, Optımızatıon Of Counter Flow Ranque-Hilsch Vortex Tube Performance Using Taguchı Method. International Journal of Refrigeration, 32: 6 (2009) 1487-1494.
[5] V. Kırmacı, İ. Cebeci, M. Y. Balalı, Altı Nozullu Karşıt Akışlı Vorteks Tüpünün Performansının Deneysel Olarak İncelenmesi. Bartın Üniversitesi Mühendislik ve Teknoloji Bilimleri Dergisi, 1: 1 (2013) 77-95.
[6] İ. Cebeci, M. Y. Balalı, V. Kırmacı, Karşıt Akışlı Ranque-Hilsch Vorteks Tüpünde Hava ve Oksijen Akışkanlarının Farklı Nozul Numaralarında Enerji-Ekserji Analizlerinin Deneysel Olarak İncelenmesi. Bartın Üniversitesi Mühendislik ve Teknoloji Bilimleri Dergisi, 2: 2 (2014) 56-77.
[7] W. Fröhlıngsdorf, H. Unger, Numerical Investigations of Compressible Flow and The Eneryg Seperation in The Ranque-Hilsch Vortex Tube. International Journal of Heat and Mass Transfer, 42 (1999) 415-422.
[8] V. Kırmacı, Akışkan Olarak Hava Oksijen Karbondioksit Azot Argon ve Karışım Gazı Kullanılan Vorteks Tüpünde Soğutma–Isıtma Sıcaklık Performanslarının Deneysel Olarak İncelenmesi. Fırat Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi, 20: 2 (2008) 345-354.
[9] V. Kırmacı, H. Usta, T. Tenlik, Vorteks Tüpünde Akışkan Olarak Hava Oksijen Karbondioksit Azot Ve Argon Kullanılarak Isıtma–Soğutma Sıcaklık Performanslarının Deneysel Olarak Karşılaştırılması. Sakarya Ünv. Fen Bil. Enst. Dergisi, 10: 2 (2006) 39-44.
[10] H. Usta, K. Dincer, V. Kırmacı, Vorteks Tüpünde Akışkan Olarak Kullanılan Hava İle Oksijenin Soğutma Sıcaklık Performanslarının Deneysel İncelenmesi. Teknoloji, 7: 3 (2004) 415-425.
[11] H. Usta, V. Kırmacı, K. Dincer, Vorteks Tüpünde Akışkan Olarak Kullanılan Hava İle Azot Gazının Soğutma Sıcaklık Performanslarının Deneysel İncelenmesi. Balıkesir Ünv. Fen Bil. Enst. Dergisi, 6: 2 (2004) 67-76.
[12] V. Kırmacı, Altı Nozullu Vorteks Tüpünün Soğutma–Isıtma Sıcaklık Performanslarının Deneysel Olarak İncelenmesi. Politeknik Dergisi, 10: 4 (2007) 219-227.
[13] V. Kırmacı, O. Uluer, The Effects of Orifice Nozzle Number on Heating and Cooling Performance of Vortex Tubes: An Experimental Study. Instrumentation Science and Technology, 36: 5 (2008) 493-502.
[14] V. Kırmacı, Exergy Analysis And Performance Of A Ranque-Hilsch Counter Flow Vortex Tube Having Various Nozzle Numbers At Different Inlet Pressures Of Oxygen And Air. International Journal of Refrigeration, 32: 7 (2009) 1626-1633.
[15] Azeez, N. T., Al-Barwari, R. R. ve Talabani, Z. J., 2010. An Experimental Investigation of the Geometric Parameters on the Performance for the Counter-Flow Vortex Tubes, International Conference on Mechanical and Electrical Technology, 467- 470.
[16] B. Markal, Ranque-Hılsch Vorteks Tüpünde Enerji Ayrışmasının Deneysel ve Termodinamik İncelenmesi. Yüksek Lisans Tezi, KTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, 2010.
[17] İ. Cebeci, Karşıt Akışlı Ranque-Hilsch Vorteks Tüpünde Hava Ve Oksijen Akışkanlarının Farklı Nozul Numaralarında Enerji-Ekserji Analizlerinin Deneysel Olarak İncelenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Bartın Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 2013.
[18] S. Yüksel, CNC tornalamada vorteks tüplü soğutma sistemi performansının incelenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Marmara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 2014.

TOPRAK DESTEKLİ ISI POMPASININ KARABÜK İLİNDE KULLANABİLİRLİĞİNİN TEORİK OLARAK İNCELENMESİ

Hüseyin Kaya[a*], Volkan Kırmacı[a]
[a]Bartın Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Mühendislik Fakültesi Makine Mühendisliği, Bartın, Türkiye
e-posta: hkaya@bartin.edu.tr

Özet

Isı pompası, dışarıdan enerji verilmesi ile ısı taşıyıcı akışkanı, sıkıştırıp genleştirmek suretiyle düşük sıcaklıktaki bir ortamdan aldığı ısıyı yüksek sıcaklıktaki ortama veren bir sistemdir. Isı pompaları, müstakil evler, apartmanlar, oteller, iş merkezleri, okullar, hastaneler gibi binaların ısıtılması için uygundur. Bu çalışmada, Karabük ilinde 200 m^2'lik bir villada, R407F soğutucu akışkan kullanılan toprak destekli ısı pompasının boru uzunluğu bulunmuş ve ısı pompası ile ısıtma işleminin maliyeti hesaplanmıştır. Hesaplanan ısıtma maliyeti, ısıtma sisteminde yakıt olarak fuel-oil kullanılması durumundaki ısıtma maliyeti ile teorik olarak karşılaştırılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Isı pompası, Soğutma, Isıtma, R407F

Abstract

Heat pump is a system that carries the heat taken from the low temperature medium into the high temperature medium by means of the external energy given and compressing and expending the heat carrier fluid. Heat Pumps are suitable to use in the heating system of houses buildings, hotels offices, schools, and hospitals. In this study, in a detached house (200 m^2) in Karabük, the length of the earth aided heat pipe using R407F cooling fluid is figured and the cost of the heat pump and heating is calculated. The cost of heating is than, compared to the cost of heating that uses fuel-oil theoretically.

Keywords: Heat pump, Refrigeration, Heating, R407F

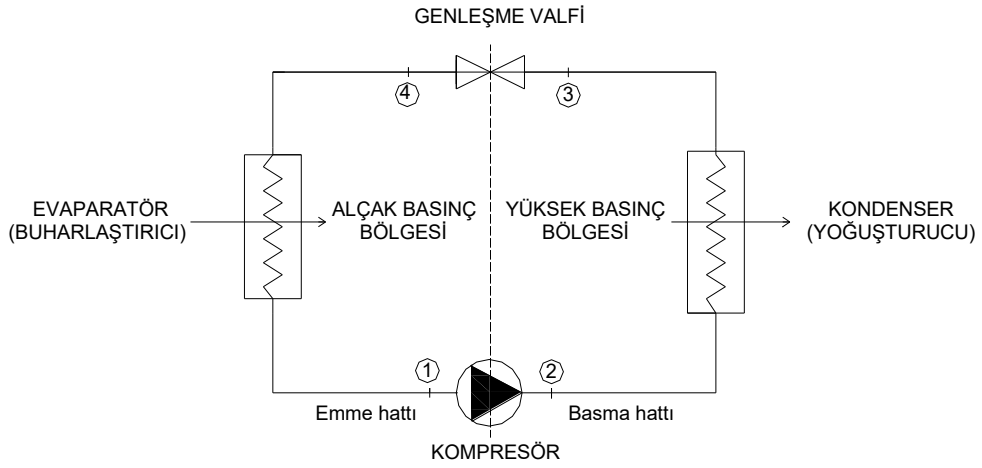
1. Giriş

Dünya nüfusunun hızla artmasıyla yaşamın devam edebilmesi için enerjiye olan talep hızla artmaktadır. Enerji talebinin büyük bir kısmını karşılayan kömür, petrol ve doğalgaz gibi fosil yakıtlar hızla tükenmektedir. Belirtilen bu enerji kaynaklarının kullanımı, ozon tabakasına zarar vermekler birlikte küresel ısınma ve daha birçok çevre ve insan sağlığını olumsuz etkiler meydana getirmektedir. Bununla birlikte enerji kaynaklarının kullanımının maliyetlerinin artması da diğer olumsuz durumlar olarak ortaya çıkmaktadır. Bu durumlara çözüm olacak yeni enerji kaynaklarının kullanımı gittikçe önem kazanmaktadır.

Dünya üzerindeki enerji tüketiminin önemli bir bölümü konut ısıtması ve soğutması ile gerçekleşmektedir. Ülkemiz bazında bakıldığında nüfus artışıyla birlikte enerji tüketimi her geçen gün artmaktadır. Türkiye'de tüketilen toplam enerji dağılımı ele alındığında %42,4 gibi büyük bir oranda ısıtma işleminde kullanıldığı hesaplanmıştır. Bunu takiben toplam enerjinin %36,2'si sanayide, %15,4'ü ulaşımda ve %6'sı tarımda kullanılmaktadır [1-3].

Bu bilgilere dayanılarak, sürdürülebilirliği yüksek enerji teknolojileri önem kazanmaktadır. Isı pompaları da çevre ve insan sağlığı açısından uygun olan ve kullanımı sürekli artmakta olan bir sistemlerdir. Bu sistemler ısı üretmek yerine ısıyı bir yerden bir yere taşıma prensibine göre çalışmaktadırlar. Verimleri yüksek olup değişik uygulamalarda ve özellikle mekân ısıtma ve soğutmasında tercih edilmekte ve kullanılmaktadırlar [4-6]. Isı pompası uygulamalarında kullanılan ısı kaynağı çok önemlidir. Çünkü ısı pompasının performansı önemli ölçüde buna bağlıdır. Bunun yanında ısı kaynağı seçiminde, iklim şartları, coğrafi konum, yatırım ve işletme maliyetleri göz önüne alınmalıdır.

Çeşitli kaynakları kullanarak enerji taşıyan ısı pompası sistemleri mevcuttur. Bunlar, hava (dış hava, atık hava) kaynaklı, su (yeraltı suyu, göl suyu, deniz suyu) kaynaklı ve toprak kaynaklı ısı pompası sistemleridir. Konutların, işyerlerinin ve diğer birçok kapalı mekânların ısıtılması ve soğutulmasında genellikle toprak kaynaklı tip ısı pompaları kullanılmaktadır. Toprak sıcaklığının yıl içinde çok değişmemesi bu tip ısı pompalarını kullanılmasını cazip hale getirmektedir. Bu ısı pompalarında toprak ısıtma için ısının çekildiği ısı kaynağı soğutma için ise ısının atıldığı ısı kuyusu olarak kullanılır. Yaz mevsiminde toprağın ısısı kapalı mekâna verilmek suretiyle ısıtma, kış mevsiminde kapalı mekânın ısısının toprağa verilmesiyle soğutma işlemi gerçekleşmiş olur. Isı pompaları buhar sıkıştırmalı soğutma sistemi prensibine göre çalışmaktadırlar. Bu sistemde bulunan temel elemanlar; kompresör, yoğuşturucu (kondenser), genleşme valfi veya kılcal boru ve buharlaştırıcı (evaporatör) olarak bilinmektedir [7,8].



Şekil 1. Isı Pompası Çevrim Şeması

Buharlaştırıcıdan gelen düşük basınçtaki doymuş buhar fazında olan soğutucu akışkan kompresör tarafından sıkıştırılarak sıcaklık ve basıncı yükseltilir. Kompresörden çıkan soğutucu akışkan yoğuşturucuya geldiğinde dışarı ısısını atarak yüksek basınçta yoğuşur ve sıvı olarak genleşme vanasında genleşerek basını düşerek düşük basınçta doymuş sıvı haline geçer. Daha sonra buharlaştırıcıya giren akışkan buharlaştırıcının ortamdan çektiği ısı ile düşük basınçta buharlaşır ve çekilen ısı ile ortam soğutulmuş olur [9].

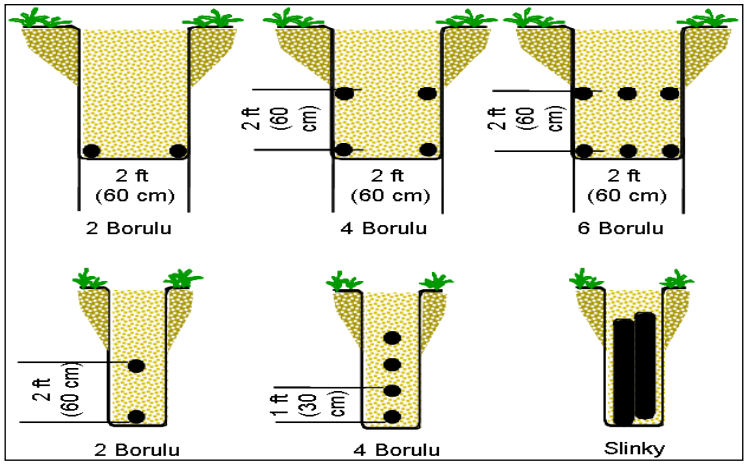
Buharlaştırıcının ısıyı çektiği ortam daha önce ısı kaynağı olarak belirtilen kısımdır ve bu sistemlerde ısı kaynağı topraktır. Isı pompası ile ısı kaynağının uyum sağlayabilmesi, kaynak sıcaklığının fazla değişmemesine, kaynağın kirli olmamasına ve korozyona sebep olmamasına vb. bağlıdır. Bu nedenle toprağa yerleştirilecek sistem elemanının korozyona karşı dirençli olması gerekmektedir. Tablo 1'de Karabük ile İstanbul, Ankara ve İzmir illeri için derinliğe bağlı toprak sıcaklıkları verilmiştir.

Tablo1. Bazı illerimizin aylara ve derinliğe bağlı ortalama toprak sıcaklıkları [10]

Yer	OCAK (ºC)			TEMMUZ (ºC)		
	5 cm	50 cm	100 cm	5 cm	50 cm	100 cm
Karabük	4.8	7.1	9.4	27.8	23.1	20.4
İstanbul	0.9	4.3	8.2	27.7	24.4	20.9
Ankara	7.8	10.1	12.3	33.1	31.6	29.8
İzmir	8.9	11.4	14.5	34.8	30.3	27.3

Isı kaynağı olarak toprağı kullanan ısı pompası sistemlerinin en önemli elemanı toprağa yerleştirilen ısı değiştiricisidir. Borunun toprak altına yerleşiminde kullanılan ölçüler ve boru uzunlukları bu tip sistemler için en önemli parametrelerdir ve maliyetin önemli kısmını oluştururlar. Borular toprağa yatay ve dikey olmak üzere iki ana konstüksiyonda yerleştirilebilirler. Yatay borulu sistemlerde is makineleri ile açılacak toprağa ortalama bir metreye bir yerleşimle borular yatay olarak döşenir. Çoklu borulama durumunda yatayda minimum 30 cm, dikeyde is minimum 60 cm olmalıdır. İki borulama kuyusu arasında minimum 1,2

m – 1,8 m arasında bir boşluk bırakılmalıdır. Bunun sebebi gerçekleşecek ısı transferini daha kolay hale getirmektir. Yatay boru serme işleminden sonra toprak ile üzeri kapatılır. Beton veya asfalt uygulaması yapılmamalıdır. Yatay boru serme dikey yerleşimden yaklaşık %50 daha ekonomiktir fakat %30 - %50 oranında daha fazla boru kullanmak gerekir. Yatay boru yapısı genellikle ısıtma öncelikli sistemlerde tercih edilir.



Şekil 2. Yatay boru uygulama şekilleri [11].

Isı pompası uygulamasında ısı kaynağı olarak toprağın kullanılması fikri ilk defa 1912 yılında İsviçre'de Zoelly tarafından uygulanmıştır [11]. İkinci Dünya Savaşından sonra başlayan ve özellikle 1970'li yıllarda artan enerji krizinden sonra bu durum ticari olarak uygulanmaya başlanmıştır. Daha sonra toprak kaynaklı ısı pompalarının geliştirilmesi ve daha efektif kullanılabilmesi ile ilgili çalışmalar artmıştır. Konut ısıtması için yapılan bir ısı pompası uygulaması da İngiltere'de Sumner tarafından gerçekleştirilmiştir. Isı kaynağı olarak çevre havasını kullanmıştır ve daha sonra ayrıca bir metre derinlikteki toprağı da ısı kaynağı olarak kullanıştır. Bu sistemin ısıtma tesir katsayısını 2.8 hesaplamıştır [12]. Healy ve Ugursal (1997) bir bilgisayar modeli kullanarak, değişik sistem parametrelerinin TKIP' larının performansına olan etkisinin belirlenmesi üzerine çalışmışlar. Ayrıca alışılagelmiş ısıtma/soğutma sistemleri ve hava kaynaklı ısı pompasının kullanıldığı yerde bir TKIP' nın kullanılmasının fizibilitesini değerlendirmek için ekonomik analiz yapmışlardır [13]. Spilker (1998) düşey toprak kaynaklı ısı değiştiricilerinde (dört farklı delik çapı yerleşiminde) kullanılan farklı dolgu malzemesinin etkisi ve ısıl iletkenlik testini kullanarak, düşey toprak ısı değiştiricisinin tasarımı üzerine çalışmıştır [14]. Kıncay ve Temir (2002) çalışmalarında, İstanbul Hadımköy'deki bir villanın ısı kaybı ve ısı kazancı değerleri bulunarak dikey tip toprak kaynaklı ısı pompası ile hem ısıtma hem de soğutma için boyutlandırma hesapları yapılmışlardır[15]. Hepbaşlı (1985), 'ısı pompası sistemleri ve konut ısıtılması' isimli yüksek lisans çalışmasında ısı kaynağı olarak topraktan yararlanarak, toprak-su ısı pompası ile konut ısıtılması üzerine çalışmıştır [16]. Öztürk vd. batı Akdeniz bölgesinde toprak kaynaklı ısı pompası sisteminin termodinamik analizini yapmışlar ve çalışma akışkanı olarak R134a kullanmışlardır [17]. Ekserji analizi yapıp sistemin ekserji kayıplarını hesaplamışlardır. Isı pompasının ekserji veriminin en yüksek olduğu ilin Antalya olduğunu belirtmişlerdir. Çamdalı ve Tunçel tarafından yapılan çalışmada Bolu ili ve çevresi için toprak kaynaklı ısı pompasının kullanılabilirliği ekonomik bir yaklaşımla incelenmiştir. Isı pompası sisteminin maliyetinin fueloil ile üretilen enerjinin maliyetine eşit olduğu dizel ile üretilenden düşük olduğu fakat doğalgaz ve jeotermal enerjiden yüksek olduğunu belirtmişlerdir [18]. Apaydın vd. tarafından yapılan çalışmada Bartın ilinde toprak kaynaklı ısı pompasının performansı incelenmiştir. 200 m^2'lik bir villada soğutucu akışkan olarak R407c kullanılması durumunda ısı pompası boru uzunluğu ve işletim maliyeti hesabı yapılıştır. Bulunan sonuçlar yakıt olarak fueloil kullanılması durumundaki maliyet ile karşılaştırılıştır. Isı pompasının amortisman süresi 5.7 yıl olarak bulunmuştur [19]. Türkiye'nin soğuk iklim bölgelerinde toprak kaynaklı ısı pompasının performansını belirlemek için Özyurt ve Ekici tarafından yapılan deneysel çalışmada bu bölgede uygulanabilir olduğu belirtilmiştir. Isı pompasının ısıtma için tesir katsayısının (COP_I), 2,43 – 3,55 arasında, soğutma için tesir katsayısının (COP_S) 2,07 – 3,04 arasında değiştiğini tespit etmişlerdir [20].

2. Materyal ve Yöntem

Bu çalışmada Karabük ilinde 200 m^2'lik bir villada soğutucu akışkan olarak R407F kullanılan toprak destekli bir ısı pompasının boru uzunluğu hesaplanmış ve daha sonra ısıtma sisteminde yakıt olarak fueloil kullanılması durumundaki ısıtma sisteminin maliyetleri karşılaştırılmıştır.

Karabük ilinin kış mevsimi ortalama dış ortam sıcaklığı -3 ºC'dir. Karabük ili için Ocak ayındaki toprak sıcaklığı bir metre derinlikte 7,5 ºC olarak alınmıştır. Isı pompasında kullanılan R407F soğutucu akışkanın entalpi değerleri kullanılarak ECA firması tarafından geliştirilen programla hesaplanmış ve yapının toplam ısı kaybı 13.82 kW olarak bulunmuştur.

Toprak altında kullanılacak sistem bileşenleri korozyona dayanıklı, uzun ömürlü plastik malzemeden seçilmiştir. Boru malzemesi olarak PESCH40 seçilmiştir. Tablo 2'de malzemelerin toprak direnç değerleri verilmiştir. Boru çaplarına göre direnç değerleri Tablo 2'de hesaplamalar yapılarak bulunmuştur.

Tablo 2. Boru direnç değerleri [21]

R_b (yatay) / R_b (düşey)				
Boru çapı	PESCH- 40	PESDR- 11	PESDR- 17	PESDR-13.5
¾"	0.17 / 0.116	0.144 / 0.096	0.16 / 0.11	0.20 / 0.14
1"	0.159 / 0.109	0.144 / 0.096	0.16 / 0.11	0.20 / 0.14
1 ¼"	1.130 / 0.089	0.144 / 0.096	0.16 / 0.11	0.20 / 0.14
1 ½"	0.117 / 0.080	0.144 / 0.096	0.16 / 0.11	0.20 / 0.14
2"	0.098 / 0.068	0.144 / 0.096	0.16 / 0.11	0.20 / 0.14

Karabük ili genel olarak taban ve yamaç topraklara sahip olduğundan ve taban topraklar da ağır topraklar grubuna girdiğinden toprak cinsi killi ve nemli olarak seçilmiştir. Toprak cinsi toprak direnci üzerinde önemli rol oynamaktadır. Toprak dirençlerinin bulunması için Tablo 3 kullanılmaktadır.

Tablo 3. Toprak direnç değerleri [21]

		Rt (AĞIR TOPRAK-NEMLİ) / Rt (AĞIR TOPRAK-KURU VEYA HAFİF TOPRAK-NEMLİ)										Rt (KAYA) / Rt (AT-NEMLİ)
		R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8	R9	R10	
BORU ÖLÇÜSÜ	3/4"	1.02	1.06	1.09	1.11	1.31	1.37	2.05	2.15	2.11	1.88	0.6
		1.38	1.44	1.47	1.49	1.77	1.84	2.75	2.86	2.85	2.53	1.06
	1"	0.97	1.02	1.04	1.06	1.26	1.32	2	2.1	2.07	1.84	0.57
		1.32	1.37	1.4	1.42	1.7	1.77	2.88	2.79	2.78	2.47	1.01
	1_1/4"	0.92	0.97	0.99	1.01	1.22	1.27	1.96	2.05	2.02	1.79	0.54
		1.25	1.31	1.34	1.36	1.63	1.7	2.61	2.72	2.71	2.4	0.96
	1_1/2"	0.89	0.94	0.97	0.98	1.19	1.25	1.92	2.02	1.99	1.76	0.53
		1.21	1.27	1.3	1.32	1.59	1.66	2.57	2.68	2.67	2.36	0.94
	2"	0.85	0.89	0.92	0.94	1.14	1.2	1.88	1.98	1.94	1.71	0.5
		1.15	1.2	1.24	1.26	1.53	1.6	2.51	2.62	2.61	2.29	0.89

2.1. Isı Pompası Sistem Elemanlarının Kapasiteleri

Sisteme elemanlarının ısı kaybına bağlı olarak güç değerlerinin belirlenesinde log P-h diyagramı kullanılmaktadır. Alternatif bir soğutucu akışkan olan R407F karışım gazı kullanılmış ve bu gaza ait log P-h diyagramındaki (Şekil 3) özgül entalpi değerleri "REFPROP" yazılımı kullanılarak elde edilmiş ve hesaplamalar yapılmıştır. Konutun ısıtılması işleminin fan-coil ile yapılması planlanmıştır. Bu sistem yerden ısıtmalara uygun olduğu için tercih edilmiştir. Isıtma durumu şartlarında suyun fan-coil'e giriş sıcaklığı 40 ^{o}C olarak alınmıştır.

Kondenser sıcaklığı 50 ^{o}C ve evaporatör sıcaklığı ise bir metre derinlik için -1 ^{o}C olarak belirlendiğinde; R407F soğutucu akışkanı için oluşturulan Şekil 3'deki log P-h diyagramından;

h_1 = 411 kj/kg
h_2 = 454 kj/kg
h_3 = 271 kj/kg
h_4 = 271 kj/kg olarak okunmuştur.

Hesaplanan ısı kaybı miktarı, kondenser tarafından atılan ısı miktarına eşittir ve bu değer de ısıtma yükü miktarıdır.

$Q_{kon} = Q_H$ = 13,82 kW

olarak bulunur.

$Q_{kon} = \dot{m}(h_2-h_3)$ (1)

Denklem (1) kullanılarak sistemde dolaşması gereken akışkanın debisi hesaplanır:

$\dot{m}$=0.075

Evaporatör kapasitesi denklem (2) kullanılarak hesaplanır:

$Q_{evp} = \dot{m}(h_1-h_4)$ (2)

$Q_{evp} = 0{,}075.(411-271)$ = 10,5 kW olarak bulunur.

Kompresör kapasitesi ve sistemin ısıtma tesir katsayısı *(COP_I)* denklemler (3) ve (4) kullanılarak hesaplanır.

$W_{komp} = \dot{m}(h_2-h_1)$ (3)

W_{komp}=0.075(454-411) = 3,225 kW olarak bulunur.

COP_I = Isıtma tesir katsayısı;

$$COP_I = \frac{Q_{kon}}{W_{komp}}$$

(4)

$$COP_I = \frac{Q_{kon}}{W_{komp}} = \frac{13{,}82}{3{,}225} = 4.285$$

2.2. Toprak Isı Değiştiricisi Boyu

Isı pompasının toprağın altına yerleştirilen ısı değiştiricisinin toplam uzunluğu aşağıda verilen denklemler kullanılarak hesaplanır.

Isıtma için kullanılması durumunda denklemler şu şekildedir:

$L_{top} = Q_ı \times L_I$ (5)

$$L_I = \frac{572\left(\frac{COP_I - 1}{COP_I}\right)\left(R_B + R_T F_1\right)}{T_I - T_{\min}} \quad \text{m/kW} \qquad (6)$$

R_B= Boru direnci= 0,17 hfeet/BTU = 0,0982 m°C/W (PESCH-40, ¾'', yatay)

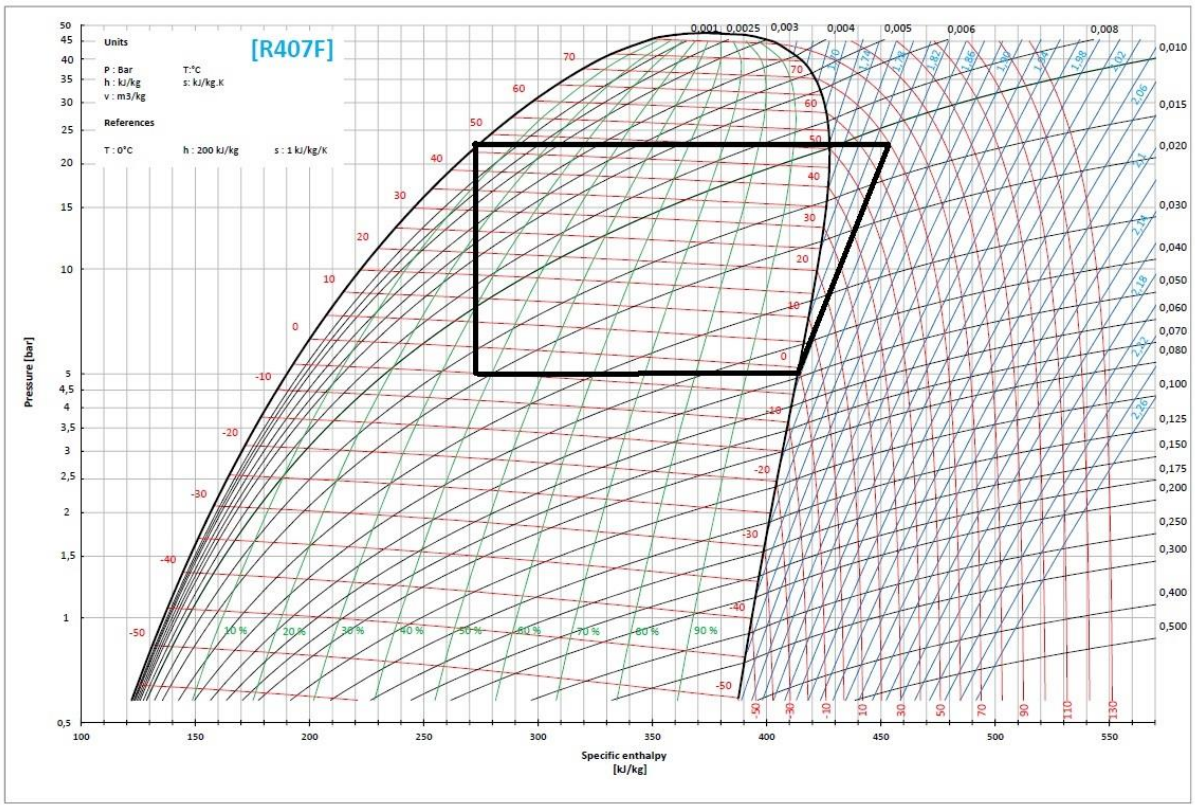
R_T= Toprak ısıl direnci= 1,02 hfeet/BTU = 0,589 m°C/W (Ağır Toprak-Nemli)

T_I= Yıllık düşük toprak sıcaklığı= 10°C

T_{min}= En düşük su sıcaklığı = 1°C

Denklem (5) ve (6) kullanılarak ısıtma mevsimi için boru boyu uzunluğu hesaplanır.
F_1=Ortalama ısı kaybı / Cihazın ısıtma kapasitesi (7)
1 m derinliğindeki toprak sıcaklıkları dikkate alınarak;

Denklem (6) ve (7) kullanılarak F_I=0.1233, L_I=9,653 ve buradan L_{top}=114.98 m bulunur.



Şekil 3. R407F için log P-h diyagramı

2.3. Isı Pompası Maliyet Analizi

Maliyet analizi yapılırken ilk önce ısı pompasının ilk yatırım maliyeti hesaplanmıştır. Bu hesaplama yapılırken Temmuz 2017 fiyatlandırması kullanılmıştır.

Isı pompası	: 19500 TL
Toprak kazı maliyeti	: 1350 TL
Boru fiyatı	: 2.65 TL/m x 114.98 =304.7 TL
Kolektör ve pompalar	: 2785 TL
İç tesisat borulama	: 4770 TL
Fan-coil birim fiyatları	: 11150 TL
Genel	: 39.860 TL

Kazan için ilk maliyet	
Kazan fiyatı	: 4250 TL
Brülör	: 2585 TL
Yakıt deposu	: 8750 TL (ön ısıtıcı, pot depo, filtre)
Bina için borulama	: 7050 TL
Petek	: 3650 TL
Kolektör grubu	: 6450 TL
Genleşme deposu	: 1.500 TL
Genel toplam	: 34.235 TL

İlk yatırım maliyeti hesaplandıktan sonra ısıtma mevsimi için ısı pompasının maliyet analizi aşağıdaki gibi hesaplanmıştır.

Bina ısıtma yükü	: 13,82 kw
COP_1	: 4,285
Yıllık ısıtma süresi	: 720 saat
Yıllık ısıtma enerjisi	: 13,82 x 720 = 9950,4kwh
Elektrik tüketimi	: 3,17 kwh x720x0,314=716.6 TL
Birim fiyat	: 0,314TL / kwh [22]
Gerçek fiyat	: 0.314 / 4,285= 0,0732 TL/kwh
Yıllık enerji maliyeti	: 9950,4x0,0732 = 728.36 TL
Toplam	: 1444.96 TL

Isıtma mevsimi için kalorifer sistemi ve merkezi ısıtma sistemi maliyet analizi şu şekilde hesaplanmıştır:

Bina ısıtma yükü	: 13,82 kW
Yıllık ısıtma süresi	: 720h
Yıllık ısıtma enerjisi	: 9950,4kW = 9950,4kWx 860 = 8.557.344 kcal/h
Yıllık fuel-oil miktarı	: 8.557.344 / 9600 x 0,85 = 10.48 kg/h
Isıl değer	: 9600 kcal / kg
Birim fiyat	: 2,51 TL/kg [23]
Yıllık enerji maliyeti	: 2,51 x 10,48 =2630,4 TL

Kurulması planlanan ısı pompası sisteminin amortisman süresinin hesaplanması aşağıda verilmiştir.

Amortisman süresi(yıl)= (A-B) / (D-C) = (39860 – 34235) / (2630.4 – 1444.96) = 4.7 (yıl) [24]
Sistemin kendini amorti etme süresi 5,7 yıl kabul edilebilir.

3. Sonuçlar ve Öneriler

Karabük ilinde toprak kaynaklı ısı pompasının konutlarda ısıtma amacıyla kullanılabilirliğini incelemek amacıyla 200 m^2'lik bir villa seçilmiştir. Isı kaybı hesapları yapılan villanın ısıtılması amacıyla yatay borulu toprak kaynaklı bir ısı pompası seçilmiştir. Sistemde ısı taşıyıcı çalışma akışkanı olarak R407F soğutucu akışkanı seçilerek ısı pompasının bileşenlerinin kapasiteleri ve toprağa gömülü ısı değiştiricisinin boru uzunluğu hesaplanmıştır. Kurulması planlanan ısı pompası sisteminin amortisman süresi ise 4.7 yıl olarak bulunmuştur. Elektrik enerjisi maliyetleri düştüğünde insanların yaşam alanlarının ısıtılması ve soğutulmasında ısı pompalarının kullanımının daha da artacağı yapılan çalışmalarda genellikle belirtilmiştir. Isı pompalarının kullanımlarının artmasıyla birlikte katı yakıt, fueloil, motorin vb. kullanımı azalacak ve ozon tabakasına ve insan sağlığına zararlı gazların salınımı azalacaktır. Isı pompası uygulaması planlanırken ısı kaynağının analizi detaylı olarak yapılması gerekir. Yapılan çalışmada Karabük ilinde kurulacak bir ısı pompasının teorik olarak planlaması yapılmıştır. Isı kaynağı olarak toprak seçilmiş ve diğer önemli parametreler (toprak direnci, yıllık ortalama toprak sıcaklığı, toprak yapısı vb.) hesaba katılarak yatırım ve işletme maliyeti analizi yapılmıştır.

Giderek artan enerji ihtiyacına önemli ve sürdürülebilir bir çözüm sunan toprak kaynaklı ısı pompaları hem ısıtma hem soğutma açısından çevre ve insan dostu sistemlerdir. Yatırım maliyetinin ve amortisman süresinin fazla olması olumsuz bir durum olarak ortaya çıksa da ilk yatırım maliyetlerinin ve elektrik enerji maliyetlerinin düşmesi durumunda daha da yaygınlaşacağı aşikardır.

Kaynaklar

[1] Karslı, S., Kaya, M., Erdoğan, S. ve Çomaklı, Ö.. Erzurum İlinde Jeotermal Kaynaklı Isı Pompalarının Kullanımı, ULIBTK'07 16. Ulusal Isı Bilimi ve Tekniği Kong 2007, 30 Mayıs-2 Haziran, Kayseri: S. 745-752.

[2] Özyurt, Ö., Bakırcı, K., Ekinci, D. A., Çomaklı, K..Erzurum'da Toprak Kaynaklı Isı Pompasının Deneysel İncelenmesi, ULIBTK'0716. Ulusal Isı Bilimi ve Tekniği Kong 2007: 30 Mayıs-2 Haziran Kayseri: S. 847-853.

[3] Çamdalı, Ü. Tunçel, E.. Bolu ve çevresi için toprak kaynaklı ısı pompası (TKIP) sistem analizi: ekonomik yaklaşım,Mühendis ve Makine 2010: Cilt:51: Sayı : 604.

[4] Hanova, J., Dowlatabadi, H.. StrategicGH Greduction Through the Use of Ground Source Heat Pump Technology. Environmental Research Letters 2007: 2 (4): paper044001.

[5] Spitler, J.D.. Ground-source Heat Pump System Research-past, Present, And Future. International of HVAC&R 2005: 11, p. 165-167.

[6] Halozan, H. Ground-Source Heat Pumps and Buildings," In: Proceedings of the 9th International IEA Heat Pump Conference, Zürich, Switzerland 2008: May 20-22.

[7] Canhoto, F. Reis, A.H., Miguel, A.F., Rosa, R.. Utilisation of Air-groundwater Exergy Potential For Improvement Of The Performance of Heat Pump Systems. International Journal of Exergy 3 2006: 1-15.

[8] Dinçer, İ. Rosen, M.A.. Exergy, Energy, Environment and Sustainable Development, Elsevier 2007: 454p.

[9] Kırmacı, V., Özdemir M. B., ''Soğuk Depolar İçin R-404a Alternatif Soğutucu Akışkanlı Buhar Sıkıştırmalı Soğutma Sistem Eleman Kapasitelerinin Bilgisayar Programıyla Belirlenmesi'', Balıkesir Ünv. Fen Bil. Enst. Dergisi, 7 (2): 66-76, (2005).

[10] Climate Master, "All Products Technical Guide", (2006-2007).

[11] Ünlü, K., "Hava Ve Toprak Kaynaklı Isı Pompalarına Etki Eden Parametrelerin İncelenmesi" Doktora Tezi, Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü ,Bursa,(2005).

[12] Güven, Ş., "Toprak Kaynaklı Isı Pompalarının Diğer Sistemlerle Karşılaştırılması" Yüksek Lisans Tezi , Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Denizli, Türkiye, (2002) No:128253

[13] P. F. Healy and V. I. Ugursal, " Performance and economic feasibility of ground source heat pumps in cold climate", 21 (10), 857–870, (1997).

[14] Spilker, E. H. "Ground-coupled heat pump loop design using thermal conductivity testing and the effect of different backfill materials on vertical bore length" ASHRAE Trans. Vol. 104 (1B), pp. 775-779 (1998).

[15] Kıncay, O. ve Temir, G., (2002). "Toprak ve Hava Kaynaklı, Isı Pompalı Sistemlerin Ekonomik İncelenmesi", Tesisat Mühendisliği Dergisi, 68: 31-37.

[16] Hepbasli, A. (1985). Heat Pumps Systems and a Storey-House Heating (in Turkish). MSc. Thesis, Technical University of Istanbul, Turkey, 134 pp.

[17] Öztürk, M. Elbir, A. Yakut, A.K. Özek, N.Batı Akdeniz bölgesinde Toprak kaynaklı Isı Pompası Sisteminin Evsel Uygulamaları ve Performans Analizi, Mühendis ve Makine Cilt:53 Sayı: 626 Sayfa : 46-55.

[18] Çamdalı, Ü. Tunçel, E. Bolu ve Çevresi İçin Toprak Kaynaklı Isı Pompası (TKIP) Sistem Analizi: Ekonomik Yaklaşımla Mühendis ve Makine 2010: Cilt:51: Sayı 604 Sayfa: 46-55.

[19] Apaydın Ş, Cebeci İ, Kırmacı V, Toprak Destekli Isı Pompasının Bartın İlinde Kullanılabilirliğinin Teorik Olarak İncelenmesi, İkses 12 Ulusal İklimlendirme ve soğutma Eğitimi Sempozyumu, 13-15 Eylül Balıkesir 2012: Sayfa 128-138.

[20] Özyurt O, Ekinci D.A, Experimental study of vertical a ground source heat pump system performance evalutaion for cold climate in Turkey, Applied Engineering 2011: 88 (4): 1257-1265.

[21] Miles, L., Heat Pump Theory And Service, Delmar Publishers Inc, New York,(1994).

[22] http://www.epdk.gov.tr/web/elektrik-piyasasi-dairesi/ulusal-tarifeler (Erişim tarihi: 10.10.2017).

[23] http://www.lukoil.com.tr/PompaFiyatlari (erişim tarihi 27.09.2017).

[24] Çengel, Y., Boles, M., Mühendislik Yaklaşımıyla Termodinamik, Literatür Ders kitapları, (2015).

Al 2014 MALZEMESİNİN DELİNMESİNDE MEYDANA GELEN ÇAPTAN SAPMANIN TAGUCHI METHODU İLE OPTİMİZASYONU

THE OPTIMIZATION OF DEVIATION FROM CIRCULARITY CONSISTED IN DRILLING ON Al2014 WITH TAGUCHI METHOD

Ramazan Çakıroğlu[a*], Selçuk Yağmur[b], Yakup Turgut[b], Adem Acır[c]
[a]Gazi Üniversitesi Teknik Bilimler MYO Ankara/TÜRKİYE, rcakiroglu@gazi.edu.tr
[b]Gazi Üniversitesi Teknoloji Fakültesi İmalat Mühendisliği Bölümü, Ankara/TÜRKİYE, syagmur@gazi.edu.tr
[b]Gazi Üniversitesi Teknoloji Fakültesi İmalat Mühendisliği Bölümü, Ankara/TÜRKİYE, yturgut@gazi.edu.tr
[c]Gazi Üniversitesi Teknoloji Fakültesi Enerji Sistemleri Mühendisliği Bölümü, Ankara/TÜRKİYE, adema@gazi.edu.tr

Özet

Bu çalışmada, Al2014 malzemesinin kaplanmalı ve kaplamasız matkaplar ile delinmesinde meydana gelen çaptan sapma araştırılmıştır. Performans göstergesi olarak kesme hızı, ilerleme oranı ve kesici takım giriş parametreleri olarak belirlenmiştir. Çalışmada, 14 mm çapında kaplamasız ve kaplamalı (TiN/TiAl/TiCN) kesici takımlar ile üç farklı ilerleme miktarı (0.1-0.2-0.3 mm/dev) ve üç farklı kesme hızı (170-200-230 m/dak) kullanılarak Taguchi L_{18} ortogonal deneysel tasarımına göre deneyler yapılmıştır. Deneyler sonrasında artan kesme hızlarının dairesellikten sapmayı olumlu yönde etkilediği görülmüştür. Daha sonra deneysel sonuçlar kullanılarak Taguchi Metodu yardımıyla kaplamasız takım, 0.1 mm/dev ilerleme ve 200 m/dak kesme hızı en uygun kesme parametresi olarak belirlenmiştir.

Anahtar kelimeler: Delme, Taguchi, Çaptan sapma

Abstract

In this study, ovality formation was investigated in drilling with coated and uncoated drills on Al2014 material. Cutting speed, feed rate and cutting tool were determined as performance indicator and input parameters. During the experiments, diameter of 14 mm coated and uncoated (TiN/TiAl/TiCN) cutting tools were used with three different feed rates (0.1-0.2-0.3 mm/rev) and three different cutting speeds (170-200-230 m/min). The experiments were performed according to Taguchi L_{18} orthogonal experimental design. It is obtained that the increasing cutting speed effects positively on deviation from circularity. By using the results, 0.1 mm/rev feed rate and 200 m/min cutting speed determined as the optimum cutting parameters with the help of Taguchi Method.

Keywords: Drilling, Taguchi, Deviation from circularity

1. Giriş

Matkapla delik delme, imalat sektöründe tornalama ve frezeleme gibi oldukça yaygın olarak kullanılan talaşlı üretim türlerinden biridir. Bütün talaşlı imalat türlerinde yapılan araştırmalarda olduğu gibi, matkapla delik delmede de uygun kesme şartlarının ve kesici takım ömrünün belirlenmesi vardır. Araştırmalarda, matkapla delinen parçanın malzeme özelliği, kesici takımın cinsi/malzemesi, kesme derinliği, ilerleme oranı, devir sayısı gibi özellikler önem arz etmektedir.

Delme işlemlerinde arzu edilen delik kalitesinin elde edilmesi en önemli hususlardan birisidir. Matkap ile doğrudan delinmiş bir delikte, delik çapının istenen toleranslar dâhilinde ölçü tamlığını ve geometrik olarak daireselliğini sağlamak oldukça güçtür. Bu problemlerin önüne geçmek maksadıyla genellikle delik büyütme ve raybalama gibi ikincil işlemlerin uygulanması yaygındır [1]. Ancak ikinci bir işlem gereksinimi kuşkusuz işleme maliyetini arttırarak ürün maliyeti üzerinde olumsuz bir etkiye sahiptir.

Bu sebepten deliğin istenilen ölçü tamlığı ve dairesellik bakımından yapılan araştırmalara literatürde sıklıkla rastlamak mümkündür.

Meral ve arkadaşları çalışmalaraında AISI 1050 çeliğinin TiAlN kaplamalı ve kaplamaız matkaplar ile delme uygulamalarında, kesme parametrelerinin ölçü tamlığı ve geometrik sapmalar (çaptan sapma, dairesellikten sapma ve silindiriklikten sapma) üzerindeki etkilerini araştırmışlarıdır. Çalışmada deneyler L19 ortogonal (dik) düzenine göre yapılmıştır. Deneyler sonrasında kesme hızı, matkap çapı ve ilerleme miktarlarının artışıyla sapma oranlarının da genelikle arttığını gözlemlemişlerdir [2].

Yağmur ve arkadaşları AISI 1050 çeliğinin delinmesinde kesme parametrelerinin ve kaplama uygulamasının dairesellikten sapma (ovalite) üzerindeki etkilerinini araştırmışlardır. Çalışmada kaplamasız ve TiN/TiAl/TiCN kaplamalı solid karbür matkaplar kullanışmıştır. Kesme parametreleri olarak ise 60, 75, 90 ve 108 m/dak kesme hızları 0,15, 0,20 ve 0,25 mm/dev ilerleme miktarları seçilmiştir. Deneyler sonrasında kesme hızı ve ilerleme miktarlarının artması sonucu sapma değerlerinin arttığı sonucuna ulaşmışlardır [3].

Bunlarla birlikte farklı malzemeler ve kesme parametreleri ile çeşitli modelleme istatistik yöntemleri ile optimizasyon yöntemlerinin kullanıldığı çalışmalar rastlamakta mümkündür [4-15].

Bu çalışmada Al 2014 malzemesinin delinmesinde meydana gelen çaptan sapmanın sapmanın Taguchi methodu ile optimizasyonu yapılmıştır.

2. Yöntem

Alüminyum ağırlıkça hafiftir ve alaşımları yapı çeliklerinden daha fazla mukavemetlendirilmişlerdir. Alüminyum iyi elektriksel ve ısıl iletkenliğe ve yüksek bir ısı ve ışık yansıtma özelliğine sahiptir. Pek çok hizmet şartlarında korozyon direnci oldukça iyi ve zehirsizdir [13, Ramazan 62]. Bu çalışmada Al 2014 malzemesi kullanılmıştır. Deney numunelerinin dış çapları 25 mm olacak şekilde tornalanmıştır. Deneylerde, 25 mm, boy 25 mm çapında olan silindirik Al2014 malzemesi kullanılmıştır.

Talaş kaldırma deneyleri Gazi Üniversitesi Teknoloji Fakültesi İmalat Mühendisliği Bölümünde bulunan Johnford VMC–550 marka CNC dik işleme merkezinde yapılmıştır. Dik işleme merkezinin teknik özellikleri Çizelge 1'de verilmiştir.

Çizelge 1. Deneylerde kullanılan tezgahın teknik özellikleri

Tezgahın Gücü	5 KW
En Yüksek Devir Sayısı	6000 dev/dak
Sırayla x, y, z ekseni	600, 500, 600 mm
Ölçü Hassasiyeti	0,001 mm
İşletim Sistemi	Fanuc

Çalışmada 14 mm çapında TiN/TiAlN/TiCN multilayer (çok katmanlı) kaplamalı karbür takımlarla ile kaplamasız karbür takımlar kullanılmıştır. Deneylerde kullanılan takımların mekanik ve termal özellikeleri Çizelge 2'de verilmiştir.

Çizelge 2. Deneylerde kullanılan matkapların mekanik ve termal özellikleri [14]

	K25 grade (Kaplamasız)	P25 grade (Kaplamalı)
Yoğunluk (gr/cm^3)	14,6	12,6
Basma Dayanımı (MPa)	5000	4600
Young Modülü (GPa)	590	550
Poisson Oranı	0,22	0,22
Termal İletkenlik (W/mK)	70	45
Termal genleşme katsayısı (10^6/K)	5,6	6,7

Deneylerde kesme parametreleri olarak dört farklı kesme hızı (170, 200, 230 ve 260 m/dak) ve üç farklı ilerleme miktarı (0,1, 0,2 ve 0,3 mm/dev) seçilmiştir. Delinen deliklerin dairesellikten sapma değerleri Koordinat Ölçme Cihazı (CMM) ile ölçülmüştür.

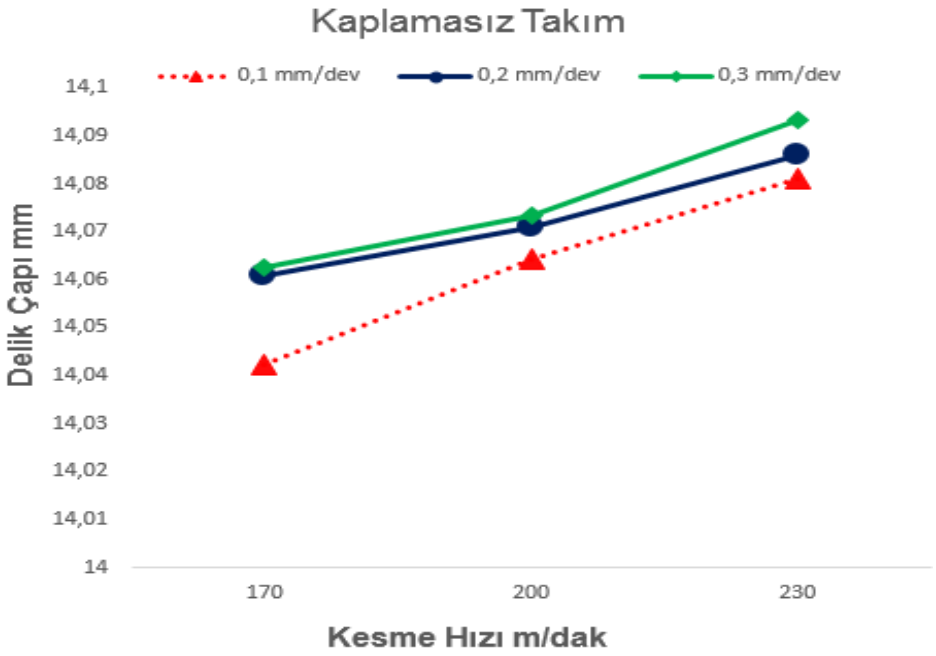
3. Deney Sonuçları ve Tartışma

Deney sonuçları sonrasında elde dairesellikten sapma değerleri Çizelge 3'te toplu olarak verilmiştir.

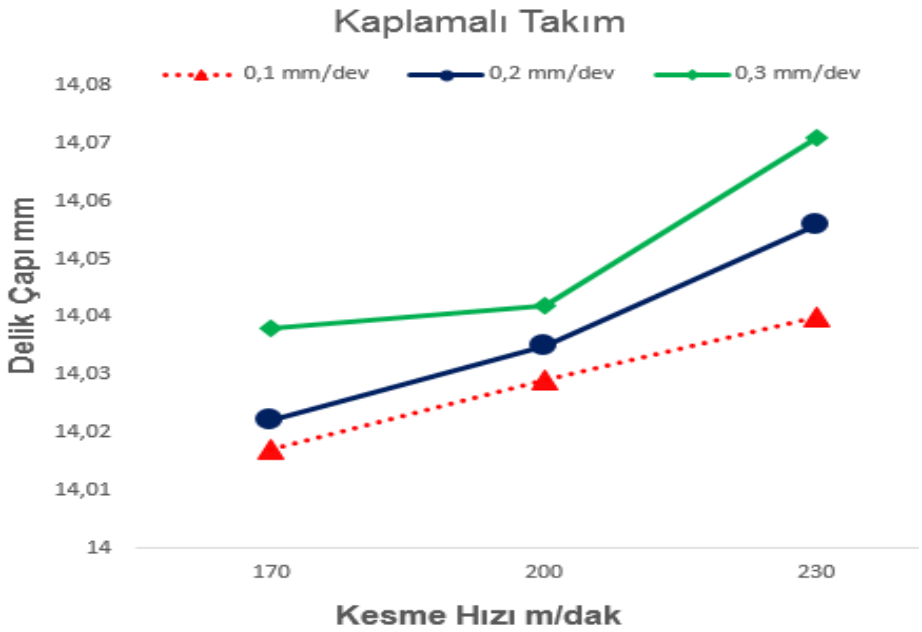
Çizelge 3. Deney girdilerine bağlı olarak elde edilen delik çapı değerleri

Deney numarası	Kesici Takım	İlerleme miktarı mm/dev	Kesme hızı m/dak	Delik Çapı mm	S/N (dB)
1	Kaplamasız	0,1	170	14,042	14,0005
2	Kaplamasız	0,1	200	14,064	14,0037
3	Kaplamasız	0,1	230	14,081	14,0055
4	Kaplamasız	0,2	170	14,061	14,0460
5	Kaplamasız	0,2	200	14,071	14,1000
6	Kaplamasız	0,2	230	14,086	14,0150
7	Kaplamasız	0,3	170	14,062	14,0360
8	Kaplamasız	0,3	200	14,073	14,0650
9	Kaplamasız	0,3	230	14,093	14,0360
10	Kaplamalı	0,1	170	14,017	14,0265
11	Kaplamalı	0,1	200	14,029	14,0645
12	Kaplamalı	0,1	230	14,040	14,0110
13	Kaplamalı	0,2	170	14,022	14,0485
14	Kaplamalı	0,2	200	14,035	14,0065
15	Kaplamalı	0,2	230	14,056	14,0780
16	Kaplamalı	0,3	170	14,038	14,0835
17	Kaplamalı	0,3	200	14,042	14,0635
18	Kaplamalı	0,3	230	14,071	14,0525

Delme sırasında kaplamasız takımlarla meydana gelen çaptan sapma değerlerinin ilerleme miktarları ve kesme hızlarına göre değişimi Şekil 2'de, kaplamalı takımlarla meydana gelen çaptan sapma değerlerinin ilerleme miktarları ve kesme hızlarına göre değişimi Şekil 3'te verilmiştir.



Şekil 2. Kaplamasız takımlarda elde edilen delik çaplarının kesme hızı ve ilerleme miktarına bağlı olarak değişimi



Şekil 3. Kaplamalı takımlarda elde edilen delik çaplarının kesme hızı ve ilerleme miktarına bağlı olarak değişimi

Şekil 2 ve Şekil 3'teki grafikler incelendiğinde bütün parametrelerde ve her iki kesici takımda elde edilen delik çaplarının anma çaplarından büyük olduğu görülmektedir. Artan kesme hızları ve artan ilerleme miktarlarının kaplamasız ve kaplamalı takımlarda çaptan sapma üzerinde olumsuz bir etkisi olmuştur [13].

Artan kesme hızları ile birlikte tezgah titreşimlerinin de artması çaptan sapma değerlerini arttırmasına yol açmıştır. Artan ilerleme miktarları ile birlikte birim zamanda kaldırılan talaş hacminin de artması yine çaptan sapma üzerinde olumsuz bir etki yapmıştır.

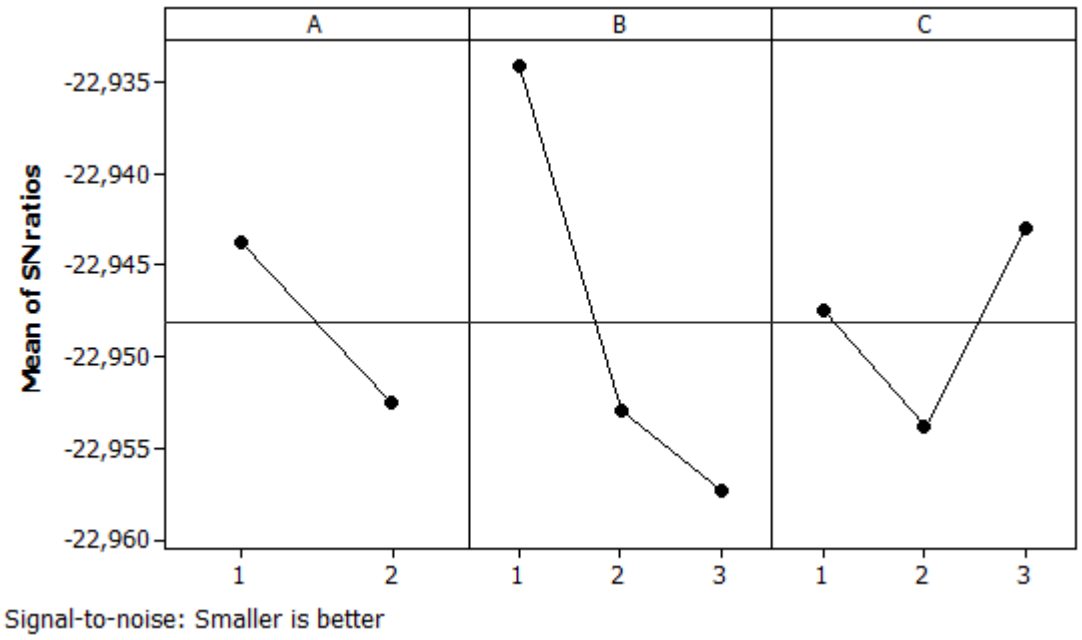
Takımlara kaplama uygulaması çaptan sapma değerlerini olumlu yönde etkilemiştir. Kaplama uygulaması neticesinde takımların artan aşınma dirençleri ve kaplamalı takımların kaplamasız takımlara göre daha düşük sürtünme katsayısına sahip olması bu sonucun doğmasına sebep olmuştur.

3.1. Sonuçların Taguchi Metodu ile Analizi

Taguchi L_{18} ortogonal düzeni çerçevesinde her bir deney sonuçunda elde edilen ovalite değerlerine göre optimizasyon işlemi yapılmıştır. Ovalite sonuçları ve S/N oranı (η), Çizelge 3'de verilmiştir. Çalışmada elde edilen ovalite değerlerini Minitab yazılımı kullanılarak Taguchi metodu ile optimizasyonu yapılmıştır. Bu optimizasyon işleminde, Taguchi kayıp fonksiyonu olarak bilinen ve aynı zamanda sinyal/gürültü oranı (S/N-Sinyal/Noise ratio) fonksiyonu olarak da ifade edilen "en küçük en iyi" (Eşitlik 1) kullanılarak S/N oranları hesaplanmıştır.

$$\eta = -10\log\left(\frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} y_i^2\right) \quad (1)$$

Eşitliklerde, *yi* : Performans yanıtının i. gözlem değeri, *n*: bir denemedeki test sayısı, Yapılan ölçüm sonuçlar neticesinde S/N oranlarına bağlı olarak optimal parametrelerin bellirlenmesinde Şekil 4' deki S/N oranlarının grafiksel gösterimininden yararlanılmıştır.



Şekil 4. Ovalite için ortalama S/N oranı

Şekil 4'den yararlanarak uygun kesme parametreleri "A1B1C3" olarak bulunur. Burada, kaplamasız matkap "A1", ilerleme hızı "B1" (0,1 mm/dev) ve kesme hızı "C3" (230 m/dak) dür.

3.2. Doğrulama Deneyleri Sonuçları

Taguchi metodu ile optimizasyon işleminde son aşama olarak doğrulama deneyleri yapılmaktadır. Önceden belirlemiş olduğumuz optimum ovalite parametreleri (A1B1C3) kullanılarak üç adet doğrulama deneyleri yapılarak optimizasyonun doğruluğu kontrol edilmiştir. Buna göre optimum ovalite değerlerinin elde edilmesinde, optimize edilmiş kesme parametreleri Çizelge 4'te verilmiştir.

Çizelge 4. Ovalite için doğrulama test sonuçları

	Başlangıç kesme parametresi	Optimum kesme parametreleri	
		Tahmin	Deney
Seviye	A1B2C1	A1B1C3	A1B1C3
Ovalite (mm)	14.0460	14.0033	14.021
S/N oranı (dB)	-22.9510	-22.9246	-22.9355
İyileştirme oranı S/N	0.0155 dB		
Tahmini hata (dB)	0.0109		

Doğrulama deneyleri sonunda elde edilen üç ovalite değerlerinin ortalaması 14.021 mm olarak bulunmuş ve ilk yapılan 18 deneyin ovalite sonuçlarının ortalaması da 14.0460 mm olarak tespit edilmiştir. Bütün bu değerler incelendiğinde Taguchi optimizasyon metodu ile ovalite değerlerinin azaldığı görülmektedir.

4. Sonuçlar

Al 2014 Malzemesinin delinmesinde meydana gelen çaptan sapma değerlerini araştırıldığı bu çalışmada elde edilen sonuçlar aşağıda özetlenmiştir.

- Kaplamalı takımlar ile elde edilen çaptan sapma değerlerini kaplamasız takımlarla elde edilen değerlerden daha düşük olduğu sonucuna varılmıştır. Bu sonuç itibari ile ölçü tamlığının sağlanması hususunda kaplamalı takımların kullanılması tavsiye edilir.
- Kesme hızların artması bütün parametrelerde çaptan sapma değerlerini olumsuz etkilerken bu durum ilerleme miktarlarının artmasında da söz konusu olmuştur.
- Ölçü tamlığı için, önerilen sınırlar içinde, daha düşük kesme hızları, orta ilerleme değerleri ve kaplamalı takım kullanılması tavsiye edilir.
- En uygun deney parametrelerinin belirlenmesi amacıyla uygulanan Taguchi yöntemi neticesinde, kaplamasız takım, 0.1 mm/dev ilerleme hızı ve 200 m/dak kesme hızı olarak bulunmuştur (A1B1C3).

Kaynaklar

[1] Özçatalbaş Y., (2006). Talaş Kaldırmanın Esasları Ders Notları. Gazi Üniversitesi Teknik Eğitim Fakültesi, Ankara, 22-34

[2] Meral, G., Sarıkaya, M., Dilipak, H. (2011). Delik Delme Uygulamalarında Delik Kalitesinin Taguchi Yöntemi İle Optimizasyonu. *Engineer & the Machinery Magazine*, (619).

[3] Yağmur, S., Adem, Acır., Şeker, U. (2013). AISI 1050 Çeliğinin Delinmesinde Kesme Parametrelerinin ve Kaplama Uygulamasının Dairesellikten Sapma (Ovalite) Üzerindeki Etkilerinin Araştırılması. *Politeknik Dergisi*, *16*(3).

[4] Kurt, M., Kaynak, Y., & Bagci, E. (2008). Evaluation of drilled hole quality in Al 2024 alloy. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, *37*(11), 1051-1060.

[5] Pirtini, M., & Lazoglu, I. (2005). Forces and hole quality in drilling. *International journal of machine tools and Manufacture*, *45*(11), 1271-1281.

[6] Wu, C. L. (1996). Statistical analysis of the effects of feed, speed, and wear on hole quality in drilling. *Journal of Manufacturing Science and Engineering*, *118*, 367.

[7] Bono, M., & Ni, J. (2001). The effects of thermal distortions on the diameter and cylindricity of dry drilled holes. *International Journal of Machine tools and manufacture*, *41*(15), 2261-2270.

[8] Çiçek, A., Kıvak, T., Turgut, Y., Uygur, İ., & Ekici, E. (2011). Derin kriyojenik işlemin kesme kuvvetleri, delik çapları ve takım ömrü üzerine etkileri. In *6th International Advanced Technologies Symposium (IATS'11), Elazığ* (pp. 33-36).

[9] Kalidas, S., DeVor, R. E., Kapoor, S. G. (2001). Experimental investigation of the effect of drill coatings on hole quality under dry and wet drilling conditions. *Surface and Coatings Technology*, *148*(2), 117-128.
[10] El-Tammimi, A., & Darwish, S. M. (1998). Geometric accuracies of NC and conventionally drilled holes. *Journal of Materials Processing Technology*, *75*(1), 111-116.
[11] Çakıroğlu, R. (2011). Delik delme işlemlerinde kesme parametrelerine bağlı olarak oluşan sıcaklığın modellenmesi. *Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Ankara*.
[12] Haggerty, W. A. (1961). Effect of point geometry and dimensional symmetry on drill performance. *International Journal of Machine Tool Design and Research*, *1*(1-2), 41-58.
[13] Yağmur, S., Acır, A., Şeker, U., (2014). AISI 1050 Çeliğinin Delinmesdide Kesme Parametrelerinin Ölçü Tamlığına (Çaptan Sapma)Etkilerinin İncelenmesi. *4. Ulusal Talaşlı İmalat Sempozyumu*, 29-35
[14] Günay, M. (2013). AISI 316l Çeliğinin İşlenmesinde Takım Radyüsü Ve Kesme Parametrelerinin Taguchi Yöntemiyle Optimizasyonu. *Gazi Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 28(3).
[15] Çakıroğlu, R., & Acır, A. (2013). Optimization of cutting parameters on drill bit temperature in drilling by Taguchi method. *Measurement*, *46*(9), 3525-3531.

EVALUATION OF WASTE METALLURGY IN WASTE SCRAP COPPER CABLES

ATIK HURDA BAKIR KABLOLARININ TOZ METALURJİSİ AÇISINDAN DEĞERLENDİRİLMESİ

İsmet Faruk Yaka[a], Abdülkadir Koçer[b], Afşin Güngör[a]
[a] Akdeniz Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Makine Mühendisliği Bölümü Dumlupınar Bulvarı 07058 Kampüs, Antalya, ismetfarukyaka@hotmail.com, afsingungor@hotmail.com
[b]Akdeniz Üniversitesi, Teknik Bilimler Meslek Yüksekokulu, Dumlupınar Bulvarı 07058 Kampüs, Antalya, akocer@akdeniz.edu.tr

Özet

Toz metalürjisi; çeşitli üretim süreçlerini kullanarak farklı boyut, şekil ve paketleme özelliğine sahip metal ve alaşım tozlarını dayanımlı, hassas ve yüksek performanslı parçalara dönüştüren modern bir üretim yöntemidir. Toz metalürjisi, tozların imalatı, karakterize edilmesi ve kullanışlı parçalara dönüştürülmesi çalışmalarını içerir. Yapılan bu çalışma kapsamında, toz metalürjisinde kullanılan bakır taneciklerinin, atık hurda bakır kabloları kullanılarak; oksitlendirme ve oksidin indirgenmesi yöntemi ile döner yatakta üretilmesi hedeflenmiştir. Üretim esnasında farklı boyutlarda seramik bilyeler kullanılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Toz metalürjisi, Bakır, Döner yatak

Abstract

Powder metallurgy; is a modern production method that transforms metal and alloy powders with different size, shape and packaging characteristics into various types of precision, high performance parts using various production processes. Powder metallurgy involves the production, characterization and conversion of dust into useful pieces. Within the scope of this study, the copper particles used in the powder metallurgy are treated with waste scrap copper cables; Oxidation and Oxidation Reduction Method. Ceramic balls were used in different sizes during production.

Keywords: Powder metallurgy, Copper, Swivel bearing

1. Giriş

Toz metalürjisi; çeşitli üretim süreçlerini kullanarak farklı boyut, şekil ve paketleme özelliğine sahip metal ve alaşım tozlarını dayanımlı, hassas ve yüksek performanslı parçalara dönüştüren modern bir üretim yöntemidir. Toz metalürjisi, tozların imalatı, karakterize edilmesi ve kullanışlı parçalara dönüştürülmesi çalışmalarını içerir.

Toz metalürjisinin diğer üretim yöntemlerine göre üretim hızının yüksek olması, talaşlı imalata gerek kalmaması, karmaşık şekilli parçaların üretilebilir olması, yakın toleransların ve düzgün yüzeylerin elde edilmesi, ergime kayıplarının olmaması, yoğunluk ve ergime noktalarındaki farklılıklardan ötürü başka yollarla imalatı mümkün olmayan alaşım ve karışımların imalinin mümkün olması, hurda miktarının oldukça az olması veya hiç olmaması gibi birçok avantajı vardır. Genel olarak toz üretiminde amaç işlemin ucuz olması ve tozların istenilen fiziksel ve kimyasal özellikleri sağlamasıdır.

Metal tozu uygulamaları bahis konusu olduğunda parçacıkların büyüklüğü ve şekli, ağırlığı, akış oranı, korozyon direnci, özgül yüzey alanı, görünen yoğunluk ve sinterlenmiş ürünlerin kalitesi gibi bir takım özellikler önemli hale gelmektedir. Bir toz üretim yönteminin diğerlerine göre seçilmesi yöntemin anlaşılmasına, ekonomikliğine, elde edilen tozların özelliklerine ve bu özelliklerin kullanım yeri ihtiyaçlarını ne ölçüde karşılayabildiğine bağlıdır [1].

Toza dönüştürme maliyeti önemli bir husustur. Toz üretiminde maliyete katkı yapan iki ana unsur vardır: Ham madde maliyeti (ana maliyet) ve dönüştürme maliyeti (yöntem maliyeti). Yaygın toz üretim yöntemlerinin çoğunda dönüştürme maliyeti iyi bilinmektedir. Çizelge 1 bazı tipik üretim yöntemlerinin dönüştürme maliyetini kabaca özetlemektedir [2].

Çizelge 1. Toz oluşturma için yaklaşık dönüştürme maliyeti [2]

Üretim Yolu	Düşük Maliyet Aralığı $/Kg	Yüksek Maliyet Aralığı $/Kg
Karbonil Bozunma	7	10
Savurmalı Atomizasyon	4	20
Elektrolizle Biriktirme	6	10
Gaz Atomizasyonu	3	18
Hidrotermal	6	25
Mekanik Alaşımlama	10	40
Öğütme	2	12
Oksit İndirgeme	1	2
Plazma Atomizasyonu	6	40
Tepkimeli Sentez	2	15
Sol-Gel Çökeltme	10	80
Buhar Yoğuşması	100	1000
Su Atomizasyonu	1	2

Bu maliyetler malzeme tarafından etkilenmektedir; düşük ergime sıcaklıklı malzemelerin dönüştürülmesi doğal olarak kolaydır. Ayrıca, malzemenin saflığı önemli bir etkendir ve toz saflığının önemli olduğu durumlarda maliyet büyük ölçüde artmaktadır. Örnek sıkça kullanılan alümina toz maliyeti kilogramda sadece 2 $ dır, fakat optik saydamlık için gerekli yüksek saflıkta tozların maliyeti 40 kat artmaktadır. Son olarak, düşük üretim miktarı teçhizat maliyetini yükselttiğinden, yıllık üretim miktarı da bir etkendir. Tablodan da görülebileceği gibi oksit indirgeme yöntemi en ucuz toza dönüştürme yöntemidir.

Toz metalürjisi yöntemi kompleks şekilli parçaların yüksek kalite ve düşük boyutsal aralıkta üretimine olanak sağladığı için diğer metal üretim yöntemlerine göre avantajlı bir prosestir. Bu nedenle toz metalürjisi yöntemi ile üretilen malzemelerin pazar payları, kullanım alanları hızlı bir şekilde artmaktadır. Toz metalürjisinde kullanılan metal ve/veya alaşım tozlarının üretim yöntemlerini temelde dayandıkları prensibe göre mekanik, fizikokimyasal, kimyasal ve elektrokimyasal olarak dört ana grupta toplamak mümkündür. Üretilen tozun şekillendirme aşamasında göstereceği performans başka bir değişle şekillendirme aşamasında tozdan beklenen özellikler tozun üretim yöntemine bağlıdır.

Dünya toz metal piyasası yıllık %12 oranında genişlemektedir. En çok kullanılan metal tozu %85 oranla demir çelik tozudur. İkinci sırada %6 - %7 ile bakır ve alaşımları gelmektedir. Bakırın çeşitli oranlardaki alaşımları yatak imalinde kullanılmaktadır. Genellikle %90 bakır, %10 kalay alasımı bronz tozlan kendinden yağlamalı yatak üretiminde başarıyla kullanılmaktadır [3].

Literatürde toz üretimi ile ilgili bir çok çalışma mevcuttur [4-6]. Literatürdeki yayınlar incelendiğinde konunun gelişmeye açık bir konu olduğu ve uzun yıllar boyunca da orijinalliğini koruyacağı açıkça görülmektedir

Bu çalışma kapsamında, toz metalürjisinde kullanılan bakır taneciklerinin, atık hurda bakır kabloları kullanılarak; oksitlendirme ve oksidin indirgenmesi yöntemi ile döner yatakta üretilmesini hedeflenmiştir. Bu çalışmaya destek veren Akdeniz Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri birimine teşekkürü bir borç biliriz.

2. Materyal ve Yöntem

Çalışma kapsamında döner yatakta bakır tozu, kimyasal bir üretim tekniği olan hurda tel bakırın oksitlendirilmesi ve oksit indirgenmesi yöntemi ile üretilmesi irdelenmiştir. Bu amaçla; öncelikle oksitleme prosesi detaylı olarak ele alınacak; oksitleme için kullanılacak yatağın dizaynı ve üretimi yapılmıştır.

Yapılan bu çalışmada, oksitleme, oksit indirgeme ve her iki işlem için proses süresini azaltmak ve üretim kalitesini arttırmak amacıyla öğütme işleminin bir arada gerçekleştirilebileceği bir döner yatak dizayn edilmiştir. Şekil 1'de çalışma kapsamında geliştirilmiş döner yatak gösterilmektedir. Döner yatak silindirik olarak dizayn edilmiş olup, yatak içerisinde taneciklerin daha etkin karışmalarını sağlayacak şekilde, yatak ekseni boyunca uzanan üç adet saptırıcı levha konulmuştur. Saptırıcı levhalar aynı zamanda, yatak içerisine doldurulan ve her bir proseste öğütme işlemini gerçekleştirecek olan seramik bilyelerin de daha etkin çalışabilmesini sağlayacak şekilde yerleştirilmiştir. Bu amaçla, döner yatak içerisine 3 adet levha yatak içerisine eşit uzaklıklarda olacak şekilde yerleştirilmiştir.



Şekil 1. Yatağın Genel Görünümü

Şekil 2 ve şekil 3'de yatağın iç kısımları detaylı olarak gösterilmiştir.

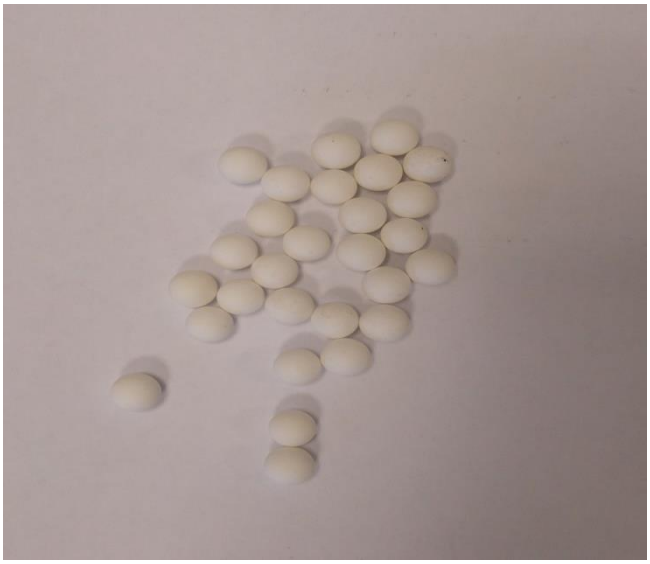


Şekil 2. Yatağın iç görünümü



Şekil 3. Yatak içi detaylı görünümü

Çalışma kapsamında geliştirilen döner yatak başarı ile yapılmış ve soğuk testlerini başarı ile geçmiştir. Bu aşamadan sonra döner yatak içerisine tanecikler ve öğütücü seramik bilyalar doldurularak ve yatak sıcaklığı 750°C'de tutularak oksitleme işlemi ve bunun başarı ile tamamlanmasından sonra da oksit indirgeme işlemi gerçekleştirilmeye çalışılmıştır. Oksitleme işlemi için oksijen, oksit indirgeme işlemi için hidrojen gazı kullanılmıştır. Yatak içinde kullanılan seramik bilyaların görünümü şekil 4'de verilmiştir.



Şekil 4. Seramik bilyaların görünümü

4. Bulgular ve Tartışma

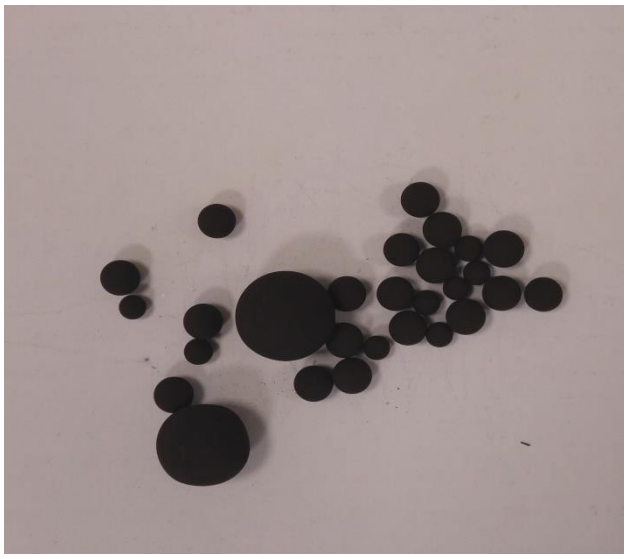
Yapılan çalışma ile atık hurda bakır kabloların, bakır tozuna dönüştürme işleminin gerçekleştirildiği döner yatak imal edilmiştir. Bakırın oksitlenmesi ve oksidin indirgenme işlemlerinde proses süresini azaltmak ve yüksek saflıkta bakır tozu elde edebilmek amacı ile döner yatak içerisinde seramik bilyeler kullanılmıştır. Kullanılan bilyelerin, bakır tanecikleri ile daha etkin bir şekilde temas edebilmesi için döner yatak içerisine, çalışma kapsamında özel bir aparat yerleştirilmiştir. Yapılan çalışmada, döner yatağın soğuk halde sızdırmazlığı sağlanabilmesine rağmen 750 °C çalışma sıcaklığında sızdırmazlığını sağlamak mümkün olmamıştır. Bu nedenle yapılan çalışmada direkt olarak yatak içerisinde oksijen kullanmak yerine hava kullanılmış ve taneciklerin beklenen şekilde oksitlendiği tespit edilmiştir.

Yapılan bu çalışma ile bakır tozu üretiminde oksitlenme işlemi esnasında oksijen yerine hava kullanımının mümkün olduğu ortaya konmuştur. Bu durum endüstriyel işletmelerde maliyetin düşürülmesi ve oksijen kullanımında karşılaşılabilecek risklerin azaltılması açısından önemlidir. Seramik bilye kullanımının, oksitlenme işleminde verimi arttırdığı gözlemlenmiştir. Bununla beraber, döner yatakta sızdırmazlığın sağlanamaması nedeniyle oksidin indirgenmesi aşamasına geçilememiştir. Oksit indirgeme aşamasının detaylı olarak tekrar irdelenmesi planlanmaktadır.

Yapılan bu çalışma sonucunda bakır şekil 5'deki boyuta kadar inceltilmiş ancak hedeflenen inceliğe ulaşılamamıştır. Bunun yanısıra öğütülme işlemi için kullanılan 5,7 ve 9 mm çapa sahip bilyeler yüksek sıcaklık ve basınca maruz kaldığı için renk değiştirmektedir. Şekil 6'da renk değiştiren bilyelerin görünümü verilmiştir.



Şekil 5. Öğütme sonucu elde edilen bakır tozları



Şekil 6. Renk değiştirmiş seramik bilyeler

5. Sonuç

Yapılan bu çalışmada bir öğütücü yardımı ile hurda bakırların bakır tozlara dönüştürülmesi hedeflenmiştir. Hurda bakırlar yüksek sıcaklıkta oksitlenerek daha sonra seramik bilyelerin öğütücü olarak kullanılmasıyla ve indirgenme işlemi aşamalarına tabi tutulmuştur. Sistemde istenilen sızdırmazlık sağlanamadığı için oksitleme işlemi için oksijen yerine normal hava kullanılmıştır. Sistemde yeterli sızdırmazlık sağlanmadığı için indirgeme işlemi yapılamamıştır ve bunun sonucu olarak istenilen bakır tozu inceliğine ulaşılamamıştır.

Kaynaklar

[1] Antony, L. V., and Reddy, R. G., "Processes for production of high-purity metal powders", *JOM*, *55*(3):14, (2003).

[2] Lawley, A., "Atomization: the production of metal powders", Metal Powder Industries Federation, 1105 College Rd. East, Princeton, New Jersey, USA, 159, (1992).

[3] Kurt, A., "Toz metalden bronz yatağın düşük karbonlu çeliğe difüzyon kaynağı ile birleştirilmesi", Doktora Tezi, Fırat Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 36-48, (1996).

[4] Li, D, Choi, CJ, Yu, JH, Kim, BK, ve Zhang, ZD. "Nanocrsytalline -Fe and -Fe3N particles prepared by chemical vapor condensatin process", J. Magnetizm Magnetic Material, 283:8-15, (2004).

[5] Philippe, R, Morancais, A, Corrias, M, Caussat, B, Kihn, Y, Kalck, P, D. Plee, D, Gaillard, P, Bernard, D, ve Serp, P., "Catalytic production of carbon nanotubes by fluidized-bed CVD", Chem. Vapor. Deposit, 13:447-457, (2007).

[6] MacKenzie, KJ, Dunens, OM, ve Harris, AT., "An updated review of synthesis parameters and growth mechanisms for carbon nanotubes in fluidized beds", Ind. Eng. Chem. Res. 49:5323-5338, (2010).

GASIFICATION PERFORMANCE OF COAL COMPOUND WITH CORN-STALK BIOCHEMISTRY WITH DIFFERENT RATIO

FARKLI ORANLARDAKİ MISIR SAPI BİYOKÜTLESİ İLE KÖMÜR KARIŞIMININ GAZLAŞTIRMA PERFORMANSI

Abdülkadir Koçer[a], İsmet Faruk Yaka[b], Hasan Yılmaz[c], Afşin Güngör[b]
[a] Akdeniz Üniversitesi, Teknik Bilimler Meslek Yüksekokulu
Dumlupınar Bulvarı 07058 Kampüs, Antalya, akocer@akdeniz.edu.tr
[b] Akdeniz Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Makine Mühendisliği Bölümü
Dumlupınar Bulvarı 07058 Kampüs, Antalya, afsingungor@akdeniz.edu.tr
[c]Akdeniz Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Makineleri ve Teknolojileri Mühendisliği Bölümü
Dumlupınar Bulvarı 07058 Kampüs, Antalya, afsingungor@akdeniz.edu.tr

Özet

Ülkemizde yaygın üretimi yapılan tarımsal ürünlerin hasat sonrası ortaya çıkan atık miktarları önemli düzeydedir. Bu atıkların gazlaştırma yoluyla değerlendirmesi enerji dönüşümü açısından önemli bir yere sahiptir. Bu çalışmada mısır sapı biyokütle atıklarının farklı oranlarda (%20, %40, %60 ve %80) kömür ile karışımının gazlaştırma performansı ve enerji potansiyeli incelenmiştir. Gazlaştırma sistemi için geliştirilen sayısal model, sistemde kullanılacak biyokütle ve kömür karışımının içerisindeki karbonun tamamının gazlaştığını kabul ederek, sistem çıkışında hidrojen gazı miktarının karbon monoksit gazı miktarının iki katı olması durumuna göre uygun işletme parametrelerini tespit etmektedir. Yapılan çalışma, enerji üretimi için geliştirilecek sistemlerin daha çevreci ve verimli bir şekilde çalışmasını sağlayacak tasarım parametrelerinin belirlenmesinde yol gösterecektir.

Anahtar Kelimler: Gazlaştırma, Mısır Sapı, Kömür

Abstract

Biomass gasification has been seen to be particularly significant conversion technologies for energy production. In this study, it was investigated that gasification performance and the energy potential of corn stover – coal blending in different rate (20%, 40%, 60% and 80%). The numerical model developed for the gasification system assumes that all carbon in the coal is gasified and defines the optimum working condition as the amount of hydrogen as the double of the amount of carbon monoxide at the gasification system exit. In order to achieve the optimum parameters, the gases of the gasifier and the gases of water gas shift reactors are combined with the aid of a bypass line. Through the analysis carried out in this study, the most efficient and high-yield method for the operation conditions is emphasized and highlighted, which were suggested in the previous numerical modeling study, a crucial fact for minimizing operating and investment costs.

Key Words: Gasification, Corn Stover, Energy

1. Giriş

Enerji ihtiyacı her geçen gün artmakta ve teknolojinin gelişmesiyle birlikte temiz enerji uygulamaları artmaktadır. Fosil bazlı yakıtlardan olan kömürün temiz enerji kapsamında değerlendirilmesi açısından gazlaştırma ve gazlaştırma teknolojileri büyük önem arz etmektedir. Gazlaştırma ile ilgili literatürde birçok teorik ve uygulamalı çalışma mevcut olup bu çalışmalar gazlaştırmanın önemini belirtmektedir. [1,2,4]. Her geçen gün bu alanda yapılan çalışmaların artmasıyla sistemin geliştirilmesi ve yaygınlaştırılması açısından önemlidir.

Günümüzde kullanılan ve çeşitli amaçlara yönelik ticari amaçla kurulan gazlaştırma tesisleri mevcuttur. Gazlaştırmanın uygulama alanları bölgesel ısıtmadan gaz türbin çevrimlerinde güç üretimine kadar yaygın bir kapsamı vardır.

Bu çalışmada ülkemizde üretimi yaygın olan mısır bitkisinden hasat sonrası ortaya çıkan atıkların değerlendirilmesi açısından farklı bir yöntem olan gazlaştırılması ele alınmıştır. Mısır ekim alanı ve üretim miktarları Çizelge 1'de verilmiştir. Mısır sapı atıkları 4 farklı karışım oranında (%20, 40,60 ve 80) kömür ile karıştırılarak gazlaştırma modellemesi yapılarak sonuçlar izlenmiştir.

Çalışmada kullanılan atıklarının Karbon (C) ve Oksijen (O) içeriği oldukça yüksektir. Çizelge 2'de çalışmada kullanılan kömür ve mısır sapı atıklarının özellikleri verilmiştir. Gazlaştırma sistemi için geliştirilen sayısal model, sistemde kullanılacak tarımsal atığın içerisindeki karbonun tamamının gazlaştığını kabul ederek, sistem çıkışında hidrojen gazı miktarının karbon monoksit gazı miktarının iki katı olması durumuna göre optimum sistem işletme parametrelerini belirlemektedir.

Çizelge 1**.** Mısır sapı üretim ve atık miktarları [5]

Ekim Alanı (da)	Üretim (ton)
11.057.945	26.770.000

Çizelge 2. Çalışmada kullanılan kömür ve mısır sapı atıklarının özellikleri [3,6].

	C (%)	**H (%)**	**O (%)**	**N (%)**	**Nem (%)**
Kömür	41,81	4,28	8,09	2,16	13,51
Mısır sapı	51,89	5,45	41,48	0,84	9,4

2. Gazlaştırıcı Modeli

Bu çalışmada daha önceden kömür gazlaştırılması için geliştirilen sayısal model kullanılmıştır [7-9]. Geliştirilen sayısal model; verilen işletme sıcaklığını, basıncı, su buharı-yakıt ve hava-yakıt oranlarını giriş değeri olarak almakta ve gazlaşma işlemi sonucunda elde edilecek hidrojen, karbon monoksit, azot, metan, su buharı, karbondioksit ve 1 Nm^3 gaz elde edebilmek için gerekli yakıt miktarını hesaplayabilmektedir. Bunun yanında; karbon dönüşüm verimini, soğuk gaz verimini (elde edilen gazların çevre sıcaklığına soğutulması durumu için) hesap edebilmektedir. Geliştirilen model; işletme sıcaklığı, işletme basıncı, su buharı-yakıt ve hava-yakıt oranları gibi işletme parametrelerinin gazlaştırıcı verimi ve elde edilen gaz kompozisyonları üzerindeki etkilerini incelemeye de olanak sağlamaktadır. Geliştirilen model; gazlaştırıcı reaktör çıkışında elde edilmek istenen H_2/CO değeri için optimum baypas oranı, 1. ve 2. SGY reaktörleri için optimum su buharı oranı ve optimum reaktör sıcaklığı değerini elde edecek şekilde geliştirilmiştir [7-9].

Gazlaşma işlemi, proseste gerçekleşen reaksiyonlar seti kullanılarak modellenmiştir. Farklı oranlardaki karışımların yanması sonucu açığa çıkan ısı veya gazlaştırıcı dışındaki bir kaynaktan sağlanan enerji ile bu reaksiyonların ilerlemesi sağlanır. Gazlaşma sonucunda, H_2, CO, CO_2 ve CH_4 benzeri yanıcı gazlar açığa çıkar. Bu çalışmada, daha önce kullanılan kömür gazlaşma prosesinin matematiksel modeli aşağıdaki reaksiyonlar dikkate alınarak kurulmuştur.

Su-gazı reaksiyonu,

$$C + H_2O \leftrightarrow CO + H_2 \quad (1)$$

Boudouard reaksiyonu,

$$CO_2 + C \leftrightarrow 2CO \quad (2)$$

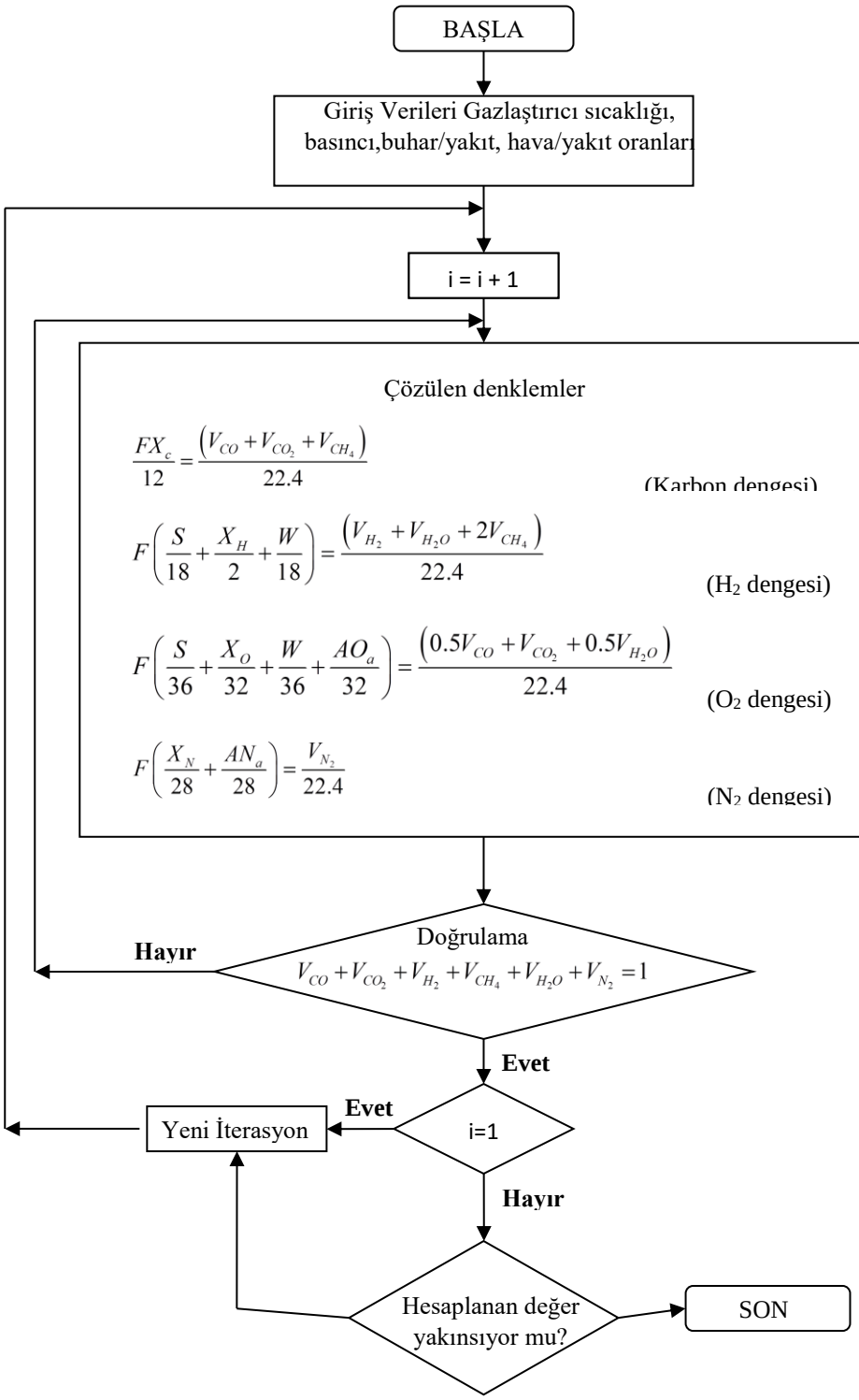
Su-gazı yer değiştirme reaksiyonu,

$$CO + H_2O \leftrightarrow CO_2 + H_2 \quad (3)$$

ve metan oluşum reaksiyonu,

$$C + 2H_2 \leftrightarrow CH_4 \qquad (4)$$

Bu reaksiyonların kimyasal dengede olduğu kabul edilmiş ve denge sabitleri belli sıcaklık aralıkları için Çizelge 3'te sunulmuştur [10]



Şekil 1. Sayısal model akış diyagramı [7-9].

Çizelge 3. Gazlaşma Modelinde Kullanılan Denge Sabitleri

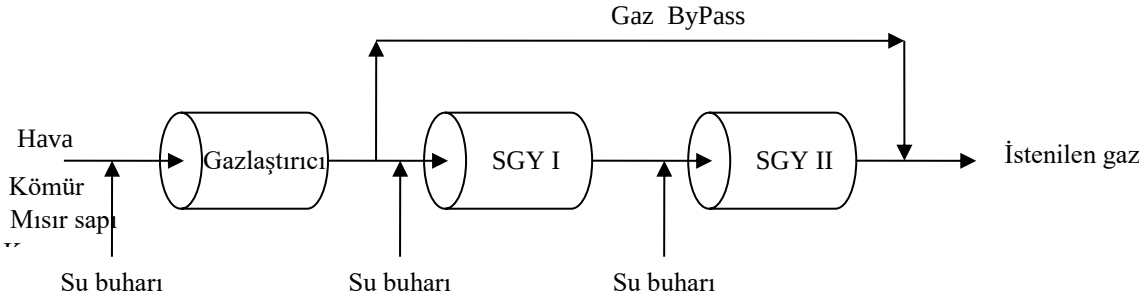
Sıcaklık (K)	$K_{p,w}$ Denk. (1)	$K_{p,b}$ Denk. (2)	$K_{p,s}$ Denk. (3)	$K_{p,m}$ Denk. (4)
400	$7.7x10^{-11}$	$5.2x10^{-14}$	$4.05x10^{3}$	$2.99x10^{5}$
600	$5.1x10^{-5}$	$1.9x10^{-6}$	$2.70x10^{1}$	$9.24x10^{1}$
800	$4.4x10^{-2}$	$1.1x10^{-2}$	$4.04x10^{0}$	$1.34x10^{0}$
1000	$2.62x10^{0}$	$1.90x10^{0}$	$1.38x10^{0}$	$9.6x10^{-2}$
1500	$6.08x10^{2}$	$1.62x10^{3}$	$3.7x10^{-1}$	$2.5x10^{-3}$

3. Model Çözümü

Model sonuçlarının elde edilmesinde Newton-Raphson Metodu kullanılmıştır. Bu çalışma kapsamında, daha önceden hazırlanmış olan gazlaştırma sistemi modeli Visual Studio VB.Net Programlama dili kullanılarak tekrar çözülmüştür. Farklı karışım oranları için model çözümü yapılmış ve optimum bypass oranı tespit edilmiştir.

4. Sonuçlar

Bu çalışmada, gazlaştırıcıya giriş noktasında karışım, su buharı ve hava 1 atm basınç ve 25°C sıcaklıkta gazlaştırıcıya girmektedir. Sistem atmosfer basıncında çalıştırılmaktadır. Gazlaştırıcı 877°C sıcaklıkta, SGY I reaktörü 350°C ve SGY II reaktörü 200°C sıcaklıkta çalışmaktadır (Şekil 2). Gazlaştırma sistemi çıkışında H_2/CO oranı 2 olarak alınmıştır.



Şekil 3. Gazlaştırıcı şematik gösterimi

Her üç karışım içinde SGY I ve SGY II reaktörlerine sırasıyla %15 ve %5 su buharı eklenmiştir. Bypass oranı ise sistem tarafından optimize edilmiş olup karışımın model sonuçları Çizelge 4'de verilmiştir. Gazlaştırma işleminde 1 ton karışım için %10 oranında su buharı kullanılmıştır.

Karışımda mısır sapı oranı arttıkça gazlaştırma verimi artmıştır. Mısır sapı oranı %20, 40, 60 ve 80 olan karışımın gazlaştırılması sonucunda sırasıyla 77,17; 69,87; 62,67 ve 55,36 Kmol sentez gazı açığı çıkmış olup bu gazlardan kullanılabilir olanlar H_2,CO ve CH_4'dür. Kullanılabilir gazların miktarının, toplam üretilen miktara oranı gazlaştırma verimini vermektedir ve en yüksek %83,03 ile mısır sapı oranı %80 olan karışımda, en düşük %80,92 ile mısır sapı oranı %20 olan karışımda tespit edilmiştir.

Her dört karışımda sistemden çıkan gazlara göre üst ısıl değerleri hesaplanmıştır. Hesaplama sonucunda değerler birbirine yakın çıkmıştır. En yüksek değer 22,69 MJ/kg ile mısır sapı oranı %80 olan karışımda, en düşük 20,87 MJ/kg ile mısır sapı oranı %20 olan karışımda görülmüştür.

Çizelge 4. Mısır sapı – kömür karışımlarının model sonuçları

	Karışım I %80 Mısır sapı - %20 Kömür	Karışım II %40 Mısır sapı - %60 Kömür	Karışım III %60 Mısır sapı - %40 Kömür	Karışım IV %20 Mısır sapı - %80 Kömür
H_2 (%)	41,96	38,16	33,59	27,69
CO (%)	31,53	30,87	30,01	28,98
CH_4 (%)	9,54	13,43	18,18	24,24
CO_2 (%)	12,78	12,78	12,76	12,75
H_2O (%)	0,02	0,02	0,02	0,01
N_2 (%)	4,17	4,74	5,43	6,32
Mol Miktarı (Kmol)	77,17	69,87	62,67	55,36
Üst Isıl Değeri (MJ/kg)	22,69	22,08	21,48	20,87
Gazlaştırma Verimi (%)	83,03	82,47	81,79	80,92

Sonuç olarak mısır sapı atıkları gibi tarımsal atıkların değerlendirilmesinde gazlaştırma yönteminin kullanılması temiz enerji üretiminde önemli bir yere sahiptir. Atıkların doğrudan ya da kömür ile karıştırılması ile gazlaştırılması mümkün olup atıkların değerlendirilmesinde önemli yer tutmaktadır. Ayrıca doğrudan elektrik üretiminin sağlanfığı bir sistemde verimli şekilde kullanılabilir. Yapılan çalışma, enerji üretimi için geliştirilecek sistemlerin daha çevreci ve verimli bir şekilde çalışmasını sağlayacak tasarım parametrelerinin, doğru bir analiz ile yapılabileceğini göstermiştir.

Kaynaklar

[1] Bridgwater, A.V., "The technical and economic feasibility of biomass gasification for power generation", Fuel, 74(5):631-653, (1995).
[2] Gungor, A., "Two-dimensional biomass combustion modeling of CFB", Fuel 87(8–9):1453-1468, (2005).
[3] Gungor, A. "Modeling the effects of the operational parameters on H_2 composition in a biomass fluidized bed gasifier", International Journal of Hydrogen Energy, 36(11):6592-6600, (2011).
[4] Carpenter, Daniel L., et al. "Pilot-scale gasification of corn stover, switchgrass, wheat straw, and wood: 1. Parametric study and comparison with literature", Industrial & Engineering Chemistry Research, 49(4):1859-1871. (2010).
[5] TUIK, Türkiye İstatistik Kurumu, Bitkisel üretim istatistikleri, (2016).
[6] Aho, A., et al. "Pyrolysis of pine and gasification of pine chars – Influence of organically bound metals", Bioresource Technology, 128:22-29, (2013).
[7] Güngör A., Ozbayoglu M., Kasnakoglu C., Biyikoglu A., Uysal B.Z., "Determination Of Air/Fuel And Steam/Fuel Ratio For Coal Gasification Process To Produce Synthesis Gas", Journal of Environmental Science and Engineering, 5:799-804, (2011).
[8] Gungor A., Ozbayoglu M., Kasnakoglu C., Biyikoglu A., Uysal B.Z., "A Parametric Study On Coal Gasification For The Production Of Syngas", Chemical Papers, 66:677-683, (2012).
[9] Özbayoğlu M., Kasnakoğlu C., Güngör A., Bıyıkoğlu A., Uysal B.Z., "A Two-Stage Water-Gas Shift Reactor Model To Obtain Desired Synthesis Gas Characteristics With Adjustable Reactor Parameters", Journal Of The Faculty Of Engıneerıng And Archıtecture Of Gazi University, 28:339-351, (2013).
[10] Basu P, "Combustion and Gasification in Fluidized Beds", *CRC* Press., (2006).

TRIGENERATION SYSTEM ENERGY AND EXERGY ANALYSIS: UNIVERSITY EXAMPLE

TRİJENERASYON SİSTEMİ ENERJİ VE EKSERJİ ANALİZİ: ÜNİVERSİTE ÖRNEĞİ

Afşin Güngör[a], Ercan Yazman[b], İsmet Faruk Yaka[a], Abdülkadir Koçer[c]
[a]Akdeniz Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Makine Mühendisliği Bölümü
Dumlupınar Bulvarı 07058 Kampüs, Antalya, ismetfarukyaka@hotmail.com, afsingungor@hotmail.com
[b] Öğrenci, Akdeniz Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Makine Mühendisliği Bölümü
Dumlupınar Bulvarı 07058 Kampüs, Antalya, ercanyazman@fenermekanik.com
[c] Akdeniz Üniversitesi, Teknik Bilimler Meslek Yüksekokulu, Dumlupınar Bulvarı 07058 Kampüs, Antalya, akocer@akdeniz.edu.tr

Özet

Trijenerasyon sistemleri elektrik, ısınma ve soğutma enerjilerinin birlikte üretilebildiği sistemler olarak tanımlanabilirler. Dünya genelinde yaşanan enerji darboğazları göz önüne alındığında enerji kaynaklarının bilinçli ve daha verimli kullanılması son derece önemlidir. Ülkemizde de henüz sınırlı sayıda uygulanmış olan trijenerasyon sistemleri ile özellikle enerji harcamaları yüksek olan yapılarda önemli ölçüde enerji tasarrufu sağlanabilmektedir. Buradan yola çıkarak, bu çalışmada geleneksel yöntemlerle ısınma, soğutma ve elektrik ihtiyacı karşılanan bir üniversitenin hizmet binaları için, elektrik, ısıtma ve soğutma enerjisini tek bir sistemle üretebilecek bir 0.4 MW'lık bir trijenerasyon sisteminin modellemesi ve ekserji analizi yapılmıştır. Trijenerasyon sistemi sayesinde elde edilen enerji tasarrufu hesaplanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Trijenerasyon, Modelleme, Enerji Tasarrufu

Abstract

Trigeneration systems can be defined as systems where electricity, heating and cooling energy can be produced together. Given the global energy bottlenecks, it is crucial that energy sources are used consciously and more efficiently. With the limited number of trigeneration systems in our country, significant energy savings can be achieved especially in buildings with high energy expenditures. In this way, a 0.4 MW tri-generation system for generating electricity, heating and cooling energy in a single system and exergy analysis has been done for service buildings of universities, where warming, cooling and electricity are traditionally met. The energy savings achieved by the trigeneration system are calculated

Keywords: Trigeneration, Modeling, Energy Saving

1. Giriş

Yaşamımızın ayrılmaz bir parçası ve en temel gereksinimlerinizden biri olan enerji, dünya üzerinde beslenme ve barınmadan sonra insan hayatının önemli etkenlerinden birisi sayılmaktadır. Enerji; elektrik, ısıl (ısıtma, soğutma), nükleer, kinetik, potansiyel, manyetik ve kimyasal gibi çok çeşitli formlarda olabilir. Bu enerji türlerinin tümünün toplamı, sistemde var olan toplam enerjiyi oluşturur. Ülkelerin tüketmiş oldukları enerji miktarının ülkedeki nüfusa bölünerek elde edilen kişi başına enerji tüketim miktarı ülkelerin gelişmişlik seviyesini göstermektedir. Ekonomik büyüme, nüfus artısı ve sosyal yaşamdaki teknoloji kullanımının artmasına bağlı olarak dünya üzerinde enerji tüketimi günbegün artış göstermektedir.

Gelişmiş ülkelerde enerji tüketimi daha yavaş bir artış gösterirken, Türkiye gibi gelişmekte olan ülkelerde ise enerji tüketimi daha hızlı artmaktadır. Özellikle ısı ve elektrik enerjisi, günlük yasamda karşılaştığımız en önemli enerji türlerindendir. Birincil enerji kaynaklarının sınırlı ve yakın gelecekte tükenecek olması ve enerji tüketim hızına bağlı olarak artan talepler enerjiyi daha da değerli yapmaktadır. Dünyadaki araştırmalar, birincil enerji kaynaklarını en verimli ve ucuz şekilde faydalı enerjilere (elektrik, ısıl)

dönüştüren sistemler üzerine yoğunlaşmıştır. Bu nedenle enerji üretiminde kullanılan teknolojiler giderek önem kazanmaktadır [1].

Enerji ihtiyacı fosil yakıtlar ve yenilenebilir enerji kaynakları kullanılarak karşılanmaktadır. Yenilenebilir enerji kaynakları ile üretilen enerjinin birim maliyeti, fosil yakıtlarla enerji üretimine göre oldukça yüksek olduğu için enerji talebinin yüksek verimli fosil yakıtlarla çalışan sistemlerden sağlanması önemli bir çözüm yolu haline gelmiştir.

Kojenerasyon sistemleri, yakıttan elektrik ve ısı enerjisi üreten sistemlerdir. Kojenerasyon sistemleri yüksek verim, kullanım yerinde üretim yaparak elektrik üretim ve dağıtım kayıplarının en aza indirilmesi, iletim dağıtım hatlarına yapılacak yatırımların azaltılması, yük değişimlerine hızlı uyum sağlanması gibi avantajları sağlar. Ayrıca yüksek verimlerinden dolayı yakıt tüketimini düşürerek, hem işletmelerin enerjiye harcadıkları masrafları düşürmekte hem de çevreye salınan(CO_2) emisyonlarını azaltmaktadır. Kojenerasyon tesislerinin en büyük üstünlüğü, gereksinim duyulan enerji türlerini istenildiği zaman ve miktarda üretebilmesidir. Bu tesisler, kendi enerjilerini kendileri ürettiklerinden dışa bağımlı değildir. Üretilen enerjideki kalite ve devamlılık diğer bir üstünlüğüdür. Böylece elektrik kesilmesi, frekans ve voltajdaki düzensizlikler ortadan kalkmış olmaktadır. Kojenerasyon tesislerine yapılan kredi harcamaları uzun vadede geri ödemeli olduğu 3 için enerji daha ucuz elde edilmektedir. Kojenerasyon sistemlerinin kullanımları, yukarda belirtilen avantajlardan ve konvansiyonel elektrik enerjisi ve ısı enerjisi üretim sistemlerine göre sahip olduğu üstünlüklerinden dolayı, giderek artmaktadır [2].

Isı ve elektriğin birlikte üretildiği kojenerasyon sistemleri ısının özellikle daha az gerekli olduğu yaz aylarında kış aylarına nispeten daha az verimli olmaktadırlar. Bu nedenle bu sistemler geliştirilerek trijenerasyon sistemleri ortaya çıkarılmıştır. Kojenerasyon sonucu elde edilen sıcak su veya buhar soğurmalı soğutucular aracılığı ile soğutma da yararlanılması esasına dayanan sisteme “trijenerasyon” denir [3].

Sistemde üretilen elektrik enerjisinin veya ısı enerjisinin bir bölümü kullanılarak soğutma enerjisi üreten soğutma bileşenleri mevcuttur. Elektrik enerjisi kullanan soğutma ünitelerine elektrik tahrikli; ısı enerjisini kullanan soğuma ünitelerine ise absorbsiyonlu (soğurma) veya adsorpsiyonlu (yüzeye verme) soğutma üniteleri adı verilmektedir. Tüketilen yakıt kojenerasyon sisteminle aynı olmasına rağmen elektrik, ısı ve soğutma ihtiyaçları karşılanabilmektedir. Bu sistemle yakıttan yararlanma oranı en yüksek değere ulaşmakta ve toplam verim bu sayede artırılabilmektedir [3]. Bu çalışmaya destek veren Akdeniz Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri birimine teşekkürü bir borç biliriz.

2. Materyal Metod

Bu çalışma kapsamında 0,4 MW trijenerasyon sistemi ile işletmenin elektrik, ısınma ve soğutma ihtiyaçları tek bir üniteden karşılanacaktır. Bu sayede işletim giderleri büyük oranda düşürülecektir. Trijenerasyon sisteminin tercih edilmesinin bir diğer yönü de karbondioksit emisyon oranlarının çok düşük olmasından dolayı çok çevreci bir sistem olmasıdır.

Trijenerasyon sistemi modellenmesinde kullanılan ısınma, elektrik ve soğutma ihtiyacı miktarları şu şekilde tespit edilmiştir. Bina doğalgaz kazanı ile ısıtılmakta olup yıllık ısınma ihtiyacı 558.000 kW/yıl’dır. Isınma ihtiyacı 6 ay boyunca günlük 10 saat süresince olduğu kabul edilirse bu değer saat başına 310 kWh olarak hesaplanır. Bu ihtiyacı karşılamak için çift etkili, hem ısıtma hem de soğutma yapabilen absorbsiyonlu soğutma grubundan 187 kW ve gömlek soğutma suyundan (jacket water) 206 kW ısı çekilerek yararlanılması planlanmıştır.

Binanın soğutma ihtiyacı ise mevcutta split klimalar ile sağlanmakta olup klimaların yıllık elektrik tüketimi yaklaşık 171.000 kW/yıl’dir. Soğutma ihtiyacı yıllık 3 ay boyunca günde ortalama 10 saat olduğu kabul edilirse, soğutma ihtiyacı saat başına 190 kWh olarak bulunur. Bu ihtiyacı karşılamak için paket tip (hem ısıtma hem soğutma sağlayabilen) 395 kW soğutma kapasiteli absorbsiyonlu soğutma grubundan faydalanılması planlanmıştır.

Binada kullanıma sunulmak üzere 7-12°C soğutma suyu, 60-80°C ısıtma suyu ve 40°C kullanım suyu elde edilmesi planlanmıştır. Kurulacak olan trijenerasyon sistemi de bu parametreler ile çalışacak şekilde tasarlanmıştır. Sistemin tasarımına, mevcut ihtiyaçlara göre hatlardaki su debileri hesaplanarak başlanmıştır. Sürekli akışlı açık sistemlerde enerjinin korunumu aşağıdaki formüller kullanılarak hesaplanmıştır.

$$\dot{Q} - \dot{W} = \Sigma \dot{m}_ç Q_ç - \Sigma \dot{m}_g Q_g \quad (2.1)$$

$$\dot{Q} - \dot{W} = \Sigma \dot{m}_ç \left(h_ç + \frac{v_ç^2}{2} + g z_ç\right) - \Sigma \dot{m}_g \left(h_g + \frac{v_g^2}{2} + g z_g\right) \text{ (kW)} \quad (2.2)$$

Denklem (2.2)'te yapılan iş ile kinetik ve potansiyel enerjiler ihmal edilir ve $\dot{m}$ 'e bölünürse, birinci yasa birim kütle için ifade edilmiş olur;

$$\dot{Q} = \dot{m}_ç h_ç - \dot{m}_g h_g \quad (2.3)$$

Burada;

$$q = \frac{\dot{Q}}{\dot{m}} \text{ (birim kütle geçişi, kJ/kg)} \quad (2.4)$$

Denklem (2.2)'te ısı transfer terimi yok edilip potansiyel ve kinetik enerji farkları ihmal edilirse adyabatik bir süreçte üretilen güç aşağıdaki denklemden bulunur (Ünver ve Kılıç 2005).

$$\dot{W}_K = \Sigma \dot{m}_g h_g - \Sigma \dot{m}_ç h_ç \quad (2.5)$$

Sürekli akışlı açık sistemler için ikinci yasa çözümlemesinde aşağıdaki formüller kullanılmıştır.

$$\dot{S}_{Üretim} = \Sigma \dot{m}_g h_g - \Sigma \dot{m}_ç h_ç + \frac{Q_A}{T_A} \quad (2.6)$$

Yukarıdaki denklemde $\dot{S}_{Üretim}$ birim zamanda toplam entropi üretimini göstermektedir. Bu bağıntılarda eşitlik tersinir hal değişimleri için, eşitsizlik ise tersinmez hal değişimleri için uygulanmaktadır. ΔS_{Toplam} veya $\dot{S}_{Üretim}$ eğrileri bir hal değişiminin tersinir mi, tersinmez mi olduğunu veya gerçekleşip gerçekleşmeyeceğini belirlemek için kullanılabilir[4].

$$\dot{S}_{Üretim} = \Delta S_{Toplam} \begin{cases} > 0 \text{ tersinmez hal değişimi} \\ = 0 \text{ tersinir hal değişimi} \\ < 0 \text{ gerçekleşmesi olanaksız} \end{cases}$$

Burada, $\dot{Q}_{çevre} = -\dot{Q}$ ve $\dot{S}_{Üretim}$ sürekli akışlı açık sistemin toplam entropi üretimidir. Birinci kanun da kullanılarak ısı geçiş terim yok edilirse;

$$\dot{Q} - \dot{W} = \Sigma \dot{m}_g \left(h_g + \frac{v_g^2}{2} + g z_g - T_0 s_g\right) = \Sigma \dot{m}_ç \left(h_ç + \frac{v_ç^2}{2} + g z_ç - T_0 s_g\right) - T_0 \dot{S}_{Üretim} \quad (2.7)$$

bulunur. Bu denklemle verilen $\dot{W}$ açık sistemde yapılan gerçek iştir, bu aynı zamanda yararlı işe eşittir, çünkü sürekli akışlı açık sistemlerin sınırları sabit olup çevre işi söz konusu değildir. Tersinir iş, yukarıdaki denklemde toplam entropi üretimi ($\dot{S}_{Üretim}$) sıfıra eşitlenerek bulunur.

Sürekli akışlı açık sistemin bir giriş ve bir çıkışı varsa, yukarıdaki denklem basitleştirilebilir.

$$\dot{W}_{tr} = \dot{m}\left[\left((h_g - h_ç) - T_0(s_g - s_ç) + \frac{v_g^2 - v_ç^2}{2} + g(z_g - z_ç)\right)\right] \quad (2.8)$$

veya sistemden geçen birim kütle için;

$$w_{tr}= \left[(h_g - h_ç) - T_0(s_g - s_ç) + \frac{v_g^2 - v_ç^2}{2} + g(z_g - z_ç)\right] \quad (2.9)$$

$$w_{tr} = T_0\Delta s - \Delta h - \Delta ke - \Delta pe \quad (2.10)$$

Sürekli akışlı açık sistemin bir girişi ve bir çıkışı varsa potansiyel ve kinetik enerji değişimleri ihmal edilirse, tersinir iş;

$$\dot{W}_{tr}= \dot{m}\left[(h_g - h_ç) - T_0(s_g - s_ç)\right] \quad (2.11)$$

Bir giriş ve bir çıkışlı sürekli akışlı açık sistem için,

$$w_{tr} = \Psi_g - \Psi_ç \quad (2.12)$$

$$\dot{W}_{tr}= \dot{m}(\Psi_g - \Psi_ç) \quad (2.13)$$

elde edilir. Bir açık sistemde birim zamanda tersinmezlik İ veya birim kütle için tersinmezlik i, tersinir işle yararlı iş arasındaki faktır.

$$\dot{I} = \dot{W}_{tr} - \dot{W}_y = T_0\dot{S}_{Üretim} \quad (2.14)$$

Birim kütle için tersinmezlik ise;

$$\dot{I} = w_{tr} - w_y = T_0\dot{S}_{Üretim} \quad (2.15)$$

Kullanılabilirlik ve kullanılabilir enerji için aşağıdaki formüller kullanılmıştır. Akış kullanılabilirliği "Ψ" ile gösterilir, denklemde giriş hali indissiz olarak, çıkış hali de ölü hal olmak üzere 0 indisiyle gösterilirse, (T_0= 0, z_0 = 0)

$$\Psi = \left[(h - h_0) - T_0(s - s_0) + \frac{v^2}{2} + gz\right] \text{ (kj/kg)} \quad (2.16)$$

Toplam ekserji akısı;

$$\dot{E} = \dot{m}.\Psi \quad (2.17)$$

olarak yazılabilir.

Toplam ekserji kaybı ise;

$$\dot{E}_{ky}= \dot{E}_g - \dot{E}_ç \quad (2.18)$$

olarak yazılabilir.

İkinci kanun verimi için ise aşağıdaki formüller kullanılmıştır.

$$\eta_{II} = \frac{\eta_{th}}{\eta_{th,tr}} \quad \text{(Isı makineleri için)} \quad (2.19)$$

$$\eta_{II} = \frac{\dot{E}_ç}{\dot{E}_g} \quad (2.20)$$

$$\eta_{II} = \frac{\text{sistemden elde edilen kullanılabilirlik}}{\text{sistemden sağlanan kullanılabilirlik}} \quad (2.21)$$

$$\eta_{II} = 1 - \frac{\text{yok edilen kullanılabilirlik (tersinmezlik)}}{\text{sistemden sağlanan kullanılabilirlik}} \quad (2.22)$$

İkinci yasa verimi makineden elde edilen yararlı işin elde edilebilecek en çok işe(tersinir) oranı olarak da tanımlanır

$$\eta_{II} = \frac{\dot{W}_y}{\dot{W}_{tr}} \text{ (iş yapan makinalar için)} \quad (2.23)$$

İkinci yasa verimi, kompresörler ve soğutma makineleri gibi iş gerektiren makineler için de tanımlanabilir. Bu durumda ikinci yasa verimi gerekli en az işin (tersinir), yapılan yararlı işe oranı olur,

$$\eta_{II} = \frac{\dot{W}_{tr}}{\dot{W}_y} \text{ (iş gerektiren makinalar için)} \quad (2.24)$$

3. Bulgular Ve Tartışma

3.1. Trijenerasyon sisteminin ekserji analizi ve kapasite seçimi sonuçları

Sistemde ihtiyaç duyulan elektrik enerjisi miktarı 400 kW olarak tespit edilmiştir. Bunun için 8 silindirli 1500 devir/dk ile çalışan toplam verimi %87.5 olan bir motor seçilmiştir.

Absorbsiyonlu soğutma grubu sistemi için 190 kW'lık soğutma ihtiyacının tamamını ve 310 kW'lık ısıtma ihtiyacının 150 kW'lık kısmının karşılanması için atık egzoz gazı ile çalışan 187 kW ısıtma ve 395 kW soğutma kapasiteli bir soğutma grubu seçilmiştir.

Motor soğutması için After Cooler ünitesi yapılan hesaplar sonucu 25 kW olarak belirlenmiştir. Bu ünite sisteme 40 C kullanım suyu sağlanması için enerji kaynağı görevi yapar. Üniteye giriş çıkış debileri şu şekilde hesaplanır:

$$Q = \dot{m}_g h_g - \dot{m}_ç h_ç$$

$$Q = \dot{m}_1 h_1 - \dot{m}_2 h_2$$

$$Q = \dot{m}_1 (h_1 - h_2)$$

$$25\text{kW} \times 3600 = \dot{m}_1 (184{,}65 - 167{,}53)$$

$$\dot{m}_1 = 5.331 \text{kg/h}$$

$$\dot{m}_1 = \dot{m}_2$$

After cooler ünitesi hesaplarında kullanılan formüller diğer üniteler için de uygulanmıştır. Tüm üniteler için hesaplanan giriş ve çıkış debileri aşağıdaki çizelge 3.1.'de verilmiştir.

Çizelge 3.1. Trijenerasyon sistemindeki ünitelerin debileri

Üniteler	Giriş Debileri	Çıkış Debileri
After Cooler Ünitesi	5.331 kg/h	5.331 kg/h
Jacket Water Ünitesi	28.690 kg/h	28.690 kg/h
LT Eşanjör Ünitesi	5.331 kg/h	1.010 kg/h
HT Eşanjör Ünitesi	28.690 kg/h	17.648 kg/h
HW Eşanjör Ünitesi	17.648 kg/h	8.845 kg/h
LT Soğutma Ünitesi	6.939 kg/h	6.939 kg/h
HT Soğutma Ünitesi	37.198 kg/h	37.198 kg/h
Chiller Ünitesi	8.200 kg/h	8.200 kg/h
LTG Generator Ünitesi	58.639 kg/h	58.639 kg/h

Trijenerasyon sistemindeki her akımın ortam şartlarına göre ekserjileri ve ekserji akıları sırası ile denklem 2.16 ve 2.17 ile hesaplanır. Trijenerasyon sistemindeki her bir akım noktasının ekserji kayıplarının bulunabilmesi için, akım noktalarının giriş ve çıkışındaki termofiziksel özelikleri ve debileri kullanılmıştır. Akımların ekserjileri aşağıdaki şekilde hesaplanmıştır.

1 Numaralı Akım (After Cooler Giriş Suyu) Ekserjisi (T=40°C) ;

$$\Psi_1 = (h_1 - h_0) - T_0(s_1 - s_0)$$

$$\Psi_1 = (167 - 104{,}89) - 298(0{,}5724 - 0{,}3674)\text{kj/h}$$

$$\Psi_1 = 1{,}02\ \text{kJ/kg}$$

$$\dot{E}_1 = \dot{m}_1.\Psi_1 = 5331\text{kg/h}\,.\ 1{,}02\ \text{kJ/kg} = 5437{,}6\ \text{kJ/h}$$

Tüm akımların ekserjileri çizelge 3.2'de verilmiştir.

Çizelge 3.2. Akımların Ekserjileri

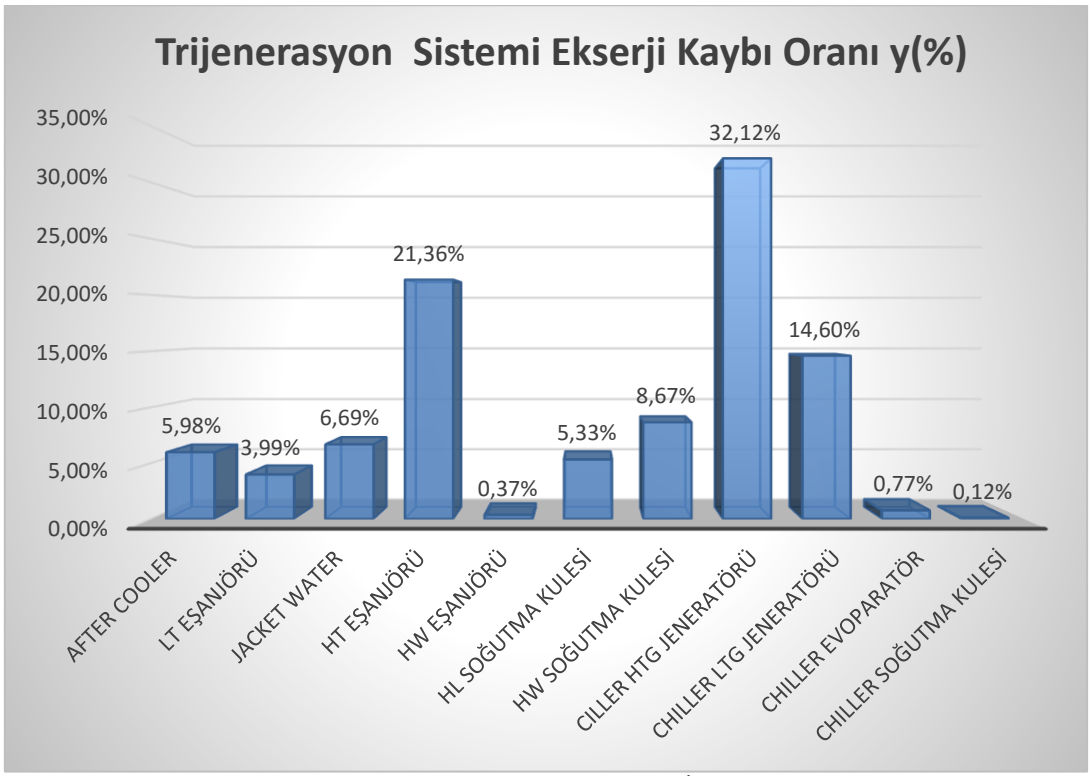
Akım No	**m(kg/h)**	**Ψ (kj/kg)**	**E (kj/h)**
1	5331	1,02	5.437,60
2	5331	10,55	56.242,05
3	5331	10,55	56.242,05
4	5331	1,02	5.437,60
5	1130	0,145	163,85
6	1130	1,02	1.152,60
7	28690	21,67	621.930,34
8	28690	23,65	678.736,54
9	28690	23,65	678.736,54
10	28690	21,67	621.930
11	17640	25,46	449.117,9
12	17640	26,15	461.303,6
13	24000	26,15	461.304
14	24000	25,46	449117,9
15	11000	12,22	134.452
16	11000	25,46	449.117,92
17	6939	1,02	7077,78
18	6939	10,55	73.206,45
19	37190	21,67	805.907,30
20	37190	23,65	879.543,50
21	2200	170,91	375.994,00
22	2200	5,88	12.942,00
23	8200	8,07	66.237,96
24	8200	19,08	156.508,4
25	17640	26,15	461.286,00
26	17640	19,08	336.571,20
27	58639	1,24	72.967,13
28	58639	1,35	79.540,75
29	130000	1,37	178.100,00
30	130000	1,36	177.060,00

Çizelge 3.2.'de verilen akımların ekserjileri göz önüne alınarak ünitelere giriş ve çıkış akımlarına göre ekserjileri hesaplanmıştır. Ünitelerin hesaplanan ekserjileri toplanarak sistemin toplam ekserji kaybı hesaplanmıştır.
Trijenerasyon sisteminin toplam ekserji kaybı hesabı:

$$\Sigma \dot{E}_{ky} = \dot{E}_{ky_{After\ Cooler}} + \dot{E}_{ky_{LT\ Eşanjörü}} + \dot{E}_{ky_{Jacket\ Waterr}} + \dot{E}_{ky_{HT\ Eşanjörü}} + \dot{E}_{ky_{HW\ Eşanjörü}} + \dot{E}_{ky_{HL\ s.kule}} + \dot{E}_{ky_{HW\ s.kul}} + \dot{E}_{ky_{Chiller\ Isıs\ kazanı}} + \dot{E}_{ky_{Chiller\ LT\ Jeneratör}} + \dot{E}_{ky_{Chiller\ Evoparatör}} + \dot{E}_{ky_{Chiller\ s.kule}}$$

$$\Sigma \dot{E}_{ky} = (14{,}11 + 9{,}40 + 15{,}77 + 50{,}37 + 0{,}88 + 12{,}58 + 20{,}45 + 75{,}77 + 34{,}43 + 1{,}82 + 0{,}28)$$
$$\Sigma \dot{E}_{ky} = 234{,}95\ \text{kW}$$

Şekil 3.1'de sistemin genel ekserji kaybının yüzdelik oranları verilmiştir. Sunulan grafiklerden de görüldüğü üzere sistemde en yüksek ekserji kaybının absorbsiyonlu soğutma gurubu (chiller) ünitesi ile HT eşanjöründe oluştuğu görülmektedir. Absorbsiyonlu chiller ünitesi, sistemin toplam ekserji kaybının yaklaşık %47,61'ine, HT eşajörünün de yaklaşık %21,6'sına sahip olduğu görülmüştür. Absorbsiyonlu soğutma grubu ünitesinin detayına inildiğinde HTG jeneratörünün ekserji kaybının toplam %32,12 gibi yüksek bir değer olduğu görülmektedir. Buradan yola çıkarak öncelikli olarak iyileştirmenin bu ünitede yapılması gerektiği anlaşılmıştır.



Şekil 3.1. Trijenerasyon Sistemindeki Ekipmanlar İçin Ekserji Kaybı Oranları

3.2. Trijenerasyon Sisteminin Maliyet Analizi ve Amortisman Süresinin Hesaplanması

Sistemin maliyet hesabı yapılırken öncelikle sistemin yıllık çalışma saatlerinin belirlenmesi gerekir. Sistem elektrik üretimi için 365 gün 24 saat esasına göre çalışmaktadır ve yılda yaklaşık 8760 saat çalışmaktadır. Sistem yılın 6 ayı boyunca günde ortalama 10 saat ısınma ihtiyacı için çalışacaktır ve bu da yaklaşık 1800 saate denk gelmektedir. Soğutma ihtiyacı için ise, yılın 3 ayı boyunca günce ortalama 10 saat çalışacaktır ve bu da yaklaşık 900 saat olarak hesaplanmıştır. Sistemin maliyet hesabı yapılırken ikinci önemli konu güncel enerji ücretleridir. Bu değerler ve maliyetleri çizelge 3.3'de detaylı olarak verilmiştir.

Çizelge 3.3. Binanın genel tüketim ve maliyet değerleri

Kullanım Kalemleri	Sistemin Yıllık Çalışma Saatleri	Birim Maliyet	Tüketim	Maliyet
Bina Elektrik kullanımı	8760 saat	0,40 TL/kW	3.504.000 kWh/yıl Elektrik	1.401.600,00 TL/yıl
Bina Isıtması	1800 saat	1 TL/m^3	73.980 Nm^3/yıl Doğalgaz	73.980,00 TL/yıl
Bina Soğutması	900 saat	0,40 TL/kW	171.000.00 kWh/yıl Elektrik	68.400,00 TL/yıl
Ödenen Toplam Tutar				**1,543,980.00 TL**

Çizelge 3.4. Trijenerasyon Sisteminin Genel Giderleri

İşletim Giderleri	Tüketim Miktarı	Tutar
Doğalgaz Yakıt Tüketim miktarı	110 m^3/h	110 TL/h
Bakım ve Onarım ve İşletme Hizmetleri		13 TL/h
İç Güç İçin Harcanan enerji	12 kW	4.8 TL/h
Toplam		**127.8 TL/h**

Trijenerasyon sisteminin çalışması, tüketim miktarları ve tutarları saat bazında çizelge 3.4'de verilmiştir. Trijenerasyon sisteminin çalışması sonucu saat başına 127.8 TL'lik bir maliyet meydana gelmektedir. Yıllık olarak toplam genel giderin bulunması için saatlik maliyet ile elektrik kullanım süresi çarpılırsa 127,8 TL/h x 8760 h = 1.119.528 TL/yıl'lık bir maliyet ortaya çıkar.
Yıllık toplam tasarruf miktarı = 1,543,980.00-1.119.528,00 = 424,452.00 TL
Yatırım Maliyeti: 1,370,000.00 TL
Amortisman Süresi**: 3,22 yıl**

Yukarıda yapılan hesaplamalar sonucu klasik sistem ile trijenerasyon sisteminin yıllık maliyeti incelendiğinde trijenerasyon sisteminin büyük bir enerji tasarrufu ortaya çıkardığı ve kendini 3,22 yıl'da amorti ettiği görülmüştür.

4. Sonuç

Yapılan bu çalışma sayesinde geleneksel yöntemler kullanılarak yapılan ısıtma, soğutma ve elektrik enerjisinin karşılanması açısından trijenerasyon sisteminin sağladığı avantajlar tespit edilmiştir. Trijenerasyon sisteminin verimli bir şekilde çalışması için, sistemin bulunduğu ortamın şartlarına göre modellemesi yapılmıştır. Bu modelleme sayesinde, trijenerasyon sisteminin daha verimli çalışarak istenilen değerlere ulaşması sağlanmıştır.

Trjinerasyon sistemlerinin geleneksel sistemlere göre en önemli avantajı olan enerji tasarrufu ve enerji verimliliği bu çalışma sayesinde bir daha ispatlanmıştır. Tasarlanan sistem sayesinde yıllık 424,000.00 TL ekonomik olarak tasarruf sağlanmıştır. Sistem kendisini 3.20 yılda amorti etmesi tahmin edilmektedir. Enerji tasarrufunun bir diğer olumlu yönü de çevreye verilen zararın en aza indirilmesidir. Daha az zarar dünyanın gelecek nesillere daha iyi bir şekilde emanet edilmesi açısından çok önemlidir. Unutulmamalıdır ki dünya üzerinde gelecek nesillerinde hakkı vardır ve bu hakkı gelecek nesillere aktarmak şuan yaşayan insanların en büyük görevidir.

Kaynaklar

[1] Güngör, A. ve Bayrak, M. "In View Of Sustainable Future Energetic-Exergetic And Economic Analysis Of A Natural Gas Cogeneration Plant", International Journal Of Exergy, 12: 109-118, (2013).
[2] Güngör, A. ve Yıldırım, U. "An Application Of Exergoeconomic Analysis For A Chp System", International Journal Of Electrical Power & Energy Systems, 42: 250-256, (2012).
[3] Çaka, D., "Isıl Sistem Bileşenlerinin Yatırım Maliyetleri", İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 55s, (2006).
[4] Çengel, Y. ve Boles, M.A., "Mühendislik Yaklaşımıyla Termodinamik", Literatür Yayıncılık, 867s, (1999).

MECHANICAL PROPERTIES OF LOW DENSITY PRE-ALLOYED POWDER STEELS

Yadullah Babayev[1] and Swaminadham Midturi[2]
[1]Baku Engineering University, Engineering Faculty, Mechanical Engineering Department, Baku, Azerbaijan
ybabayev@beu.edu.az
[2]The University of Arkansas at Little Rock, Donaghey College of Engineering and Information Technology, Little Rock, Arkansas, 72204, U.S.A.

Abstract

There is an increasing trend in industry for utilizing perfectly compacted pre-alloyed powder metals (P/M) for automotive and other engineering applications. Operating conditions of compacting equipment will sometimes, although not preferred, yield powder metal components with varying densities. It is of much value for the designers of P/M components to have the knowledge of mechanical properties of low density powder metals.

This paper presents the results from a study on FLN2-4405 pre-alloyed steel powder test specimens with densities varying from 6.32 to 6.97 gm/ cm^3. The effect of density on elastic modulus and ultimate strength is determined using strain gage mounted beams in flexure, and the results are compared with results from uni-axial tension tests. This paper discusses correlation between size and shape of metallic grains and pores of FLN2-4405 pre-alloy materials with their hardness and ultimate strength. Our experience in testing pre-sintered, green compact materials is also presented, in brief.

Keywords: Powder metallurgy, density, Young's modulus, ultimate strength, green strength

1. Introduction

Powder metallurgy (P/M) technique provides designers and manufacturing engineers a rapid and efficient method to produce engineering parts and components. The process has grown to become sophisticated, as this method is easily adapted for making parts of simple as well as complex shapes and geometries with a full range of chemical, physical, and mechanical properties. The process is efficient because it produces moderate to high volume net or near-net shapes, economically, with almost no raw material loss. An increasing number of products with complex geometry such as automotive power train components—gears, timing gears, sprockets for oil pumps, thin valve plates, etc., are being produced in single compaction cycle using multiple dies that move in a well designed, precise sequence to produce quality products [1-3].

In an attempt to conserve energy and to extend die life in production, industry sometimes uses low compacting pressures, especially to produce thin parts, and as a result, the P/M method yields parts with more pores and smaller green densities compared to the conventional method of compaction. Several researchers have explored earlier to model the compaction process of the heterogeneous material mixes to predict material properties, and also to develop methods to produce defect free P/M components. Some noteworthy numerical and analytical model developments are due to [4-6]. Some researchers conducted experiments to determine the effect of various P/M parameters on mechanical properties, ex. effect of hardening on shear strength [7], effect of quantity and quality of inter particle contacts on mechanical properties of P/M compacts [8], dependency of pore size, pore shape, and pore spacing, on sintering temperature and time, and alloy- additions [9,10]. Chawla, et. al., [10] showed that increase in sintered density has resulted in lower pore fraction, smaller average pore size, and more spherical pore shape, and this pore structure has effect on fatigue of powder metal parts. Of late, researchers are exploring the effect of P/M mix properties on fatigue properties of finished components [11, 12].

In low density P/M materials, such as ours, the residual porosity has significant impact on strength properties, and can severely reduce the operating life of components. Investigation of thin porous compacts for their mechanical strength characteristics is important, and it'll benefit the designers of P/M parts. This research is designed to study the effect of porosity and hence of green density, and its effect on elastic modulus, ductility, ultimate strength, and hardness of FLN2-4405 pre-alloyed P/M material.

2. Materials, Test Specimens, and Experiments

In this research, we studied the FLN2-4405 pre-alloyed steel powder test specimens with different densities. The powder mixture of FLN2-4405 pre-alloyed steel powder consisted 1.52wt. % Ni, 0.80wt. % Mo, and 0.76wt. % C. This material's apparent density is 3.55 g/cm^3 and flow is 25.9 sec/50g [12]. This mixture was developed by Hoeganaes Corporation. The test specimens for our experiments were produced using the compacting forces of 490, 415, 355,310, and 270 US tons (436, 415, 315, 275, and 244 MPa compaction pressure) to yield densities of 6.97, 6.79, 6.62, 6.47, and 6.32 g/cm^3 , respectively. Sintering temperature profile to produce the test specimens consisted of preheating green compacts for 20 minutes to a temperature of 2050^0 F, holding materials at 2050^0 F for 19 minutes, and cool them to a room temperature at the rate of 10^0/ minute. Sintering was achieved in a furnace under a controlled atmosphere of 90% N_2-10% H_2 .The density of sintered test materials was determined by the MPIF industry standard method due to Archimedes [14].

1.1. ***Particle Image Analysis***: Pace Technologies' Material Plus 4.5 Software was used to determine the pore number and the average pore size using contrast based inverted microscope. The average size (diameter) of particles of 6.97 g/cm^3 was statistically determined to be 88 μm, and this diameter was close to the manufacturer's diameter of 100 μm. Figure. 1 shows pore distribution (dark red) and their size in the microscopic images of highest density and lowest density test specimens.



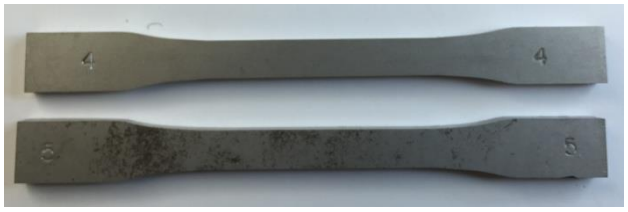
(a) (b)

Figure 1. Pore Size and Distribution of (a) 6.97 g/cm^3, (b) 6.32 g/cm^3, Sintered FLN2-4405 Material.

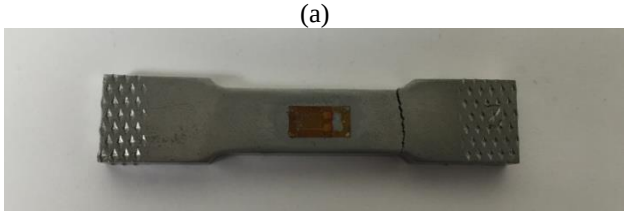
Pore number, size, and its distribution have significant effect on hardness, ductility, and strength properties of FLN2-4405 material. This behavior is clearly seen in Figure 3 of stress vs. strain of different density P/M materials.

1.2. ***Tension Tests:*** Two methods of testing –conventional uni-axial tension test, and strain gaged bending tests were used to determine the stress-strain response of sintered test specimens. Tensile test samples were prepared according to ASTM E8 [13]. Tensile tests were carried out using a computer controlled Instron tensile test machine. In tension test, strain data under a low rate of loading of 0.0125 inch/min was acquired using extensometer, in addition to data from a strain gage (Micro-Measurements' SR-CEA gage with a gage factor of 2.100 and gage resistance of 120 Ohms). Figure 2 a shows the geometry and dimensions of tensile test specimen per ASTM standards, while Figure 2 b shows a non- standard, strain-gauged test specimen. Figure 2b also shows a non-standard specimen with jaw bites at the ends. In our experiments, the ends failed close to the clamped ends mostly, due to stress concentration at the fixed ends of the test specimens. Figure 2 c shows the strain gage - wired test specimens with a notch for our future fatigue tests.

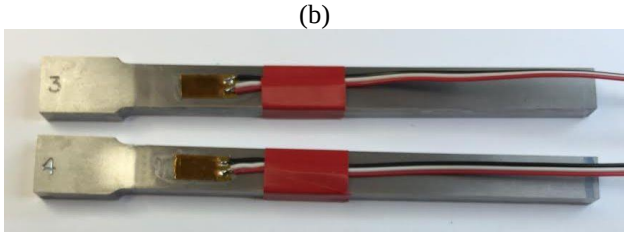
1.3. ***Bending Tests:*** The nominal dimensions of test specimens for bending tests are: width =0.494 in, thickness =0.20 in, and length= 5.0 in. Specimens were strain gaged, and loads were applied on cantilever test specimens, and the data captured the elastic response of test beams, with different densities of FLN2-4045 material.



(a)



(b)



(c)

Figure 2. (a) Tension test specimens per ASTM Standard, (b) Strain gauged test specimens, and (c) Bending test specimens of FLN2-4045

1.4. **Fracture Analysis:** This research also explored the nature of fracture of test specimens using scanning electron microscope. Fractured surfaces exhibited brittle and ductile fracture of test materials. Cup and cone failures that are usually associated with ductile materials are clearly noticed. The number of such ductile regions is observed to have increased with increasing density of the material. Figure 5 shows SEM images of the fractured surfaces of the highest and the lowest density material. SEM images also indicated brittle fracture regions in addition to non-interlocking grains of powder mix of FLN2-4405.

2. Results and Discussion

Table 1 shows the experimentally determined Young's modulus (E) values of different density test materials.

Table 1. Young`s modulus Values in Mpsi of different density of FLN2-4405 from tension and bending tests

Density, g/cm^3	6.32	6.47	6.62	6.79	6.97
Tension Tests	13.086	15.917	17.245	18.762	20.082
Bending Tests	12.163	13.473	14.826	15.973	16.782

Figure 3 shows the stress and strain response of test materials in the elastic and plastic range of deformation. Clearly, the results showed the highest density (blue color) material had the highest ultimate strength, and exhibited the highest ductility, compared to other relatively low density P/M test materials. Ductility of test materials has decreased considerably with decrease in density. Nearly a three-fold decrease in ductility is observed between the highest (6.97 g/cm^3) and the lowest (6.32 g/cm^3) density materials. The highest density material behaved much like a fully dense sintered material. Figure 4 compares the results from two test methods—tension and bending. It is to be noted that bending tests with a strain gage at the fixed end is easy to conduct, the method is sensitive to small loads, and is more suited to determine the elastic modulus of test materials. Our tests however, were not continued until the rupture strength of materials in bending, and the

comparison in Figure 4 is valid only in the elastic deformation regime of the test materials. Trend in density dependent elastic modulus values from tension and bending tests is same, and the E values from both tests are close to each other. Our tests indicated that the modulus values from tension tests are higher than the modulus values from bending tests. This small discrepancy in elastic modulus is attributed to the stress distribution due to type of load (tension or bending) in the planar cross section of test specimens. This phenomenon is to be further explored and correlated to varying density materials.

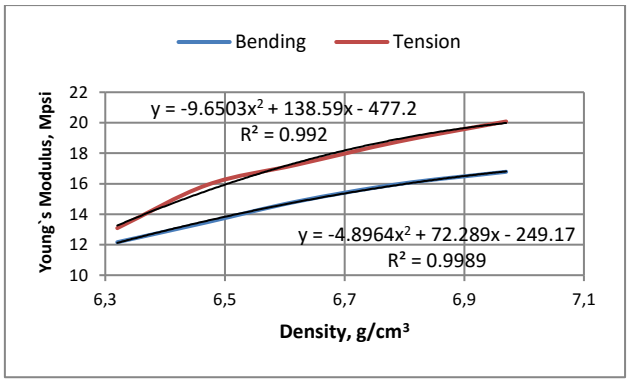


Figure 3. Stress-strain behavior of different density P/M materials.

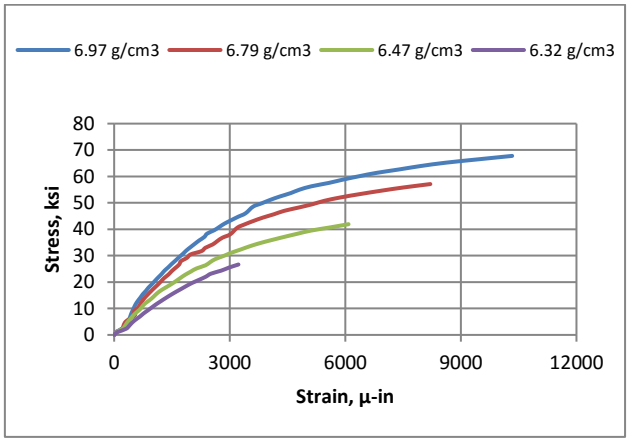
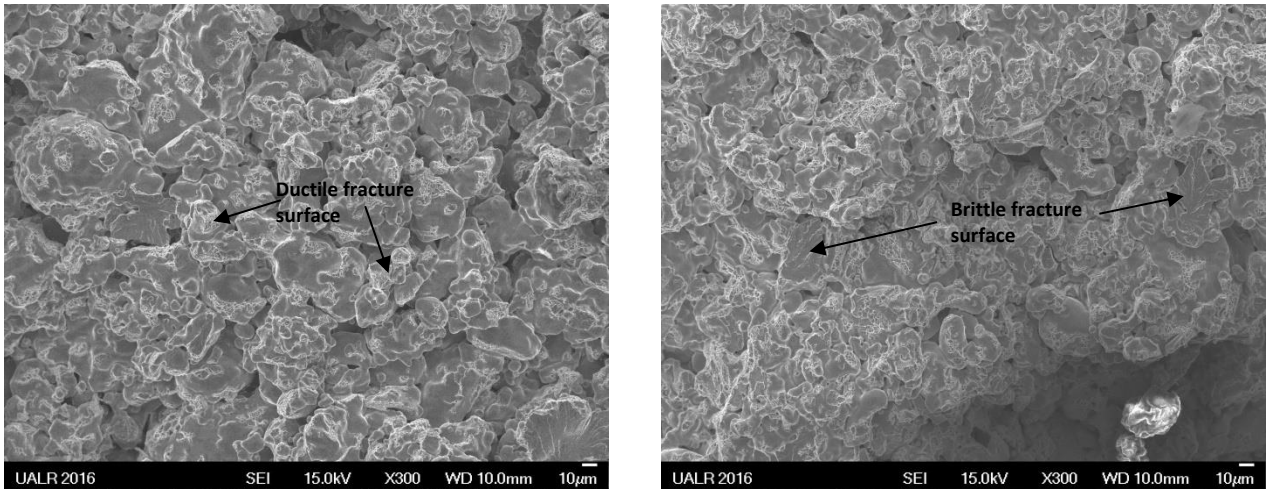


Figure 4. Graphics showing the results from two methods of tension testing of FLN2-4405.

The morphology and the microstructure of the fraction surface of samples were studied using scanning electron microscope (SEM). Figure 5 shows the fracture surfaces of low density (Fig. 5a) and high density (Fig. 5b) sintered test specimens. FLN2-4045 material clearly shows brittle and ductile failure zones. Fracture surfaces showed the development of ductile cup-and-cone fracture dimples when the material was torn away from the adjacent particles. Also both specimens presented brittle fracture surfaces. SEM pictures show so that when density increased, the number of brittle fracture surface also increase.



(a) (b)

Figure 5. Ductile and brittle fractures in SEM microstructure image for lowest (a) and highest (b) densities.

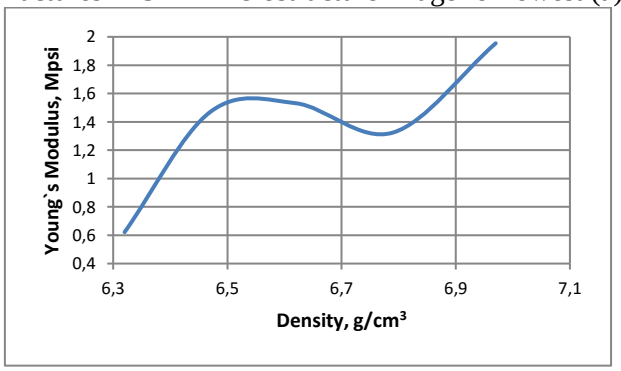


Figure 6. Young`s Modulus of green compacts of different density.

3. Experience with Testing Green Compacts

Green P/M compacts are not usually put to service in industry, and the characterization of their strength properties is of no relevance to industry. However, green strength of P/M materials is of significance considering their resistance to rigors of handing in production cycle. They are grabbed by robotic arms, and transported between locations, and green parts are to withstand these loads. We surveyed the literature for strength properties of green compacts, and found none. So, we prepared test samples of FLN2-4045 materials with different densities; strain gauged samples; and tested them in cantilever mode and applied very small tip loads up to 100 grams. Figure 6 shows the summary of elastic behavior of green FLN2-4045 with different densities.

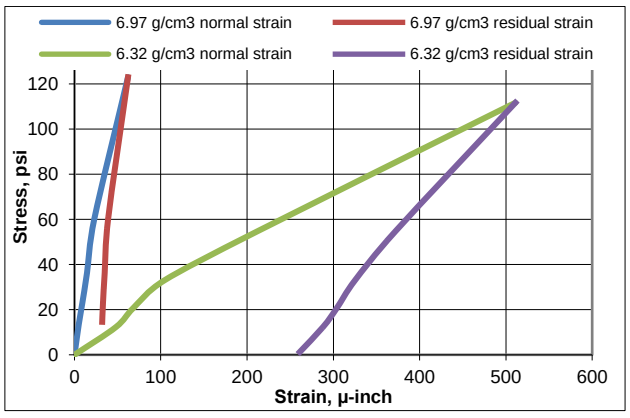


Figure 7. Load and unload cycle of green compact materials.

Very small elastic modulus values from our tests indicated their low resistance to deflection. As expected, the highest green density has the highest modulus, and vice versa. Non-uniform behavior was observed and it is attributed to material's sensitivity to sample preparation method and grain size variation along the length and width of test specimens. Tests have also exhibited an interesting phenomenon of large residual strain in green P/M materials during unloading. Figure 7 clearly shows this green compacts' ability to store large strain during the load and un-load cycle. These tests have prompted us to further explore in future, the extent of residual strain storage in sintered P/M materials.

4. Conclusions

This experimental research determined the dependency of density of FLN2 4405 P/M material on its elastic modulus, ductility, and ultimate strength by tension and strain-gage-bending tests. Results from these tests indicated that the strength properties increased with increase in density. Pore size and pore distribution obtained through particle image analysis, had an inverse effect on strength properties, especially on ductility. SEM image analysis, in addition to locating ductile and brittle fracture regions in test materials, has identified pores and the non-interlocking grains, especially in low density P/M specimens. Our basic low load experiments on green compacts determined the Young's modulus and the residual strain loop. Large residual strains were observed in low density FLN2- 4045 material in green state.

Acknowledgements

The first author acknowledges the support of the U.S. Fulbright Scholars Program and Baku Engineering University. Both authors extend their heartfelt appreciation to Jerry Fallaeur, Senior P/M Engineer of Cloyes Gears and Products in Subiaco, AR, U.S.A. for his advice and support. Authors also thank Bobby Leverette of Pace Technologies' for conducting particle image analysis.

References

[1] Lenel, F. V., 1980, Powder Metallurgy, Principles, and Applications, MPIF, Princeton, NJ.
[2] Engstrom, U., Innovations in Ferrous PM, Powder Metallurgy, July 1986, State of the Art Powder Metallurgy in Scince and Technology, Vol. 2, Editors W.J. Huppman, W.A. Kaysser, and G. Petzow, Published by Verlog Schmid. Grabri, Friburg, pp. 41-70.
[3] H.I. Sanderow, "Powder Metallurgy Methods and Design", ASM Handbook-Powder Metal Technologies and Applications, 1998, USA.
[4] Cocks, A. C. F., and I. C. Sinka., Constitutive modelling of powder compaction-I: Theoretical concepts, Mechanics of Materials, Vol. 39, p.392-403, 2007.
[5] B. Zhang, M. Jain, Ch. Zhao, M. Bruhis, R. Lawcock and K. Ly, Experimental calibration of density dependent modified Drucker-Prager/Cap model using an instrumented cubic die for powder compacts, Powder Technology, 204, (2010) 27-41.
[6] J.A. Hernandez, J. Oliver, J.C. Cante and R. Weyler, Numerical modeling of crack formation in powder forming processes, International Journal of Solids and Structures, 48, (2011) 292-316.
[7] Y. Babayev, F. Kahraman and S. Karadeniz., A new approach on diffusion welding of Fe-Cu-C and Fe-Zn-C powder metal parts., Materials and Manufacturing Processes, 25: 11, (2010) 1292-1296.
[8] E.M. Borisovskaya, V.A. Nazarenko, Y.N. Podrezov, O.S. Koryak, Y.I. Evich and A.V. Vdovichenko, Mechanical properties of powder titanium at different production stages. II. Mechanical behavior of porous titanium compacts, Powder Metallurgy and Metal Ceramics, 47, (2008) 538-545.
[9] N. Chawala, X. Deng, M. Marucci and K.S. Narasiman, "Effect of density on the microstructure and mechanical behavior of the powder metallurgy Fe-Mo-Ni steels", Advances in Powder Metallurgy and Particulate Materials, 6, (2003) Metal Powder Industries Federation, pp. 7-257—7-269.
[10] K.D. Christian and R.M. German., Relationship between pore structure and fatigue behavior in sintered iron-copper-carbon, The Int. Journal of Powder Metallurgy, 31, 1995, 51-61.
[11] J.J. Williams, X. Deng, and N. Chawla., Effect of residual surface stress on the fatigue behavior of a low alloy powder metallurgy steel, Int. Journal of Fatigue, 29, 2007, 1978-1984.

[12] Materials Standards for PM Structural Parts, Published by Metal Powder Industries Federation, 2012, USA
[13] ASTM E8-Standard Test Methods for Tension Testing of Metallic Materials, Annual Book of ASTM Standards, Volume 03.01, 2001.
[14] MPIF Standard 42, 1986 Determination of Density of Compacted and Sintered Metal Powder Products, Princeton, NJ.

PARALEL BAĞLI KARŞIT AKIŞLI RANQUE-HILSCH VORTEKS TÜPLERDE FARKLI SAYI VE MALZEMELERDEKI NOZULLARIN ENERJI-EKSERJI ANALIZLERININ İNCELENMESI

Volkan Kırmacı*[1], Hüseyin Kaya[1], Fahrettin Günver[2]
*[1] Bartın Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Makina Mühendisliği Bölümü, Bartın, Türkiye
[2] Bartın Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Makine Mühendisliği Anabilim Dalı, Bartın, Türkiye

Özet

Çalışmada iç çapı 7 mm, gövde uzunluğu 100 mm olan iki adet karşıt akışlı Ranque-Hilsch Vorteks Tüp paralel olarak birbirine bağlanmıştır. Ranque - Hilsch Vorteks tüpde Polyamid Plastik, Alüminyumun ve Çelik malzemeden üretilmiş 2, 4 ve 6 nozullar kullanılmıştır. Ranque - Hilsch Vorteks tüpde giriş basıncı 200 kPa' dan 400 kPa basınç değerine kadar 50 kPa aralıklarla basınçlı hava kullanılarak, ekserji analizi ile sistemdeki kayıp iş ve verim hesaplanmış ve deneyler sonucunda elde edilen veriler değerlendirilerek, performansın artırılmasına yönelik önerilerde bulunulmuştur.

Key words: Ranque - Hilsch vorteks tüp, Soğutma, Isıtma

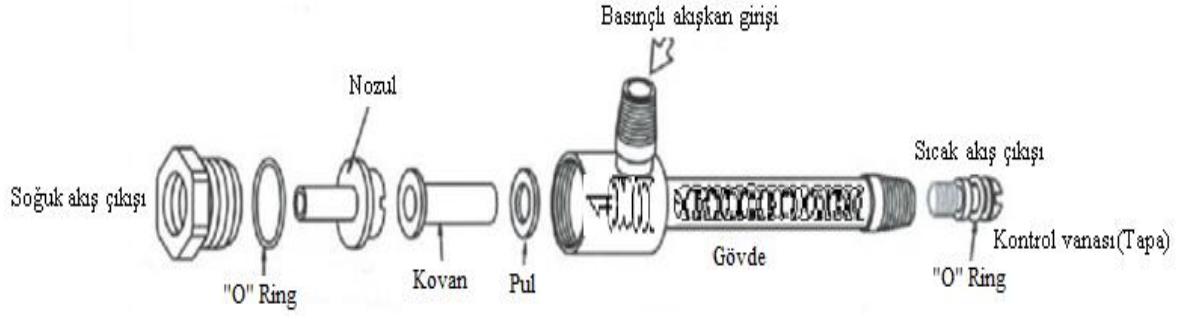
Abstract

In this study, two counter flow Ranque-Hilsch Vortex Tubes with an internal diameter of 7 mm and length of 100 mm were connected in parallel. Polyamide Plastic, Aluminum and Brass nozzle was used in in the RHVT with nozzles which have 2, 4 and 6. Compressed air was used as a working fluid in the RHVT inlet and working pressure ranged from 150 kPa to 400 kPa with 50 kPa increment. Exergy loss and efficiency were calculated and results of experiments were discussed by making some suggestions for enhancing of performance of the vortex tube.

Key words: Ranque-Hilsch Vortex tube, Cooling, Heating

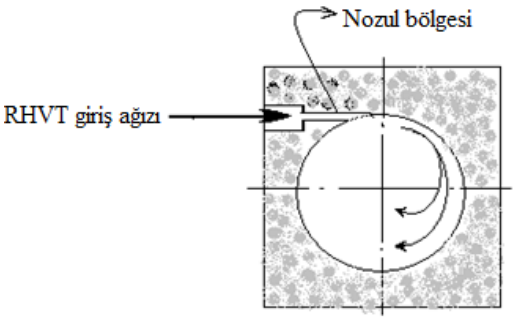
1. Giriş

George Joseph Ranque tarafından ilk kez 1931 yılında keşfedilen ve daha sonra Rudoph Hilsch tarafından 1947 yılında geliştirilmiş olan vorteks tüpleri, iki araştırmacıların adları ile Ranque-Hilsch Vorteks Tüpü (RHVT) olarak adlandırılmaktadırlar [1, 2]. RHVT, kontrol vanası hariç hareketli bir parçası bulunmayan basit bir sistemidir. RHVT basınçlı akışkan ile çalışarak, aynı anda hem ısıtma hem de soğutma işlemi meydana gelir [3, 4]. Ebatlarının küçük olması, rejime hızlı girmesi, herhangi bir soğutucu akışkana ihtiyaç olmamasından çevresel açıdan zararlı olmamalarından dolayı RHVT'ler günümüzde birçok ısıtma ve soğutma problemine çözüm olabilmektedirler [5, 6]. Şekil 1 de yapılan çalışmada kullanılan karşıt akışlı RHVT çalışma prensibi verilmiştir.

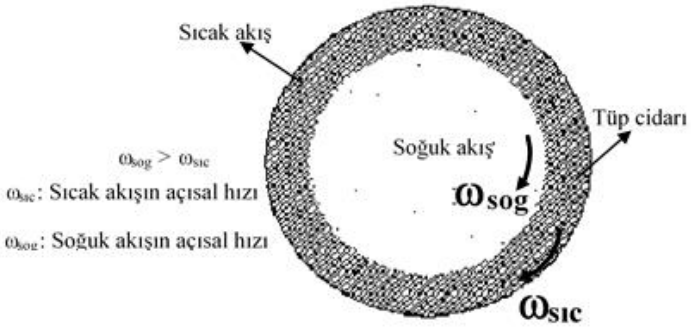


Şekil 1. Çalışmada kullanılan karşıt akışlı RHVT yapısı [3]

Şekil 2 ve Şekil 3'de RHVT'ler ile aynı anda hem sıcak hem de soğuk akış elde edilmesi gösterildiği gibi iki farklı açısal hızlarda dönen akış arasında oluşan mekanik enerji transferidir. RHVT'ne basınçlı akışkan, giriş ağzında yer alan nozuldan geçerek teğetsel olarak girer. Tüp girişindeki nozul ile basınçlı olan giriş akışkanının basıncını düşürülerek hızın artmasını sağlamaktır. Nozuldan geçen akışkan, tüpe giren basınçlı akışkana bağımlı olarak tüpün silindirik yapısından dolayı çok yüksek açısal hızlarda dönmeye başlar. Bu dönme esnasında, akış merkezkaç kuvvetin etkisi ile tüp cidarına doğru açılmaya başlar. Bunun sonucunda da tüp merkezindeki akışkan ile tüp cidarındaki akışkan arasında basınç farkı oluşur. Oluşan basınç farkı sonucu ile akış radyal yönde merkeze doğru genişler. Merkezdeki akışın açısal hızı, açısal momentumun korunumu ilkesinden dolayı tüp cidarındaki akışının açısal hızından daha yüksek değerdedir. Bundan dolayı tüp içerisinde iki farklı hızlarda dönen iki akış oluşur. Merkezdeki akış daha yüksek hıza sahip olduğundan dolayı yüzeydeki akışı hızlanarak merkezdeki akıştan cidardaki akışa mekanik enerji transferi oluşur. Mekanik enerjisi azalan merkezdeki akış soğuk akış, tüp cidardaki sürtünme etkisi ve merkezdeki akıştan aldığı mekanik enerjiden dolayı tüp cidarındaki akış sıcak akıştır. Karşıt akışlı RHVT şekil 1'de gösterildiği gibi, soğuk akış, sıcak akışın çıktığı uçta bulunan vananın etkisi ile bir durgunluk noktasından sonra akış geriye doğru yönlenir. Bunun sonucunda, RHVT'lerde aynı anda bir ucundan soğuk akış diğer ucundan ise sıcak akış elde edilir [7-12].



Şekil 2. Akışın RHVT teğetsel olarak nozuldan gönderilmesi



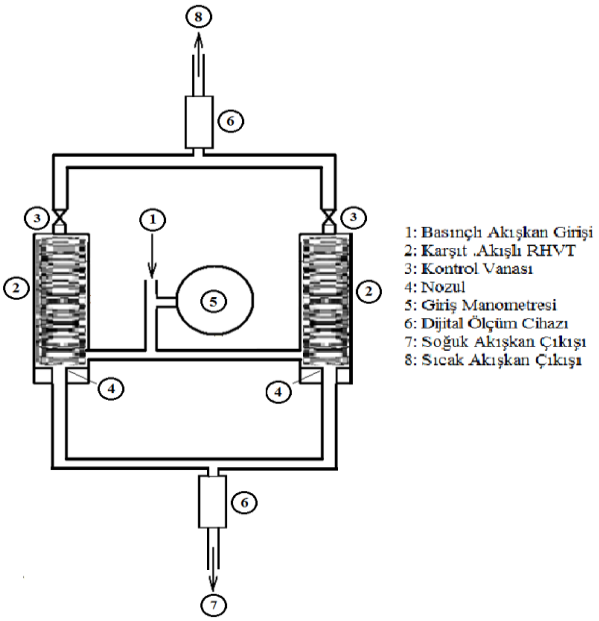
Şekil 3. RHVT içindeki sıcak ve soğuk akışın hareketi

Kırmacı ve Uluer (2008), yaptıkları deneysel çalışmada orifis nozul sayısının ve karşıt akışlı RHVT giriş basıncının, karşıt akışlı RHVT ısıtma ve soğutma performanslarına olan etkisini deneysel incelemişlerdir. Deneylerin sonucunda, sıcak ve soğuk çıkışlar arasındaki sıcaklık farkının; artan giriş basıncıyla arttığı, artan nozul sayısıyla azaldığını tespit etmişlerdir [13]. Dinçer ve Başkaya (2009), yaptıkları çalışmada karşıt akışlı RHVT'yi açık bir sistem olarak ele alarak ekserji analizi metodu ile tapa açısının ekserji verimliliğine etkisini deneysel olarak incelemişlerdir. Ekserji verimliliğinin, karşıt akışlı RHVT giriş basıncının düşük değerlerinde düşük; artan basınç değerlerinde ise yüksek çıktığını bulmuşlardır [9]. Kırmacı (2009), yaptığı deneysel çalışmada Ranque-Hilsch vorteks tüpünde akışkan olarak hava ve oksijen kullanılarak farklı giriş basıncı ve farklı nozullarda sitemin ısıtma, soğutma performansını incelemiş ve enerji analizlerini yapmıştır[10]. Markal (2010), yaptığı yüksek lisans tez çalışmasında deneysel olarak yeni bir vorteks üreteci geometrisi tasarımı ile vorteks üreteci uzunluğu, tüp uzunluğu, giriş basıncı ve tapa uç açısının sistem performansına olan etkisini incelemiştir [14]. Azeez vd. (2010), yaptıkları deneysel çalışmalarında uzunluğun çapa oranı ile soğuk çıkış orifis çapının performansa etkilerini deneysel incelemişlerdir. Çalışmalarının sonucunda; L/D oranının performansa doğrudan etkisi olduğunu ve artan L/D oranlarında enerji ayrışmasının arttığını, soğuk çıkış orifis çapının ayrışma ve vorteks tüp performansı için önemli bir parametre olduğunu bulmuşlardır [15]. Aydın v.d (2010), yaptıkları deneysel çalışmalarında vorteks tüplerin akış performansları ve tasarım parametrelerini deneysel incelemişlerdir. Vorteks tüpüne farklı giriş basınçları altında değişik geometrik parametrelerde vorteks tüplerin ısıl performanslarını deneysel incelemişlerdir. Bu değişken parametreler vorteks tüpünün uzunluğu, tüp çapı, nozul giriş sayısı ve açısı ayrıca kontrol valfi olarak belirlemişlerdir [16].

Bu çalışmada, iç çapı 7 mm (D), gövde uzunluğu 100 mm (L) olan iki adet karşıt akışlı RHVT paralel olarak birbirine bağlanmıştır. Paralel bağlı RHVT'ler de Polyamid Plastik, Alüminyumun ve Çelik malzemelerinden üretilmiş 2, 4 ve 6 Nozullu orifis kullanılmıştır. Deneysel çalışmada, uzunluğunun çapa oranı (L/D) 7 olan paralel bağlı RHVT giriş basıncı 200 kPa' dan 400 kPa basınç değerine kadar 50 kPa hava kullanılarak, ekserji analizi ile sistemdeki kayıp iş ve verim hesaplanmış ve deneysel sonuçlar grafiklerle değerlendirilerek performanslarının arttırılmasına yönelik önerilerde bulunulmuştur.

2. Deneysel Çalışma

Bu çalışmada, iç çapı 7 mm, gövde uzunluğu 100 mm olan iki adet karşıt akışlı RHVT kullanılmıştır. RHVT genişliği 55 cm, boyu 33 cm, kalınlığı 1,2 mm olan bir sac levha üzerine yatay konumda Şekil 4' de ki gibi sabitlenmiştir. RHVT giren havanın basıncını ölçmek için %5 hassasiyetinde PAKKENS marka gliserinli manometre, hacimsel debilerini ölçmek için %3 hassasiyetinde TSI (Trust. Science, Innovatıon) marka debimetreler RHVT çıkışlarına bağlanmıştır. Ayrıca kullanılan debimetre ile bağlandığı noktadaki basınç ve hacimsel debi değerleri okunmaktadır. RHVT çıkan soğuk ve sıcak akışkanların sıcaklıklarını ölçmek için ±1 ^{o}C hassasiyetinde olan dijital termometreler kullanılmıştır. Dijital termometrelerin probları RHVT sıcak ve soğuk çıkış taraflarından 1 cm ilerisine 1 mm çapında delinmiş tüpün merkezine gelecek şekilde yerleştirilmiş, etrafı silikonla kapatılarak sızdırmazlık sağlanmıştır. Sistemde basınçlı akışkan kaynağı olarak kompresör kullanılmıştır. Sistem elemanları arasındaki bağlantılar basınca dayanıklı pnömatik hortum vasıtasıyla yapılmıştır. RHVT'nün girişi ile hava kompresörü arasında, 10 bar basınç dayanımı olan pnömatik hortum, quick kuplin vasıtasıyla bağlanmıştır. Hava kompresörü çalıştırılmış ve tüpün akışkan girişindeki vana yardımıyla deneylerde başlangıç basıncı olan 200 kPa'lık basınç sağlanmıştır. Yapılan basınç ayarlamasından sonra RHVT'ün sıcak ve soğuk akışkan çıkışına monte edilen ölçüm cihazlarında okunan sıcaklık değerleri sabit oluncaya kadar aynı basınçta hava, kompresörden gönderilmiştir. RHVT girişteki basınç, RHVT den çıkan sıcak ve soğuk akışkanın sıcaklık değerleriyle birlikte hacimsel debileri de okunmuştur. Daha sonra 250 kPa olan basınç değerindeki deneye başlamadan önce RHVT'ün soğuk ve sıcak akışkan sıcaklığını ölçen dijital termometre ile ortam sıcaklığını ölçen dijital termometrelerin eşit sıcaklık değerine gelinceye kadar beklenmiş ve okunan değerler eşitlendikten sonra 200 kPa olan basınç değerindeki deneyler yapılmaya başlanmıştır. Daha sonra sırasıyla 300, 350 ve 400 kPa basınç değerlerinde polyamid, alüminyumun ve Çelik malzemesinden imal edilmiş olan 2, 4 ve 6 nozullarda deneyler yapılmıştır. Tüm deneyler 21 ^{0}C'lik ortam sıcaklığında yapılmıştır. Deneyde elde edilen sonuçların doğruluğu için bir deney 3 kez tekrarlanmış ve elde edilen değerlerin ortalamaları alınmıştır.



Şekil 4. Deneysel sistem

3. Bulgular ve Tartışma

Bir giriş ve bir çıkışlı sürekli akışlı açık sistemler için kütlenin korunumu,

$$\sum \dot{m}_{gir} = \sum \dot{m}_{çkş} \quad (1)$$

$\dot{m}_{gir}$: Girişteki akışkanın kütlesel debisi, kg/s

$\dot{m}_{çkş}$: Çıkıştaki akışkanın kütlesel debisi, kg/s

şeklinde yazılabilir.

Eşitlik 1 vorteks tüpü için Eşitlik 2 şeklinde yazılabilir.

$$\dot{m}_{çkş} = \dot{m}_a + \dot{m}_b \quad (2)$$

Vorteks tüpünde performansa önemli ölçüde etki eden soğuk akışkanın kütle debisinin, girişteki akışkanın kütle debisine oranı y_c olarak tanımlanmış ve Eşitlik 3 ile verilmiştir.

$$y_c = \frac{\dot{m}_b}{\dot{m}_{gir}} \quad (3)$$

$\dot{m}_a$: Sıcak akışkanın kütlesel debisi, kg/s

$\dot{m}_b$: Soğuk akışkanın kütlesel debisidir, kg/s

Vorteks tüpü için ekserji denkliği:

Vorteks tüpe giriş, sıcak ve soğuk çıkıştaki entropi değişimi (birim kütle);

$$\Delta s_{gir} = s_{gir} - s_0 = c_p \ln\frac{T_{gir}}{T_0} - \ln\frac{P_{gir}}{P_0} \quad (4)$$

$$\Delta s_{sck} = s_{sck} - s_0 = c_p \ln\frac{T_{sck}}{T_0} - \ln\frac{P_{sck}}{P_0} \quad (5)$$

$$\Delta s_{soğ} = s_{soğ} - s_0 = c_p \ln\frac{T_{soğ}}{T_0} - \ln\frac{P_{soğ}}{P_0} \quad (6)$$

Vorteks tüpe giriş, sıcak ve soğuk çıkıştaki entalpi değişimi (birim kütle);

$$(h_{gir} - h_0) = c_p (T_{gir} - T_0) \quad (7)$$

$$(h_{sck} - h_0) = c_p (T_{sck} - T_0) \quad (8)$$

$$(h_{soğ} - h_0) = c_p (T_{soğ} - T_0) \quad (9)$$

Soğuk akım tarafından çıkan ekserji;

$$e_{soğ} = (h_{soğ} - h_0) - T_0 (s_{soğ} - s_0) \quad (10)$$

$$E_{soğ} = m_{soğ} . e_{soğ} \quad (11)$$

Sıcak akım tarafından çıkan ekserji;

$$e_{sck} = (h_{sck} - h_0) - T_0(s_{sck} - s_0) \quad (12)$$

$$E_{sck} = m_{sck}.e_{sck} \quad (13)$$

Vorteks tüpe giren ekserji;

$$e_{gir} = (h_{gir} - h_0) - T_0(s_{gir} - s_0) \quad (14)$$

$$E_{gir} = m_{gir}.e_{gir} \quad (15)$$

Vorteks tüpten çıkan toplam ekserji;

$$E_{çkş} = (1 - y_c)E_{sck} - y_c E_{soğ} \quad (16)$$

Toplam kayıp ekserji;

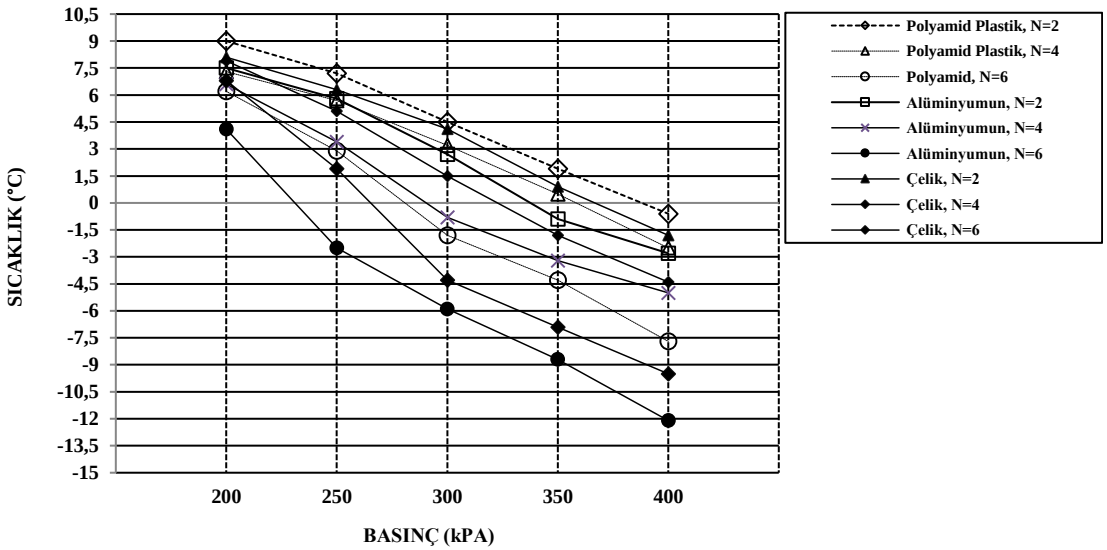
$$E_{kyp} = E_{gir} - E_{çkş} \quad (17)$$

İkinci yasa verimi;

$$n_{II} = \frac{E_{çkş}}{E_{gir}} \quad (18)$$

formülleriyle hesaplanabilir.

Karşıt akışlı RHVT de giriş basıncı (P_{gir}) 200 kPa' dan 400 kPa basınca kadar 50 kPa aralıklarla basınçlı hava Polyamid Plastik, Alüminyumun ve Çelik malzemeden üretilmiş 2, 4, 6 nozullar kullanılarak soğuk akış çıkış ucunda ölçülen sıcaklıklar (T_{sog}) Şekil 5 de verilmiştir.

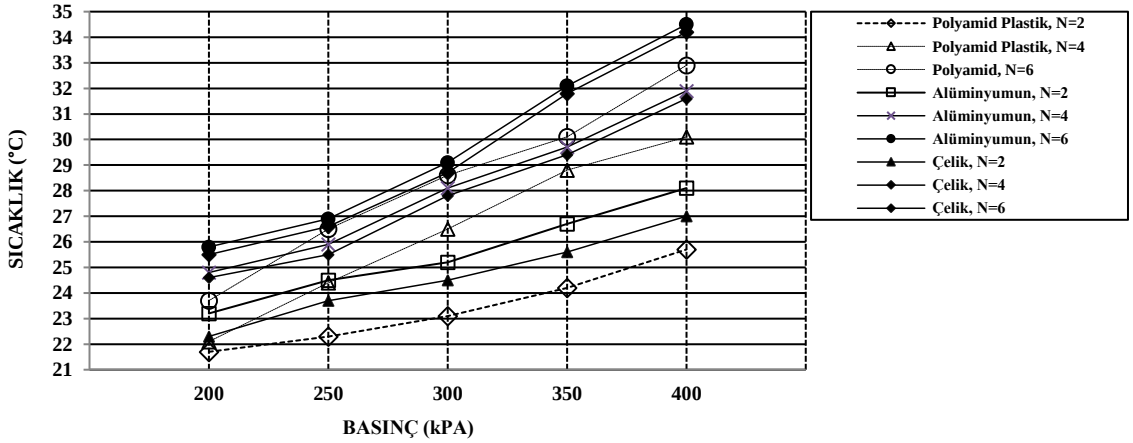


Şekil 5. Polyamid Plastik, Alüminyumun ve Çelik için T_{sog} değişimleri

Polyamid Plastik, Alüminyumun ve Çelik malzemeden üretilmiş 2, 4, 6 nozul sayıları (N) için en düşük $T_{soğ}$ incelendiğinde, Alüminyumun malzemeden üretilmiş N=6 ve P_{gir}=400 kPa değerinde -12.1 ^{0}C olduğu, en yüksek $T_{soğ}$ değeri ise Polyamid Plastik malzemeden üretilmiş N=2 ve P_{gir}=200 kPa değerinde 9 ^{0}C olarak

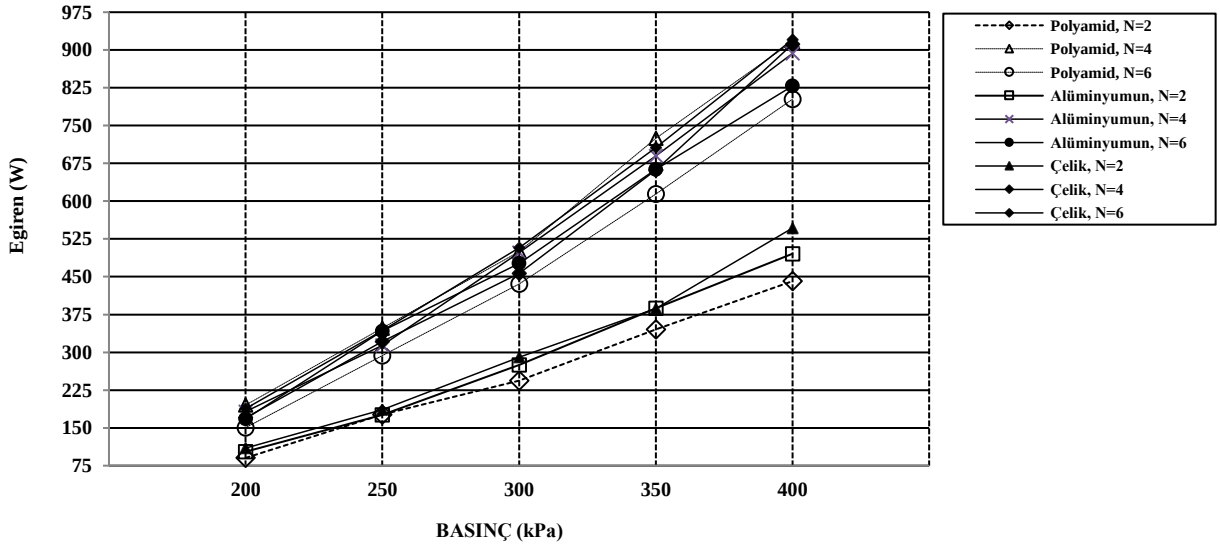
ölçülmüştür (Şekil 5). Karşıt akışlı RHVT de giriş basıncı (P_{gir}) 200 kPa' dan 400 kPa basınca kadar 50 kPa aralıklarla basınçlı hava Polyamid Plastik, Alüminyumun ve Çelik malzemeden üretilmiş 2, 4, 6 nozullar kullanılarak sıcak akış çıkış ucunda ölçülen sıcaklıklar (T_{sck}) Şekil 6 de verilmiştir.

Polyamid Plastik, Alüminyumun ve Çelik malzemeden üretilmiş 2, 4, 6 nozul sayıları (N) için en yüksek T_{sck} incelendiğinde, Alüminyumun malzemeden üretilmiş N=6 ve P_{gir}=400 kPa değerinde 34.5 ^{0}C olduğu, en düşük T_{sck} değeri ise Polyamid Plastik malzemeden üretilmiş N=2 ve P_{gir}=200 kPa değerinde 21.7 ^{0}C olduğu deneysel olarak tespit edilmiştir (Şekil 6).



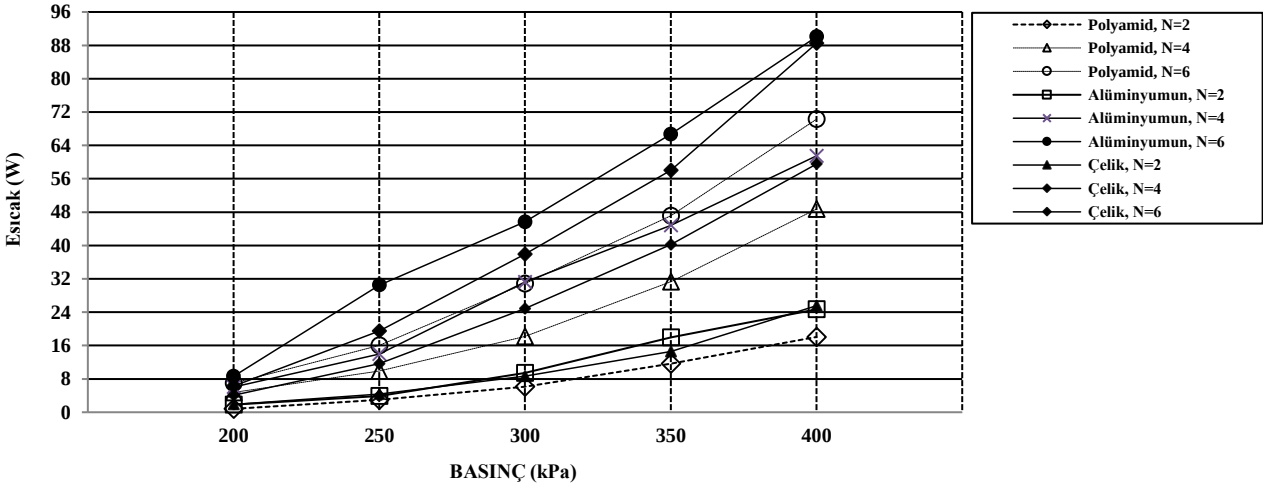
Şekil 6. Polyamid Plastik, Alüminyumun ve Çelik için T_{sck} değişimleri

Şekil 7'de Alüminyumun ve çelik malzemeden 2, 4 ve 6 nozul sayılarında, Giren Toplam Ekserji ($\dot{E}_{gir}$) değerleri grafik olarak verilmiştir.



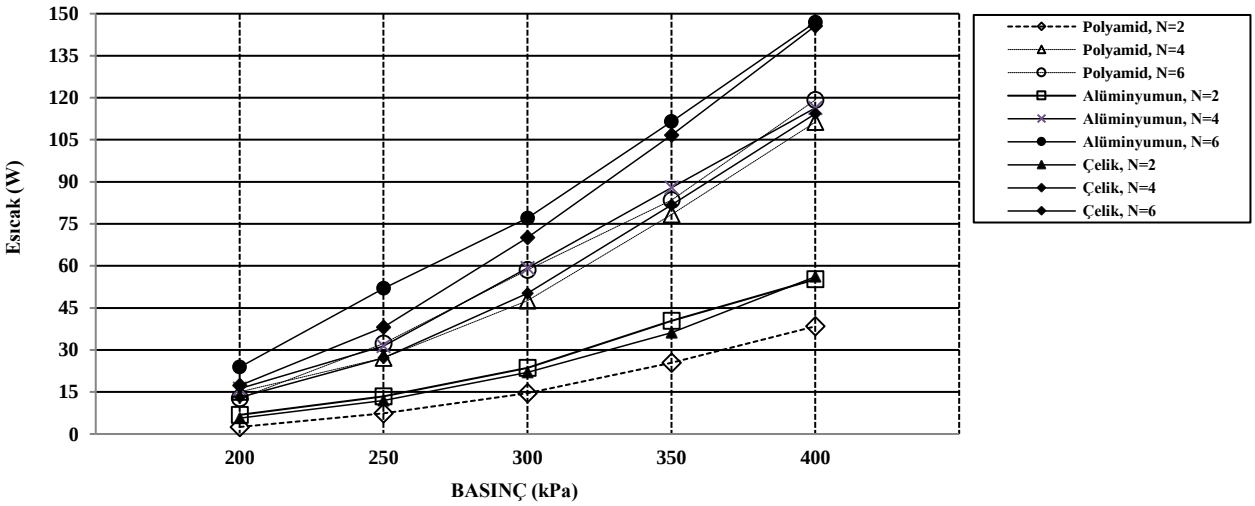
Şekil 7. Polyamid Plastik, Alüminyumun ve Çelik için Giriş Basıncı için E_{gir} değişimi

Bütün N için değerleri incelendiğinde, en düşük değer Polyamid Plastik malzemeden yapılmış ve N=2 P_{gir}=200 kPa giriş basıncında 90.444 W, en değer ise Alüminyumda yapılmış P_{gir}=400 kPa giriş basıncında, N=6 da 916.64 W olarak hesaplanmıştır. Şekil 8'de Alüminyumun ve çelik malzemeden 2, 4 ve 6 nozul sayılarında, Soğuk Akım Tarafından Çıkan Ekserji ($\dot{E}_{Ssoğ}$) değerleri grafik olarak verilmiştir.



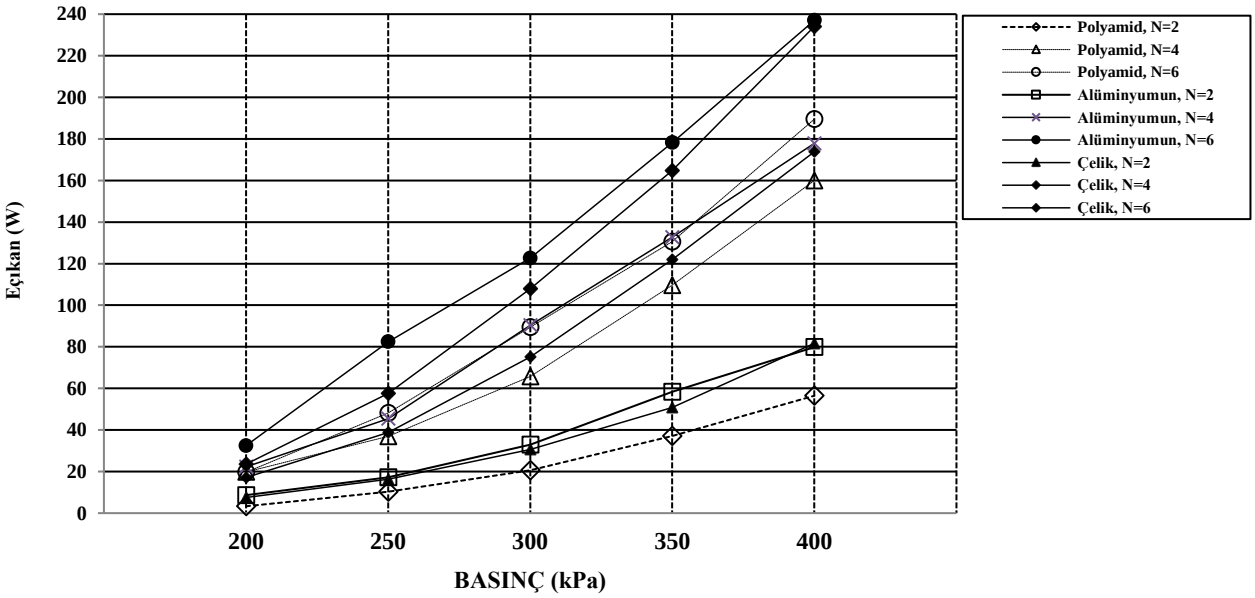
Şekil 8. Polyamid Plastik, Alüminyumun ve Çelik için Giriş Basıncı için $E_{soğ}$ değişimi

Bütün nozul sayıları (N) için değerleri incelendiğinde, en düşük değer Polyamid Plastik malzemeden yapılmış ve N=2 P_{gir}=200 kPa giriş basıncında 0.82 W, en değer ise Alüminyumda yapılmış P_{gir}=400 kPa giriş basıncında, N=6 da 90.059 W olarak hesaplanmıştır. Şekil 9'da Alüminyumun ve çelik malzemeden 2, 4 ve 6 nozul sayılarında, Sıcak Akım Tarafından Çıkan Ekserji ($\dot{E}_{Sıc}$) değerleri grafik olarak verilmiştir.



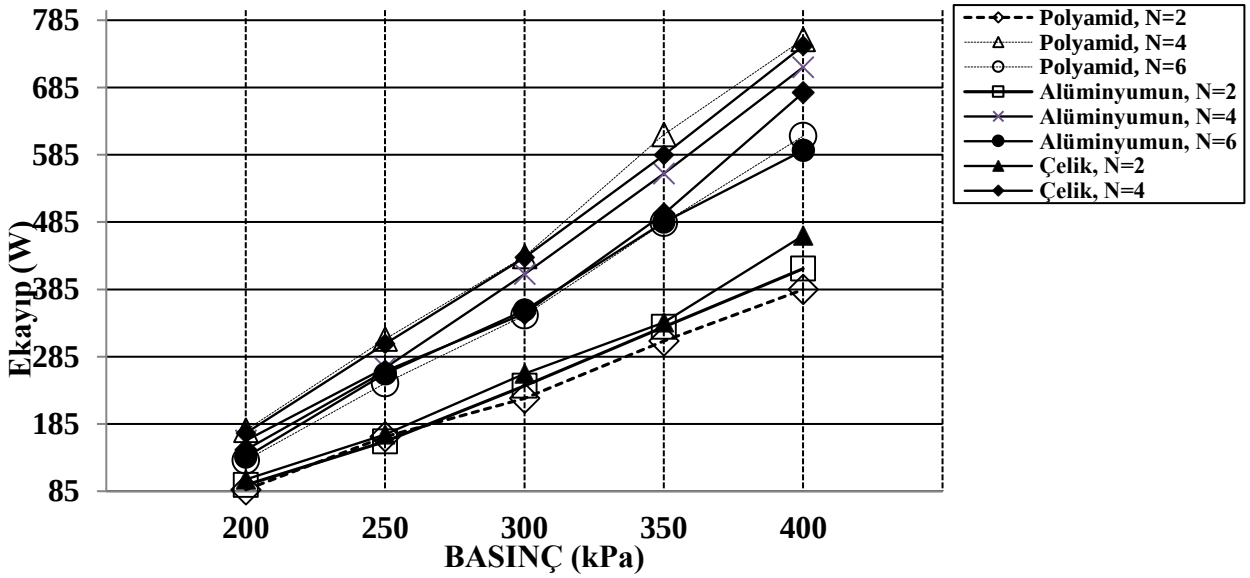
Şekil 9. Polyamid Plastik, Alüminyumun ve Çelik için Giriş Basıncı için $E_{sıcak}$ değişimi

Bütün nozul sayıları (N) için değerleri incelendiğinde, en düşük değer**.** Polyamid Plastik malzemeden yapılmış ve N=2 P_{gir}=200 kPa giriş basıncında 2.51 W, en değer ise Alüminyumda yapılmış P_{gir}=400 kPa giriş basıncında, N=6 da 146.93 W olarak hesaplanmıştır. Şekil 10'da Alüminyumun ve çelik malzemeden 2, 4 ve 6 nozul sayılarında, Çıkan Toplam Ekserji ($\dot{E}_{çkş}$) değerleri grafik olarak verilmiştir.



Şekil 10. Polyamid Plastik, Alüminyumun ve Çelik için Giriş Basıncı için $E_{cıkan}$ değişimi

Bütün N için değerleri incelendiğinde, en düşük değer Polyamid Plastik malzemeden yapılmış ve N=2 P_{gir}=200 kPa giriş basıncında 3.32 W, en değer ise Alüminyumda yapılmış P_{gir}=400 kPa giriş basıncında, N=6 da 236.99 W olarak hesaplanmıştır

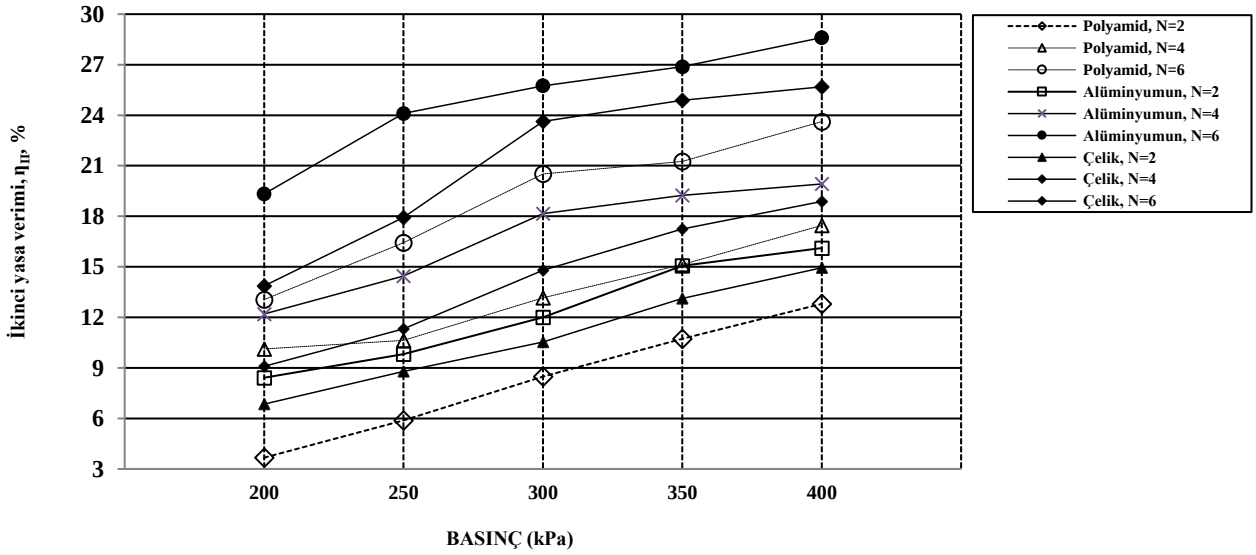


Şekil 11. Polyamid Plastik, Alüminyumun ve Çelik için Giriş Basıncı için $E_{kayıp}$ değişimi

Şekil 11'de Alüminyumun ve çelik malzemeden 2, 4 ve 6 nozul sayılarında, Toplam Kayıp Ekserji ($\dot{E}_{KYP}$) değerleri grafik olarak verilmiştir.

Bütün N için değerleri incelendiğinde, en düşük değer Polyamid Plastik malzemeden yapılmış ve N=2 P_{gir}=200 kPa giriş basıncında 87.13 W, en değer ise Polyamid Plastik malzemeden yapılmış P_{gir}=400 kPa

giriş basıncında, N=4 da 756.61 W olarak hesaplanmıştır. Şekil 12'de Polyamid Plastik, Alüminyumun ve Çelik malzemeden 2, 4 ve 6 nozul sayılarında, çıkıştaki toplam ekserjinin girişteki toplam ekserji ye oranı olan ve ikinci yasa verimi olarak adlandırılan (η_{II}) değerler verilmiştir.



Şekil 12. Polyamid Plastik, Alüminyumun ve Çelik için Giriş Basıncı için ikinci yasa verimi

Bütün N için değerleri incelendiğinde, en düşük değer Polyamid Plastik malzemeden yapılmış ve N=2 P_{gir}=200 kPa giriş basıncında %3.67, en değer ise Alüminyum malzemeden yapılmış P_{gir}=400 kPa giriş basıncında, N=6 da %27.61 olarak hesaplanmıştır.

3. Sonuç ve Öneriler

Deneysel olarak yapılan bu çalışmada, iç çapı 7 mm, gövde uzunluğu 100 mm olan iki adet karşıt akışlı RHVT'de nozul sayısı 2, 4, 6 olan Polyamid Plastik, Alüminyumun ve Çelik malzemeden üretilmiş, basınçlı akışkan olarak hava kullanılan, 200 kPa' dan başlayarak 400 kPa basınç değerine kadar 50 kPa aralıklarla, ekserji analizi ile sistemdeki kayıp iş ve verim hesaplanmıştır. Yapılmış olan bu çalışmanın sonuçları dikkate alınarak incelendiğinde nozul sayısı altıdan daha fazla olacak şekilde ve farklı nozul geometrilerinde için deneyler yapılabilir.

Kaynaklar

[1] Cebeci, İ., Kırmacı V., Topcuoglu U., Vorteks The Effects of Orifice Nozzle Number and Nozzle Made of Polyamide Plastic and Aluminum with Different Inlet Pressures on Heating and Cooling Performance of Counter Flow Ranque–Hilsch Vortex Tubes: An Experimental Investigation. International Journal of Refrigeration 2016, 72: 140-146.

[2] Dincer K., Ateş A., Başkaya Ş., Karşıt Akışlı Ranque-Hilsch Vorteks Tüpünün Performansına Tapa Hareketinin Etkisinin Yapay Sinir Ağları Yöntemi İle Modellenmesi. Uluslar Arası İleri Teknolojiler Sempozyumu (İats'09) 13-15 Mayıs 2009, Karabük, Türkiye.

[3] Cebeci İ., Karşıt Akışlı Ranque-Hilsch Vorteks Tüpünde Hava Ve Oksijen Akışkanlarının Farklı Nozul Numaralarında Enerji-Ekserji Analizlerinin Deneysel Olarak İncelenmesi. Yüksek Lisans Tezi Fen Bilimleri Enstitüsü Bartın Üniversitesi 2013.

[4] Kırmacı V., Uluer O., Dincer K., Exerg Analysis And Performance Of A Counter Flow Vortex Tube: An Experimental Investigation With Various Nozzle Numbers At Different Inlet Pressures Of Air, Oxygen, Nitrogen And Argon. Journal Of Heat Transfer-Transactions Of The Asme 2010: 12:

121701-121701.
[5] Balmer R., Pressure Driven Ranque-Hilsch Temperature Seperation İn Liquids. Journal Of Fluids Engineering- Transactions Of Asme 1998: 110 (2): 161-164.
[6] Liu X., Liu Z., Investigation of The Energy Separation Effect and Flow Mechanism Inside a Vortex Tube. Applied Thermal Engineering 2014: 67: 494-506.
[7] Fröhlıngsdorf W., Unger H., Numerical Investigations Of Compressible Flow And The Eneryg Seperation İn The Ranque-Hilsch Vortex Tube. International Journal Of Heat And Mass Transfer 1999: 42: 415-422.
[8] Saidi, M. H., Valipour M. S., Experimental Modeling Of Vortex Tube Refrigerator. Applied Thermal Engineering 2003: 23: 1971-1980.
[9] Dincer K., Başkaya Ş., Ekserji Analiz Metoduyla Karşıt Akışlı Ranque Hilsch Vorteks Tüpün Tapa Açısının Ekserji Verimliliğine Etkisinin Değerlendirilmesi. Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi 2009: 24 (3): 533-538.
[10] Kırmacı V., Exergy Analysis And Performance Of A Ranque-Hilsch Counter Flow Vortex Tube Having Various Nozzle Numbers At Different Inlet Pressures Of Oxygen And Air. International Journal Of Refrigeration 2009: 32 (7): 1626-1633.
[11] Kırmacı V., Uluer O., An Experimental Investigation Of The Cold Mass Fraction, Nozzle Number And Inlet Pressure Effects On Performance Of Counter Flow Vortex Tube. Journal Of Heat Transfer-Transactions Of The Asme 2009: 131 (8): 081701- 081709.
[12] Dincer K., Başkaya Ş., Üçgül İ., Uysal B. Z., Giriş Ve Çıkış Kütlesel Debilerinin Bir Vorteks Tüpün Performansına Etkisinin Deneysel İncelenmesi. 14.Ulusal Isı Bilimi Ve Tekniği Kongresi Bildiri Kitabı Isparta 2003: 13-18.
[13] Kırmacı V., Uluer O., The Effects Of Orifice Nozzle Number On Heating And Cooling Performance Of Vortex Tubes: An Experimental Study. Instrumentation Science And Technology 2008: 36 (5): 493-502.
[14] Markal B., Ranque-Hılsch Vorteks Tüpünde Enerji Ayrışmasının Deneysel ve Termodinamik İncelenmesi. Yüksek Lisans Tezi KTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü 2010.
[15] Azeez N.T., Al-Barwari R.R., Talabani Z.J., An Experimental Investigation of The Geometric Parameters on The Performance for The Counter-Flow Vortex Tubes. International Conference on Mechanical and Electrical Technology 2010: 467- 470.
[16] Aydın O., Markal B., Avcı M., A new vortex generator geometry for a counter-flow Ranque–Hilsch Vortex Tube. Applied Thermal Engineering 2010: 30: 2505-2511.

EXPERIMENTAL INVESTIGATION OF MACHINABILITY OF GG 30 CAST IRON

GG30 DÖKME DEMİRİN İŞLENEBİLİRLİĞİNİN DENEYSEL OLARAK ARAŞTIRILMASI

Burak Özcan[a], Adnan Akkurt[b], Selçuk Yağmur[c], Ulvi Şeker[c], İhsan Korkut[c]
[a]Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Ankara/TÜRKİYE, ozcan.burak@outlook.com
[b] Gazi Üniversitesi Teknoloji Fakültesi Endüstriyel Tasarım Mühendisliği Bölümü, Ankara/TÜRKİYE, aakkurt@gazi.edu.tr
[c]Gazi Üniversitesi Teknoloji Fakültesi İmalat Mühendisliği Bölümü, Ankara/TÜRKİYE, syagmur@gazi.edu.tr

Özet

Günümüzde endüstrinin hemen hemen her alanında makine parçalarında birçok dökme demir çeşidi kullanılmaktadır. Bunun başlıca sebebi dökme demirlerin iyi bir mühendislik malzemesi oluşu, ucuz üretilişi ve çok geniş bir aralıkta değişen mukavemet, sertlik, işlenebilirlik, aşınma ve korozyon direnci gibi özelliklere sahip olmasıdır. Fakat bu malzemeler işlenirken birçok problem ile karşı karşıya kalınmaktadır. Bu çalışmada GG30 dökme demirinden imal edilen silindirik numuneler ile talaş kardırma deneyleri yapılmıştır. Deneylerde ISO 3685'e uygun kesme parametreleri seçilmiştir.

Deneylerde CNGX 120712 T02020 ve CNMX 120716 T02020 kesici uçlar kullanılmıştır. Deneyler dört farklı kesme hızında (400, 448, 500 ve 560 m/min), üç farklı ilerleme miktarında (0,40, 0,50 ve 0,63 mm/rev) ve bir talaş derinliği (2.5 mm) ile kuru şartlarda yapılmıştır. Deneyler sonrasında artan kesme hızlarının yüzey pürüzlülüğünü olumlu yönde etkilemesi beklenirken takım aşınmasından dolayı olumsuz yönde etkilediği ve artan ilerleme miktarının yüzey pürüzlülüğünü olumsuz yönde etkilediği görülmüştür.

Anahtar kelimeler: GG30, Yüzey pürüzlülüğü, Tornalama

Abstract

Nowadays, many kinds of cost iron are used at machine parts in almost all areas of industry. Main reason of that cast irons are good engineering materials, low production cost and have wide flexible functionality of strength, hardness, machinability, abrasion, corrosion resistant. However, these materials are come up with many problems as the time of machining. In this application, machining tested on cylindrical samples produced with using GG30 cast iron. These experiments have referenced according to ISO 3685 cutting parameters.

In these experiments, CNGX 120712 T02020 and CNMX 120716 T02020 cutting tools have been used. These experiments have completed with four cutting speeds (400, 448, 500 and 560 m/min), three feed rates (0.40, 0.50 and 0.63 mm/rev), and one depth of cut (2.5 mm) and in dry conditions. As a result, expectation of positive affect of increasing cutting speeds on surface roughness was unsuccesfull, was observed negative affect on surface roughness, because of tool wear. And increasing rate of feed has negative affect on surface roughness.

Keywords: GG30, Surface roughness, Turning

1. Giriş

Talaş kaldırma işlemi elastik ve plastik şekil değişimine dayanan, iş parçası ve takım üzerinde sürtünme, ısı oluşumu, talaşın kırılması, işlenen parçanın yüzeyinin sertleşmesi, kesici takın ucunun aşınması gibi mekaniğin meydana geldiği karmaşık fiziksel bir olaydır ve geleneksel talaşlı imalat (tornalama, delik delme, frezeleme vb.) aşındırma işlemleri (taşlama, honlama, lepleme vb.) ve alışılmamış imal usulleri (ultrasonik işleme, elektro kimyasal işleme, elektro erozyon ile işleme, vb.) olarak sınıflandırılır. Talaşlı imalat iş parçalarının çeşitliliği, parça şekillerinde ve geometrik özelliklerinde çeşitlilik, yüksek boyutsal doğruluk ve düşük yüzey pürüzlülüğüne sahip işleme sonuçlarına sahip olması gibi avantajlarından dolayı ekonomik ve teknolojik yönden önemlidir [1-2].

Talaşlı imalatta işlenebilirliğin iyileştirilmesi ve kesici takımların kesme performanslarının artırılması, yüzey kalitesi ile ilgili sayıda araştırmanın konusu olmuştur. Geleneksel malzemelere göre üstün özelliklere sahip yüksek performanslı malzemelerin ve alaşımların geliştirilmesi, araştırmacıları bu yeni malzemelerin işlenebilirlik problemlerine yöneltmiştir [3-11].

Bu çalışmada GG30 dökme demirden üretilmiş numunelerin iki farklı kesici uç ile tornalanması esnasında oluşan yüzey pürüzlülüğünün değişimi deneysel olarak araştırılmıştır. Bu işlenebilirlik deneylerinde soğutma sıvısı kullanılmadan (kuru şartlarda) farklı kesme hızı ve ilerleme miktarlarının, yüzey pürüzlülüğünün üzerindeki etkileri incelenmiş olup en uygun kesme parametreleri belirlenmeye çalışılmıştır.

2. Yöntem

İşlenebilirlik deneylerinde iş parçası malzemesi olarak, GG30 dökme demirden imal edilen 69 mm çapında ve 350 mm boyunda numuneler kullanılmıştır. Numunelerin kimyasal bileşimleri Çizelge 1'de verilmiştir.

Çizelge 1. GG30 Kimyasal kompozisyonu

	C	Si	Mn	P	S	Mg
GG30	3,20	2,38	0,50	0,065	0,068	0,002

Numuneler 70 mm çapında ve 350 mm boyutlarında olacak şekilde Gazi Üniversitesi Teknoloji Fakültesi İmalat Mühendisliği Sanayi Tipi CNC Uygulama laboratuvarında bulunan CNC tezgahında 350 mm boya getirilip diğer ucuna punta deliği işlenmiştir. Numunelerin dış yüzeyindeki dökümden ve korozyondan kaynaklanan olumsuzlukları ve olası kusurları gidermek için CNC tezgahında 1 mm talaş derinliğinde tornalama işlemi yapılarak deneylere hazır hale getirilmiştir.

İşlenebilirlik deneyleri, ISO 3685'deki deney şartlarına uygun olarak CNC torna tezgâhında yapılmıştır. Kesici uçlar GG30 malzemesine uygun olarak seçilmiş olup ISO 3685'de belirtildiği gibi kesme hızı değerleri imalatçı firma kataloglarından yola çıkarak dört farklı değerde alınmıştır. İlerleme miktarı her seferinde yaklaşık %25 arttırılmış ve 3 farklı ilerleme miktarı bu şekilde belirlenmiştir. Her bir deneyde yeni kesici uç kullanılmış olup iki farklı kesici uç için toplam 24 deney yapılmıştır.

Deneylerde dört farklı kesme hızı (400, 448, 500 ve 560 m/dak) ve üç farklı ilerleme miktarı (0,4, 0,5 ve 0,63 mm/dev) kullanılmıştır.

İşlenebilirlik deneylerinde GG30 için tavsiye edilen silisyum nitrür kesici takım kullanılmıştır. NTK firmasının SX6 serisi olarak üretilen takımlar; CNGX 120712 T02020 ve CNMX 120716 T02020 takım geometrisi ile tanımlanmaktadır.

Deneylerde kullanılan iş parçaları, Gazi Üniversitesi Teknoloji Fakültesi İmalat Mühendisliği Sanayi Tipi CNC Uygulama Laboratuvarında bulunan FANUC kontrol ünitesine sahip "Johnford TC-35" sanayi tipi CNC torna tezgâhında işlenmiştir.

Deney numunelerin yüzey pürüzlülükleri, "Mahr" marka perthometer M1 tipi, masa üstü, yazılı çıktı verebilen pürüzlülük ölçüm cihazı kullanılarak ölçülmüş olup, yüzey pürüzlülük ölçüm cihazının özellikleri tablo 1'de verilmiştir. Talaş kaldırma esnasında yüzey pürüzlülüğü ölçümleri, numunelerin 69 mm'lik çap ve 50 mm'lik uzunluğun işlenmesi esnasında gerçekleştirilmiştir. Her yeni deneyin başlangıcında boyuna tornalama işleminin yapıldığı yüzeyler üzerinde yapılan ölçümler iş parçası eksenine paralel olacak şekilde ve iş parçasını kendi ekseni etrafında 120° döndürülerek her yüzeyde 3 ölçüm değeri alınarak yapılmış olup iş parçasının tornalanmış yüzeylerin pürüzlülük değerleri, oda sıcaklığında kesme uzunluğu 0.8 mm ve örnekleme uzunluğu 5,6 olacak şekilde ölçülmüştür.

Tablo 1. Yüzey pürüzlülük ölçme cihazının özellikleri

Model	**Perthometer M1(Mahr)**
Ölçme hızı	150 µm/sn
Ölçme kuvveti	0.7 mN
Uç malzemesi	Elmas
Kesme uzunluğu	0.8 mm
Değerlendirme uzunluğu	1.7-5.6-12.5 mm

3. Deney Sonuçları ve Tartışma

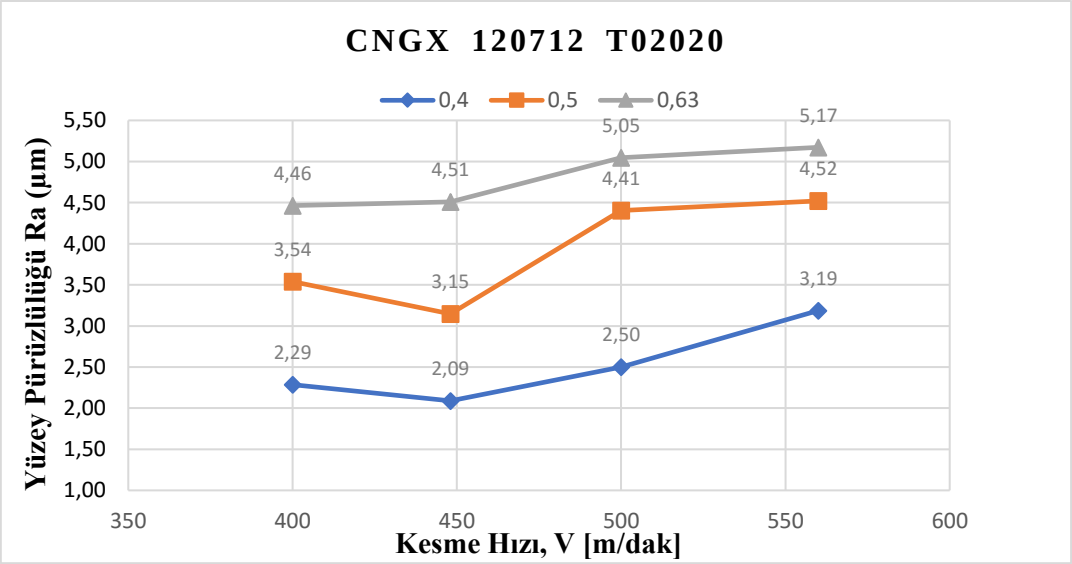
GG30 dökme demirlerden üretilen numuneler üzerinde iki farklı takım ile yapılan talaş kaldırma deneyleri sonucunda elde edilen yüzey pürüzlülüğü Çizelge 2'de verilmiştir.

Çizelge 2. GG30 dökme demir malzemenin iki farklı takım ile işlenmesi esnasında oluşan yüzey pürüzlülüğü.

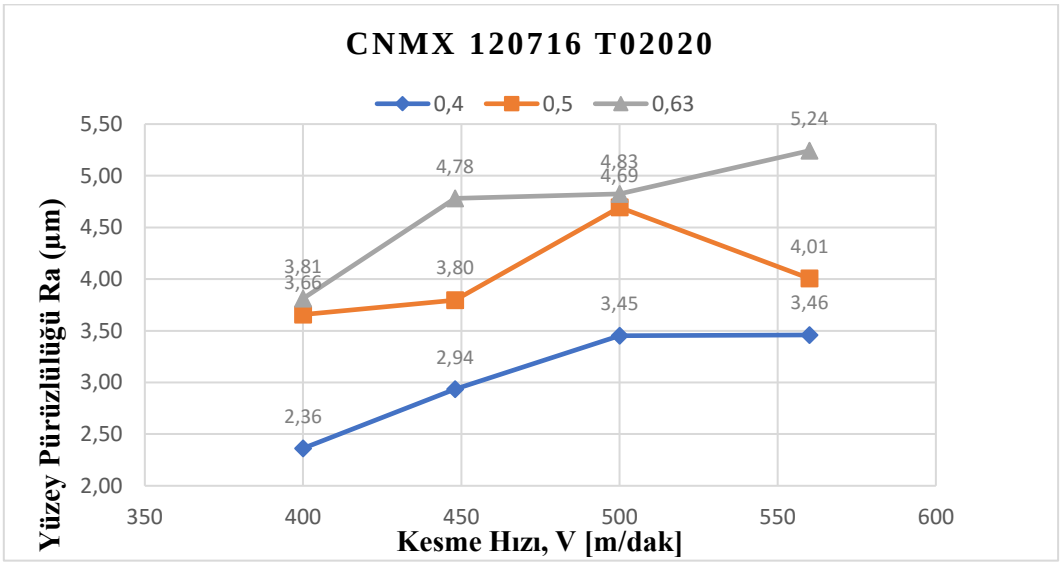
Deney No	Kesme Hızı V (m/dak)	İlerleme Miktarı f (mm/dev)	Yüzey Pürüzlülüğü (µm)
1 CNGX 120712	400	0,4	2,29
2 CNGX 120712	448		2,09
3 CNGX 120712	500		2,50
4 CNGX 120712	560		3,19
5 CNGX 120712	400	0,5	3,54
6 CNGX 120712	448		3,15
7 CNGX 120712	500		4,41
8 CNGX 120712	560		4,52
9 CNGX 120712	400	0,63	4,46
10 CNGX 120712	448		4,51
11 CNGX 120712	500		5,05
12 CNGX 120712	560		5,17
13 CNMX 120716	400	0,4	2,36
14 CNMX 120716	448		2,94
15 CNMX 120716	500		3,45
16 CNMX 120716	560		3,46
17 CNMX 120716	400	0,5	3,66

18 CNMX 120716	448		3,80
19 CNMX 120716	500		4,69
20 CNMX 120716	560		4,01
21 CNMX 120716	400	0,63	3,81
22 CNMX 120716	448		4,78
23 CNMX 120716	500		4,83
24 CNMX 120716	560		5,24

Çizelge 2'te verilen çıktılar doğrultusunda kesme hızı ve ilerleme miktarına göre yüzey pürüzlülüğünün değişimi Şekil 1 ve Şekil 2'de verilmiştir.



Şekil 1. CNGX 120712 takımlarda kesme hızı ve ilerleme miktarına bağlı olarak yüzey pürüzlülüğünün değişimi



Şekil 2. CNMX 120716 takımlarda kesme hızı ve ilerleme miktarına bağlı olarak yüzey pürüzlülüğünün değişimi

Talaşlı imalat uygulamalarında işlenebilirliğin diğer önemli bir ölçütü yüzey kalitesidir. Yüzey pürüzlülüğü birbirinden bağımsız şartlar altında değerlendirilmektedir [12]. Yüzey pürüzlülüğünün; öncelikli olarak

kesme hızına, ilerlemeye, talaş derinliğine ve takım aşınmasına bağlı olarak değişebileceği bilinmektedir. Kesme hızının artması ile yüzey pürüzlülüğü iyileşmesinin, yüksek hızlarda artan sıcaklıktan kaynaklandığı ileri sürülmüştür [12-13]. Kesme hızındaki artışa bağlı olarak, yüzey pürüzlülüğündeki iyileşme, beklenen bir özellik olup yüzey pürüzlülüğünü iyileştirmek için kesme hızının arttırılması, literatürde önerilen en yaygın yöntemdir [10-13].

Şekil 1 ve Şekil 2'deki grafikler incelendiğinde artan kesme hızlarının ve artan ilerleme miktarlarının yüzey pürüzlülüğünü artırdığı görülmektedir. İlerleme miktarlarının artmasıyla yüzey pürüzlülüğünün artması talaşlı imalatta beklenen bir durumdur. Fakat Şekil 1 ve 2'ye bakıldığında artan kesme hızlarında yüzey pürüzlülüğünün artığı gözlenmiştir. Bunun nedeni kesici takımdaki aşınmadan kaynaklandığı sanılmaktadır.

Kesici takımlara bakıldığında da ise CNGX 120712 takımlarla elde edilen esas yüzey pürüzlülüğü ile CNMX 120716 takımlar ile elde edilen yüzey pürüzlülüğü arasında büyük farklar olmadığı sonucuna ulaşılmıştır.

4. Sonuçlar

GG30 dökme demirin farklı kesme parametreleriyle tornalanması işleminden sonra, deney numunelerinde yapılan ölçümlerin sonucunda yüzey pürüzlülükleri ile ilgili aşağıda belirtilen sonuçlara varılmıştır.

- Artan ilerleme ve kesme hızı ile yüzey pürüzlülük değerinin artığı gözlenmiştir. Tüm deneylerde pürüzlülük değeri, 0,63 mm/rev ilerleme değerinde en yüksek olduğu görülmüştür.
- İlerlemenin yüzey pürüzlülüğüne etkisinin kesme hızından daha etkili olduğu tespit edilmiştir.
- İlerleme hızı ile yüzey pürüzlülüğü arasında doğru orantılı bir ilişki vardır. İlerlemenin artmasıyla yüzey pürüzlülüğü de artış göstermektedir.
- İki farklı takım geometrisi için yüzey pürüzlülüğünde belirgin bir farklılık gözlemlenmemiştir.
- İlerlemenin yüzey pürüzlülüğüne etkisinin kesme hızından daha etkili olduğu tespit edilmiştir.

Teşekkür

Bu çalışma Gazi Üniversitesi BAP birimi tarafından 07/2016-14 kodlu proje ile destelenmiştir. Desteklerinden dolayı Gazi Üniversitesi Bilimsel Araştırmalar Projeler birimine teşekkür ederiz.

Kaynaklar

[1] Akkurt, M., "Talaş Kaldırma Yöntemleri ve Takım Tezgahları", Birsen Yayınevi, İstanbul, 8-107 (1992).
[2] Groover, M. P., "Fundamentals of modern manufacturing: materials processes, and systems", John Wiley & Sons, (2007).
[3] Mavi, A., Korkut, İ., "Vermiküler grafitli dökme demirlerin işlenmesinde kesme parametrelerinin kesme kuvvetleri ve yüzey pürüzlülüğüne etkisinin regresyon analizi ile modellenmesi", Politeknik Dergisi, 13(4), (2010).
[4] Aşkun, Y., Hasirci, H., Şeker, U., "Ni ve Cu Ile Alaşımlandırılmış Küresel Grafitli Dökme Demirlerin İşlenebilirliğinin Kesme Kuvvetleri ve Yüzey Kaliteleri Açısından Değerlendirilmesi" Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi, 9(2), 191-199, (2003).
[5] Karabulut, Ş., Güllü, A., "Farklı yanaşma açıları ile vermiküler grafitli dökme demirin frezelenmesinde kesme kuvvetlerinin araştırılması ve analitik modellenmesi" Gazi Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi, 28(1), (2013).
[6] Şeker, U., Ciftci, I., & Hasirci, H., "The effect of alloying elements on surface roughness and cutting forces during machining of ductile iron" Materials & design, 24(1), 47-51, (2003).
[7] Cakir, M. C., Bayram, A., Isik, Y., & Salar, B., "The effects of austempering temperature and time onto the machinability of austempered ductile iron", Materials Science and Engineering: A, 407(1), 147-153, (2005).

[8] Riposan, I., Chisamera, M., & Sofroni, L., "Contribution to the study of some technological and applicational properties of compacted graphite cast iron", Transactions of the American Foundrymen's Society,, 93, 35-47, (1985).
[9] Moncada, O. J., Spicacci, R. H., & Sikora, J., "Machinability of austempered ductile iron", In One Hundred Second Annual Meeting of the American Foundrymen's Society (pp. 39-45), (1998).
[10] Rech, J., & Moisan, A., "Surface integrity in finish hard turning of case-hardened steels", International Journal of Machine Tools and Manufacture, 43(5), 543-550, (2003).
[11] Dawson, S., & Schroeder, T., "Practical applications for compacted graphite iron", AFS Transactions, 47(5), 1-9, (2004).
[12] Filho, A. W., de Souza, B. V., & dos Santos, C. A., "The Influence of Austempering Conditions on the Machinability of a Ductile Iron", Materials and Manufacturing Processes, 31(14), 1836-1843, (2016).
[13] Paul Degarmo, Black, E., Ronaldo, A.K., "Material and Process in Manufacturing", Prentice Hall İnternational Inc. (1997).

INVESTIGATION OF MACHINABILITY OF HARDFACING WELDING APPLIED ON DIN 1.2344 TOOL STEEL

DIN 1.2344 TAKIM ÇELİĞİNE UYGULANAN SERT DOLGU KAYNAĞININ İŞLENEBİLİRLİĞİNİN İNCELENMESİ

Mustafa Günay[a,*], İbrahim Özbey[a], M. Erdi Korkmaz[a], Gültekin Uzun[b]
[a,*]Karabük Üniversitesi, Karabük, Türkiye, E-posta:mgunay@karabuk.edu.tr
[b]Gazi Üniversitesi, Ankara, Türkiye, E-posta:uzun.gultekin@gazi.edu.tr

Özet

Dolgu kaynağı, yeni ve aşınma dayanımı düşük olan makina parçalarının hızlı aşınmasını önlemek veya aşınan parçaları orijinal boyutlarına getirmek amacıyla uygulanan bir imalat yöntemidir. Lokomotif tekerleği, krank milleri, karıştırıcılar, kırıcı çeneler, iş makinesi parçaları, hadde silindirleri, makaslama bıçakları, kesme kalıpları ve hacim kalıpları gibi birçok endüstriyel uygulamalarda kullanılmaktadır. Bu çalışmada, elektrik ark kaynağı ile dolgu kaynağı uygulanan DIN 1.2344 sıcak iş takım çeliğinin simetrik yüzey frezeleme yöntemiyle işlenebilirliği araştırılmıştır. Deneyler, sabit kesme derinliği (0,4 mm), üç farklı kesme hızı ve ilerleme miktarında CVD yöntemiyle kaplanmış sementit karbür kesici takım kullanılarak yapılmıştır. Makaslama bıçağı olarak kullanılan parçanın frezelenmesi sırasında oluşan bileşke kesme kuvveti (F_R) ve yüzey pürüzlülüğü (Ra) ölçülmüş olup, sonuçlar deneysel ve istatistiksel olarak değerlendirilmiştir. Bileşke kesme kuvveti ve yüzey pürüzlülüğü üzerinde en etkili parametrenin ilerleme miktarı olduğu tespit edilmiştir.

Anahtar kelimeler: DIN 1.2344, Dolgu kaynağı, Frezeleme, Kesme kuvveti, Yüzey pürüzlülüğü

1. Giriş

Makina elemanları, tarım makinalarının toprakla temas eden yüzeyleri, toprak hafriyat makinelerinin ağızları, makas bıçakları, değirmen kırıcıları, sürtünerek çalışan diskleri sert yüzeylerden meydana gelirler. Bu yüzeyler termal ve mekanik etkiler sonucunda zamanla aşınmaya maruz kalırlar. Aşınan, çatlayan veya kırılan makina parçalarını yeniden almak veya yaptırmak bazen mümkün olmadığı gibi ekonomik de değildir [1]. Günümüz endüstriyel uygulamalarında, koruyucu dolgu yöntemi ile makine parçalarının etkin kullanım sürelerini orijinal ömrüne göre birkaç kat artırmak ve böylece önemli miktarda ekonomik kazanç sağlanmak mümkündür [2,3]. Sert dolgu kaynağı, modern mühendislik alanlarında önemi sürekli artan bir imalat sürecidir. Aşınma, korozyon ve diğer biçimde yüzey bozulmalarının yaşandığı durumlarda, sert dolgu kaynakları metalik parçaların ekonomik şekilde yenilenmesine imkan vermektedir. Bu süreçte, sert dolgu metalinin nitelikleri ve kalitesi, her şeyden önce sert dolgu alaşımına ve sonrasında ana metal bileşimi, kullanılan kaynak süreç ve yönetimi, dolgu uygulanan tabaka sayısı ve diğer kaynak karakteristiklerine bağlıdır [4]. Özellikle, dolgu kaynağı metalinin karbon eşdeğerliğinin bilinmesi, kaynak işlemi öncesinde ön tavlamaya gerekliliğin sorgulanması açısından önemlidir. Bu bağlamda, sert dolgu kaynağı uygulanarak yenilenmiş makine parçasının mekanik özelliklerinin istenilen seviyede elde edilmesi için Uluslararası Kaynak Enstitüsü (IIW)'nün IX numaralı Kaynak Kabiliyeti Komisyonunun kabul ettiği Ceş = C + Mn/6 + Cr/5 + Mo/5 + V/5 + Ni/15 + Cu/15 eşitliğine göre karbon eşdeğerliği hesaplanmalıdır [5]. Tozaltı ve gazaltı ark kaynağı yöntemleri ile daha hızlı dolgu yapılmasına rağmen, bu sektörde en yaygın kullanılan yöntem elektrik ark kaynağıdır. Bu yöntem, düşük donanım maliyeti ve birçok işe yatkınlığı sebebi ile yaygın olarak kullanılmaktadır [6].

Dolgu kaynağı, lokomotif tekerleği, krank milleri, karıştırıcılar, kırıcı çeneler, iş makinesi parçaları, hadde silindirleri, kesme kalıpları ve hacim kalıpları gibi birçok endüstriyel uygulamalarda yaygın olarak kullanılmaktadır. Genellikle takım çeliklerinden imal edilen makaslama bıçakları, zımbalar ve kesme kalıpları gibi keskinlik dışında boyutsal ölçülerin korunmasının önemli olduğu yerlerde sert dolgu kaynağı

uygulamaları vazgeçilmez bir araçtır. Çatlayan veya aşınan kalıpların onarımı, dökülen ya da aşınan kenarların yenilenmesi, kesici kenarların veya boşluk yüzeylerinin sert dolgu ile doldurulması, kalıpların işlenmesinde meydana gelen hataların düzeltilmesi için öncelikle kaynakla doldurma işlemi uygulanmaktadır [7-9]. Kaynaklı bölgenin sıcaklığı normal sıcaklık değerine ulaşmadan önce, talaşlı imalat işlemleri uygulanmamalıdır. Kaynak işleminin ardından, kaynaklı bölgenin sertliği ve kalitesi kontrol edilmelidir. Bu kontroller sırasında uygulanacak olan muayene yöntemleri, parçaya zarar vermeyecek şekilde seçilmelidir [10]. Kaynak işleminin amacı, parçayı tamir etmek ve daha dayanıklı hale getirmek olduğundan, kaynak dikişi ana metale göre daha kaliteli olmalıdır. Kaynak dikişinde istenilen geometriyi veya düz bir yüzey elde etmek için tornalama, taşlama, frezeleme, delme vb. talaşlı imalat işlemlerine gerek duyulmaktadır [11]. Talaşlı imalat işlemlerinde, iş parçasının istenilen boyut, tolerans ve yüzey kalitesinde üretilebilmesi için en uygun kesme şartlarının sağlanması gerekir. Bu süreçte; kesme kuvvetleri, yüzey kalitesi, kesici takım ömrü, talaş tipi, kesme sırasında harcanan enerji, kesme sıcaklığı gibi bağımlı değişkenler ile iş parçası malzemesi, takım malzemesi, kesme parametreleri (kesme derinliği, ilerleme miktarı, kesme hızı), takım geometrisi, takım tezgâhı ve kesme sıvısı gibi bağımsız değişkenler arasındaki ilişkiler iyi değerlendirilmelidir [12]. Yüksek aşınma direnci, yüksek tokluğa ve yüksek sertleşme kabiliyetine sahip olan takım çelikleri kalıplar, zımbalar, makas bıçakları, çapak alma takımları gibi kırılmaya maruz kalan elemanların imalatında yoğun olarak kullanılmaktadır. Bu malzemelerden imal edilen makine parçaları genellikle ısıl işleme tabi tutulmakta olup, ısıl işlemlerden sonra parça geometrisine bağlı olarak bir miktar çarpılmaya maruz kalırlar. Parçalar, bu durum dikkate alınarak gerçek boyutsal ölçülerinden bir miktar büyük olacak şekilde üretilmektedir [13]. Isıl işlemden sonra çoğu kez taşlama ve diğer talaşlı imalat işlemlerine tabi tutulurlar. Taşlama işleminin birçok geometriye uygulanmasındaki sınırlamalar ve gelişen takım teknolojisi sayesinde sertleştirilmiş çeliklere frezeleme, tornalama vb. talaşlı imalat işlemleri uygulanabilmektedir. Bu imalat yöntemlerinde, birçok kesme şartına uygun geometrilerde kaplamalı veya kaplamasız karbür kesici takımlar oldukça yaygın kullanılmaktadır [14,15].

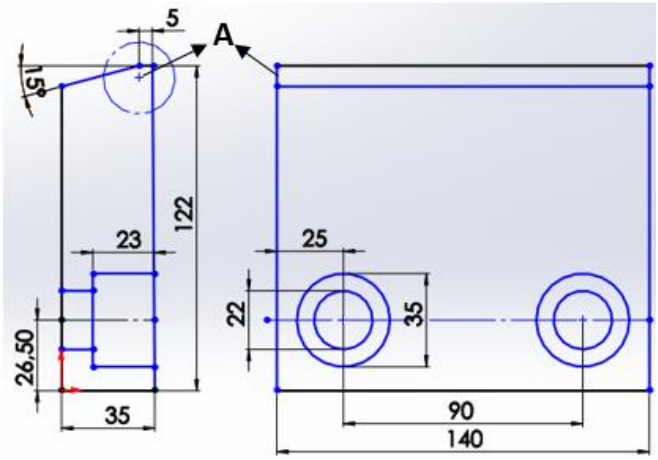
Literatür incelendiğinde, sert dolgu kaynağı uygulanmış çeliklerin frezelenmesi üzerine çok fazla çalışmanın yapılmadığı görülmektedir. Mansori ve diğerleri 56NiCrMoV7 çeliği üzerine yarı otomatik MIG kaynağı kullanarak Hastelloy C tipi malzeme biriktirerek, kaynak dolgusu üzerinde frezeleme deneyleri yapmışlardır. Yüksek kesme hızından dolayı iki katmanlı (TiAlN ve MoS_2) kaplamaya sahip sementit karbür takımın yan yüzeylerinde aşınmaların ve bunun sonucunda talaşların kesici kenara yapıştığını belirtmişlerdir. Bu bağlamda, takım performansının iyileştirilmesi için soğutma sıvısı kullanılması ve kesme şartlarının optimize edilmesi gerektiğini vurgulamışlardır [16]. Bir diğer çalışmada, MIG kaynağı ile sert dolgu yapılan sıcak iş takım çeliklerinin frezeleme yöntemi ile işlenebilirliği incelenmiş olup, deneylerde TiAlN kaplamalı sementit karbür kesici uçlar kullanılmıştır. Araştırmacılar, kesme hızının artmasıyla birlikte kesme kuvvetlerinin yükseldiği, ancak yüzey pürüzlülük değerlerinin azaldığını belirtmişlerdir [17]. Preciado ve Bohorquez, AISI P20 ve VP50IM çeliklerinden üretilen plastik enjeksiyon kalıplarına TIG yöntemi ile dolgu kaynağı uygulamışlardır. Kalıp yüzeylerinin işlendikten sonra farklı sertlik ve homojenliğe sahip olduğunu tespit etmişlerdir. Bu durumun, dolgu teli kimyasal bileşimi ve alaşım elementlerine bağlı olduğunu belirtmişlerdir [18]. Bu çalışmada, DIN 1.2344 sıcak iş takım çeliğinden imal edilen kesme bıçaklarına uygulanan sert dolgu kaynağı sonucunda oluşan malzemenin işlenebilirliği simetrik frezeleme yöntemi kullanılarak incelenmiştir.

2. Materyal ve Yöntem

Deneylerde, iş parçası malzemesi olarak DIN 1.2344 sıcak iş takım çeliğinden imal edilen kesme bıçakları kullanılmıştır. Deneylerde kullanılan malzemenin kimyasal bileşimi Tablo XX de verilmiştir. İş parçasının imalat resmi Şekil 1'de verilmiş olup, parçanın aşınmış olan kesici kenar (A) olarak kullanılan bölümüne kenar boyunca elektrik ark kaynağı yöntemi ile sert dolgu kaynağı uygulanmıştır. Kaynak sonrası mukavemetin artırılması amacıyla yüzey boyunca kaynak ağzı açılmıştır.

Kaynak işlemi öncesinde malzemenin kimyasal bileşimi ve karbon eşdeğerliği dikkate alınarak elektrod türü belirlenmiş ve Castolin A.Ş.'den temin edilmiştir. Firma tarafından önerilen sert dolgu kaynağı elektrodu (Castolin-6804XHD) 2,5 mm çapında olup, doğu kaynağı öncesinde iş parçası 400 °C'de tavlanmış ve

kaynak ağzı açılan kısım 3 paso uygulanarak doldurulmuştur. Kaynak sonrasında malzemenin sertliği beş farklı noktadan ölçülmüş olup, işparçasının sertliği 48±1 HRC olarak tespit edilmiştir. Kesme bıçağının sert dolgu kaynağı yapılmış bölgesine frezeleme işlemi uygulanarak ölçülerine getirilmiştir. Frezeleme işlemleri, 5,5 kW gücüne sahip CNC dik işleme merkezinde kuru kesme şartında yapılmıştır. Deneylerde, Sandvik Coromant ürünü CVD yöntemi ile TiAlN kaplanmış sementit karbür kesici uçlar (GC4230-490R-08T308M-PM) kullanılmıştır. Kesici takımların bağlanmasında silindirik saplı 90° yanaşma açısına sahip CoroMill 490-032A25-08L kodlu takım tutucu kullanılmıştır. Frezeleme deneylerinde, sabit kesme derinliği (0,4 mm) kullanılmış olup, kesici takım firması önerileri ve literatür incelemeleri doğrultusunda üç farklı kesme hızı (75, 100 ve 125 m/dak) ve üç farklı ilerleme miktarı (0,1, 0,15 ve 0,2 mm/dev) seçilmiştir.



Şekil 1. İş parçasının imalat resmi

Kesme kuvveti ölçümleri Kistler 9257B tipi dinamometre ve ekipmanları kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Kaynaklı bölgesinin işlenmesinde simetrik yüzey frezeleme yöntemi uygulanmıştır. Yüzey frezeleme sırasında oluşan anlık kesme kuvveti bileşenleri ilerleme yönünde oluşan Fx, ilerlemenin normali doğrultusunda Fy ve dikey doğrultuda oluşan Fz dir. Elde edilen kesme kuvveti bileşenleri kullanılarak bileşke kesme kuvveti (F_R) hesaplanmış (Eş.1) olup, kesme parametrelerinin etkisi bileşke kuvvete göre yapılmıştır.

$$F_R = \sqrt{Fx^2 + Fy^2 + Fz^2} \quad (1)$$

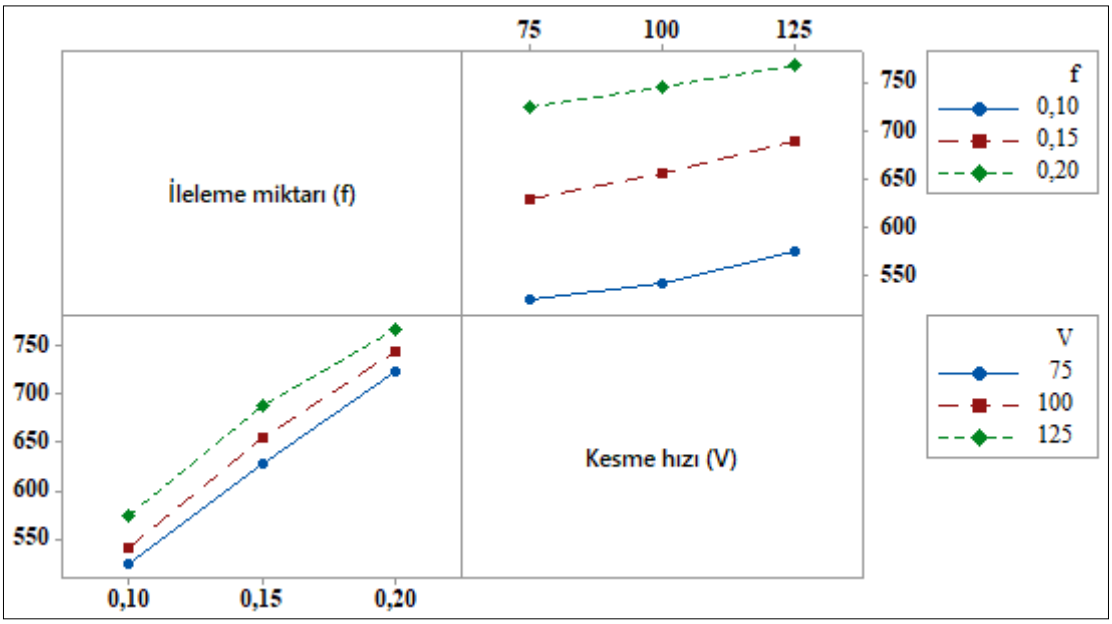
Frezelenmiş yüzeylerin kalitesi ortalama yüzey pürüzlülüğü (Ra) dikkate alınarak yapılmış olup, pürüzlülük ölçümünde MAHR Perthometer M1 cihazı kullanılmıştır. Her bir deney sonrasında yapılan üç pürüzlülük ölçüm değerinin aritmetik ortalaması alınarak değerlendirmeler yapılmıştır.

3. Deneysel Sonuçların Analizi

Sert dolgu kaynağı uygulanmış makaslama/kesme bıçağı yüzeyinin frezelenmesinde oluşan kesme kuvveti bileşenleri kullanılarak hesaplanan F_R değerlerinin kesme parametrelerine göre değişimleri Şekil 2'de gösterilmiştir.

Şekil 2 incelendiğinde, ilerleme miktarının artmasıyla birlikte bileşke kuvvetin arttığı görülmektedir. Bu sonuç, ilerleme miktarının artmasıyla beraber talaş kesitinin artmasına bağlı olarak meydana gelen talaş oluşumuna atıf edilmektedir. Diğer yandan, kesme hızının artmasıyla birlikte kesme bölgesinde oluşan sıcaklığın artması ve malzeme kayma dayanımının azalması nedeniyle kesme kuvvetlerinin azaldığı bilinmektedir [19]. Ancak, sert dolgu kaynağı yapılan bu malzemenin işlenmesinde kesme hızının artmasına bağlı olarak bileşke kuvvetin bir miktar arttığı belirlenmiştir. Bu sonucun, frezeleme işleminin doğası gereği kesintili talaş kaldırma işlemi olması ve bunun sonucunda malzemenin yumuşaması için yeterli düzeyde ısı oluşmamasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Sert dolgu kaynağı uygulanmış DIN 1.2344 çeliğinin

frezelenmesinde, en düşük kesme kuvveti değeri ilerleme miktarı ve kesme hızının en küçük olduğu deney sonrasında elde edilmiştir.

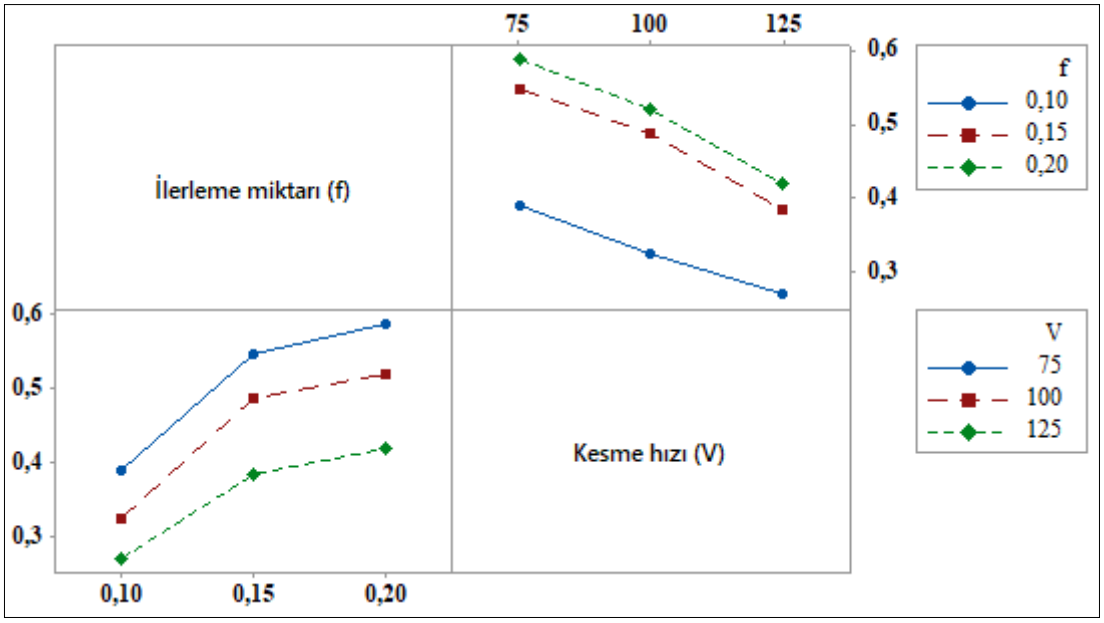


Şekil 2. Bileşke kesme kuvvetinin kesme parametrelerine göre değişimi

Frezeleme işleminde, kesme parametrelerinin bileşke kesme kuvveti üzerindeki etkilerini belirlemek için %95 güven düzeyinde varyans analizi (ANOVA) yapılmıştır (Çizelge 1). Burada, her bir değişkenin serbestlik derecesi (SD), kareler toplamı (KT), kareler ortalaması (KO), F değerleri ve yüzde katkı oranları (PCR) görülmektedir. ANOVA tablosunda verilen PCR değerleri, parametrelerin F_R üzerindeki etki seviyelerini göstermektedir. Çizelge 1'de verilen ANOVA sonuçlarına göre, F_R üzerinde en önemli parametre %93,57 PCR ile ilerleme miktarıdır. Ayrıca, kesme hızı (V)'nin bileşke kuvvet üzerinde %6,28 PCR'lik bir etkiye sahip olduğu belirlenmiştir. Buna göre, istatistiksel analiz sonuçlarının deneysel çalışmadan elde edilen sonuçları doğrular nitelikte olduğu görülmektedir.

Çizelge 1. Bileşke kuvvet için ANOVA sonuçları.

Faktör	**SD**	**KT**	**KO**	**F**	**%PCR**
İlerleme miktarı (f)	2	60382,1	30191,0	1245,65	93,57
Kesme hızı (V)	2	4050,3	2025,1	83,55	6,28
Hata	4	96,9	24,20		0,15
Toplam	8	64529,3			100



Şekil 3. Yüzey pürüzlülüğünün kesme parametrelerine göre değişimi

Yüzey pürüzlülüğünün ilerleme miktarındaki artışla birlikte arttığı görülmektedir (Şekil 3). İlerleme miktarındaki artışın Ra değerlerini artırması beklenen bir sonuç olup, bunun esas nedeni teorik yüzey pürüzlülüğü denklemi ($Ra=0,321f^2/8r$) gereği ilerleme ile yüzey pürüzlülüğü arasında doğrusal ilişkinin olmasıdır. Diğer yandan, frezeleme işleminde kesme kuvvetlerinin takım dönüş yönü ve ilerleme yönüne bağlı olarak değişkenlik göstermesi yüzey pürüzlülük değerlerini olumsuz etkilemektedir. Kesme kuvvetlerindeki dalgalanmaların muhtemelen titreşimleri artırdığı [20] ve böylece yüzey kalitesinin kötüleştiği düşünülmektedir. Ayrıca, kesme hızının artmasıyla birlikte yüzey pürüzlülük değerlerinin oransal olarak azaldığı tespit edilmiştir. DIN 1.2344 çeliğinin frezelenmesinde, en düşük yüzey pürüzlülük değeri en düşük ilerleme miktarı ve en yüksek kesme hızının olduğu deney sonrasında elde edilmiştir.

Sert dolgu kaynağı uygulanan sıcak iş takım çeliğinin frezelenmesinde, kesme parametrelerinin ortalama yüzey pürüzlülüğü üzerindeki etkilerini belirlemek amacıyla varyans analizi (ANOVA) yapılmıştır (Çizelge 2). Çizelge 2'de verilen ANOVA sonuçlarına göre, Ra üzerinde en önemli parametrenin %61,20 PCR ile ilerleme miktarı olduğu görülmektedir. Deneysel sonuçların analizinde kesme hızının yüzey pürüzlülüğü üzerinde olumlu bir etkisinin olduğu, ANOVA sonucuna göre bu etkinin %37,66 PCR'lik bir oranda olduğu belirlenmiştir.

Çizelge 2. Yüzey pürüzlülüğü için ANOVA sonuçları.

Faktör	**SD**	**KT**	**KO**	**F**	**%PCR**
İlerleme miktarı (f)	2	0,05503	0,027518	107,53	61,20
Kesme hızı (V)	2	0,03387	0,016935	66,18	37,66
Hata	4	0,001024	0,00		1,14
Toplam	8	0,089929			100

4. Sonuç Ve Öneriler

Sert dolgu kaynağı uygulanan DIN 1.2344 çeliğinin CVD kaplamalı karbür kesici uçlar ile frezelenmesinde elde edilen sonuçlar aşağıda özetlenmiştir.

- Bileşke kesme kuvveti ve yüzey pürüzlülüğü üzerinde en etkili kesme parametresinin ilerleme miktarı olduğu tespit edilmiştir. En düşük F_R ve Ra değerleri ilerlemenin en küçük olduğu değerde yapılan deney sonucunda ölçülmüştür.
- Kesme hızı, kesme kuvvetlerinin az da olsa artmasına neden olurken, yüzey pürüzlülüğü üzerinde pozitif bir katkı sağlamıştır. Bu sonuç, büyük oranda frezeleme işleminin doğası gereği kesintili talaş kaldırma işlemi olmasına atıf edilmiştir.
- Dolgu kaynağı üzerinde yapılacak frezeleme deneyleri ile kesici takım performansının değerlendirilmesi ilgili sektör firmalarına önemli katkılar sağlayacaktır.

Teşekkür

Bu çalışma Karabük Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri (KBÜBAP) birimi tarafından KBÜ-BAP-16/1-YL-173 nolu proje tarafından desteklenmiştir. Katkılarından dolayı KBÜBAP'a teşekkür ederiz.

Kaynaklar

[1] Oğuz, B., "Aşınma Sorunları ve Dolgu Kaynakları", Oerlikon Yayınları, İstanbul, (1993).
[2] Esab AB., "Repair and Maintenance Welding Handbook", Second Edition, Sweden, pp.3-115, (2012)
[3] Yılmaz, R., Gedikli, M., Barlas, Z., "Hardox 400 çeliğinin sert dolgu kaynağında paso sayısının sertliğe, aşınmaya ve mikroyapıya etkisi", Teknoloji, 8 (1), 57-64, (2005).
[4] Cavcar, M. M., "Sert Dolgu Malzemelerine Genel Bir Bakış", Oerlikon Yayınları, İstanbul, (2004).
[5] Kurt, A., Avcıoğlu, E., "Karbon eşdeğerliği yüksek çeliklerin kaynağında ön tav sıcaklığının kaynak metali morfolojisine etkisi", Makine Teknolojileri Elektronik Dergisi, 2, 1-6, (2004).
[6] Selvi, S., Sankaran, S. P., Srivatsavan, R., "Comparative study of hardfacing of valve seat ring using MMAW process", Journal of Materials Processing Technology, 207, 356–362 (2008).
[7] Özsaraç, U., Raylı Taşitlarda Teker Bandaji-Ray Sisteminde Dolgu Kaynağı Ve Sabo Parçaların Aşınma Ve Yorulma Davranışlarının İncelenmesi", Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Sakarya, (2005).
[8] Hıdıroğlu, M., "Aşınan Makine Parçalarına Uygulanan Sert Dolgu Kaynağının Aşınma Özelliklerinin Araştırılması", Yüksek Lisans Tezi, Karabük Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Karabük, (2012).
[9] Suarez, A., Suarez, A.M., Preciado, W.T., "Arc welding procedures on steels for molds and dies", Procedia Engineering, 100, 584-591, (2015).
[10] Lazic, V., Sedmak, A., Milosavljevic, D., Nikolic, I., Aleksandrovic, S., Nikolic, R., Mutavdzic, M., "Theoretical and experimental estimation of the working life of machine parts hard faced with austenite-manganese electrodes", Materials and Technology, 46 (5), 547–554, (2012).
[11] Kang, A.S., Cheema, G.S., Singla, S., "Wear behavior of hardfacings on rotary tiller blades", Procedia Engineering, 97, 1442-1451, (2014).
[12] DeGarmo E.P., Black, J.T., Kohser R.A., "Materials and Processes in Manufacturing", Prentice-Hall Inc., New Jersey, 533-600, (2013).
[13] Şirin, E., Turgut, Y., Korkut, İ., "Farklı Sertlikteki AISI D2 soğuk iş takım çeliğinin frezeleme işleminde kesme parametrelerinin yüzey pürüzlülüğü ve takım aşınmasına etkisi, Politeknik Dergisi, 15 (1), 9-14, (2012).
[14] Vivancos, J., Luis, C. J., Costa, L., Ortiz, J. A., "Optimal machining parameters selection in high speed milling of hardened steels for injection moulds", Journal of Materials Processing Technology, 155-156, 1505-1512, (2004).
[15] Benghersallah, M., Boulanouar, L., Le Coz, G., Devillez, A., Dudzinski, D., "Machinability of stellite 6 hardfacing", EPJ Web of Conferences 6, (2010).
[16] Mansori, M., Nouari, M., "Dry machinability of nickel-based weld-hardfacing layers for hot tooling", International Journal of Machine Tools & Manufacture, 47, 1715-1727, (2007).
[17] Uzun G., Turgut, Y., "DIN 1.2344 ve DIN 1.2379 Takım çeliklerine uygulanan dolgu kaynaklarının frezelenmesinde kesme parametrelerinin incelenmesi", 4. International Conference Welding Technologies and Exhibition, Gaziantep, (2016).

[18] Preciado, W.T., Bohorquez, C.E.N., "Repair welding of polymer injection molds manufactured in AISI P20 and VP50IM steels", Journal of Materials Processing Technology, 179 (1-3), 244-250, (2006).
[19] Gunay, M., Kacal, A. and Turgut Y, Optimization of machining parameters in milling of Ti-6Al-4V alloy using Taguchi method, e-Journal of New World Sciences Academy Engineering Sciences, 6 (1), 428-440, (2011).
[20] Yılmaz, V., Dilipak, H., Sarıkaya, M., Yılmaz, C.Y., Özdemir, M., "Frezeleme işlemlerinde kesme kuvveti, titreşim ve yüzey pürüzlülüğü sonuçlarının modellenmesi", Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 30(4), 220-226, (2014).

AISI420 ÇELİĞİNİN TORNALANMASINDA KESME KUVVETLERİNİN SONLU ELEMANLAR YÖNTEMİ İLE ANALİZİ

FINITE ELEMENT ANALYSIS OF CUTTING FORCES IN TURNING OF AISI420 STEEL

Mehmet Erdi Korkmaz[a], Mustafa Günay[b]
[a] Karabük Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Karabük, Türkiye, E-posta: merdikorkmaz@karabuk.edu.tr
[b] Karabük Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Karabük, Türkiye, E-posta: mgunay@karabuk.edu.tr

Özet

AISI 420 martenzitik paslanmaz çelik genellikle makine endüstrisinde, petrol ve kimya endüstrilerinde, gıda ve gıda üretim tesislerinde, dekorasyonlarda, ulaşımda, şaftlarda, pistonlarda ve valflerde sıklıkla kullanılmakta olup, ortalama korozyon direncine ve ısıl işlem sonrası yüksek sertliğe sahiptir. Bu çalışmada, AISI420 martenzitik paslanmaz çelik malzeme üzerinde yapılan tornalama deneyleri ve sonlu elemanlar yöntemine dayalı olarak elde edilen kesme kuvvetleri karşılaştırılmıştır. Deneyler ve kesme simülasyonlarında kesme derinliği sabit olup, ilerleme miktarı ve kesme hızının dört farklı seviyeleri kullanılmıştır. Deney sonuçlarından elde edilen Fc değerleri, DEFORM 3D paket programındaki analizlerden elde edilen Fc değerleriyle karşılaştırılmıştır. Deneysel ve simülasyon sonuçları arasında ortalama %10,76'lık bir fark olduğu tespit edilmiştir. Böylece, tornalama işleminde oluşan esas kesme kuvvetlerinin sonlu elemanlar yöntemine dayalı kesme simülasyonları ile tahmin edilebileceği kanıtlanmıştır.

Anahtar kelimeler: Tornalama, AISI 420, Esas Kesme Kuvveti, Sonlu Elemanlar Yöntemi

Abstract

AISI 420 martensitic stainless steel is commonly used in the machinery industry, petroleum and chemical industries, food and food manufacturing plants, decorations, transportation, shaft, pistons and valves and has high corrosion resistance and high hardness after heat treatment. In this study, the cutting forces obtained from experiments and simulations based on finite element method were compared during turning of the AISI420 martensitic stainless steel material. In experiments and cutting simulations, the cutting depth is fixed and four different levels of feed rate and cutting speed are used. The Fc values were analyzed in the DEFORM 3D package program. The deviation between experimental and simulation results were found as 10.76. Thus, it was proved that the main cutting forces occurred in the turning process can be estimated by cutting simulations based on the finite element method.

Keywords: Turning, AISI 420, Main Cutting Force, Finite Elements Method

1. Giriş

İmalat mühendisliği genellikle, tornalama, delme, öğütme, öğütme gibi metal kesme işlemlerini içerir. Tornalama, bileşenleri istenilen şekil ve ebatlarda üretmek için sıklıkla kullanılan ana metal kesme işlemidir [1]. İstenilen korozyon direnci sağlamak için farklı mühendislik yapıları ve mekanik parçalar tamamen krom ve nikel içeren paslanmaz çeliklerden imal edilmektedir [2]. Paslanmaz çelikler, birincil süneklik, yüksek mukavemet, önemli pekleşme hızı ve nispeten düşük termal iletkenlik özelliklerinden dolayı kesilmesi zor malzemelerden biridir [3]. Bununla birlikte, metal kesme işleminde güç tüketimini en aza indirgemek için kesme kuvvetlerinin bilinmesi veya tahmin edilmesi önemli bir faktördür. Kesme hızı, kesme derinliği ve ilerleme miktarı gibi kesme parametrelerinin optimizasyonu ile kesme kuvvetinin düşürülmesi, metal kesme endüstrisinde doğrudan ve dolaylı olarak daha çevre dostu bir üretim sürecine neden olabilecek güç tüketimini düzenler [4].

Paslanmaz çeliklerin tornalanması ile ilgili önceki çalışmaların birçoğu, takım aşınması, yüzey pürüzlülüğü, iş parçası malzemesi ve kesici takımdaki sıcaklık dağılımı gibi işleme çıktıları üzerinde işlem parametrelerinin etkilerinin belirlenmesi üzerinedir [5-7]. AISI 410 martensitik paslanmaz çeliğin işlenebilirliği, talaş kök morfolojisi, kesme kuvvetleri ve yüzey pürüzlülüğü açısından kaplamalı WC ve CBN ile araştırılmıştır. Kesme kuvveti ve yüzey pürüzlülüğünün optimum değerleri TiC kaplamalı sementit karbür ile elde edilmiştir. Bazı üretim süreçlerinin çevresel performansını iyileştirmek için son günlerde çevre dostu imalat için yapılan bazı çalışmalar da yapılmıştır [8]. El-Tamimi ve El-Hossainy [9] AISI 420 çeliğinin farklı kesme parametreleri ile işlenmesinde karbür kesici takım performansını araştırmışlardır. İlerleme miktarının esas kesme kuvveti için en önemli parametre olduğu, kesme hızının ise kesme gücü tüketiminde en önemli parametre olduğu tespit etmişlerdir. Liew ve Ding [10], AISI 420 çeliğinin işlenmesinde, iş parçası malzemesinin sünekliğinin ve takım aşınmasının yüzey pürüzlülüğüne etkisi olduğunu vurgulamışlardır. Thamizhmanii ve Hasan [11], CBN ve PCBN kesici takımlarla sertleştirilmiş martensitik paslanmaz çeliklerin tornalanmasını araştırmışlardır. Malzemenin işlenebilirliği, pürüzlülük, takım aşınması, kesme kuvveti ve özgül kesme basıncına göre değerlendirmişlerdir. Kesme hızının artmasıyla kesme kuvvetlerinin azaldığını, ilerleme miktarının artmasıyla ise kesme kuvvetlerinin arttığını belirtmişlerdir.

Yüksek mukavemetli paslanmaz çeliklerin işlenmesi, havacılık ve otomobil endüstrisi gibi tüm imalat sektörlerinde önem kazanmaktadır. Malzemelerin işlenebilirliği iş parçası malzemesinin mekanik ve fiziksel özelliklerine bağlı olup, genellikle işlenmiş yüzeyin pürüzlülüğü, kesici takım ömrü ve kesme kuvvetlerine göre değerlendirilmektedir. İşleme deneylerinin yanı sıra, sonlu elemanlar yöntemi (FEM)'ne dayalı sayısal modelleme paslanmaz çelik işleme sürecinin analizinde kullanılmaktadır. Ezilarasan ve diğ. [12], 3D sonlu elemanlar modeli ve sementit karbür kesici takım kullanarak Nimonic C-263 süper alaşımının tornalanmasında deneysel doğrulamaya odaklanmıştır. Teğetsel kesme kuvveti ile takım ucundaki sıcaklık karşılaştırıldığında, simülasyon ve deneysel sonuçlar arasında% 6 sapma olduğunu belirlemiştir. Valiorgue ve diğ. [13] AISI 304L paslanmaz çeliklerin sert işlenmesinde kalıcı gerilmenin tahmini üzerine bir çalışma yapmışlardır. Deneylerin ve numerik analizlerin birleştirilerek yapıldığı karma bir yöntem uygulanmıştır. Numerik modelin geniş bir kesme hızı ve ilerleme aralığı için deney sonuçlarıyla karşılaştırıldığında güvenilir sonuçlar verdiğini ortaya koymuşlardır. Galanis ve ark. [14], AISI 316L paslanmaz çeliğin kesilmesi sırasında kesme kuvvetlerinin tahmininde sonlu elemanlar modellemesi üzerinde çalışmışlardır. Deneysel kesme kuvveti değerleri nümerik sonuçlar ile karşılaştırılmış ve sonlu elemanlar modellemesi ile işlerken kesme kuvvetlerinin iyi bir doğrulukla öngörülebileceği sonucuna varılmıştır. Koyee ve ark. [15] paslanmaz çeliklerin işlenmesinde simülasyon sırasında kesme parametrelerini tersinir analiz etmek için yeni bir yöntem araştırmışlardır. Deneysel ve nümerik modelleme sonuçları Taguchi yöntemine göre istatistiksel olarak analiz edilmiştir. Araştırmacılar, paslanmaz çeliklerin nümerik modelleme ile yapılan kesme simülasyonlarının, işleme parametrelerinin etkilerinin önem kazanması için endüstriye yardımcı olduğunu vurgulamışlardır.

Literatür araştırması, AISI 420 martensitik paslanmaz çeliklerin işlenmesinde kesme kuvveti için sonlu elemanlar modellemesi üzerine fazla çalışma olmadığını göstermiştir. Bu çalışmada kesme hızı, ilerleme hızı ve kesme derinliğine bağlı olarak paslanmaz çeliğin tornalanmasında kesme kuvvetlerini belirlemek için FE modellemesi yapılmıştır.

2. Materyal ve Yöntem

Bu çalışmanın amacı, AISI 420 martensitik paslanmaz çeliğin kaplamalı sementit karbür takım ile sonlu elemanlar yöntemi kullanılarak kesme kuvvetleri üzerindeki kesme parametrelerinin etkilerini araştırmaktır. Bu amaçla, Bouzid ve arkadaşlarının deneysel çalışmalarında kullandığı kesme parametreleri [3] esas alınarak DEFORM 3D yazılımında sonlu elemanlar yöntemine dayalı kesme simülasyonları yapılmıştır. Kesme simülasyonları, sabit kesme derinliği ile ilerleme miktarı ve kesme hızının üç farklı seviye kullanılarak gerçekleştirilmiştir.

2.1. İş Parçası Malzemesi

İş parçası malzemesinin kimyasal bileşimi: % 0.15 C,% 1.0 Si,% 1.0 Mn,% 13 Cr,% 0.04 P,% 0.03 S ve kalan Fe şeklindedir. İş parçası sertliği yaklaşık 180 HB'dir [3]. İşleme simülasyonları için yaygın olarak kullanılan [16] Johnson-Cook malzeme modeli Eşitlik 1'de verilmektedir. Malzeme modeli ağırlıklı olarak yüksek gerilme oranı metallerinde deformasyon davranışı için uygundur. Genellikle plastik deformasyon süreçlerinin adyabatik geçici dinamik analizinde kullanılmaktadır. Bu modele göre sertleşme, akma gerilmesinin σ^0 olarak kabul edildiği belirli bir izotropik sertleşme türüdür [17]:

$$\sigma^0 = (A + B(\varepsilon^p)^n)\left(1 + C\,log\left(\frac{\dot{\varepsilon}^p}{\dot{\varepsilon}_0}\right)\right)\left(1 - \left(\frac{T-T_r}{T_m-T_r}\right)^m\right) \quad (1)$$

Eşitlik 1'de *A, B, C, n* ve *m* olan mekanik testler yardımıyla elde edilen malzeme parametreleri sırasıyla oda sıcaklığının altında akma gerilmesi, gerinim sertleşmesi, gerinim hızı sabiti, gerinim sertleşme sabiti ve ısıl yumuşama sabitidir. Diğer parametreler, sırasıyla eşdeğer plastik gerinim, plastik gerinme oranı, referans gerinim oranı, oda sıcaklığı, erime sıcaklığı ve referans sıcaklığı olan ε^p, $\dot{\varepsilon}^p$, $\dot{\varepsilon}_0$, T_r, T_m ve T'dir. AISI 420 çeliği için Johnson-Cook parametreleri ve diğer malzeme parametreleri sırasıyla Çizelge 1 ve Çizelge 2'de verilmektedir.

Çizelge 1. AISI 420 çeliğinin Johnson-Cook parametreleri

A (MPa)	B (MPa)	C	n	m	Tr (°C)	Tm (°C)	$\dot{\varepsilon}_0$
450	738	0.02	0.388	0.8	27	1454	1

Çizelge 2. AISI 420 çeliği için diğer malzeme parametreleri

Yoğunluk (g/cm3)	Poisson oranı	Elastik Modulus (GPa)	Termal İletkenlik (W/m.K)	Özgül Isı (J/kg°C)	Termal Genleşme (10^{-6} °C)
7.8	0.3	200	24.9	460	10.3

2.2. Kesici Takım ve Takım Tutucu

Deneysel sonuçlar ile 3D ortogonal kesme simülasyonlarını kıyaslayabilmek amacıyla Sandvik Coromant ürünü olan SNMG 120408 kodlu kaplamalı sementit karbür kesici takım kullanılmıştır. Kesici takımı rijit olarak bağlamak için PSBNR2525 K12 kodlu takım tutucu seçilmiştir. Takım tutucu ve kesici takım kombinasyonu sonucunda, yanaşma açısı (λ) = 75°, negatif talaş açısı (γ) = -6° ve boşluk açısı (α) = 6° şeklinde oluşmuştur. Kesme simülasyonlarında kullanılan sementit karbür kesici takım için malzeme parametreleri Çizelge 3'te verilmektedir [17].

Çizelge 3. Kesici takım için malzeme parametreleri.

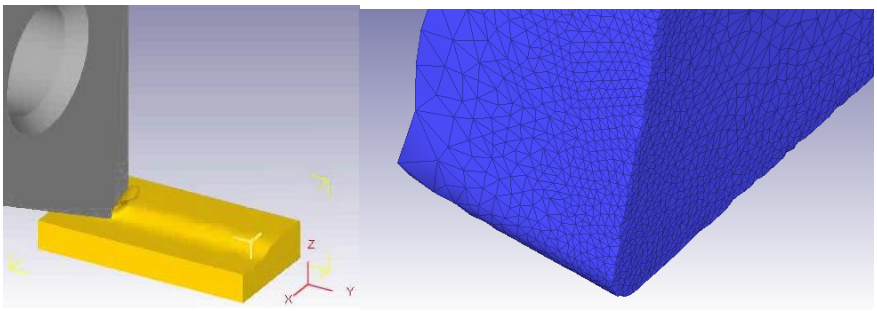
Yoğunluk (g/cm3)	Poisson oranı	Elastik Modulus (GPa)	Termal İletkenlik (W/m.K)	Özgül Isı (J/kg°C)	Termal Genleşme (10^{-6} °C)
15.0	0.22	620	105	670	4.5

2.3. Sonlu Elemanlar Analizi

Kesme kuvvetleri için sonlu elemanlar analizleri DEFORM 3D yazılımı ile sonlu elemanlar yöntemine dayalı olarak gerçekleştirilmiştir. DEFORM 3D, Lagrange çözüm metodu kullanmakta olup, bu çözümleme daha fazla zaman almasına rağmen daha doğru sonuçlar sağlamak için uyarlanabilir remeshing işlemi

yapmaktadır. Simülasyonun ilk aşamasında, iş parçası malzemesinin uzunluğu (3 mm) ve yüksekliği (1 mm) belirlenmektedir. İkinci aşamada, takım geometrisi (yanaşma açısı, talaş açısı ve boşluk açısı) ve takım malzemesi parametreleri tanımlanmaktadır. Son aşamada, ilerleme miktarı, kesme derinliği, kesme uzunluğu ve kesme hızı gibi gerekli kesme simülasyon parametreleri ve sürtünme katsayısı tanımlanarak kesme simülasyonu gerçekleştirilmektedir.

Takım ve iş parçası arasındaki arayüzey durumu için Coulomb modeli kullanılmış olup, sürtünme katsayısı 0,6 olarak seçilmiştir. Mesh parametreleri sırasıyla maksimum ve minimum eleman boyutları için 0,1 mm ve 0,02 mm olarak kullanılmıştır (Şekil 1). Kesme simülasyonlarında kullanılan kesme parametreleri Çizelge 4'te verilmiştir. AISI 420 çeliğinin tornalanmasında oluşan kesme kuvvetlerini tahmin edebilmek için FE simülasyonlarında iş parçası 1 mm kesilmiştir.



Şekil 1. Kesici takım ağ yapısı

Çizelge 4. Kesme parametreleri

Parametre	**Seviye**			
	1	**2**	**3**	**4**
Kesme derinliği, a (mm)	0.6	0.6	0.6	0.6
İlerleme miktarı, f (mm/dev)	0.08	0.12	0.16	0.2
Kesme hızı, V (m/dak)	120	170	200	280

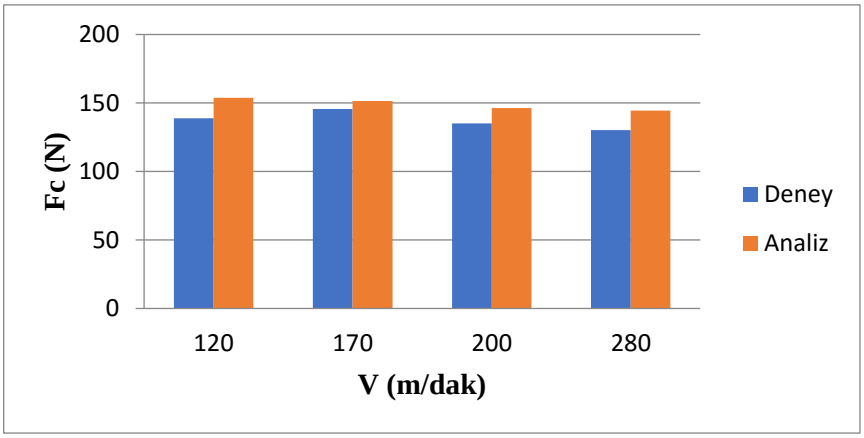
3. Sonuçlar ve Tartışma

Bouzid ve arkadaşlarının yapmış olduğu deneysel çalışmadan seçilen kesme parametrelerine göre toplam 16 adet sonlu elemanlar analizi yapılmıştır. Çizelge 4'de gösterilen parametreler ışığında gerçekleştirilen kesme simülasyonları sonucunda elde edilen esas kesme kuvvetleri ile literatürden alınan deneysel Fc değerleri Çizelge 5'te verilmiştir.

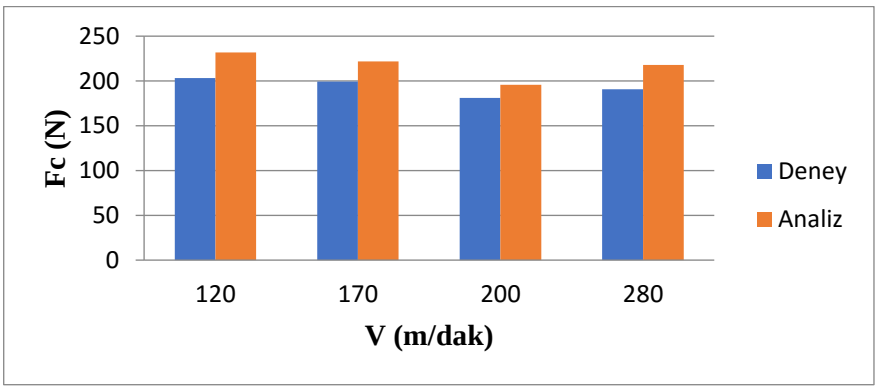
Çizelge 5. Deney ve simülasyona dayalı kesme kuvvetleri

	Kesme parametreleri			Deney sonuçları	Analiz sonuçları	
Deney/Analiz No	**a (mm)**	**f (mm/dev)**	**V (m/dak)**	**Fc (N)**	**Fc (N)**	**Hata (%)**
1	0.6	0.08	120	138.79	153.77	10.79
2	0.6	0.12	120	203.31	231.75	13.99
3	0.6	0.16	120	259.04	295.52	14.08
4	0.6	0.2	120	294.17	325.46	10.64
5	0.6	0.08	170	145.64	151.53	4.04
6	0.6	0.12	170	199.46	221.76	11.18
7	0.6	0.16	170	252.71	287.75	13.87
8	0.6	0.2	170	298.1	328.22	10.11
9	0.6	0.08	200	135.2	146.32	8.27
10	0.6	0.12	200	181.21	195.7	8.05
11	0.6	0.16	200	256.28	286.29	11.71
12	0.6	0.2	200	297.97	319.61	7.26
13	0.6	0.08	280	130.3	144.48	10.82
14	0.6	0.12	280	190.57	217.73	14.23
15	0.6	0.16	280	244.12	274.07	12.27
16	0.6	0.2	280	277.67	308.2	10.94

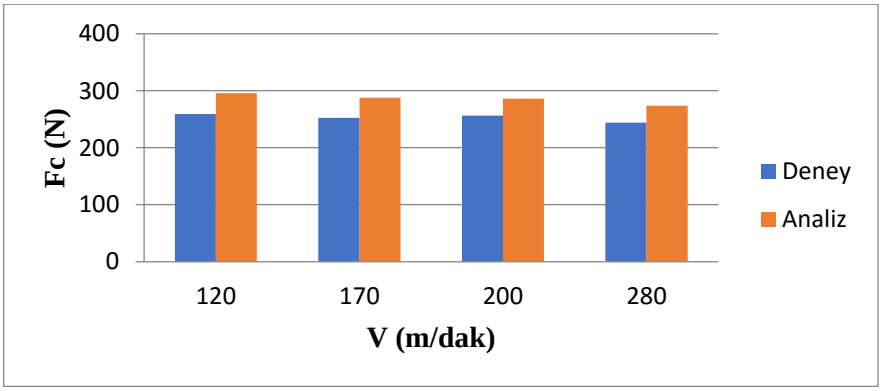
Yallese ve arkadaşlarının yapmış olduğu deneyler ile FEM'e dayalı gerçekleştirilen analizler karşılaştırıldığında, kesme kuvvetleri arasında ortalama %10.76'lık bir fark belirlenmiştir. Şekil 2-5'deki grafiklerde, deneyler ve simülasyonlar sonucunda elde edilen kesme kuvvetlerinin kesme hızı ve ilerleme miktarına göre değişimleri verilmiştir. Şekil 2'de görüldüğü üzere, ilerleme miktarı 0,08 mm/dev iken, kesme hızının 120'den 280 m/dak'ya çıkarılmasıyla kesme kuvveti %5.5 düşmüştür. Benzer durum Şekil 3-5'te görülmüş olup, ilerleme miktarı 0.12, 0.16 ve 0.2 mm/dev'de sabit tutulduğunda kesme hızları 120'den 280 m/dak'ya çıkarıldığında kesme kuvvetleri sırasıyla %6.5, %7.1 ve %5.2 düşmüştür. Şekil 2-5, kesme hızının kesme kuvveti üzerinde az da olsa düşürücü bir etkisi olduğunu göstermiştir. Bu grafikler ilerleme miktarının etkisi düşünülüp tekrar incelendiğinde, 120 m/dak sabit kesme hızında ilerleme miktarının 0.08'den 0.2 mm/dev'e artırılmasıyla kesme kuvveti %112 artmıştır. Aynı durumda 170, 200 ve 280 m/dak kesme hızlarında ilerleme miktarı 0.08'den 0.2 mm/dev'e artırılmasıyla kesme kuvveti sırasıyla %117, %118 ve %114 artmıştır. Şekil 2-5, ilerleme miktarının kesme kuvveti üzerinde artırıcı bir etkisi olduğunu göstermiştir.



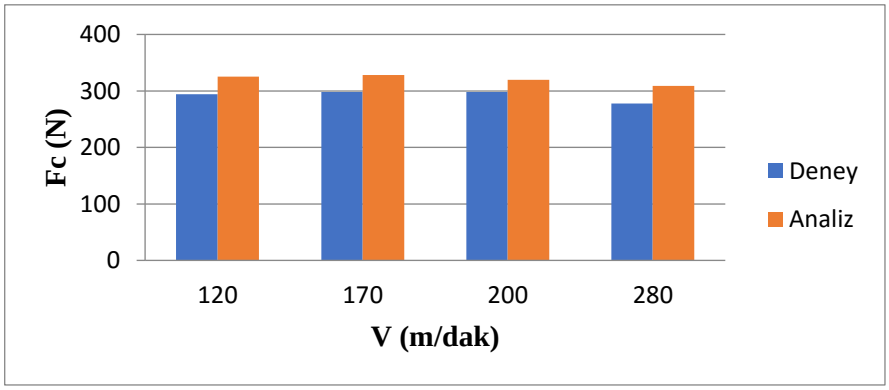
Şekil 2. Esas kesme kuvvetlerinin karşılaştırılması (f= 0.08 mm/rev)



Şekil 3. Esas kesme kuvvetlerinin karşılaştırılması (f= 0.12 mm/rev)



Şekil 4. Esas kesme kuvvetlerinin karşılaştırılması (f= 0.16 mm/rev)



Şekil 5. Esas kesme kuvvetlerinin karşılaştırılması (f= 0.2 mm/rev)

4. Sonuçlar

AISI420 martenzitik paslanmaz çelik malzeme üzerinde yapılan tornalama deneyleri ve sonlu elemanlar yöntemine dayalı olarak DEFORM 3D paket programında yapılan kesme simülasyonlarından elde edilen kesme kuvvetleri karşılaştırılmıştır. Tornalama deneylerinde kesme derinliği (a) sabit olup, ilerleme miktarı (f) ve kesme hızı (V) dört farklı seviye kullanılmıştır. İlerleme miktarının (f) artması ile hem deneysel hem de nümerik analiz sonuçlarında esas kesme kuvvetinin (Fc) arttığı gözlenirken, kesme hızının artması ile esas kesme kuvvetinin azaldığı belirlenmiştir. Bu sonuçlar literatür ile doğru orantılı olup nümerik modelleme çalışmalarının geçerli olduğunu göstermiştir. Deneysel ve simülasyon sonuçları arasında ortalama %10.76 lık sapma olduğu tespit edilmiştir. Buradan, tornalama işleminde oluşan kesme kuvvetlerinin, sonlu elemanlar yöntemine dayalı kesme simülasyonları ile kabul edilebilir sınırlar içerisinde tahmin edilebileceğini söylemek mümkündür.

Kaynaklar

[1] Vijayaraghavan V., Garg, A., Gao, L., Vijayaraghavan, R., Lu, G., "A finite element based data analytics approach for modeling turning process of Inconel 718 alloys", J. Clean. Prod. 137, 1619-1627 (2016).

[2] El-Tamimi A.M., Soliman, M.S., El-Hossainy, T.M., Muzher, J.A., "Developed models for understanding and predicting the machinability of a hardened martensitic stainless steel", Mater. Manuf. Process. 25(8), 758–768 (2010).

[3] Bouzid, L., Yallese, M.A., Chaoui, K., Mabrouki, T., Boulanouar, L., "Mathematical modeling for turning on AISI 420 stainless steel using surface response methodology", Proc. IMechE Part B: J Eng. Manuf. 229(1), 45–61 (2015).

[4] Black, J.T., Kohser, R.A., "DeGarmo's Materials and Processes in Manufacturing", 11th Edition, John Wiley & Sons, Inc., New Jersey, 538–560 (2013).

[5] Zhao, H., Barber, G.C., Zou, Q., "A study of flank wear in orthogonal cutting with internal cooling", Wear 253(9-10), 957-962 (2002).

[6] Fahad, M., Mativenga, P., Sheikh, M., "A comparative study of multilayer and functionally graded coated tools in high-speed machining", Int. J. Adv. Manuf. Tech. 62(1-4), 43-57 (2012).

[7] Özer, A., Bahçeci, E., "Machinability of AISI 410 martensitic stainless steels depending on cutting tool and coating", J. Fac. Eng. Archit. Gaz. 24(4), 693-698 (2009).

[8] Campatelli, G., Lorenzini, L., Scippa, A., "Optimization of process parameters using a response surface method for minimizing power consumption in the milling of carbon steel", J. Clean. Prod. 66, 309-316 (2014).

[9] El-Tamimi, A.M., El-Hossainy, T.M., "Investigating the machinability of AISI 420 stainless steel using factorial design", Mater Manuf Process. 23(4), 419–426 (2008).

[10] Liew, W.Y.H., Ding, X., "Wear progression of carbide tool in low-speed end milling of stainless steel", Wear, 265, 155–166 (2008).

[11] Thamizhmanii, S., Hasan, S., "Machinability of Hard Martensitic Stainless Steel and Hard Alloy Steel by CBN and PCBN Tools by Turning Process", Proceedings of the World Congress on Engineering Vol I WCE, London, U.K. (2011).

[12] Ezilarasan, C., Senthil Kumar, V.S., Velayudham, A., "Theoretical predictions and experimental validations on machining the Nimonic C-263 super alloy", Simul. Model. Pract. Th. 40, 192-207 (2014).

[13] Valiorgue, F., Rech, J., Hamdi, H., Gilles, P., Bergheau, J.M., "3D modeling of residual stresses induced in finish turning of an AISI304L stainless steel", Int. J. Mach. Tool. Manuf. 53(1), 77–90 (2012).

[14] Galanis, N.I., Manolakos, D.E., "Finite Element Analysis of the Cutting Forces in Turning of Femoral Heads from AISI 316L Stainless Steel", Proceedings of the World Congress on Engineering 2014 Vol II, WCE, London, U.K. (2014).

[15] Koyee, R., Schmauder, S., Heisel, U., Eisseler, R., "Numerical modeling and optimization of machining duplex stainless steels", Production & Manufacturing Research, 3(1), 36-83 (2015).

[16] Johnson, G.J., Cook, W.H., "A constitutive model and data for metals subjected to large strains, high strain rates and high temperatures", Proceedings of the Seventh International Symposium on Ballistics, The Hague, 541–547 (1983).
[17] Ishida, T., Moriguchi, H., Ikegaya, A., "Development of Cemented Carbide Tool of Reduced Rare Metal Usage", SEI Technical Review, 73, 52-56 (2011).

EXPERIMENTAL INVESTIGATION OF MACHINABILITY OF GGG 50 CAST IRON

GGG50 DÖKME DEMİRİN İŞLENEBİLİRLİĞİNİN DENEYSEL OLARAK ARAŞTIRILMASI

Adnan Akkurt[a], Burak Özcan[b], Selçuk Yağmur[c], Ulvi Şeker[c], İhsan Korkut[c]
[a]Gazi Üniversitesi Teknoloji Fakültesi Endüstriyel Tasarım Mühendisliği Bölümü, Ankara/TÜRKİYE, aakkurt@gazi.edu.tr
[b]Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Ankara/TÜRKİYE, ozcan.burak@outlook.com
[c]Gazi Üniversitesi Teknoloji Fakültesi İmalat Mühendisliği Bölümü, Ankara/TÜRKİYE, syagmur@gazi.edu.tr

Özet

Dökme demir malzemeler çok geniş bir aralıkta değişen mukavemet, sertlik, işlenebilirlik, aşınma ve korozyon direnci gibi özelliklere sahip olabilirler. Dökme demirler grubunun çok değişik mühendislik özellikleri sağlaması, bu malzemenin kullanış sahasının genişliğine ve devamlılığına neden olmaktadır. Fakat bu malzemeler işlenirken birçok problem ile karşı karşıya kalınmaktadır. Bu çalışmada GGG50 dökme demirinden imal edilen silindirik numuneler ile talaş kardırma deneyleri yapılmıştır. Deneylerde ISO 3685 standardına uygun kesme parametreleri seçilmiştir.

Deneylerde CNGX 120712 T02020 ve CNMX 120716 T02020 kesici uçlar kullanılmıştır. Deneyler dört farklı kesme hızında (400, 448, 500 ve 560 m/dak), üç farklı ilerleme miktarında (0,40, 0,50 ve 0,63 mm/dev) ve bir talaş derinliği (2.5 mm) ile soğutma sıvısı kullanılmadan tornalama metoduyla yapılmıştır. Deneyler sonrasında artan kesme hızlarının kesme kuvvetlerini olumlu yönde etkilediği fakat artan ilerleme miktarının kesme kuvvetlerini olumsuz yönde etkilediği görülmüştür.

Anahtar kelimeler: GGG50, Kesme kuvvetleri, Tornalama

Abstract

The material of cast iron has width flexible functionality of strength, hardness, machinability, abrasion, corrosion resistant. The Cast Iron group has continuousness and width at own usage area cause of providing engineering properties. However, these materials are come up many problems as the time of machining. In this work, machining tested on cylindrical samples produced with using GGG50 cast iron. These experiments have referenced according to ISO 3683 cutting parameters. In these experiments, CNGX 120712 T02020 and CNMX 120716 T02020 cutting tools have been used.

These experiments have completed with four cutting speeds (400, 448, 500 and 560 m/min), three feed rates (0.40, 0.50 and 0.63 mm/rev), and one depth of cut (2.5 mm) and without using cooling liquid by the method of turning. As a result, while the cutting force has decreased with increasing cutting speeds, the cutting force has increased with increasing feeding rate.

Keywords: GGG50, Cutting force, Turning

1. Giriş

Talaş kaldırma işlemleri fazla malzemenin iş parçasından kaldırılarak hedeflenen son geometrinin elde edildiği şekil verme işlemleri ailesidir. Talaş kaldırma işlemi, geleneksel talaşlı imalat (tornalama, delik delme, frezeleme vb.) aşındırma işlemleri (taşlama, honlama, lepleme vb.) ve alışılmamış imal usulleri (ultrasonik işleme, elektro kimyasal işleme, elektro erozyon ile işleme, vb.) olarak sınıflandırılır. Talaşlı

imalat iş parçalarının çeşitliliği, parça şekillerinde ve geometrik özelliklerinde çeşitlilik, yüksek boyutsal doğruluk ve düşük yüzey pürüzlülüğüne sahip işleme sonuçlarına sahip olması gibi avantajlarından dolayı ekonomik ve teknolojik yönden önemlidir [1].

Talaşlı imalatta işlenebilirliğin iyileştirilmesi ve kesici takımların kesme performanslarının artırılması, yüzey kalitesi ile ilgili sayıda araştırmanın konusu olmuştur. Geleneksel malzemelere göre üstün özelliklere sahip yüksek performanslı malzemelerin ve alaşımların geliştirilmesi, araştırmacıları bu yeni malzemelerin işlenebilirlik problemlerine yöneltmiştir [2-11].

Bu çalışmada GGG50 dökme demirden üretilmiş numunelerin iki farklı kesici uç ile tornalanması esnasında oluşan kesme kuvvetlerinin değişimi deneysel olarak araştırılmıştır. Bu işlenebilirlik deneylerinde soğutma sıvısı kullanılmadan (kuru şartlarda) farklı kesme hızı ve ilerleme miktarlarının, kesme kuvvetlerinin üzerindeki etkileri incelenmiş olup en uygun kesme parametreleri belirlenmeye çalışılmıştır.

2. Yöntem

İşlenebilirlik deneylerinde iş parçası malzemesi olarak, GGG50 dökme demirden imal edilen 69 mm çapında ve 350 mm boyunda numuneler kullanılmıştır. Numunelerin kimyasal bileşimleri Çizelge 1'de verilmiştir.

Çizelge 1. GGG50 Kimyasal kompozisyonu

	C	Si	Mn	P	S	Mg
GGG50	3,20	2,38	0,50	0,065	0,068	0,002

Numuneler 70 mm çapında ve 350 mm boyutlarında olacak şekilde Gazi Üniversitesi Teknoloji Fakültesi İmalat Mühendisliği Sanayi Tipi CNC Uygulama laboratuvarında bulunan CNC tezgahında 350 mm boya getirilip diğer ucuna punta deliği işlenmiştir. Numunelerin dış yüzeyindeki dökümden ve korozyondan kaynaklanan olumsuzlukları ve olası kusurları gidermek için CNC tezgahında 1 mm talaş derinliğinde tornalama işlemi yapılarak deneylere hazır hale getirilmiştir.

İşlenebilirlik deneyleri, ISO 3685'deki deney şartlarına uygun olarak CNC torna tezgâhında yapılmıştır. Kesici uçlar GGG50 malzemesine uygun olarak seçilmiş olup ISO 3685'de belirtildiği gibi kesme hızı değerleri imalatçı firma kataloglarından yola çıkarak dört farklı değerde alınmıştır. İlerleme miktarı her seferinde yaklaşık %25 arttırılmış ve 3 farklı ilerleme miktarı bu şekilde belirlenmiştir. Her bir deneyde yeni kesici uç kullanılmış olup iki farklı kesici uç için toplam 24 deney yapılmıştır.

Deneylerde dört farklı kesme hızı (400, 448, 500 ve 560 m/dak) ve üç farklı ilerleme miktarı (0,4, 0,5 ve 0,63 mm/dev) kullanılmıştır.

İşlenebilirlik deneylerinde GGG50 için tavsiye edilen silisyum nitrür kesici takım kullanılmıştır. NTK firmasının SX6 serisi olarak üretilen takımlar; CNGX 120712 T02020 ve CNMX 120716 T02020 takım geometrisi ile tanımlanmaktadır.

Deneylerde kullanılan iş parçaları, Gazi Üniversitesi Teknoloji Fakültesi İmalat Mühendisliği Sanayi Tipi CNC Uygulama Laboratuvarında bulunan FANUC kontrol ünitesine sahip "Johnford TC-35" sanayi tipi CNC torna tezgâhında işlenmiştir.

Talaş kaldırma esnasında kuvvet ölçümleri, numunelerin 69 mm'lik çap ve 50 mm'lik uzunluğun işlenmesi esnasında gerçekleştirilmiştir. Talaş kaldırma esnasında oluşan üç kuvvet bileşeni olan; esas kesme kuvveti F_z (F_c), ilerleme kuvveti F_x (F_f) ve radyal kuvveti F_y (F_r) ölçebilen "KISTLER 9257B" tipi dinamometre kullanılmıştır. Bu dinamometre "KISTLER Type 5019" bir sinyal yükselticiye (Multichannel Charge Amplifier) bağlanmış ve kesme kuvvetleri RS-232C ara kablo ile bilgisayara gönderilerek"DynoWare Type 2825A1-2" programı ile grafikler elde edilmiştir.

Deneylerde elde edilen değerler, DynoWare programı tarafından Newton birimi ile hesaplanıp ortalaması alınarak, esas kesme kuvveti F_z, ilerleme kuvveti F_x ve radyal kuvvet F_y belirlenmiştir

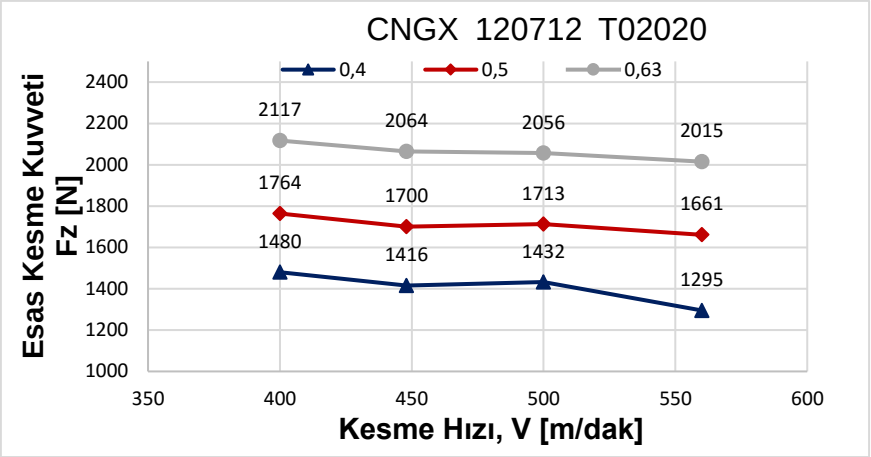
3. Deney Sonuçları ve Tartışma

GGG50 dökme demirlerden üretilen numuneler üzerinde iki farklı takım ile yapılan talaş kaldırma deneyleri sonucunda elde edilen kesme kuvvetleri Çizelge 2'de verilmiştir.

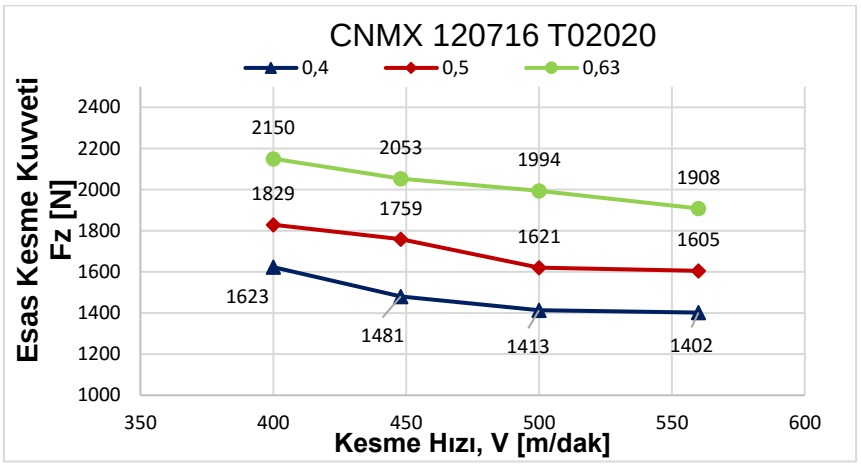
Çizelge 2. GGG50 dökme demir malzemenin iki farklı takım ile işlenmesi esnasında oluşan kesme kuvvetleri.

Deney No	Kesme Hızı V (m/dak)	İlerleme Miktarı f (mm/dev)	Esas Kesme kuvveti (F_z, N)
1 CNGX 120712	400	0,4	1480
2 CNGX 120712	448		1416
3 CNGX 120712	500		1432
4 CNGX 120712	560		1295
5 CNGX 120712	400	0,5	1764
6 CNGX 120712	448		1700
7 CNGX 120712	500		1713
8 CNGX 120712	560		1661
9 CNGX 120712	400	0,63	2117
10 CNGX 120712	448		2064
11 CNGX 120712	500		2056
12 CNGX 120712	560		2015
13 CNMX 120716	400	0,4	1623
14 CNMX 120716	448		1481
15 CNMX 120716	500		1413
16 CNMX 120716	560		1402
17 CNMX 120716	400	0,5	1829
18 CNMX 120716	448		1759
19 CNMX 120716	500		1621
20 CNMX 120716	560		1605
21 CNMX 120716	400	0,63	2150
22 CNMX 120716	448		2053
23 CNMX 120716	500		1994
24 CNMX 120716	560		1908

Çizelge 2'te verilen çıktılar doğrultusunda kesme hızı ve ilerleme miktarına göre kesme kuvvetlerinin değişimi Şekil 1 ve Şekil 2'de verilmiştir.



Şekil 1. CNGX 120712 takımlarda kesme hızı ve ilerleme miktarına bağlı olarak kesme kuvvetlerinin değişimi



Şekil 2. CNMX 120716 takımlarda kesme hızı ve ilerleme miktarına bağlı olarak kesme kuvvetlerinin değişimi

Şekil 1 ve Şekil 2'deki grafikler incelendiğinde artan kesme hızlarının kesme kuvvetlerini düşürdüğü görülürken artan ilerleme miktarlarının ise kesme kuvvetlerini arttırdığı görülmektedir. İlerleme miktarlarının artmasıyla ilerleme kuvvetlerinin artması talaşlı imalatta beklenen bir durumdur. Bu durum; ilerleme miktarındaki artış sonucu artan talaş kesitine atfedilebilir. Talaş kesitinin artması sonucu talaş kaldırmak için ihtiyaç duyulan enerji artacak ve artan enerji de ilerleme kuvvetlerin artmasına sebep olacaktır.

Hemen hemen bütün parametrelerde artan kesme hızları kesme kuvvetlerini düşürmüştür. Artan kesme hızları ise kesme bölgesi sıcaklığının artmasına sebep olarak kesme kuvvetlerini düşürmüştür.

Kesici takımlara bakıldığında da ise CNGX 120712 takımlarla elde edilen esas kesme kuvvetleri ile CNMX 120716 takımlar ile elde edilen kesme kuvvetleri arasında büyük farklar olmadığı sonucuna ulaşılmıştır.

4. Sonuçlar

Yapılan deneylerden elde edilen sonuçlar aşağıda özetlenmiştir:

- İlerleme miktarı ve talaş derinliği tarafından oluşturulan talaş kesit alanı, kesme kuvvetlerini belirleyen en önemli faktördür. Literatüre uygun olarak, ilerleme miktarı arttıkça her iki takım içinde esas kesme kuvveti artmıştır.

- Kesme hızındaki artış her iki takım için de literatüre uygun olarak çoğunlukla esas kesme kuvvetinde azalmaya sebep olmuştur.
- İki farklı takım geometrisi için esas kesme kuvvetinde belirgin bir farklılık gözlemlenmemiştir.

Teşekkür

Bu çalışma Gazi Üniversitesi BAP birimi tarafından 07/2016-14 kodlu proje ile destelenmiştir. Desteklerinden dolayı Gazi Üniversitesi Bilimsel Araştırmalar Projeler birimine teşekkür ederiz.

Kaynaklar

[1] Groover, M. P., "Fundamentals of modern manufacturing: materials processes, and systems", John Wiley & Sons, (2007).
[2] Mavi, A., Korkut, İ., "Vermiküler grafitli dökme demirlerin işlenmesinde kesme parametrelerinin kesme kuvvetleri ve yüzey pürüzlülüğüne etkisinin regresyon analizi ile modellenmesi", Politeknik Dergisi, 13(4), (2010).
[3] Aşkun, Y., Hasirci, H., Şeker, U., "Ni ve Cu Ile Alaşımlandırılmış Küresel Grafitli Dökme Demirlerin İşlenebilirliğinin Kesme Kuvvetleri ve Yüzey Kaliteleri Açısından Değerlendirilmesi" Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi, 9(2), 191-199, (2003).
[4] Karabulut, Ş., Güllü, A., "Farklı yanaşma açıları ile vermiküler grafitli dökme demirin frezelenmesinde kesme kuvvetlerinin araştırılması ve analitik modellenmesi" Gazi Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi, 28(1), (2013).
[5] Şeker, U., Ciftci, I., & Hasirci, H., "The effect of alloying elements on surface roughness and cutting forces during machining of ductile iron" Materials & design, 24(1), 47-51, (2003).
[6] Cakir, M. C., Bayram, A., Isik, Y., & Salar, B., "The effects of austempering temperature and time onto the machinability of austempered ductile iron", Materials Science and Engineering: A, 407(1), 147-153, (2005).
[7] Riposan, I., Chisamera, M., & Sofroni, L., "Contribution to the study of some technological and applicational properties of compacted graphite cast iron", Transactions of the American Foundrymen's Society,, 93, 35-47, (1985).
[8] Moncada, O. J., Spicacci, R. H., & Sikora, J., "Machinability of austempered ductile iron", In One Hundred Second Annual Meeting of the American Foundrymen's Society (pp. 39-45), (1998).
[9] Rech, J., & Moisan, A., "Surface integrity in finish hard turning of case-hardened steels", International Journal of Machine Tools and Manufacture, 43(5), 543-550, (2003).
[10] Dawson, S., & Schroeder, T., "Practical applications for compacted graphite iron", AFS Transactions, 47(5), 1-9, (2004).
[11] Filho, A. W., de Souza, B. V., & dos Santos, C. A., "The Influence of Austempering Conditions on the Machinability of a Ductile Iron", Materials and Manufacturing Processes, 31(14), 1836-1843, (2016).

AISI H13 (DIN 1.2344) SICAK İŞ TAKIM ÇELİĞİNİN FREZELENMESİNDE OLUŞAN KESME KUVVETLERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ

INVESTIGATION OF THE CUTTING FORCES OCCURING IN MILLING AISI H13 (DIN 1.2344) HOT WORK TOOL STEEL

Hakan Dilipak[1a], Ömer Asal[2b], Necdet Şahin[3c]
[a] Gazi Üniversitesi, Teknoloji Fakültesi, Ankara, Türkiye, hdilipak@gazi.edu.tr
[b] Gazi Üniversitesi, Teknoloji Fakültesi, Ankara, Türkiye, omerasal@gazi.edu.tr
[c] İskitler Endüstri Meslek Lisesi, Ankara, Türkiye, necdet606@mynet.com

Özet

Bu çalışmada, AISI H13 sıcak iş takım çeliğinin CNC freze tezgâhında çevresel olarak frezelenmesi esnasında oluşan kesme kuvvetleri araştırılmıştır. İşleme parametreleri kesme hızı ve ilerleme oranı olarak belirlenmiştir. Deneylerde Mitsubishi marka SEMT13T3AGSN geometrisine sahip kesici uç ve 80 mm çapında (ASX445-080A06R) 6 ağızlı freze başlığı kullanılmıştır. İşlenebilirlik deneyleri CNC freze tezgâhında kuru işleme şartlarında gerçekleştirilmiştir. Kesme derinliği (1,78 mm) sabit olarak alınmıştır. Kesme parametreleri olarak üç farklı kesme hızı (132, 220 ve 308 m/dak) ve 3 farklı ilerleme (0,125 - 0,2 ve 0,315 mm/dev) oranı değerleri belirlenmiştir. Gerçekleştirilen deneyler neticesinde elde edilen veriler istatistiksel olarak incelenmiştir. Bu bağlamda varyans analizi gerçekleştirilerek kesme parametrelerinin kesme kuvvetleri üzerindeki etki oranları tespit edilmiştir. Daha sonra regresyon analizi yapılarak matematiksel model elde edilmiştir. Kesme kuvvetleri üzerinde ilerleme oranının kesme hızından daha etkin bir parametre olduğu belirlenmiştir.

Anahtar kelimeler: Frezeleme, AISI H13 (DIN 1.2344), İşlenebilirlik, Kesme kuvveti, Regresyon analizi, ANOVA

Abstract

In this study, the cutting forces occurring during circumferential milling of AISI H13 hot work tool steel on the CNC milling machine were investigated. The cutting parameters are set as the cutting speed and the feed rate. In the experiments, Mitsubishi SEMT13T3AGSN geometry cutting tool and 80 mm diameter (ASX445-080A06R) 6-head milling head were used. The machinability experiments were carried out under dry processing conditions on CNC milling machine. The cutting depth (1.78 mm) is taken as constant. Three different cutting speeds (132, 220 and 308 m / min) and 3 different feed rates (0,125 - 0,2 and 0,315 mm / dev) were chosen as the cutting parameters. The data obtained at the end of the experiments performed were analyzed statistically. In this context, the variance analysis was performed to determine the effect on the cutting forces of the cutting parameters. Then, the mathematical model was obtained by regression analysis. It has been determined that the feed rate on the cutting forces is a more effective parameter than the cutting speed.

Keywords: Milling, AISI H13 (DIN 1.2344), Machinability, Cutting force, Regression analysis, ANOVA

1. Giriş

AISI H13 sıcak iş takım çelikleri, yüksek sıcaklık altında sertliklerini ve mukavemetlerini kaybetmeyen, mekanik ve termal şoklara karşı dirençli malzemelerdir. Dövme kalıplarında, hafif ve ağır metallerin basınçlı döküm takımlarında metal ekstrüzyon ve enjeksiyon kalıplarında, vb. amaçlar için kullanılmaktadır. Sertlikleri ekstrüzyon kalıplarında 43-52 HRC, dökme kalıplamada 44-50 HRC, dövme kalıplamada ise 40-55 HRC'dir [1,2]. Sıcak iş takım çelikleri aşınmaya karşı yüksek dayanımı, arttırılmış sıcaklıklarda sertlik ve dayanıklılık, sıcaklık değişimlerine karşı mukavemetiyle bilinir. Bu çeliğin tavlanmış haldeki kullanımı kolaydır. Düşürülmüş sülfür seviyesi ile daha iyi kullanım özelliklerine sahiptir [3].

Talaş kaldırma işlemleri içerisinde frezelemenin önemi oldukça fazladır. Takım maliyetleri de dikkate alındığında talaş kaldırma işlemlerinin en uygun parametreler kullanılarak gerçekleştirilmesi son derece önemlidir. En önemli kesme parametreleri kesme hızı, ilerleme miktarı ve kesme derinliğidir. Bu üç parametrenin en ideal değerlerinde gerçekleştirilecek bir kesme operasyonu zaman ve maliyet açısından oldukça önemlidir. Düşük kesme hızları işleme süresi artıracağı gibi, sürtünme ve ısınma gibi olumsuz durumlara sebebiyet verecektir. Neticede çabuk aşınan takımın tekrar sökülüp yerine yenisinin takılması zaman kaybını artıracaktır.

Şekillendirilecek malzemelerde, gerçekleştirilecek operasyonlara uygun kesici takım seçimi ve en uygun parametrelerin belirlenmesi maliyet ve zaman açısından büyük önem arz etmektedir. Bu yüzden araştırmacılar, farklı sertlikteki malzemelerin işlenmesinde en iyi kesme parametrelerinin belirlenmesi üzerinde birçok çalışma yapmışlardır. 55 HRc sertliğindeki AISI H13 malzeme, 12 mm çapında TiAlN kaplamalı karbür freze çakısı ile 10000-30000 dev/dak aralığında 0,05-0,8 mm/diş ilerleme değerleri içerisinde 0,1-0,8 mm talaş derinliği aralığında işlemişlerdir [4]. Başka bir çalışmada, 52 HRc sertliğindeki AISI H13 malzeme kuru şartlarda AlTiN kaplamalı 10 mm çapındaki freze çakısı ile işlenmiştir [5]. 60 HRc sertlikteki AISI D2 takım çeliği kaplamasız karbür takımlarla kuru kesme şartlarında işlenmiştir. Kesme parametreleri olarak, 75 m/dak kesme hızı, 1450 mm/dak ilerleme, 5 mm talaş derinliği, 0,25 mm yanal kayma değerleri kullanılmıştır [6]. DIN 1.2344 sıcak iş takım çeliği, yüksek hız çeliği (HSS) testere freze çakıları kullanılarak frezeleme işlemine tabi tutulmuştur. Frezeleme deneyleri 5 farklı kesme hızı (20, 25, 30, 40 ve 50 m/dak) ve 5 farklı tabla ilerleme hızında (20, 40, 63, 80 ve 100 mm/dak) ve 1 mm sabit kesme derinliğinde soğutma sıvısı kullanılmadan yapılmıştır [7].

Bunun yanında kesme esnasında oluşan kuvvetlerin incelenmesine yönelik olarak da araştırmalar yapılmıştır. Ti-6Al-4V alaşımının karbür takımlarla kuru şartlarda yüzey frezelenmesinde işleme parametrelerinin kesme kuvvetleri ve yüzey pürüzlülüğü üzerindeki etkileri ve optimizasyonu incelenmiştir [8]. AISI 1050 malzemesi üzerinden, 132, 220, 308 m/dak kesme hızı, 0,05- 0,1- 0,15- 0,2 mm/diş ilerleme hızı, 1, 1,5 mm kesme derinliği ve 1, 2, 4 adet sayılardaki kesici uç parametreleri kullanılarak talaş kaldırılmış ve kesme esnasında oluşan kesme kuvvetleri ölçülmüştür [9].

Literatürde tahmin tekniğinin kullanılarak birçok çalışmanın yapıldığı gözlenmiştir. Tahmin tekniği olarak, çoklu regresyon modelleme, regresyon modeli, lineer regresyon, ikinci dereceden regresyon, üstel regresyon ve yapay sinir ağları yöntemlerinin kullanıldığı görülmektedir [10-14].

Gerçekleştirilen bu çalışmada, AISI H13 malzemesinin frezeleme işlemi esnasında ortaya çıkan kesme kuvvetleri incelenmiştir. Bu amaçla, kesme derinliği sabit tutularak 3 farklı kesme hızı ve 3 farklı ilerleme değerlerinde 9 adet deney yapılmıştır. Deney parametrelerinin kesme kuvveti üzerindeki etkileri araştırılmıştır. Deneyler CNC freze tezgâhında gerçekleştirilmiştir. Deney sonuçları üzerinde Varyans analizi ve regresyon analizleri gerçekleştirilmiştir.

2. Materyal ve Metot

2.1. Deney Malzemesi ve Kesme Parametreleri

Bu çalışmada, işlenmesi zor olmasına rağmen kalıp sektöründe yüzeyin parlak çıkması, sertleştirmede istenen sonuçlara rahat ulaşma açısından imalat sanayi tarafından tercih edilen bir malzeme olan AISI H13 (1.2344) sıcak iş takım çeliği kullanılmıştır. Bu malzemenin kimyasal kompozisyonu Çizelge 1'de verilmiştir.

Çizelge 1. Deneylerde kullanılan AISI H13 (DIN 1.2344) malzemenin kimyasal kompozisyonu

Kimyasal kompozisyon (%)	C	Mn	Si	P	S	Cr	Mo	V
	0.39	0.32	1.02	0.014	0.008	5.02	1.21	0.92

Deney numunesinin mikro sertlik ölçümleri, mikro sertlik cihazı (HMV-2, Microhardness Tester, Shimadzu, Japan) ile 7 farklı noktadan sertliği ölçülmüş ve sertlik ortalamasının 273HB (Brinell sertlik değeri) ve çekme dayanımı ise 920 N/ olduğu tespit edilmiştir.

Kalıp çeliği malzemesi tedarikçi firma tarafından 80x22x152 mm ölçülerinde kestirilmiş, daha sonra atölyedeki freze tezgâhlarında parça ölçüleri 75x17x150 mm ebatlarına getirilmiştir.

Deneyler, kaplamasız karbür kesici takımlar kullanılarak sabit talaş derinliği (1,78 mm), üç farklı kesme hızı (132, 220, 308 m/min) ve üç farklı ilerleme hızı (0,125, 0,2, 0,315 mm/dev) ve gerçekleştirilmiştir. Her bir deneyde yeni kesici takım kullanılarak kaplamasız karbür kesici takımlarla yapılmış ve toplamda 9 deney gerçekleşmiştir. Deney parametreleri Çizelge 2'de verilmiştir.

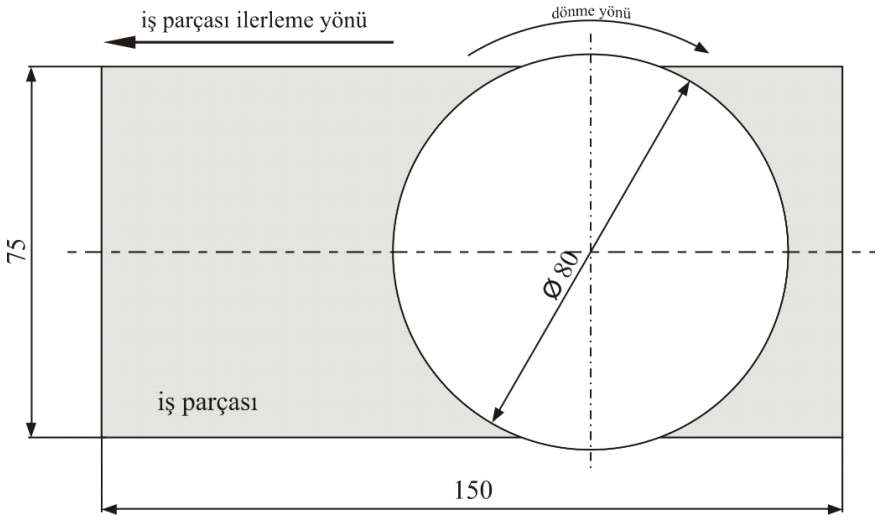
Çizelge 2. Deney parametreleri (Kesme derinliği 1,78 mm)

Deney No	Kesme hızı (m/dak)	İlerleme hızı (mm/dev)
1	132	0.125
2	132	0.2
3	132	0.315
4	220	0.125
5	220	0.2
6	220	0.315
7	308	0.125
8	308	0.2
9	308	0.315

2.2. Takım Tutucu ve Kesici Uç

Frezeleme deneylerinde Mitsubishi firması tarafından üretilen uç radyüsü 1.5 mm olan, kaplamalı karbür uçlar kullanılmıştır. ISO tanımlamasına göre SEMT13T3AGSN takım geometrisinde ve JM talaş kırıcı formuna sahiptir. Mitsubishi firması tarafından adlandırılan VP15TF kaplama kalitesi kullanılmıştır. VP15TF kaplama kalitesi AlTiN katmandan oluşmaktadır.

Deneylerde 80 mm çapında (ASX445-080A06R) 6 ağızlı freze başlığı kullanılmıştır. Kesici takım ve iş parçasının işleme pozisyonu Şekil 1'de gösterilmektedir.



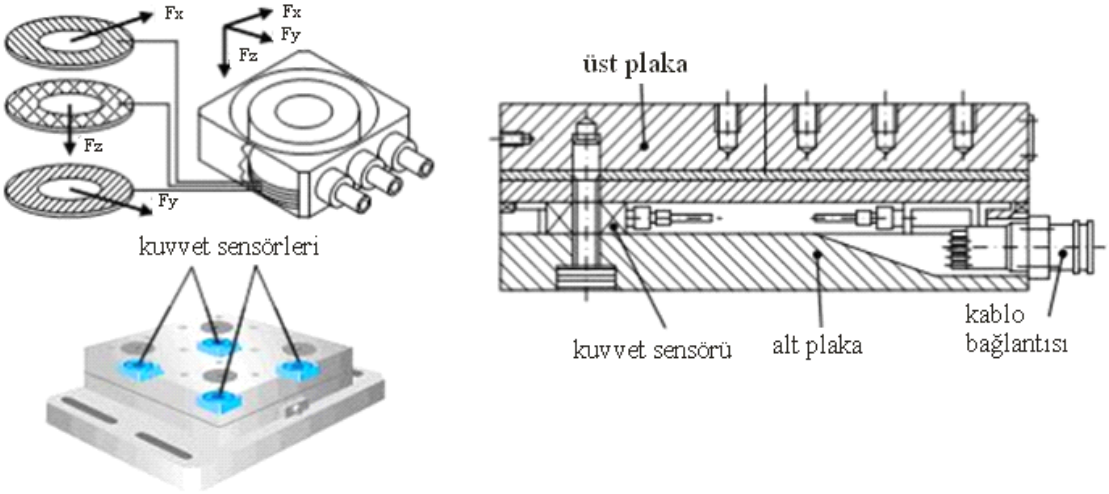
Şekil 1. İşleme esnasında iş parçası ve takımın pozisyonu

Simetrik kesme pozisyonundaki takım ve iş parçası, birbirlerine göre zıt yönde hareket etmektedir. Freze başlığına 1 adet kesici uç bağlanmıştır.

Talaş kaldırma deneyleri Teknoloji Fakültesi İmalat Mühendisliği Bölümünde bulunan Johnford VMC–550 marka CNC dik işleme merkezinde yapılmıştır. Kullanılan takım tezgâhının bazı özellikleri şunlardır: Tezgâh gücü 10 KW, maksimum devir sayısı 5000 dev/dak, X ekseni 600 mm, Y ekseni 500 mm, Z ekseni 600 mm, ölçü hassasiyeti 0,001 mm ve işletim sistemi Fanuc'tur.

2.3. Kesme Kuvvetlerinin Ölçülmesi

Deneysel çalışmalarda kesme kuvvetlerinin ölçülmesi için üç kesme kuvveti bileşenini (F_C, F_f ve F_p) ölçme kapasitesine sahip *KISTLER 9257B* tipi dinamometre (Şekil 2) kullanılmıştır. Bu dinamometrenin teknik özellikleri Çizelge 3'te verilmiştir.



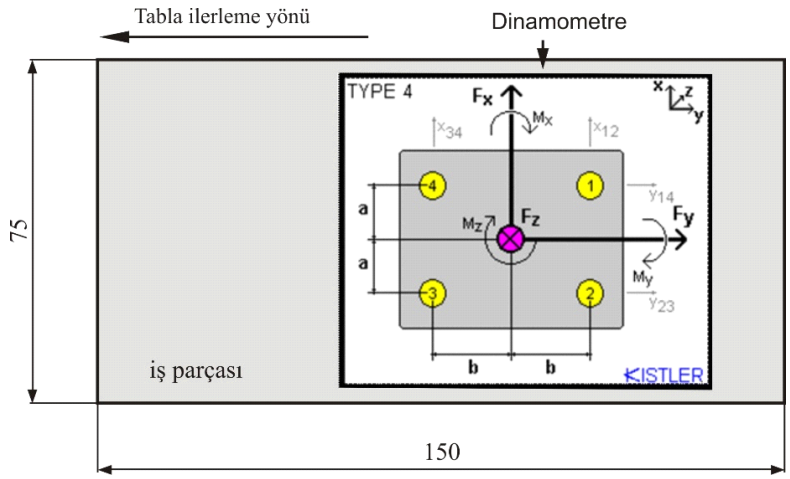
Şekil 2. Kistler 9257 B tipi dinamometre

Çizelge 3. Kistler 9257 B tipi dinamometrenin teknik özellikleri

Kuvvet aralığı (kN) (F_x, F_y, F_z)	-5...10
Tepki verme (N)	< 0,01
Hassasiyet (pC/N) Fx, Fy	-7,5
Hassasiyet (pC/N) Fz	-3,5
Doğrusallık	%1 FSO
Histerezis	% 0,5 FSO
Doğal frekans f_0(x,y,z) (kHz)	3,5
Çalışma sıcaklığı (C)	0…70
Kapasitans (pF)	220
20C'daki yalıtım direnci ()	> 1013
Topraklama yalıtımı ()	> 108
Koruma sınıfı	IP 67
Ağırlık (kg)	7,3

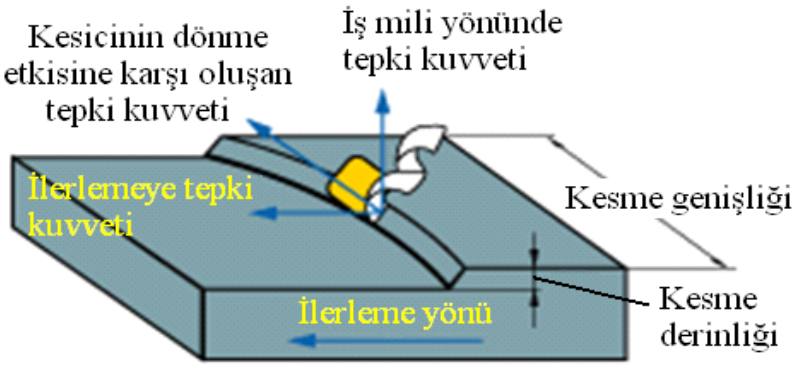
Yapılan çalışmada, Kistler 9257 B tipi dinamometre kullanılarak belirlenen kesme parametrelerine bağlı olarak, işleme esnasında oluşan kesme kuvveti bileşenleri tespit edilmiştir. Belirli bir işleme süresi boyunca kesme kuvveti bileşenleri dinamometre ile uyumlu Kistler DynoWare 2825D-02 kodlu yazılım ile kayıt altına alınmıştır. Kesme kuvveti bileşenleri, dinamometrenin "X", "Y" ve "Z" eksenlerinde ölçülen kuvvet

değerleri olarak Newton (N) cinsinden ve aynı eksenlerde oluşan moment değerlerini olarak Newton metre (Nm) biriminde tespit edilmiştir. Şekil 4'te dinamometrenin kuvvet ölçümünde eksen yönleri ile moment değerlerinin pozitif değerde algılandığı yönler gösterilmektedir. Değerlendirme işlemlerinde kesme işlemi esnasında oluşan moment etkileri dikkate alınmamıştır. Sadece "X", "Y" ve "Z" eksenlerinde ölçülen kuvvet değerleri irdelenmiştir.



Şekil 4. Dinamometrenin pozitif yöndeki eksen ve moment yönleri.

Şekil 4'te yer alan dinamometre pozitif eksen yönlerine bağlı olarak elde edilen kuvvet ve moment grafikleri farklı şekillerde incelenmiştir. Şekil 5'te simetrik kesme işleminde kesici takımın iş parçası orta noktasında iken kesici uçta oluşan tepki kuvvetleri gösterilmektedir.



Şekil 5. Simetrik düzlem yüzey frezelemede kesme kuvveti bileşenlerinin etkin yönleri

3. Deney Sonuçları ve Tartışma

AISI H13 deney numuneleri üzerinde yapılan talaş kaldırma işlemlerinde Mitsubishi marka SEMT13T3AGSN geometrisine sahip kesici uç ile 9 adet deney gerçekleştirilmiş ve kesme kuvvetleri ölçülmüştür. Kesme kuvveti deney sonuçları Çizelge 4'te gösterilmektedir. Bu çizelgede aynı zamanda bileşke kuvvette yer almaktadır. Bileşke kuvvet eksenlerde tespit edilen ortalama kuvvet değerleri kullanılarak hesaplanmıştır. Hesaplanmasında Eşitlik 1kullanılmıştır.

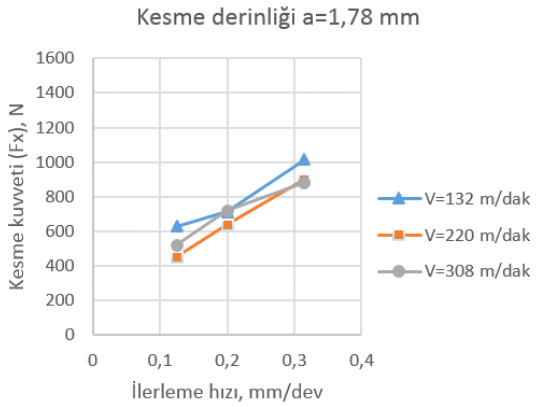
$$F = \sqrt{Fx^2 + Fy^2 + Fz^2} \qquad (1)$$

F : Bileşke kesme kuvveti, N;
Fx : "X" ekseninde ölçülmüş ortalama kesme kuvveti, N
Fy : "Y" ekseninde ölçülmüş ortalama kesme kuvveti, N
Fz : "Z" ekseninde ölçülmüş ortalama kesme kuvveti, N

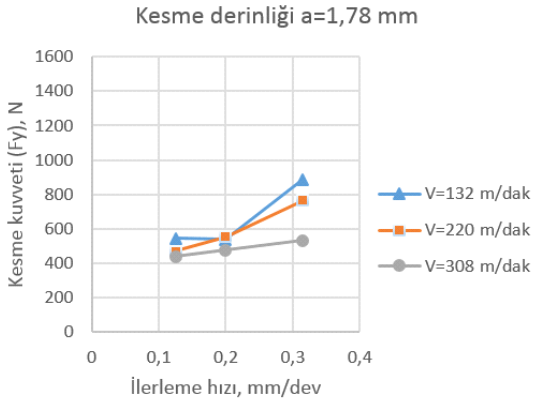
Çizelge 4. Kesme kuvvet değerleri (Talaş derinliği 1,78 mm)

Deney No	Kesme derinliği (a), mm	Kesme hızı (V), m/dak	İlerleme miktarı (fz), mm/diş	"X" Ekseninde ölçülen ortalama kuvvet, (Fx), N	"Y" Ekseninde ölçülen ortalama kuvvet, (Fy), N	"Z" Ekseninde ölçülen ortalama kuvvet, (Fz), N	Bileşke kuvvet (F), N
1	1,78	132	0,125	630,07	-543,21	274,94	876,16
2			0,200	713,45	-538,31	283,39	937,60
3			0,315	1015,32	-885,62	574,01	1464,47
4		220	0,125	451,90	-469,56	231,16	691,47
5			0,200	639,17	-553,31	248,27	881,09
6			0,315	901,12	-766,91	241,70	1207,72
7		308	0,125	519,48	-437,01	229,49	716,59
8			0,200	717,47	-475,77	239,26	893,51
9			0,315	880,13	-532,63	187,99	1045,78

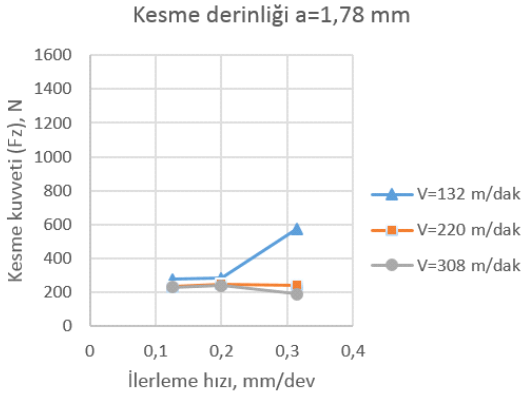
Çizelge 4'deki değerler, kesme kuvveti bileşenleri ve bileşke kesme kuvvetinin değişiminin daha iyi anlaşılabilmesi için çizgisel değer grafiklerinin hazırlanmasında kullanılmıştır. Elde edilen grafikler, Şekil 6'da sunulmuştur.



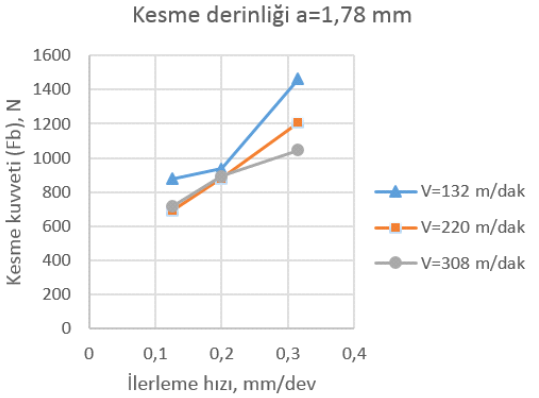
a) "X" ekseni kesme kuvveti değer grafikleri



b) "Y" ekseni kesme kuvveti değer grafikleri



c) "Z" ekseni kesme kuvveti değer grafikleri



d) Bileşke kesme kuvveti değer grafikleri

Şekil 6. Kesme kuvvetinin X, Y, Z ve Bileşke Kuvvet değer grafikleri

X ekseni, Y ekseni ve bileşke kuvvetlerinde oluşan kuvvetler incelendiğinde, ilerleme hızının artmasıyla doğru orantılı olarak kesme kuvvetlerinde artış olduğu anlaşılmaktadır. X ekseni için, en düşük kesme

kuvveti 451,9 N ile 220 m/dak'lık kesme hızı ve 0,125 mm/dev ilerleme hızı değerlerinde gerçekleşirken, en yüksek kesme hızı ise 1015,32 N ile 132 m/dak kesme hızı ile 0,315 mm/dev ilerleme hızı değerlerinde gerçekleşmiştir. Y ekseni için, en düşük kesme kuvveti 437,01 N ile 308 m/dak'lık kesme hızı ve 0,125 mm/dev ilerleme hızı değerlerinde gerçekleşirken, en yüksek kesme hızı ise 885,62 N ile 132 m/dak kesme hızı ile 0,315 mm/dev ilerleme hızı değerlerinde gerçekleşmiştir. Bileşke kuvvet için, en düşük kesme kuvveti 691,47 N ile 220 m/dak'lık kesme hızı ve 0,125 mm/dev ilerleme hızı değerlerinde gerçekleşirken, en yüksek kesme hızı ise 1464,47 N ile 132 m/dak kesme hızı ile 0,315 mm/dev ilerleme hızı değerlerinde gerçekleşmiştir.

Z ekseninde elde edilen kesme kuvvetleri incelendiğinde, düşük kesme hızlarında Fz'nin daha yüksek değerlerde oluştuğu görülmektedir. 308 m/dak kesme hızında ilerleme hızının artmasıyla Fz kuvvet değerinin düştüğü anlaşılmaktadır. Bu durum düşük kesme derinliğinde talaş kesitinin azalmasına bağlı olarak ideal talaş oluşumunun sağlanması ve takımın daha yüksek çevresel hızda iş parçasından talaşı daha rahat çıkarabilmesine bağlanabilir.

3.1. Kesme Kuvveti Sonuçlarının İstatistiksel Analizi

Kesme hızı ve ilerleme hızının kesme kuvveti üzerindeki etkisinin tespiti için varyans analizi gerçekleştirilmiştir. İstatistiksel analizler için kesme hızı (V) ve ilerleme hızı (f) faktörlerinin, bileşke kesme kuvveti (Fb) yanıt değişkenindeki değişkenlik üzerine etkileri incelenmiştir. Çizelge 5'de V ve f faktörlerinin F yanıt değişkeni üzerindeki etkisinin belirlendiği ANOVA tablosu görülmektedir.

Çizelge 5. Anova sisteminde V, f faktörü için F yanıt değişkeni

Source	DF	Seq SS	Adj SS	Adj MS	F	P	YD
Kesme hızı	2	72305	72305	36153	3,74	0,121	%15,31
İlerleme hızı	2	361153	361153	180577	18,68	0,009	%76,49
Error	4	38675	38675	9669			%8,20
Total	8	472134					%100
S = 98,3301 R-Sq = %91,81 R-Sq(adj) = %83,62							
SD:Serbestlik derecesi, KT: Kareler toplamı, P:Anlamlılık<0,05, YD:Yüzde dağılımı							

Çizelge 5'de verilen varyans analizi sonuçlarına göre, % 95 güven aralığında, kesme kuvvetleri üzerinde en etkili parametrenin % 76,49 ile ilerleme hızı olduğu görülmektedir. P değerinin 0,121 olması sebebiyle deney parametreleri olarak belirlenen kesme hızı değerlerinin bileşke kesme kuvveti üzerinde bir etkisi olmadığı görülmektedir.

Regresyon Analizi

Deneylerde kullanılan bağımlı ve bağımsız değişkenlerin birbirleri ile tek ve çoklu ilişiklerini tanımlamak için bir istatiksel yöntem olan regresyon analizi kullanılmıştır. Bağımsız değişkenlerin (V ve f) kesme kuvvetine olan etkileri dikkate alınarak Eşitlik 2'de verilen matematiksel formül geliştirilmiştir.

$$Fb = 683,828 - 1,17869\ V + 2548,83\ f \qquad (2)$$

Kesme kuvveti için yapılan regresyon analizi sonucu, istatistiksel model sabiti ve değişkenlerin katsayı değerleri Çizelge 6'da verilmiştir.

Çizelge 6. İstatistiksel model sabiti ve değişkenlerin katsayı değerleri

Term	Coefficient	Standard Coefficient	T	P
Constant	683,83	129,249	5,29079	0,002
V	-1,18	0,426	-2,76679	0,033
f	2548,83	391,742	6,50641	0,001

Faktörlerin etkileri incelendiğinde varyans analizi sonuçlarına benzer olarak kesme kuvvetine, bağımsız değişkenler içerisinden en büyük etkiyi ilerleme hızının (f) yaptığı ortaya çıkmıştır.

4. Sonuçlar

AISI H13 sıcak iş takım çeliklerinin frezelenmesinde kesme parametrelerinin kesme kuvveti üzerindeki etkisinin incelendiği çalışma kapsamında deneyler gerçekleştirilmiştir. Deney sonuçlarından elde edilen kesme kuvveti sonuçlarına etki eden parametreler belirlenip matematiksel model geliştirilmiştir. Elde edilen modellerin % 95 güven aralığı seviyesinde kullanılabilir olduğu tespit edilmiştir.

Modellerden elde edilen sonuçlar da hata miktarının az ve sonuçların deneysel sonuçlara yakın olduğu görülmüştür.

- Kesme kuvvetlerinin değişiminde ise ilerleme hızının arttırılmasıyla, kuvvet bileşenlerinin ve bileşke kuvvetin arttığı tespit edilmiştir. Kesme hızının arttırılmasının kesme kuvvet değişiminde bir etkisi olmadığı tespit edilmiştir.

- Kuvvet bileşenleri kuvvet değerleri bakımından incelendiğinde, Fx, Fy, ve Fz kuvvet bileşenlerinden en yüksek değerde Fx'in, bunu takiben Fy'nin ve son olarak da Fz kuvvet bileşeninin var olduğu anlaşılmıştır.

- Bileşke kesme kuvvetinin değişim miktarı incelendiğinde, ilerleme hızının arttırılmasıyla bileşke kuvvetin yüzde değişim miktarının da arttığı tespit edilmiştir.

- Deney sonuçlarına uygulanan Varyans analizine göre değişkenlerin Kesme kuvveti üzerindeki etki oranları, %76.49 ile ilerleme hızı, %15.31 ile de kesme hızının etki ettiği bulunmuştur.

Teşekkür

Bu çalışma, Gazi Üniversitesi Teknoloji Fakültesi İmalat Mühendisliği CNC laboratuvarında gerçekleştirilmiş ve Gazi Üniversitesi Bilimsel Araştırma Birimi tarafından desteklenmiştir. Gazi Üniversitesi Teknoloji Fakültesi İmalat Mühendisliği Bölüm Başkanlığı'na ve desteklerinden dolayı Gazi Üniversitesi Bilimsel Araştırma Birimine teşekkür ederiz.

Kaynaklar

[1] Shivpuri R, Lee Semiatin S., "Report", ERCNSM-88-05, Ohio State University, 1988.
[2] Zeyveli, M., "AISI H13 sıcak iş takım çeliğinin işlenmesinde yüzey Pürüzlülüğünün araştırılması ve istatistiksel proses kontrol metodunun uygulanması", Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi 26(4): 379-386 (2010).
[3] Şahin N., "AISI H13 (DIN 1.2344) sıcak iş takım çeliğinin freze tezgâhında işlenmesinde kesme parametrelerinin, yüzey pürüzlülüğü, kesme kuvveti ve parça yüzey sıcaklığına etkisinin araştırılması", Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Ankara, 2012.
[4] Ning, Y., Rahman, M., Wong, Y.S., "Investigation of chip formation in high speed end milling", Journal of Material Processing Technology, 113 (1–3): 360–367, 2001.
[5] Axinte, D.A., Dewes,, "Comparison of chip surface temperature between up and down milling orientations in high speed rough milling of hardened steel", Journal of Material Processing Technology,167: 110-118, 2005.
[6] Li, J.L., Jing, L.L., Chen, M.,"An FEM study on residual stresses induced by highspeed end-milling of hardened steel SKD11", Journal of Material Processing Technology, 209: 4515-4520, 2009.
[7] Ulaş, H., B., Mihmat, F. ve Demir, H., "DIN 1.2344 sıcak iş takım çeliğinin testere freze çakılarıyla işlenebilirliğinin araştırılması", Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi 26(2): 170-178, 2010.

[8] Günay, M., Kaçal, A. ve Turgut Y., "optimization of machining parameters in milling of Ti-6Al-4V alloy using taguchi method", e-Journal of New World Sciences Academy, Volume: 6, Number: 1, Article Number: 1A0165, 2011.
[9] Yılmaz, V., Dilipak, H., Sarıkaya M., Yılmaz, C, ve Özdemir M., "Frezeleme işlemlerinde kesme kuvveti, titreşim ve yüzey pürüzlülüğü sonuçlarının modellenmesi", Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 30(4):220-226, 2014.
[10] Kadırgama, K., Naar, M., M., Zukı, M., M., Rahman, M., M., Rejab, M., R., M., Daud, R., Hesseın, A., Optimization Of Surface Roughness An End-Milling On Mound Aluminium Alloys (Aa6061-T6) Using Response Surface Method And Radian Basis Function Network, Jordan Of Mechanical And Industrial Engineering, 2, 4, 209-214, 2008.
[11] Çakır, C.,M., Mathematical Modeling Of Surface Roughness For Evaluating The Effects Of Cutting Parametres And Coating Material, Journal Of Materials Processing Technology, 209, 102-109, 2009.
[12] Thamma, R., Comparision Between Multiple Regression Models Tostudy Effect Of Turning Parameters On The Surface Roughness, Proceedings Of The 2008 Iajc-Ijme International Conference, 133- 145, Usa, 2008.
[13] Yang, Y. K., Chuang, M. T., Lın, S. S., Optimization Of Dry Machining Parameters For High-Purity Graphite İn End Milling Process Via Design Of Experiments Methods, Journal Of Materials Processing Technology, 209, 4395- 4400, 2009.
[14] Meral, G., Dilipak, H., Sarıkaya, M., The Modeling of Drilling Parameters Effect on the Hole Quality in Drilling of AISI 1050 Material Via Multiple Regression Method, Electronic Journal of Machine Technologies, Vol. 8, No 1, 37 – 46, 2011.
[15] Yeni. "Mitsubishi firma katalogları", Turning Tools, Rotating Tools, Tooling Solutions Genel Kataloğu, Mitsubishi, 230-320 (2005).

THE ADDITION OF CARBON POWDER TO DIELECTRIC LIQUID AND THE EFFECT OF CARBON POWDER ON MACHINING RATE IN DRILLING OPERATIONS WITH ELECTRO EROSION

ELEKTRO EROZYON İLE DELİK DELME İŞLEMLERİNDE DİELEKTRİK SIVISINA KARBON TOZU KATILMASI VE KARBON TOZUNUN İŞLEME HIZINA ETKİSİ

Murat Sarıkaya[a], Volkan Yılmaz[b], Güven Meral[c], Ulvi Şeker[d]
[a] Sinop Üniversitesi Mühendislik ve Mimarlık Fak., Makine Müh. Böl., Sinop, Türkiye, msarikaya@sinop.edu.tr
[b] Gazi Üniversitesi, Teknoloji Fak., İmalat Müh. Böl., Ankara, Türkiye, volkan@gazi.edu.tr
[c] Gazi Üniversitesi, Teknik Bilimler Meslek Yüksekokulu, Ankara, Türkiye, guvenmeral@gazi.edu.tr
[d] Gazi Üniversitesi, Teknoloji Fak., İmalat Müh. Böl., Ankara, Türkiye, useker@gazi.edu.tr

Özet

Bu çalışmada dielektrik sıvısına karıştırılan karbon tozunun işleme performansına etkileri araştırılmıştır. Bu kapsamda hızlı delik delme ünitesine dönüştürülen elektro erozyon tezgahında farklı işleme parametreleri ve farklı ortalama tane büyüklüğündeki karbon tozları ile çeşitli deneyler yapılmıştır. Deneyler sonrasında karbon tozu katkısının delik delme işlemleri üzerinde olumlu bir etkiye sahip olduğu ve işleme hızını arttırdığı tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Toz ilavesi, Delik Delme, Elektro erozyon, İşleme hızı

Abstract

In this study, the effect of carbon powder mixed with dielectric fluid on machining performance was investigated. In this context, various experiments were performed with different machining parameters and carbon powders having the different average grain size in the electro erosion machine which is converted into the fast hole drilling unit. After experiments, it was seen that carbon powder additive on the drilling operations of has a positive influence and it provided an increase in machining rate.

Keywords: Powder addition, Drilling, Electro erosion, Machining rate

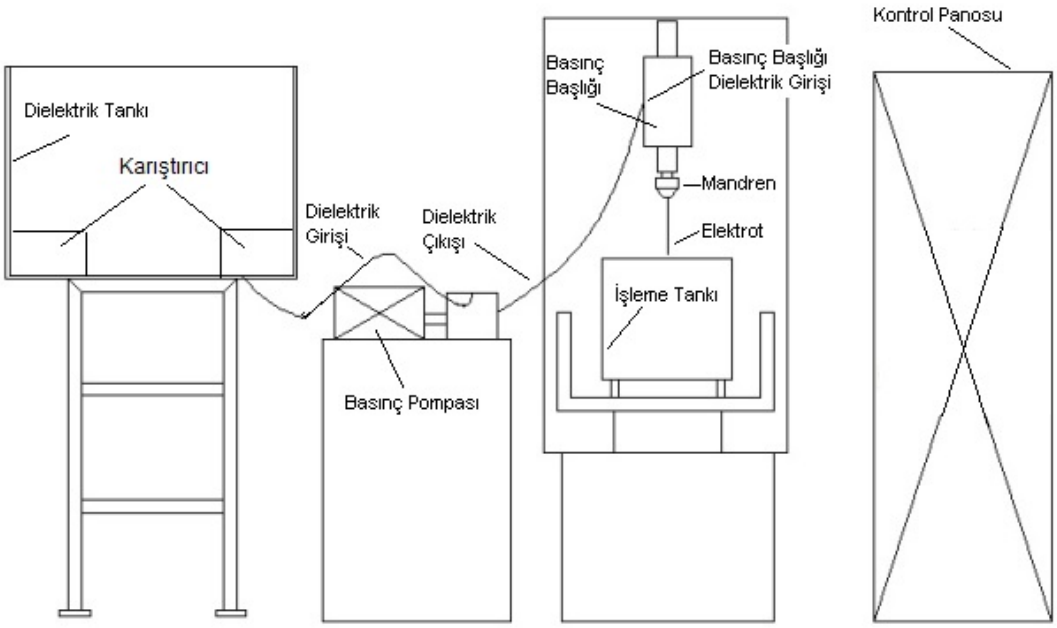
1. Giriş

Mikro delik delme işlemlerinde gelişen ve performansı yüksek olan yöntemlerden birisi de elektro erozyon yöntemidir. Bu yöntemde özellikle 1 mm çapın altındaki delikler hızlı bir şekilde ve kabul edilebilir delik profiliyle elde edilmektedir. Elektro erozyon ile işleme (EEİ) yönteminin en önemli tercih nedenlerinden birisi, klasik imalat yöntemleri ile işlenmesi zor olan parçaların kolaylıkla işlenebilmesidir [1-3]. Yöntemde iş parçası ile elektrot arasında fiziksel bir temas olmaması nedeni yüksek sertlikteki malzemeler de klasik talaş kaldırma yöntemlerine göre kolaylıkla işlenebilmektedir. EEİ yöntemi enerjinin belli bir alana odaklanarak o bölgede ergime ve buharlaşma yardımı ile iş parçasından o alanın koparılması esasına dayanır. Bu yöntemde belirlenen hızda döndürülen küçük çaplı boru tipi elektrot içerisinden istenilen basınç değerinde püskürtülen dielektrik sıvı ile işleme bölgesindeki çok küçük boyutlu işleme artıkları uzaklaştırılmaktadır. Kullanılan elektrot takımın çapından biraz daha büyük delikler kolaylıkla üretilmektedir. Yöntemin en önemli avantajı elektriksel iletken olmak kaydıyla bütün malzemelere delik delinebilmesidir [4-7]. Ayrıca 1 mm çapın altındaki deliklerin klasik imalat yöntemleri ile işlenebilirliği de kesme anında meydana gelen kuvvetler ve talaşın işleme ortamından uzaklaştırılması gibi nedenlerden dolayı son derece zordur. Dolayısı ile 1 mm çapın altındaki delikler için EEİ yöntemi geniş bir çalışma alanı bulmuştur. EEİ yöntemi ile delik delme işlemlerinde hem işleme performansını artırmak ve hem de delik profilini kullanılan elektrot takım çapı ile aynı elde edebilmek için yapılan çalışmalar hızlı bir şekilde devam

etmektedir [8-11]. EDM operasyonlarında daha iyi sonuçlar elde etmek için uygulanan yöntemlerden birisi de toz katkılı dielektrik sıvı kullanımıdır. Bu yöntemde dielektrik sıvı içerisine iletken tozlar katılmaktadır ve bu sayede işleme performansı iyileştirilmektedir. Çünkü toz tanecikleri elektrot ve iş parçası arasında daha fazla iletken köprü kurulmasını sağlamaktadır ve böylelikle istenilen alanı ergitmek ve buharlaştırmak daha hızlı hale gelmektedir [12-14]. Toz katkısı sayesinde iş parçası işleme hızlarının arttığı yapılan çalışmalarda özellikle vurgulanmaktadır [15-17]. Bu yöntemde toz konsantrasyonu, toz parçacıkların ısıl ve elektriksel özellikleri ile toz taneciklerinin büyüklüğü de işleme performansını etkilemektedir [18].

2. Materyal ve Metot

Deneysel çalışmalarda FURKAN marka "EEİ M50A" tip EEİ tezgâhı kullanılmıştır. Elektro erozyon tezgâhının hareketli kafa kısmına değişik devirlerde elektrot takımı döndürecek ve içinden istenilen basınç değerinde dielektrik sıvıyı işleme bölgesine püskürtecek bir başlık monte edilmiştir. Deney düzeneğinin şematik görünümü Şekil 1'de sunulmuştur.



Şekil 1. Deney Düzeneği

Şekil 1'de gösterilen deney düzeneği sayesinde 1 mm, 0.8 mm, 0.5 mm çaplarında çok sayıda farklı malzemeye delikler delinmiş ve bunlar bilimsel yayınlarla ifade edilmiştir [2-4]. Şekil 1'de Dielektrik tankı içerisinde yer alan karıştırıcılar sisteme sonradan ilave edilmiştir. Bu karıştırıcıların amacı dielektrik içerisine dökülen tozların zemine çökmesini engellemektir. Bu karıştırıcılardan sisteme önce bir adet monte edilmiş fakat daha sonra bir karıştırıcının yetersiz kalma ihtimaline karşı dielektrik tank içerisine bir adet daha ilave edilmiştir. Bu sayede dielektrik karışımın kesintisiz akması sağlanmıştır ve tıkanmaların önüne geçilmiştir.
Deneysel çalışmalarda 0.5 mm çapında pirinç elektrot ve iş parçası olarak da AISI 1050 kullanılmıştır. İşparçası boyu 20 mm olarak hazırlanmıştır.

3. Deneysel Çalışma

Bu çalışmada daha önce saf su dielektrik sıvı kullanılarak mikro delik delme işlemleri yapılan hızlı delik delme ünitesinde, saf su içerisine katılan karbon tozu parçacıkların işleme hızına ve işleme performansına etkileri incelenmiştir. Bu kapsamda 3 farklı ortalama tane büyüklüğüne sahip karbon tozu ve 3 farklı dielektrik sıvı konsantrasyonu ile delik delme işlemleri gerçekleştirilmeye çalışılmıştır. Çalışma kapsamında takım tezgâhı boşalım akımı (6 A), dielektrik püskürtme basıncı (20 bar) ve elektrot devir sayısı (100 rev/min) değerleri sabit tutulmuştur. Ayrıca toz konsantrasyonu da sabit tutulmuş ve her bir çalışma için 5 g/l

alınmıştır. Çalışmanın ilk aşamasında dielektrik sıvı tankının içerisine az bir miktarda karbon tozu katılmıştır fakat kısa bir süre sonra yapılan gözlemde karbon tozu taneciklerin zemine çökeldiği gözlenmiştir. Bu çökelmeyi önlemek amacı ile dielektrik tankının içerisine bir adet karıştırıcı ilave edilmiştir. Böylelikle karbon tozlarının çökelmesi önlenmiştir. Daha sonra işleme tankı çerisindeki mengeneye bağlanan AISI 1050 malzemelerin delinmesi için sistem çalıştırılmıştır. Fakat çok kısa bir süre sonra dielektrik akışı kesilmiştir. Yapılan incelemeler sonucu karbon tozunun tıkanmaya neden olduğu anlaşılmıştır. Bu sorunu ortadan kaldırmak amacı ile karıştırıcı sayısı ikiye çıkarılmıştır ve dielektrik tankı içierisine aynı şekilde bir karıştırıcı daha ilave edilmiştir. Dielektrik hortumları ve basınç başlığı temizlendikten sonra sistem tekrar çalıştırılmıştır. Kısa bir süre toz katkılı dielektrik akışı sağlanmakla beraber bir süre sonra dielektrik akışı yine kesilmiştir. Tekrar yapılan incelemeler sonucunda toz katkılı dielektrik sıvının tıkanmaya neden olduğu görülmüştür. Çalışmanın ikinci aşamasında tıkanıklığın elektrot iç çapından kaynaklandığı düşünülmüştür fakat yapılan araştırma neticesinde 0.5 mm dış çaplı elektrotlar için iç çapı 0.18 mm'den büyük bir çapın olmadığı tespit edilmiştir. Elektrot iç çapı büyütülemediği için bu aşamada karbon tozu ortalama tane büyüklüğünün küçültülmesi yolu tercih edilmiştir. Yapılan araştırma neticesinde 30-40 µm ortalama tane büyüklüğünde karbon tozu bulunmuş ve temizlenen dielektrik tankı içerisine konularak saf su ile karıştırılmıştır. Şu ana kadar kullanılan karbon tozu tane büyüklüğü ortalamasının 70-80 µm olduğu dikkate alındığında ve elektrot iç çapının da 180 µm olduğu dikkate alındığında bu yeni karbon tozu katkısının kesintisiz akışı öngörülmüştür. Bu öngörü ile sistem çalıştırılmıştır. Sistemin çalıştırılması ile dielektrik akışı sağlanmıştır. Delik delme işlemi başlatılmıştır ve bir süreölçer yardımı ile süre ölçümü yapılmıştır. İlk kıvılcım oluşumu ile birlikte süreölçer çalıştırılmış ve 15 sn sonra kıvılcım boşalımının durduğu tespit edilmiştir. Sistem durdurularak gerekli kontroller sağlanmıştır. Delik delme işlemler iki iş parçasının birleştirilip ortasından delme işlemi olduğu için iş parçaları sökülerek 4-5 mm delik delinebildiği görülmüştür. Fakat sonrasında ise kıvılcım boşalımının tıkanmaya bağlı olarak sonlanmıştır. Bu tıkanmanın yine tane büyüklüğü ile ilgili olduğu düşünülmüş ve uzun bir çalışma sonrasında 10-12 µm ortalama tane büyüklüğünde karbon tozunun temin edilmesi ile yeni bir çalışma yapılmıştır. 10-12 µm ortalama tane büyüklüğündeki karbon tozu katkısı ile yapılan çalışmada 20 mm boyundaki 0.5 mm delik tam olarak delinmiştir. Bu yeni tane boyutlu karbon tozları ile birkaç deney yapılmış ve hepsinde delikler elde edilmiş ve bir tıkanmaya rastlanmamıştır. Çalışmanın üçüncü aşamasında saf su ile yapılan delik delme işlemleri ve karbon tozu katkılı dielektrik sıvı ile yapılan delik delme işlemleri karşılaştırılmıştır. Bu aşamada aynı işleme parametreleri altında saf su ile 3 adet delik delme işlemi gerçekleştirilmiştir. Aynı üç işlem karbon tozu katkılı dielektrik sıvı ile de yapılmıştır ve sonuç olarak üç deneyde de karbon tozu katkısı sayesinde işleme süresinin kısaldığı tespit edilmiştir. Dolayısı ile EEİ operasyonlarında en önemli çıktı parametrelerinden olan İİH değerlerinin yükseldiği süreölçer yardımı ile tespit edilmiştir.

4. Sonuç

Bu çalışmada EEİ yöntemi ile delik delme işlemlerinde işleme hızını arttırmaya yönelik olarak dielektrik sıvının içine karbon tozu katkısı yapılmıştır. Bu amaçla karbon tozu katkısının tıkanma olmadan işleme ortamına ulaşması ve sürdürülebilir bir yıkama işlemi olması için uygun tane boyutu ve karıştırma işlemi sağlanmıştır. Sonuç olarak uygun tane boyutlu karbon tozunun bulunması ile sürekli yıkamanın gerçekleştiği ve karbon tozu katkısı sayesinde iş parçası işleme hızının arttığı tespit edilmiştir.

Kaynaklar

[1] Yılmaz, V., "Experimental Investigation of Drillability of Micro Holes Using Electro Discharge Machining"., Ph. D. Thesis., Gazi University Graduate School of Naturel and Applied Sciences, Ankara (2013).

[2] Yılmaz, V., Sarıkaya, M., Dilipak, H., "Investigation of deep-drilled micro-hole profiles in Hadfield steel", Materials Testing, 58(3): 224-230, (2016).

[3] Yılmaz, V., Sarıkaya, M., Dilipak, H., "Deep Micro Hole Drilling for Hadfield Steel By Electro Discharge Machining (EDM)", Materiali in tehnologije / Materials and technology 49(3): 377-386 (2015)

[4] Yılmaz, V., Dilipak, H., "Elektro Erozyon İle İşleme (EEİ) Yöntemi İle Mikro Delik Delme Sistemi Tasarımı"., 4. Ulusal Talaşlı İmalat Sempozyumu., 7-9 Kasım, Aydın (2013).
[5] Leao, F. N., "Optimisation of EDM fast holedrilling through evaluation of dielectric and electrode materials", Proceedings of COBEM 2005, 18th International Congress of Mechanical Engineering, November 6-11, Ouro Preto, MG, (2005).
[6] Kuppan, P., Rajadurai, A., Narayanan, S., "Influence of EDM process parameters in deep hole drilling of Inconel 718", International Journal of Advanced Manufacturing Technology, 38/1-2: 74-84 (2008).
[7] Asokan, T., Reddy, S. S., Costa, P. D. E., "Electrical discharge drilling of titanium alloys for aerospace applications", Proceedings of 19th AIMTDR conference, IIT Madras, Chennai: 161-165 (2000).
[8] Yılmaz, V. "Deep micro-hole drilling of Hardox 500 by electro-discharge machining", Materials Testing, 58 (1): 69-74, (2016).
[9] Yılmaz, V., Dilipak, H., Özdemir, M., Uzun, G. "Examining The Surface Roughness While Drilling Micro-Size Deep Holes with Electro Discharge Technique on Hadfield Steel". International Symposium on Innovative Technologies in Engineering and Science (ISITES),156-164 (2014).
[10] Yılmaz, V., Yılmaz, C. Y., Özdemir, M., Sarıkaya, M., "Examination of Surface Roughness in the Hole Drilling Process with Different Electrodes", 3 rd International Symposium on Innovative Technologies in Engineering and Science (ISITES2015) 3-5 June 2015,1024-1031,Valencia, Spain, (2015).
[11] Yılmaz, V., Yılmaz, C. Y., Sarıkaya, M., Özdemir, M., "Modelling of Performance Output in the Hole Drilling Process with Different Electrodes to X10CrAlSi24 Sheet Material", 3 rd International Symposium on Innovative Technologies in Engineering and Science (ISITES2015) 3-5 June 2015,Valencia, Spain, (2015).
[12] Puhan, D., Mahapatra, S. S., Sahu, J., Das, L. "A hybrid approach for multi-response optimization of non-conventional machining on AlSiCp MMC", Measurement, 46: 3581–3592, (2013).
[13] Li. Lin, C. Diver, J. Atkinson, R. Giedl-Wagner, H. J. Helml. "Sequential Laser and EDM Micro-drilling for Next Generation Fuel Injection Nozzle Manufacture", Annals of the CIRP 55: 179-182, (2006).
[14] Chakrabortya, S., Deya, V., Ghosh, S. K. "A review on the use of dielectric fluids and their effects in electrical discharge machining characteristics", Precision Engineering, 40: 1–6, (2015).
[15] Kansal, H. K., Singh, S., Kumar, P. "Technology and research developments in powder mixed electric discharge machining (PMEDM)" Journal of Materials Processing Technology, 184: 32–41, (2007).
[16] Kolli, M., Kumar, A. "Effect of carbide powder mixed into dielectric fluid on electrical discharge machining of titanium alloy", Procedia Materials Science, 5: 1957-1965, (2014).
[17] Kung, K. Y., Horng, J. T., Chiang, K. T. "Material removal rate and electrode wear ratio study on the powder mixed electrical discharge machining of cobalt-bonded tungsten carbide", The International Journal of Advanced Manufacturing Technology, 40: 95–104 (2009).
[18] Ojha, K., Garg, R. K., Singh, K. K. "Experimental Investigation and Modeling of PMEDM Process with Chromium Powder Suspended Dielectric", International Journal of Applied Science and Engineering, 9(2): 65-81(2011).

OPTIMIZATION OF EDM PARAMETERS FOR MACHINING PERFORMANCE IN MICRO HOLE DRILLING OPERATIONS WITH POWDERED DIELECTRIC LIQUID

TOZ KATKILI DİELEKTRİK SIVISI İLE DERİN DELİK DELME İŞLEMLERİNDE İŞLEME PERFORMANSI İÇİN EEİ PARAMETRELERİNİN OPTİMİZASYONU

Murat Sarıkaya[a], Volkan Yılmaz[b], Güven Meral[c], Ulvi Şeker[d]
[a] Sinop Üniversitesi Mühendislik ve Mimarlık Fak., Makine Müh. Böl., Sinop, Türkiye, msarikaya@sinop.edu.tr
[b] Gazi Üniversitesi, Teknoloji Fak., İmalat Müh. Böl., Ankara, Türkiye, volkan@gazi.edu.tr
[c] Gazi Üniversitesi, Teknik Bilimler Meslek Yüksekokulu, Ankara, Türkiye, guvenmeral@gazi.edu.tr
[d] Gazi Üniversitesi, Teknoloji Fak., İmalat Müh. Böl., Ankara, Türkiye, useker@gazi.edu.tr

Özet

Bu çalışmada dielektrik sıvısına karbon tozu karıştırılmış bir elektro erozyonla delik delme işleminde delme performansına etki eden parametreler optimize edilmiştir. Bu kapsamda hızlı delik delme ünitesine dönüştürülen elektro erozyon tezgâhında farklı işleme parametreleri ve farklı ortalama tane büyüklüğündeki karbon tozları ile çeşitli deneyler yapılmıştır. Elektrot aşınma oranı (EAO), işleme hızı (İH) ve bağıl aşınma (BA) çıktı parametreleri olarak değerlendirilmiştir. Deneyler sonrasında Yanıt Yüzey Yöntemi (YYY) yardımıyla elektrot dönme hızı, dielektrik sıvı basınca ve toz katkısı oranlarının optimum seviyeleri belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Toz ilavesi, Delik Delme, Elektro erozyon, Optimizasyon, Yanıt yüzey yöntemi.

Abstract

In this study, parameters influencing drilling performance were optimized in micro hole drilling operations with powdered dielectric liquid. In this context, various experiments were performed with different machining parameters and carbon powders having the different average grain size in the electro erosion machine which is converted into the fast hole drilling unit. Electrode wear rate, material removal rate and relative wear were evaluated as output parameters. After experiments, the optimum levels of electrode spindle, dielectric spray pressure and powder addition were determined with help of response surface methodology (RSM).

Keywords: Powder addition, Drilling, Electro erosion, Optimization, Response surface methodology.

1. Giriş

Alışılmamış imalat yöntemleri arasında en fazla tercih edilen yöntemlerden birisi de elektro erozyon ile işleme (EEİ) yöntemidir. EEİ yöntemi iletken bir elektrot yardımı ile elektriksel kıvılcımların aşındırma etkisiyle çalışmaktadır. Bu yöntemde iş parçası ile elektrot arasında fiziksel bir temas yoktur ve fiziksel bir temas olmaması nedeni ile yöntem çeşitli avantajlar sunmaktadır. İmalat sanayi açısından bu avantajlardan en önemlisi elektriksel iletken olması kaydıyla hangi mekanik özelliklere sahip olursa olsun tüm malzemelerin işlenebilmesidir. Dolayısı ile yöntem alışılmış imalat yöntemlerinde mekanik yük faktörlerinin çok fazla olduğu alanlarda sıkça kullanılmaktadır [1-3]. Bu alanlardan bir tanesi de delik delme işlemidir. Çünkü delik delme işlemi mekanik yüklerin fazlalığı, talaşın uzaklaştırılması, kesme bölgesinin ve takımın soğutulması gibi nedenlerden dolayı zor bir işlemdir. Hatta son zamanlarda mekanik sistemlerin küçülmesiyle küçük delik çapı ve yüksek delik boyu beklentisi bu zorlukları arttırmaktadır. Geliştirilen EEİ delik delme sistemleri sayesinde bu zorluklar da ortadan kaldırılmakta ve istenilen çap ve boyda delikler delinebilmektedir [4-5]. EEİ delik delme sistemi kendi ekseni etrafında dönen ve genelde içerisinden

dielektrik sıvı geçen bir elektrot yardımıyla çalışmaktadır. Yöntem sayesinde 0.1-3 mm çapındaki delikler rahatlıkla delinebilmektedir [6-8]. Bu yöntemde işleme performansını etkileyen parametreler boşalım akımı, vurum süresi, vurum aralığı, dielektrik püskürtme basıncı ve elektrot devir sayısı olarak belirlenmiştir. İşleme performansı ise genellikle işparçası işleme hızı (İH), elektrot aşınma oranı (EAO), bağıl aşınma (BA), delik profili ve delik yüzey pürüzlülüğü değerlerinin ölçülmesiyle belirlenmektedir [9]. Son zamanlarda yapılan çalışmalarda bu performans çıktılarının iyileştirilmesi üzerine yoğunlaşmaktadır. Özellikle İH değerlerinin yükseltilmesi ve EAO değerlerinin düşürülmesi sistemin ekonomikliği ve imalat sanayinde kullanılabilirliği açısından son derece önemlidir. Gelinen noktada imalat sanayinin bu beklentisi karşılanmakta ve işleme parametrelerinin uygun değerlerde seçilmesi ile iyi sonuçlar elde edilmektedir [10-12]. Delik delme sistemi üzerine yapılan ilavelerle işleme performansı artırılmaktadır [13-14]. Sistemin diğer işleme yöntemleri ile hibrit hale getirilmesiyle de olumlu sonuçlar alınmaktadır [15-17]. EEİ operasyonlarında daha iyi sonuçlar elde etmek için uygulanan yöntemlerden birisi de toz katkılı dielektrik sıvı kullanımıdır. Bu yöntemde dielektrik sıvı içerisine iletken tozlar katılmaktadır ve bu sayede işleme performansı iyileştirilmektedir. Çünkü toz tanecikleri elektrot ve işparçası arasında daha fazla iletken köprü kurulmasını sağlamaktadır ve böylelikle istenilen alanı ergitmek ve buharlaştırmak daha kolay hale gelmektedir. [11, 18-20]. Toz katkılı dielektrik sıvı kullanılarak özellikle İH değerlerinin yükseltilmesi son derece önemli bir gelişmedir. Çünkü EEİ operasyonlarında İH değerleri en önemli çıktı parametresidir [20-23]. Bu yöntemde toz konsantrasyonu, toz parçacıkların ısıl ve elektriksel özellikleri ile toz taneciklerinin büyüklüğü de işleme performansını etkilemektedir [24]. Bu yöntemde dielektrik sıvı olarak genellikle gazyağı ve saf su kullanılırken iletken toz olarak ise alüminyum, krom, grafit, silikon ve bakır tozları kullanılmaktadır. Dielektrik sıvı olarak kullanılan suyun hem daha sağlıklı ve hem de daha güvenli olduğu belirtilmektedir. Hatta suyun daha iyi soğutma sağladığı da bilinmektedir [25-26]. Daha hızlı soğutma yapması nedeni ile su ve toz katkılı dielektrikle yapılan işlemelerde EAO değerlerinin azaldığı belirtilmiştir [27]. Yukarıda bahsedildiği gibi EEİ ile delik delme işlemlerinde elektrot aşınması ve işleme hızı ve bağıl aşınma önemli performans göstergelerinin başında gelmektedir. Yapılan bir delik delme operasyonunda işleme hızının yüksek olması istenirken elektrot aşınma hızının ise en düşük seviyede tutulması esastır. Dolayısıyla EEİ ile delik delme işlemlerinde optimum çalışma parametreleriniz belirlenmesi oldukça önemlidir. Bu çalışmada AISI 420 malzemesinin çeşitli işleme parametreleriyle delinmesinde optimum çalışma parametrelerinin belirlenmesi için Yanıt Yüzey Yöntemi (YYY) kullanılmıştır.

2. Materyal ve Metot

2.1. EEİ ile delme deneyleri

Deneylerde elektrot malzemesi olarak 0.5 mm çapında boru tipi pirinç elektrot, iş parçası olarak imalat sanayinde sıcak iş takım çeliği ve türbin kanadı çeliği olarak çok sık kullanılan AISI 420 paslanmaz çelik, dielektrik sıvı olarak saf su ve üç farklı konsantrasyonda (2, 4, 8 g/l) karbon tozu katkılı saf su kullanılmıştır. Deneylerde kullanılan işleme parametreleri Tablo 1'de sunulmuştur.

Tablo 1. İşleme parametreleri

Boşalım akımı (A)	6
Vuruş süresi **(**On-time) [µs]	200
Vuruş aralığı (Off-time) [µs]	100
Elektrot dönme hızı (rpm)	100, 200, 400
Dielektrik sıvı basıncı (bar)	20, 40, 80
Polarite	Takım (+), iş parçası (-)
Dielektrik sıvı	Saf su, karbon tozu ilave edilmiş su
Karbon tozu oranı	gr/l
İş parçası	AISI 420
Elektrot	Pirinç
İşleme derinliği (mm)	20
Takım çapı (mm)	0,5

Deneyler yapılırken her bir delik delme işlemi için kıvılcım başlangıcı ve kıvılcımın sona ermesi arasındaki süre kronometre yardımı ile ölçülmüştür. Ayrıca her delik delme işleminin başında ve sonunda iş parçası ve elektrotlar kurutularak hassas terazi ile ağırlıkları ölçülmüştür. Deneyler sonrasında İH, EAO ve BA değerleri aşağıdaki formüller ile hesaplanmıştır.

İH (mg/min)= $(\mathrm{gr/dak}) = \frac{\text{İş parçası toplam aşınma hacmi (mg)}}{\text{Toplam işleme süresi (dak)}}$ (1)

EAO (mg/min)= $\frac{\text{Elektrot toplam aşınma hacmi (mg)}}{\text{Toplam işleme süresi min)}}$ (2)

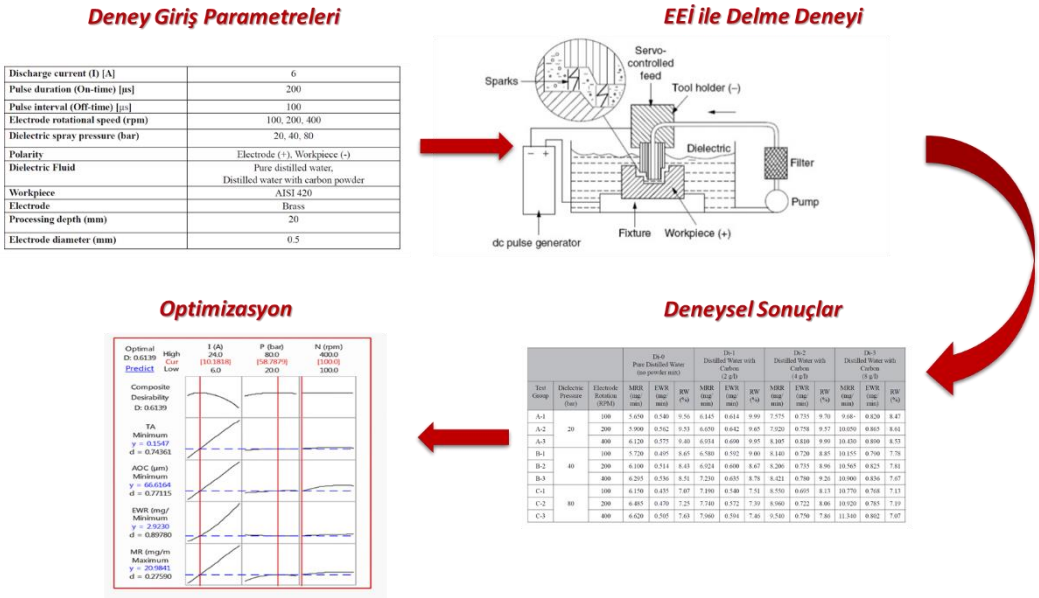
BA (%)= $\frac{\text{EWR (mg/min)}}{\text{MRR (mg/min)}} * 100$ (3)

2.2. Yanıt Yüzey Yöntemi (YYY)

YYM yöntemi pek çok mühendislik alanında, bir sistemde kullanılan bağımsız parametreler arasındaki ilişkiyi belirlemek için matematiksel modelleme tekniklerini ve sistemde kullanılan giriş parametreleri ile en iyi yanıt için istenilen seviyeleri tespit edilmesinde kullanılan istatistiksel bir yöntemidir. Optimum noktaların bulunmasını hedefler. YYM yöntemi genel olarak 3 safhadan oluşmaktadır [28]. İlk aşamada yanıt değerlerinin en az deney sayısı ile elde edilmesini sağlamak için tüm parametre kombinasyonlarını tespit edebilecek bir deney tasarımı planlayarak gerçek deneyler yapılır. Buradaki amaç deney sayısının azaltılmasıyla hem zamandan hem de maliyetten kazanç sağlamaktır. Yöntemin ikinci safhasında ise elde edilen deney sonuçlarının bağımsız parametrelerle olan ilişkisini tespit etmek için birinci dereceden polinomiyal, ikinci dereceden polinomiyal veya daha yüksek dereceden polinomiyal denklemler tanımlanır. Fakat birinci dereceden polinomiyal modellerin sonuçların tahmininde yetersiz kalması ve yüksek dereceli polinomiyal denklemlerin karmaşıklığında dolayı genellikle ikinci dereceden denklemler daha sık kullanılmaktadır [29]. YYM metodunun son safhasında ise sistemin verdiği tüm sonuçlar için aynı anda en iyi değeri veren optimum giriş parametreleri yanıt yüzey grafikleri sayesinde tespit edilir. YYM yönteminde bağımsız parametreler ile cevaplar (bağımlı parametreler) arasındaki ilişkinin tespit edilmesinde kullanılan ikinci dereceden polinomiyal bir denklem aşağıdaki gibi yazılabilir [30]:

$$t_i = c_0 + \sum_{i=1}^{k} c_i x_i^2 + \sum_{i=1}^{k} c_{ii} x_i^2 + \sum_{i=1}^{k} \sum_{i=j}^{k} c_{ij} x_i x_j + e \qquad (4)$$

Burada, t_i tahmin edilen yanıtları (efektif güç, efektif verim, özgül yakıt tüketimi ve özgül enerji tüketimi); c_0 sabit katsayısını; c_i, c_{ii}, c_{ij} sırasıyla model katsayısı birinci ve ikinci dereceden regresyon katsayıları ve parametre etkileşimlerinin katsayılarını $x_i$ve $x_j$bağımsız parametreler; k ise deney sayısını ifade etmektedir. Bu çalışmada YYM ile yapılan optimizasyon yönteminin iş-akış diyagramı Şekil 1 de verilmiştir.



Discharge current (I) [A]	6
Pulse duration (On-time) [µs]	200
Pulse interval (Off-time) [µs]	100
Electrode rotational speed (rpm)	100, 200, 400
Dielectric spray pressure (bar)	20, 40, 80
Polarity	Electrode (+), Workpiece (-)
Dielectric Fluid	Pure distilled water, Distilled water with carbon powder
Workpiece	AISI 420
Electrode	Brass
Processing depth (mm)	20
Electrode diameter (mm)	0.5

Şekil 1. Optimizasyon akış diyagramı

3. Sonuçlar ve Analiz

3.1. Matematiksel Analiz

Mevcut girdi parametreleri, bunların seviyeleri ve deney sonuçları kullanılarak bir deney sisteminde farklı çalışma parametrelerinde muhtemel deney sonuçlarını tahmin edebilmek için elde edilen matematiksel modeller aşağıda verilmiştir.

$$\text{İH (mg/min)} = 4{,}893 + 0{,}00601*\text{Elektrot hızı} - 0{,}0022 * \text{Basınç} + 0{,}561*\text{Toz oranı} - 0{,}000002*\text{Elektrot hızı}*\text{Elektrot hızı} + 0{,}000169*\text{Basınç}*\text{Basınç} - 0{,}0058*\text{Toz oranı}*\text{Toz oranı} - 0{,}000033*\text{Elektrot hızı}*\text{Basınç} - 0{,}000098*\text{Elektrot hızı}*\text{Toz oranı} + 0{,}00119*\text{Basınç}*\text{Toz oranı} \quad (5)$$

$$\text{EAO (mg/min)} = 0{,}5330 + 0{,}000388*\text{Elektrot hızı} - 0{,}00284*\text{Basınç} + 0{,}06947*\text{Toz oranı} - 0{,}000000*\text{Elektrot hızı}*\text{Elektrot hızı} + 0{,}000016*\text{Basınç}*\text{Basınç} - 0{,}003931*\text{Toz oranı}*\text{Toz oranı} - 0{,}000000*\text{Elektrot hızı}*\text{Basınç} - 0{,}000001*\text{Elektrot hızı}*\text{Toz oranı} + 0{,}000039*\text{Basınç}*\text{Toz oranı} \quad (6)$$

$$\text{BA (\%)} = 10{,}890 - 0{,}00146*\text{Elektrot hızı} - 0{,}06868*\text{Basınç} + 0{,}2140*\text{Toz oranı} + 0{,}000003*\text{Elektrot hızı}*\text{Elektrot hızı} + 0{,}000297*\text{Basınç}*\text{Basınç} - 0{,}04617*\text{Toz oranı}*\text{Toz oranı} - 0{,}000000*\text{Elektrot hızı}*\text{Basınç} - 0{,}000041*\text{Elektrot hızı}*\text{Toz oranı} + 0{,}001956*\text{Basınç}*\text{Toz oranı} \quad (7)$$

Yukarıda elde edilen modellerin uygunluğu belirlilik katsayısı olarak isimlendirilen ve çoklu modellerde de R^2 olarak isimlendirilen istatistik terimi ile hesaplanmıştır. Bu değer 0 ile 1 arasında değişmekle birlikte 1 veya 1'e yakın olması modelin uygunluğunu oldukça arttırmaktadır. Bu çalışmada işleme hızı, elektrot aşınma oranı ve bağıl aşınma için elde edilen modellerin R^2 değerleri sırasıyla 0,9359; 0,9789 ve 0,9342 olarak hesaplanmıştır. R^2 değerinin 0,8 ve 0,8'den büyük olması modelin arzu edilen güven aralığı seviyesinde olduğunu göstermektedir [31]. Bu çalışmada da tüm cevaplar için elde edilen R^2 değerlerinin 0,8 den büyük olması tüm modellerin uygunluğunu göstermiştir.

3.2. Optimizasyon

Yanıt yüzey yöntemi çoklu cevapların optimizasyonu için çekicilik analizi yöntemini (desirability function analysis) kullanmaktadır. Bu analiz yönteminde çekicilik fonksiyonu katsayısı d=0 ile d=1 arasında değişmektedir. Bu katsayının 1 veya 1'e yakın olması hedeflenen en iyi sonuçlara ulaşıldığını gösterir. Çekicilik fonksiyonu analizinde 3 farklı analiz yöntemi bulunmaktadır. Bunlar, a) "*en küçük en iyidir*", b)

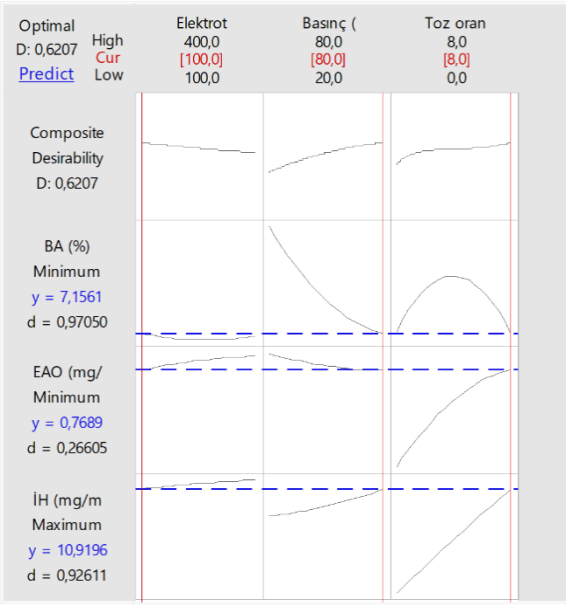
"*en büyük en iyidir*", c) "nominal en iyidir" yöntemleridir. Bu çalışmada maksimum işleme hızı arzu edildiğinden dolayı işleme oranı sonuçları için en büyük en iyidir analizi seçilmiştir. Diğer taraftan elektrot aşınma oranı be bağıl aşınmanın minimum seviyede olması istendiğinden dolayı bu sonuçlar için ise en küçük en iyidir analizi kullanılmıştır. Deneysel çalışmada elde edilen sonuçlar için amaç, en düşük değer, üst değer, ağırlık ve faktörlerin önemini gösteren değerler Tablo 2'de verilmiştir.

Table 2. Optimizasyon sonuçları

Cevap	Amaç	Çözüm			En düşük	Hedef	Üst	Ağırlık	Önemi	Tahmin	Çekicilik (d)
		Hız (rpm)	Basınç (bar)	Toz (gr/l)							
İşleme hızı (mg/min)	Mak.	100	80	8		7,07	9,99	1	1	10,9116	0,92611
Aşınma oranı (mg/min)	Min.	100	80	8		0,435	0,89	1	1	0,7689	0,26605
Bağıl aşınma (%)	Min.	100	80	8	5,65	11,340		1	1	7,1561	0,97050

Birleşik çekicilik değeri = 0.620691

Bu çalışmada aynı anda işleme oranının maksimum ve elektrot aşınma hızı ve bağıl aşınmanın minimum seviyede olması amaçlanmıştır. Bu amaca ulaşmak için en iyi çözüm Tablo 2 de görülmektedir. Ayrıca, Şekil 2 de çoklu optimizasyon grafiği de verilmiştir. Tablo 2 ve Şekil 2 ye göre işleme oranı, elektrot aşınma oranı ve bağıl aşınma için en iyi değerler sırasıyla 10,9116 mg/min, 0,7689 mg/min ve %7,1561 olmuştur. Bu cevapların çekicilik fonksiyonu değerleri ise sırasıyla d=0,92611, d=0,26605 ve d=0,97050 olmuştur. Tüm sonuçlar için birleşik çekicilik değeri d_{bir}= 0,620691 olarak hesaplanmıştır. Tüm çıkış parametreleri için en iyi sonuçları veren optimum çalışma parametreleri ise elektrot dönme hızı için 100 rpm, dielektrik sıvı basıncı için 80 bar ve toz katkı oranı için 8 gr/l olarak bulunmuştur.



Şekil 2. Optimizasyon grafiği

4. Sonuç

Bu çalışmada EEİ yöntemi ile delik delme işlemlerinde işleme performansını arttırmaya yönelik olarak dielektrik sıvının içine karbon tozu katkısı yapılmıştır. Farklı oranlarda karbon tozu ilavesinin yanı sıra elektrot dönme hızı ve dielektrik sıvı basıncı da değişken olarak deneylerde kullanılmıştır. İşleme performansı göstergeleri olarak elektrot işleme oranı, aşınma oranı ve bağıl aşınma seçilmiştir. Farklı deney

parametrelerinde sonuçlar elde etmek için matematiksel denklemler geliştirilmiştir. Ayrıca Yanıt Yüzey Yöntemi kullanılarak çoklu optimizasyon yapılmış ve bir deney sisteminde optimum çalışma parametreleri elde edilmiştir. Sonuç olarak, matematiksel modellerin R^2 değerinin güven aralığı seviyesinde olması modellerin uygunluğunu göstermiştir. Tüm çıkış parametreleri için en iyi sonuçları veren optimum çalışma parametreleri ise elektrot dönme hızı için 100 rpm, dielektrik sıvı basıncı için 80 bar ve toz katkı oranı için 8 gr/l olarak gerçekleşmiştir. Bu parametrelerde çalışıldığında, işleme oranı, elektrot aşınma oranı ve bağıl aşınma için elde edilen sonuçlar işleme oranı için 10,9116 mg/min, elektrot aşınma oranı 0,7689 mg/min ve bağıl aşınma için %7,1561 olmuştur.

Kaynaklar

[1] Yılmaz, V. "Deep Micro-Hole Drilling of Hardox 500 by Electro-Discharge Machining", Materials Testing, 58 (1), 69 (2016).

[2] Benedict, G. F. "Nontraditional Manufacturing Processes. Marcel Dekker Incorporated", New York, (1987).

[3] Yılmaz, V., Sarıkaya, M., Dilipak, H. "Investigation of Deep-Drilled Micro-Hole Profiles in Hadfield Steel", Materials Testing, 58 (3), 224 (2016).

[4] Aldas, K., Ozkul, I., Akkurt, A. "Modelling Surface Roughness in WEDM Process using ANFIS Method", J. Balk Tribol Assoc, 20 (4), 548 (2014).

[5] Yılmaz, V., Sarıkaya, M., Dilipak, H. "Deep Micro-Hole Drilling for Hadfield Steel by Electro-Discharge Machinig (EDM)", Materials and technology, 49 (3), 377 (2015).

[6] Pham, D. T., Dimov, S. S., Bigot, S., Ivanov, A., Popov, K. "Micro-EDM-Recent Developments and Research Issues", Journal of Materials Processing Technology, 149 (1-3), 50 (2004).

[7] Bamberg, E., Heamawatanachai, S. "Orbital Electrode Actuation to Improve Efficiency Of Drilling Micro-Holes By Micro-EDM", Journal of Materials Processing Technology, 209 (4), 1826 (2009).

[8] Yuangang, W., Fuling, Z., Jin, W. "Wear-Resist Electrodes for Micro-EDM", Chinese Journal of Aeronautics, 22 (3), 339 (2009).

[9] Sharanjit , S., Arvind, B. "Review to EDM by Using Water and Powder-Mixed Dielectric Fluid", Journal of Minerals & Materials Characterization & Engineering, 10 (2), 199 (2011).

[10] Lee, C.S., Heo, E.Y., Kim, J.M., Choi, I. H., Kim, D. W. "Electrode Wear Estimation Model For Edm Drilling", Robotics and Computer-Integrated Manufacturing, 36, 70 (2015).

[11] Zhang, L., Tong, H., Li, Y. "Precision Machining of Micro Tool Electrodes in Micro Edm for Drilling Array Micro Holes", Precision Engineering, 39, 100 (2015).

[12] Kuppan, P., Rajadurai, A., Narayanan, S. "Influence of Edm Process Parameters in Deep Hole Drilling Of Inconel 718", International Journal of Advanced Manufacturing Technology, 38 (1–2), 74 (2008).

[13] Plaza, S., Sanchez, J. A., Perez, E., Gil, R., Izquierdo, B., Ortega, N., Pombo, I., "Experimental Study on Micro Edm-Drilling of Ti6al4v Using Helical Electrode", Precision Engineering, 38, 821 (2014).

[14] Yan, B. H., Wang, C. C. "The Machining Characteristics of Al_2O_3/6061 Al Composite Using Rotary Electro-Discharge Machining with a Tube Electrode", Journal of Materials Processing Technology, 95 (1–3), 222 (1999).

[15] Yan, B.H., Wang, A. C., Huang, C. Y., Huang, F. Y. "Study of Precision Micro-Holes in Borosilicate Glass Using Micro Edm Combined with Micro Ultrasonic Vibration Machining. International Journal of Machine Tools &Manufacture, 42 (10), 1105 (2002).

[16] Endo, T., Tsujimoto, T., Mitsui, K. "Study of Vibration-Assisted Micro-Edm—The Effect of Vibration on Machining Time And Stability of Discharge", Precision Engineering, 32 (4), 269 (2008).

[17] Lauwers, B., Klocke, F., Klink, A., Tekkaya, A. E., Neugebauer, R., Mcintosh, D. "Hybrid Processes in Manufacturing", CIRP Annals – Manufacturing Technology, 63 (2) 561, (2014).

[18] Puhan, D., Mahapatra, S. S., Sahu, J., Das, L. "A Hybrid Approach for Multi-Response Optimization of Non-Conventional Machining on AlSiCp MMC", Measurement, 46 (9), 3581 (2013).

[19] Lin, L., Diver, C., Atkinson, J., Wagner, R.G., Helml, H.J. "Sequential Laser and EDM Micro-drilling for Next Generation Fuel Injection Nozzle Manufacture", Annals of the CIRP, 55 (1), 179 (2006).

[20] Chakrabortya, S., Deya, V., Ghosh, S. K. "A Review on the Use of Dielectric Fluids and Their Effects in Electrical Discharge Machining Characteristics", Precision Engineering, 40, 1 (2015).
[21] Kansal, H. K., Singh, S., Kumar, P. "Technology and Research Developments in Powder Mixed Electric Discharge Machining (PMEDM)", Journal of Materials Processing Technology, 184 (1-3), 32 (2007).
[22] Kolli, M., Kumar, A. "Effect of Carbide Powder Mixed İnto Dielectric Fluid on Electrical Discharge Machining of Titanium Alloy", Procedia Materials Science, 5, 1957 (2014).
[23] Kung, K. Y., Horng, J. T., Chiang, K. T. "Materal Removal Rate and Electrode Wear Ratio Study on The Powder Mixed Electrical Discharge Machining of Cobalt-Bonded Tungsten Carbide", The International Journal of Advanced Manufacturing Technology, 40 (1), 95 (2009).
[24] Ojha, K., Garg, R. K., Singh, K. "Experimental Investigation and Modeling of Pmedm Process With Chromium Powder Suspended Dielectric", International Journal of Applied Science and Engineering, 9 (2), 65 (2011).
[25] Kozak, J., Rozenek, M., Dabrowski, L. "Study of Electrical Discharge Machining Using Powder-Suspended Working Media", Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers Part B Journal of Engineering Manufacture, 217 (11), 1597 (2003).
[26] Tzeng, Y. F., Lee, C. Y. "Effects of Powder Characteristics on Electro Discharge Machining Efficiency", The International Journal of Advanced Manufacturing Technology, 17 (8), 586 (2001).
[27] Medellin, H. I., Delange, D. F., Morales, J. "Experimental Study on Electro Discharge Machining in Water of D2 Tool Steel Using Two Different Electrode Materials", Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers Part B Journal of Engineering Manufacture, 223 (11), 1423 (2009).
[28] Neşeli S, Asiltürk İ, Yaldız S, Sağlam H. "Tornalama işleminde cevap yüzey metodu ile kesme kuvvetlerinin kesme paremetrelerine bağlı olarak modellenmesi", 3. Ulusal Talaşlı İmalat Sempozyumu, 04-05 Ekim 2012, Ankara, Türkiye, 442-455, (2012).
[29] Koç B, Kaymak Ertekin F. Yanıt yüzey yöntemi ve gıda işleme uygulamaları. Gıda;35(1):1-8. (2009).
[30] Myers RH, Douglas CM, Anderson-Cook CM. (2009), "Process and Product Optimization Using Designed Experiments", 3rd ed., John Wiley & Sons, Inc, (2009).
~~[31]~~[1] Sarıkaya M, Güllü A. Multi-response optimization of MQL parameters using Taguchi-based GRA in turning of difficult-to-cut alloy Haynes 25. J Clean Prod ;91:347-57 (2015).

Malzeme ve Metalurji Mühendisliği

(Materials and Metallurgical Engineering)

ADVANTAGES OF PRODUCE BY LOW PRESSURE CASTING

ALÇAK BASINÇLI DÖKÜM YÖNTEMİ İLE ÜRETİMİN AVANTAJLARI

Hasan Hasırcı
Gazi Üniversitesi, Teknoloji Fakültesi, Metalurji ve Malzeme Mühendisliği Bölümü, ANKARA, hasirci@gazi.edu.tr

Özet

Bu çalışma endüstrisinin ihtiyacı olan sağlam ve yüksek kalitedeki parçaların üretiminde alçak basınçlı döküm yöntemi ile üretilebilirliğini değerlendirmektedir. Alçak basınçlı döküm (ABD) yöntemi ile yüksek kalitede ve özelliklerde parça üretimi mümkündür. ABD yöntemiyle üretilen parçalar kirliliklerden arındırılmış, gözenek miktarı düşük ve yüksek mekanik özelliklere sahiptir. Bu nedenler ve daha düşük maliyetler nedeniyle gerekliliği sürekli artan bir üretim yöntemi olduğu görülmektedir.

Anahtar kelimeler: Alçak Basınçlı Döküm (ABD) Yöntemi, Endüstri, Basınç, Vakum

Abstract

This study are evaluated that sound and high-quality of parts at the industry needs produced by low-pressure casting method. It is possible that parts have high-quality and properties produced by Low Pressure Casting (LPC) method. The parts have non-inclusions, low porosity and high mechanical properties produced by the LPC method. This process can be seen for these reasons and because of lower cost production reasons an increased requirement.

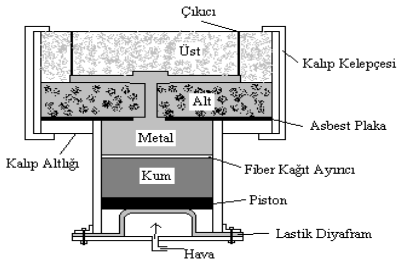
Keywords: Low Pressure Casting (LPC) Method, İndustry, Pressure, Vacuum

1. Giriş

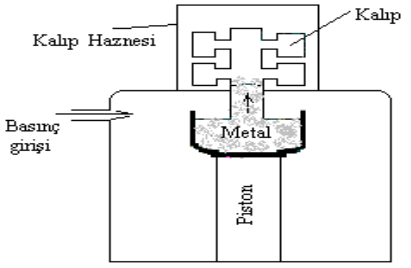
Hızlı gelişen teknoloji, savaşlar, rekabet şartlarının gelişmesi, kaliteli ürün ihtiyacı gibi nedenlerden dolayı parça üretim yöntemleri hızlı bir şekilde gelişmek durumundadır. Döküm yolu ile üretimde de bu nedenler dolayısıyla araştırma ve geliştirmelerin olması doğal bir sonuç olarak ortaya çıkmaktadır. Bu şartlar altında döküm parça üretiminde kaliteli, sağlam ve daha üstün özelliklere sahip ürünlerin elde edilebilmesi için yapılan çalışmalar neticesinde Alçak Basınçlı Döküm (ABD) yöntemi geliştirilmiştir. Yöntem basit bir ifadeyle; sıvı metalin farklı şekillerde (gaz veya piston basıncı, vakum ve elektromanyetik pompa) yerçekiminin tersi yönünde kalıba doldurulması esasına dayanır. Sıvı metal, gaz, elektromanyetik pompa ve vakum yardımı ile kalıp içerisine doldurulmaktadır. Bu yöntemle, üretilen parçalar geleneksel döküm yöntemleri (yerçekimi yardımı ile dökülen) ile üretilen ürünlerden daha üstün özelliklere sahip olmaktadır. ABD; ileri yada özel döküm yöntemleri sınıfında, basınç veya vakumla sıvı metalin hazırlanmış olan kalıba doldurulduğu bir döküm yöntemidir. Dökümü özel ve kontrollü yapılması gereken ve özellikle çok ince kesitli parçaların üretiminde başarılı bir şekilde kullanılmaktadır. Bu yöntemin yapılışı, işlemin yapıldığı düzenek, kalıp malzemelerinin (kabuk kalıp, metalik kalıp, seramik kalıp, sentetik bağlayıcılı kum kalıp, alçı kalıp, yaş kum kalıp gibi) değişik uygulamaları daha önceki çalışmalarda çok sınırlı olarak değerlendirilmiştir [1-8].

Bu yöntemde, sıvı metal kalıbın içerisine üç farklı sistemle gönderilmektedir. Bunlar; sıvı metalin kalıba basınç, manyetik pompa ve vakum yardımıyla gönderilmesi şeklindedir. Önceleri dökümcüler tarafından ergitilen metal bir piston vasıtasıyla sabit haldeki döküm kalıbına gönderilmek suretiyle (Şekil 1) döküm işlemi gerçekleştirilmiş [3,4] ve daha sonra bu sistem değişik düşük basınç (gaz basıncı) uygulamalarına dönüştürülmüştür [1,5-8]. Basınçla sıvı metalin kalıba gönderildiği sistemde (Şekil 2) kalıp, içerisinde sıvı metalin de bulunduğu yalıtılmış bir düzenek içerisine yerleştirilmiştir. Kalıbın alt kısmında ergimiş metalin doldurulmasına yarayan bir boru (gidici) bulunmaktadır. Döküm işlemi sıvı metal yüzeyine basınç uygulanması ve bu şekilde kalıbın doldurulması esasına dayanmaktadır. Gidicideki metal aynı zamanda

besleyici görevi de görmektedir. Bu durum alçak basınçlı bu döküm yöntemi ile üretilen parçalara çok üstün özelliklerin kazandırılmasına yardımcı olur. İşlemlerin otomasyona uygunluğu, düşük kalıp ve metal sıcaklığı ile işlemlerin uygulanma kolaylığı gibi açılardan geleneksel döküm yöntemlerine oranla bu yöntemi avantajlı hale getirmektedir. Düşük basınç ile katılaşma hızındaki artış ilişkisi nedeniyle dökümlerde küçük tane boyutu, daha az dentrit kol aralığı ve yüksek mekanik özellikler elde edilebilmektedir [2,9,10]. Ancak; basıncın sıvı metalin doldurulması sırasında bazı olumsuzluklara sebep olması, beraberinde bazı döküm hatalarını da getirmektedir. İşte bu nedenle geleneksel yerçekimi ile döküm yöntemlerine oranla bir çok avantajları bulunmasına karşın, vakumlu sisteme kıyasla dezavantajları da bulunmaktadır [1,9].

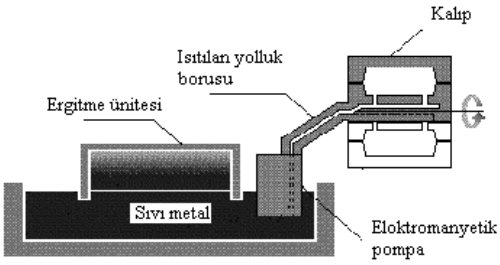


Şekil 1. Piston ile sıvı metalin kalıba doldurulduğu yerçekimine ters döküm yöntemi [4]



Şekil 2. Basınçlı (gaz) yerçekimine ters döküm yönteminin şematik gösterimi [5]

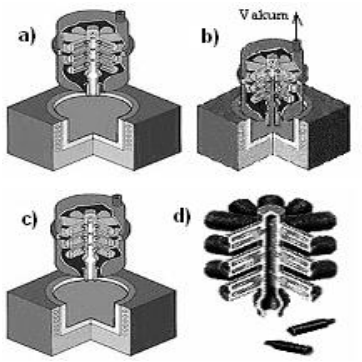
Manyetik pompa ile yerçekimine ters döküm yönteminde; sıvı metal kalıp içerisine ergitme ocağından yada döküm haznesinden yukarıya doğru manyetik alan oluşturan pompa düzeneği yardımıyla gidiciden kalıp içerisine doldurulmaktadır (Şekil 3). Bu yöntem; bir açıdan gaz basıncı yardımıyla kalıbın doldurulduğu sisteme benzer özelliklere sahip olmaktadır. Sistemdeki manyetik alan oluşturma düzeneği de bu yöntemin olumsuz yada kısıtlayıcı yönünü oluşturmaktadır [11]. Şekil 3'te bu yöntemin uygulanışı şematik olarak gösterilmektedir.



Şekil 3. Manyetik pompa ile yerçekimine ters dökümün gösterilmesi [11]

Vakum kullanımı ile kalıbın doldurulduğu sistemde ise; kalıp boşluğuna sıvı metalin itilmek suretiyle değil de çekilerek (emilerek) doldurulması dışında alçak basınçlı yerçekimine ters döküm yöntemi ile aralarında işlemin yapılışı açısından pek fark bulunmamaktadır (Şekil 4). Vakum ile yerçekimine ters dökümde kalıbın ısıtılmasına ihtiyaç olmamasından dolayı yüksek mekanik özellikler ve yüksek üretim hızı

sağlanabilmektedir. Alçak basınçlı yerçekimine ters dökümde olduğu gibi sıvı metalin kalıba dolduruluşu kalıbın alt kısmındaki genellikle gidici ve besleyici vazifesi yapan boru ile yapılmakta ve mükemmel metal akışı sağlanmaktadır. Yöntem otomasyona uygun ve yüksek kalitelerde üretim yapmak mümkündür [1,2,5,9,10,12-17]. İşlemin şematik gösterimi Şekil 4'te gösterilmiştir. İşlem sırasıyla; a) hazırlanan kalıp vakum haznesine yerleştirilir, b) kalıbın yolluğu ergitme ocağına daldırılıp sıvı metal vakum ile kalıba doldurulur, c) döküm parça katılaştıktan sonra ise vakumun kesilmesi ile yolluktaki sıvı metal ocağa geri boşaltılarak döküm işlemi tamamlanır, d) dökülen parçalar kalıptan çıkarılır.



Şekil 4. Vakum ile yapılan yerçekimine ters döküm yönteminin işlem aşamaları [2]

1.1. ABD Yönteminin Gelişimi ve Çeşitleri

Vakum uygulanarak gerçekleştirilen ABD yöntemleri genel olarak isminin baş harfleri ile anılmaktadır. [1,2]. Bu yöntemler;

1) CLA Yöntemi (Havada ergitilmiş alaşımların seramik kalıba ABD yöntemi)
2) CLV Yöntemi (Vakum altında ergitilmiş alaşımların seramik kalıba ABD yöntemi)
3) CV Yöntemi (Kontrollü valf ile ABD yöntemi-Kontrollü Vana)
4) CLAS Yöntemi (Havada ergitilmiş kuma dökülmüş alaşımların ABD yöntemi -Kum kalıba döküm)
5) LSVAC Yöntemi (Maliyeti azaltmak için havada ergitilmiş alaşımların bağlayıcısız kum kalıplara ABD yöntemi)
6) CLI Yöntemi (Reaktif alaşımların inert atmosferde ergitilerek ABD yöntemi–İnert atmosfer ortamında ergitilen alaşımlar)
7) VAC Yöntemi (Havada ergitilmiş alaşımların sentetik bağlayıcılı kumlara vakum ile ABD yöntemi)
8) SSCLA Yöntemi (Havada ergitilen alaşımların seramik kalınlığı azaltılmış kum takviyeli kalıplarda ABD yöntemi)
9) SSCV Yöntemi (Havada ergitilen alaşımlardan büyük ve geniş parçaların seramik kalınlığı azaltılmış kum takviyeli kalıplarda vakum ile ABD yöntemi)
10) CLIX Yöntemi (Reaktif alaşımların hassas döküm kalıplarında inert gaz atmosferde ergitilerek yapılan vakum ile ABD yöntemi)

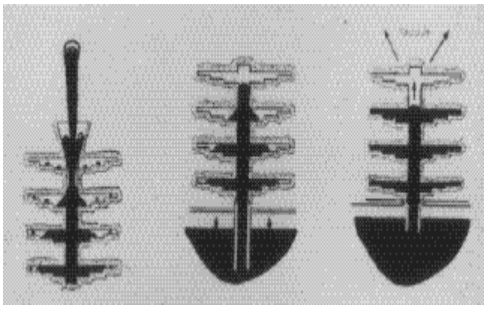
1.2. Uygulama Alanları

ABD yöntemleri ile her türlü sektör için ve her çeşit parça üretiminde kullanılabilmektedir. Otomotiv endüstrisi için direksiyon sistemi parçaları, transmisyon parçalarının yanında savunma sanayisi için roket başlıkları gibi üretimler yapılabilir. Hava taşıtları ve uzay endüstrisi için üretilen parçaların arasında ısı ölçüm gereci, yakıt pompası parçaları, fren parçaları, pompa yuvası ve yapısal elemanlar sayılabilir. Golf sopası başlıkları, sayısız makine parçaları, ağaç makine parçaları, kilit parçaları, silah parçaları ve vanalar diğer uygulamaları arasında yer almaktadır [2,18]. Gaz türbini motor parçaları Hf ve Cr kirlilikleri oluşmadan üretilebilir. Bir döküm parça için kalite ve fiyat gelişimi sağlanabilir [18]. Süper alaşım dökümlerinin vakum ortamında başarılı bir şekilde üretimi mümkündür [2]. Bu yöntem, füze (roket) kanatları, vana gövdeleri, diğer değişik kesit kalınlıklarına ve geniş yüzeye sahip parçaların üretimini mümkün kılmaktadır [9,18,19]. Kalınlığı 1.5 mm'ye kadar olan çelik döküm otomobil parçaları ve krank

milleri üretilebilir. İnce kesite sahip paslanmaz çelik ve Al araç tekerlek parçaları bu yöntemle başarılı bir şekilde üretilmektedir [18]. Havada ergitilebilen karmaşık ve büyük boyutlu parçaların dökümü yapılır. Örnek olarak; demir ve çelik manifoltların üretilmesi verilebilir [2,9]. Demir alaşımları ve bunlardan otomotiv motor başılıkları başlıca üretilen parçalar arasında gelmektedir [2]. Titanyum ve titanyum aluminit gibi reaktif malzemelerin dökümünde başarılı bir şekilde kullanılmaktadır. Bu malzemeler ile golf sopası başlıkları ve valf (vana) gibi parçaların üretimleri gerçekleştirilmektedir [2].

1.3. Döküm İşlemlerinde Yolluk Sisteminin Etkileri

ABD yönteminin önemli avantajlarından birisi olan sıvı metalin kalıp içerisine doldurulması amacıyla kalıp içerisinde yapılan kanalların yada yolluk sistemi olarak ifade edilen kanalların; döküm işlemlerine ve döküm parçanın özelliklerine etkileri ifade edilmeye çalışılacaktır. Sıvı metalin kalıp boşluğu veya yolluk içerisindeki akışı, diğer sıvıların akışlarına benzer özellikler taşımaktadır. Bu nedenle sıvı metalin akışının bu açıdan değerlendirilmesi uygun olacaktır. Döküm işlemlerinde meme dökülecek parçanın yolluğa bağlandığı kısmı oluşturmaktadır. Memeler genellikle parçalara yandan, üstten ve alttan bağlanır (Şekil 5). Yapılan çalışmalar da en uygun sıvı akışının alttan bağlantı yapılması ile elde edildiği tespit edilmiştir [1,9,20-22]. Alttan yolluk bağlantısı yapılması ile sıvı metalin akışı sırasında türbülans oluşumu diğer bağlantılara oranla daha az olmaktadır. Bunun yanında sıvı metal alttan doldurulurken atmosfer ile teması en az düzeyde olmaktadır. Ancak sıvı metalin yukarıdan dökülmesi sırasında belli oranda basınç oluşmaktadır. Bunun sonucunda ise çeşitli döküm problemleri oluşabilmektedir [22,23].



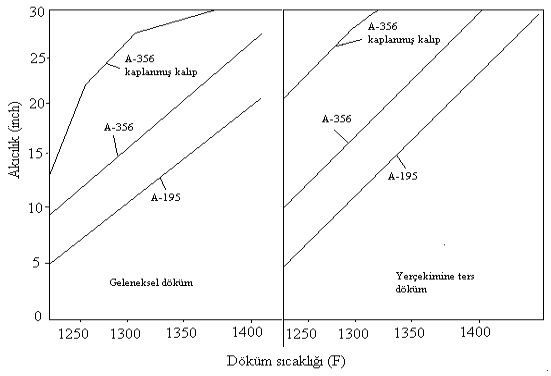
Şekil 5. Farklı kalıp doldurma metotlarında sıvı akışının karşılaştırılması [2,9], a) yerçekimi, b) gaz basıncı ve c) vakum ile döküm işlemlerinde sıvı akışının

ABD yönteminde ise durum daha farklı olmaktadır. Metal kalıba alttan doldurulmaktadır. Ancak burada yöntemde kullanılan sıvı metalin doldurma biçimi önem taşımaktadır. Yerçekimine ters döküm yönteminde sıvı metal basınç veya vakum yardımı ile kalıba doldurulmaktadır. ABD yöntemi; geleneksel döküm yöntemlerinin aksine sıvı metali kalıba yukarıya doğru (yer çekimine ters yönde) doldurma esasına dayanmaktadır. Bu amaçla alçak basınç (piston ve gaz vasıtasıyla) ve vakum yardımı ile sıvı metalin kalıba doldurulması şeklinde yerçekimine ters döküm uygulamaları yapılmaktadır [10,16,24]. Ancak; basınçla sıvı metalin kalıba doldurulduğu yöntemlerde [21,24-28], özellikle iyileşmeler sağlanmasına rağmen basınç uygulamasına bağlı olarak bir çok döküm hatası meydana gelmektedir. Ayrıca bu tür yöntemlerde kullanılabilen kalıp malzemeleri de sınırlıdır (metal veya dayanımı yüksek olan malzemelerden yapılan kalıplar). Yine bu yöntem ve geleneksel yer çekimi döküm yöntemlerinde sıvı metalin akıcılığının artırılması amacıyla döküm sıcaklığının yüksek tutulması sonucu bir çok döküm hatası meydana gelmektedir [6,16,24]. Sıvı metal çeşitli biçimlerde kalıp içerisine doluşu bir çok çalışmaya [21-23,25-30] konu olmuştur. Bu çalışmaların bir kısmı yerçekimi ile döküm [21,25-28,30], diğer kısmı ise sıvı metalin basınç yardımıyla döküldüğü çalışmalardan [23,24,29,31] oluşmaktadır. Çalışmaların genel ortak sonucu olarak, kalıp içerisine sıvı metalin sakin ve çalkantı oluşturmadan doldurulmasının üretilen parçaların özelliklerinin geliştirilmesinde büyük önem taşıdığı vurgulanmaktadır. Sakin bir sıvı metal akışının, yolluk sistemi özellikleri, sistemin bileşen sayısı ve özellikleri, sıvı metalin doldurulma (basınçlı ve basınçsız) biçimi gibi faktörlerden etkilendiği belirtilmektedir. Özellikle az sayıda bileşenden (gidici, curufluk, meme v.s.) oluşur ve basit ise o kadar kolay ve sakin sıvı metal akışının sağlanabildiği vurgulanmaktadır. Tüm bu nedenlerden

dolayı ifade edildiği gibi vakum ile sağlanan ABD yönteminde ise birçok esneklik ve avantajlar bulunmaktadır. Bu yöntemde öncelikle sıvı metal kalıba sakin bir şekilde, çalkantısız ve türbülans oluşmadan vakum etkisiyle doldurulduğu için oluşabilecek döküm hataları önlenebilmektedir. Yine bu yöntemde kalıp malzemesi olarak; yaş kum, metal, alçı, seramik, grafit, reçineli kalıp malzemeleri gibi geleneksel döküm yöntemlerinde kullanılan bütün kalıplara uygulanabilmesi yöntemin avantajlı yönlerinden birisini oluşturmaktadır [10,11,14,16,32].

1.4. Dökülebilirlik Açısından Karşılaştırma

Dökülebilirlik sıvı metalin kolayca kalıp içerisinde ilerlemesi ve boşlukları doldurabilmesi anlamına gelmektedir. Bu amaçla sıvı metal pres, gaz basıncı gibi çeşitli şekillerde kalıp içerisine gönderilmektedir [33-37]. Bunun yanında sıvı metalin akıcılığının artırılması amacıyla döküm sıcaklığının artırılması, kalıp yüzeylerinin boyanması (kaplama) gibi yöntemler de bulunmaktadır [1,6,9]. Ancak, belirtilen yöntemler akıcılığın artırılmasında katkı sağlamasına rağmen hem çeşitli döküm hatalarına, hem de maliyetin artmasına yol açmaktadır. Bu sebeple vakum ile yerçekimine ters döküm yöntemi kullanılarak döküm hataların önlenmesi mümkündür. Bu yöntemde vakum yardımıyla sıvı metal kalıp içerisine doldurulduğundan dolayı metal sıcaklığının yükseltilmesine gereksinim yoktur (Şekil 6). Bunun nedeni vakum ile kalıp içerisinde döküm sırasında oluşan kalıp iç basıncının yok edilmesi sonucu metalin akışı kolaylaşmakta ve çok daha rahat bir şekilde ince kesitli (1 mm veya daha ince) parçaların ve her türlü alaşımın dökümü yapılabilmektedir [1,3,6,14-16,24].

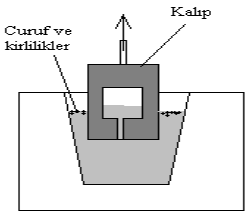


Şekil 6. Döküm sıcaklığı ve kaplama durumuna bağlı olarak geleneksel ve yerçekimine ters döküm yöntemlerinde akıcılığın değişimi [1]

1.5. Metal temizliği açısından karşılaştırılması

Döküm işleminde en önemli problemlerden birisi curuf ve inklüzyonların kalıba girmesi ve hatalı parça imalatına yol açmasıdır. İçerisinde curuf ve inklüzyonların bulunduğu sıvı metal ile döküm sonucunda, üretilen döküm parçaların özellikleri olumsuz yönde etkilenmektedir. Çalışmalar [38,39] içerisinde bu tür kirlilikler bulunan döküm parçaların çalışma ömürlerinin ve dayanımlarının azaldığını göstermektedir. Aynı zamanda, bu tür kirliliklerin döküm parçaların üretiminde gaz hatalarının oluşumunu artırdığı belirtilmektedir [39]. Kirlilik oranındaki artışa bağlı olarak gözenek miktarının arttığı ifade edilmekte ve bunun sonucunda döküm parça mekanik özelliklerinin kötüleştiği belirtilmektedir. Sıvı metaldeki bu kirliliklerin bir çok kaynağı bulunmaktadır. Bunlar; ergitilen metalin kendisi, ergitme ünitesi, sıvı metal taşıma ve döküm işlemlerinde kullanılan araç ve gereçler, kalıp malzemesi, sıvı metalin ergitildiği atmosferden etkilenme durumu gibi etkenlerdir. Pota ile sıvı metalin kalıplara dökümünün gerçekleştirildiği geleneksel döküm yöntemlerinde bu problem çok sık oluşmaktadır. Bu amaçla bir çok maliyet arttırıcı ve uygulamayı güçleştiren ilave metalurjik işlemlere ihtiyaç bulunmaktadır. Bu yöntem, kalıbın yolluğunun ergitme ocağına daldırılması ile yüzeyde bulunan curufun altından ocağın temiz metal bulunan kısmından

kalıbın doldurulması (Şekil 7) ve döküm potası gibi gereçlerin kullanılmaması sonucunda avantajlı hale gelmektedir. Bunların sonucunda ise döküm parça özellikleri gelişmektedir [1,5,10,14,40].



Şekil 7. Sıvı metal temizliğinin doldurulma biçimi açısından vakum ile yerçekimine ters dökümde avantajının gösterilmesi

1.6. Dökümlerde Oluşabilen Gaz Problemleri Açısından Karşılaştırılması

Dökümlerde gaz problemleri çok önemli yer tutmaktadır. Gaz giderme amacıyla birçok işlem yapılmakta ve ayrıca zaman kayıpları söz konusu olmaktadır. Sıvı metalin ergitilmesi ve pota ile kalıba dökülmesi sırasında metalin atmosferle temas etmesi sonucunda gaz alması artmakta ve bu durum ise hatalı parça üretimine yol açarak döküm parça özelliklerinin kötüleşmesine, maliyetin artışına ve zaman kaybına neden olmaktadır. Basınçlı (pres) döküm uygulamalarında üretilen döküm parçalar geleneksel döküm ile üretilen parçalardan daha iyi özelliklere sahip olmasına rağmen, bu tür dökümlerde oluşan en önemli problemin gözenek olduğu bir çok çalışma sonucunda görülmektedir [24,25,29,31,38,39,41-43]. Basınçlı döküm uygulamalarında bu tür problemlerin giderilmesi için yoğun çalışmalar yapılmaktadır. Bu amaçla; uygulanan basıncın azaltılması, yolluk sisteminin yeniden tasarlanması, basınçlı dökümlerde vakum takviyesi yapılması üzerinde çalışılan teknikler olduğu görülmektedir.

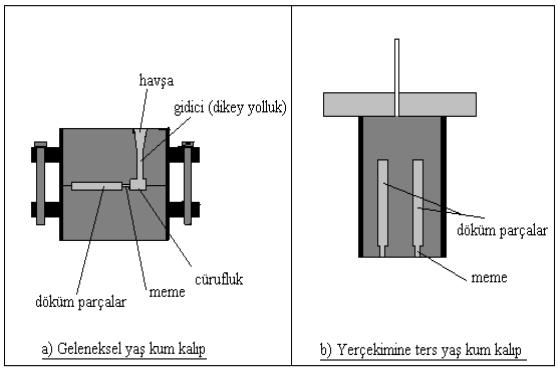
Vakum ile ABD yönteminde sıvı metal ergitme ocağından çıkarılmadan ya da diğer bir ifadeyle pota ile döküm yapılmadığından dolayı sıvı metalin gaz alma riski azalmaktadır. Ergitme ocağında koruyucu bir atmosferde (gaz ya da flaks gibi) ergitme işleminin yapılması durumunda ergitme işlemi sırasında atmosferle metalin temasının tamamen kesilmesi nedeniyle gaz alma ve normal atmosferde ergitilemeyen alaşımların döküm işlemleri başarıyla yapılabilmektedir. Aynı zamanda yerçekimine ters döküm işlemlerinde yolluk sisteminin basit ve az bileşenden oluşması, daha da önemlisi vakum yardımıyla sıvı metalin kalıp içerisine sakin bir şekilde çalkantı oluşmadan (Resim 2.9 ve Resim 2.10) doldurulabilmesi bakımından gözenek oluşumunun önlenmesinde önemli avantajlar sağlanmaktadır [9,10].

1.7. Kalıp Tasarımı ve Üretimi Açısından Karşılaştırılması

Bu yöntemde geleneksel yöntemlere kıyasla kalıp tasarımında daha az ek yolluk sistemi bileşeni, kullanılan araç-gereç ihtiyacının en az düzeyde olması önemli bir avantaj sağlamaktadır. Geleneksel yöntemlerde yolluk sistemi; gidici (dikey yolluk), curufluk, soğutucu, çıkıcı ve besleyici gibi birçok parçadan oluşmaktadır. Bu kadar ilavenin etkisinin döküm tasarımında tek tek göz önünde tutulması ve kontrol edilmesi gerekmektedir. Bu yöntemde ise bu ifade edilen sistemlerden curufluk, meme, çıkıcı ve besleyici gibi ek sistemlerin kullanılma ihtiyacının olmaması yöntemin daha basit ve kolay uygulanabilir olmasına neden olmakta ve avantaj sağlamaktadır (Şekil 8). Tüm bunlara bağlı olarak; yöntemde göz önünde tutulması gereken tasarım karmaşası azalmaktadır [2,3,9,10,13,18,20,40].

Geleneksel yöntemlerde döküm parçaya yolluk bağlantıları parça geometrisine bağlı olarak genellikle yandan, üstten ve alttan yapılmaktadır. Parçaların alt kısmından yapılan yolluk bağlantıları tasarım ve işlem zorlukları nedeniyle özellikle kum ile hazırlanan kalıplarda çok az kullanılmaktadır. ABD yönteminde döküm parçaların hemen hemen tümünde alt kısımdan ve sadece meme bağlantısı ile sıvı metal kalıba doldurulabilmektedir. Bu nedenle yerçekimine ters döküm yöntemi ile sıvı metal kalıba alt kısımdan çok yavaş ve sakin bir şekilde doldurulabildiğinden geleneksel yöntemlerde meydana gelen çalkantı yada

türbülanslı akışın neden olduğu problemleri önlenebilmektedir. Bu ise daha sağlam ve temiz bir döküm parça elde edilmesini sağlamaktadır [2,9].



Şekil 8. Kalıp tasarımı bakımından geleneksel ve yerçekimine ters yaş kum kalıpların karşılaştırılması

1.8. Üretim Maliyeti Açısından Karşılaştırılması

Yukarıda ifade edilen yolluk sisteminde bulunan parça sayısının azaltılması sonucunda döküm sırasında metal kayıpları azalmakta ve buna bağlı olarak maliyet de azalmaktadır. Ayrıca ABD yönteminde döküm parçalar katılaştıktan sonra yolluktaki sıvı metal ocağa boşaltılabilmektedir [2,9,10,18]. Ayrıca kalıpta çok sayıda parçanın birlikte dökülebilmesi sayesinde üretim hızı artmakta ve maliyet ise azalmaktadır [5]. Kalıp maliyetinin azaltılması ise çok sayıda parçanın dökülebilmesi yanında başarılı parça üretimi, kalıp kesit kalınlığının mümkün olan ölçülerde azaltılması, yolluk sisteminin sayısının azaltılması ve yolluktaki metalin sıvı kalması neticesinde tekrar ergitme ocağına boşaltılabilmesi gibi faktörler de bu yöntemi avantajlı hale getirmektedir [2,9,10].

1.9. Elde Edilen Döküm Parça Özellikleri Açısından Karşılaştırılması

Döküm parça üretiminde uygulanan işlemler ve kullanılan teknikler üretilen döküm parçaların özelliklerini belirlemede etkili olan en önemli faktörlerdir. Parçanın tasarımından başlayarak üretimin en son aşamasına kadar yapılan işlemlerin ve uygulanan tekniklerin basit ve kolay olması tercih edilir. Bunlarla birlikte üretilen parçaların sağlam, dayanıklı, yüksek yoğunluğa sahip, gözeneksiz ve hataların bulunmaması ve döküm sonrası temizleme gibi işlemlerin mümkünse en az oranda olması istenir. Düşük döküm sıcaklığında üretim, sıvı metal temizliğinin sağlanması, yüksek yoğunlukta, gözenek bulunmayan, küçük tane boyutu gibi sebeplerle yerçekimine ters döküm yöntemi ile üretilen döküm parça özellikleri geleneksel yöntemlere kıyasla daha iyi olmaktadır. Yapılan çalışmalarda bu yöntem ile üretilen parçalarda sözü edilen sebeplerle sağlam ve üstün özelliklerin elde edilebildiği görülmektedir [1-4,9,10,15]. Benzer alaşımların geleneksel ve 51,73 - 517,30 mmHg vakum miktarları ile ABD ile dökümü sonucunda elde edilen özellikleri değişimi örnek olarak Tablo 1'de verilmiştir. Aynı zamanda araştırmalar sonucunda yerçekimine ters döküm ile gözenek miktarının azaldığı [3,9,15], akıcılığın iyileştiği [1,3,4,10], döküm parçaların tane boyutunun küçüldüğü [3,10], kirliliklerin azaltıldığı [3,15] ve üretilen parçaların makine işlemlerinin kolaylaştığı [3] ifade edilmektedir.

Tablo 1. Yerçekimi ve yerçekimine ters döküm yöntemlerinin bazı alaşımlar için karşılaştırılması [2,9]

Alaşım	Döküm Yöntemi	Akma Dayanımı (psi)	Çekme Dayanımı (psi)	Uzama (%)	Kesit Daralması (%)
A356	Geleneksel döküm	33,300	44,300	8,0	-
Alüminyum	DBD	36,100	49,000	14,0	-
17-4PH Çelik	Geleneksel döküm	170,600	177,200	11,0	35,0
	DBD	179,600	181,400	13,5	47,0

2. ABD Yönteminin Otomotivdeki Uygulamaları

Çalışmanın buraya kadar olan kısmında ABD yönteminin avantajları değerlendirilerek ortaya konulmaya çalışılmıştır. Bu kısımda ise yöntemin kuyumculuk, sağlık, gıda, makine, havacılık ve uzay gibi alanların yanında özellikle otomotiv sanayindeki uygulamaları değerlendirilecektir. Bu yöntemle ülkemiz ve dünya genelinde otomotiv sanayindeki akla gelen en yaygın uygulamaları gaz basıncı yardımıyla otomobil jantı (Şekil 9) üretimi gelmektedir.

Ancak ABD yöntemiyle otomotiv sektörü için sadece jant üretilmemekte, bunun yanında sektör için gereken motor (Şekil 10) ve diğer her türlü parçanın üretimi yapılabilmektedir. Üretimi sınırlayan şartlar hedeflenen ürün için yeniden düzenlendiğinde yöntemin avantajları incelendiğinde görüldüğü gibi her türlü alaşım ve parçanın üretimi mümkündür.



Şekil 9. Otomobillerde kullanılan bir jant örneği



Şekil 10. ABD yöntemiyle parçaları üretilebilen bir otomobil motoru

3. Sonuç

- ✓ Bu çalışmada, otomotiv sektörü için ihtiyaç duyulan yüksek kalitede ve daha düşük maliyette parça üretiminde düşük basınçlı döküm yöntemi değerlendirilmiştir.
- ✓ Alçak basınçlı döküm (ABD) işlemleri genellikle; çok ince kesitli, iyi yüzey kalitesi istenilen, net şekle sahip yada nete yakın ölçülerde ve döküm işleminin özel olarak yapılması (vakum, koruyucu atmosfer v.s.) gereken alaşımların üretilmesinde kullanılan bir döküm işlemidir. Sıvı metalin kalıba doldurulmasında özellikle vakumun kullanılması bir çok avantajlar sağlamaktadır. Ayrıca; diğer döküm yöntemlerinde kullanılmakta olan kalıp ve alaşımların tümüne uygulanabilir olması da bu yöntemin üstün tarafını teşkil etmektedir. İlaveten; yöntemin uygulanması sırasında geleneksel döküm yöntemlerinde meydana gelen bazı döküm hatalarının önlenebilmesi önem taşımaktadır. Ancak, mevcut döküm yöntemlerinden her türlü döküm parça üretiminde tam yeterli olması beklenilmemelidir. Buradan hareketle vakumla yerçekimine ters döküm yöntemlerinin diğer döküm yöntemlerine oranla bir çok avantajları bulunmasına karşın tüm beklentilere cevap verebileceği düşünülmemelidir.

Kaynaklar

[1] Chandley, G.D., 1986, “Counter gravity casting of aluminum in investment and sand molds”, AFS Transactions, 39 :209-214.
[2] Turning the gating world upside down, 2005, http://www.hitchiner.com.
[3] Ripkin, F. and Lipson, S., 1967, “Counter gravity casting of aluminum alloys in green sand molds” AFS Transactions, 70 : 581-592.
[4] Lipson, S. and Ripkin, F., 1969, “Effect of sections thickness osn the tensile properties of thin-section aluminum alloy sand casting” AFS Transactions, 69 :192-197.

[5] Chandley, G.D. and Flemings, M.C., 1988, "Gating premium quality casting" AFS Transactions, 37 :121-128.
[6] Flemings, M.C., Conrad, H.F.and Taylor, H.F., 1993, "Aluminum alloys fluidity test" AFS Transactions, 59 :496-507.
[7] Katzarov, I.H. and others, 2001, "Porosity formation in axi-symetric castings produced by counter-pressure casting method", International Journal of Heat and Mass Transfer, 44 :111-119.
[8] In situ resource utilization for processing of metal alloys on lunar and mars bases, 2005, http://www.science.nasa.gov/newhome/headlines/ space98pdf/insitu.pdf.
[9] Chandley, G.D., 1999, "Use of vacuum for counter gravity casting of metals" Materals Res. Innovant, 14-23.
[10] Chandley, G.D., 1976, "Making casting without ladles or sprues – the CLA process" AFS Transactions, 28 :37-42.
[11] Reliable castings suppluy –a report, 2005, http://www.wmrc.com/businessbriefing/pdf/auto2001/book/campbell.pdf.
[12] Chendley, D. and others, 1996, "Development of thin-wall stanless steel castings using countergravity process for automobile application" AFS Transactions, 82 :903-906.
[13] Bakhtiyarov, S.I. and others, 2000, "Advances in Countergravity Lost Foam Casting Process" AFS Transactions, 49 :137-145.
[14] Westendorf, T.M. and others, 1998, "Countergravity casting of thin-wall al a356, part ı: a castability study" AFS Transactions, 100 :559-562.
[15] Shenefelt, J.R. and others, 1998, "Countergravity casting of thin-wall al a356, part ıı: result of casting characterization studies" AFS Transactions, 101 :563-566.
[16] Chandley, G.D., 1983, "Automatic counter gravity casting of shell molds", AFS Transactions, 23 :199-204.
[17] Hasırcı, H., 2006, "Yaş Kum Kalıplarda Yerçekimine Ters Yönde Döküm İşlemlerinin Uygulanabilirliği Ve Yöntemin Yapı Ve Özelliklere Etkilerinin İncelenmesi" Doktora Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara-TÜRKİYE.
[18] "Casting", 1984, ASM Handbook 15:317-319.
[19] Unique design opportunities presented by hitchiner's cv countergravity casting processes, 2005, http://www.hitchiner.com.
[20] Barkhudarov, M.R., 2002, "Advanced simulations of the flow and heat transfer process in simultaneous engineering", Flow Science Inc. 1257, 40.th Street, Los Alamos, New Mexico, 87544, USA.
[21] "The casting filling process" 2001, Foundryman, 94 :203-209.
[22] "The casting filling process-ıntroduction-part II" 2001, Foundryman, 94 :322-329.
[23] Kim, E.S., Lee, K.H. and Moon, Y.H., 2000, "A feasibility study of the partial squeeze and vacuum die casting process", Journal of Materials Processing Technology, 105 :42-48.
[24] Rasmussen, N. W., 2000, "New filling/feeding process produces vertically-parted aluminum green sand castings" Modern Casting, 54-55.
[25] Mirbagheri, S.M.H., Esmaeileian, H., Serajzadeh, S., Varahram, N. And Davami, P., 2003, "Simulation of melt flow in coated mold cavity", Journal of Materials Processing Technology, 142 :493-507.
[26] Sulaiman, S. and Kee, T.C., 1997, "Flow analysis along the runner and gating system of a casting process", Journal of Materials Processing Technology, 63 :690-695.
[27] Cleary, P., Ha, J., Algvine, V. And Nguyen, T., 2002, "Flow modelling in casting process", Applied Mathematical Modelling, 26 :171-190.
[28] Venkataramani, R. and others, 1995, "Effect of melt superheat on maximum nuclei density in A356 alloy", Materials Characterization, 35:81-92.
[29] Barone, M.R. and Caulk, D.A., 1999, "Analysis of liquid metal flow in die casting" GM Research and Development Center.
[30] Kuo, Y.S., Chang, E. and Lin, Y.L., 1989, " The feeding effect of risers on the mechanical properties of A201 Al alloy plate casting" AFS Transaction, 159 :777-782.
[31] Experimental model for casting problems, 2005, http://www.fluid.ippt. gov.pl /papers/tkowalewski-cmem 01.pdf.

[32] Han, S.W., Katsumata, K., Kumai, S. and Satı, A., 2002, "Effects of solidification structure and aging condition on cyclic stress-strain response in Al -7 % Si – 4 % Mg cast alloys", Materials Science and Engineering A, 337 :170-178.
[33] Campbell, J., 2000, " The concept of net shape for casting", Materials and Design 21 :373-380.
[34] Gonzales-Rivera, C., Campillo, B., Castro, M., Herrera, M. and Juarez-Islas, J., 2000, "On the local microstructural characteristics observed in sand cast Al-Si alloys", Materials Science and Engeneering A, 279 :149-159.
[35] Fox, S. And Campbell, J., 2000, "Visualisation of oxide film defects during solidification of aluminum alloys", Scripta Matearialia, 43:881-886.
[36] Niyama, E., Anzai, K., Funakubo, T. And Hiratsuka, S., 1997, "Some basic research for thin-wall casting technology", Journal of Materials Processing Technology, 63 :779-783.
[37] Cleary, P., Ha, J., Algvine, V. And Nguyen, T., 2002, "Flow modelling in casting process", Applied Mathematical Modelling, 26 :171-190.
[38] Tran, C., Law, J., van der Touw, J., Murray, M., Yao, J.Y., Graham, D. and St.john, D., 2002, "Effect of melt cleanliness on the formation of porosity defects in automotive Al high pressure die castings", Journal of Materials Processing Technology, 122 :82-93.
[39] Campbell, J., 1999, "Casting" Butterworth-Heinemann, 120-300.
[40] Lim, C.S., Clegg, A.J. and Loh, N.L., 1997, "The reduction of dentrite ARM spacing using a novel pressure assisted investment casting approach", Journal of Materials Processing Technology, 70 :99-102.
[41] Anson, J.P., Stucky, M. and Druzleski, J.E., 2000, "Effect of Sr modification on nucleation and growth of microporosity during the solidification of Al-7%Si foundry alloy", AFS Transactions, 70 :419-426.
[42] Lee, J.H., Kim, H.S., Won, C.W. and Cantor, B., 2002, "Effect of the gap distance on the cooling behavior and the microstructure of indirect squeeze cast and gravity die cast 5083 wrought Al alloy", Materials Science and Engeneering A, 338 :182-190.

DETERMINATION OF OPTIMUM CRYOGENIC HEAT TREATMENT CONDITIONS FOR ETİAL 171 ALLOY

ETİAL 171 ALAŞIMI İÇİN EN UYGUN KRİYOJENİK ISIL İŞLEM ŞARTLARININ BELİRLENMESİ

Hasan Hasırcı
Gazi Üniversitesi, Teknoloji Fakültesi, Metalurji ve Malzeme Mühendisliği Bölümü, ANKARA, hasirci@gazi.edu.tr

Özet

Bu çalışma ETİAL 171 alaşımına uygulanacak en uygun kriyojenik ısıl işlem şartlarının belirlenmesi için yapılmıştır. Bu amaçla farklı ısıl işlem koşulları uygulanmış ve elde edilen sonuçlar değerlendirilmiştir. Sonuçlar incelendiğinde; çözündürme + su verme + kriyojenik işlem şeklinde ısıl işlem uygulanmasıyla en uygun şartların sağlandığı tespit edilmiştir. Bu ısıl işlem şartlarının uygulanması neticesinde; alaşımsız durumuna göre ortalama % 65-80 ve Cu alaşımı ilavesine göre %40-50 oranında mekanik özelliklerde gelişme sağlanmıştır.

Anahtar kelimeler: ETİAL 171 alaşımı, Alaşımlama, Kriyojenik ısıl işlem

Abstract

This study was carried out to determine the most suitable cryogenic heat treatment conditions to be applied to ETİAL 171 alloy. For this purpose different heat treatment conditions were applied and the results obtained were evaluated. When the results are examined; It has been found that the most favorable conditions are achieved by heat treatment in the form of dissolution + quenching + cryogenic process. As a result of application of these heat treatment conditions; 65-80% on average in un-alloyed and 40-50% according to Cu alloy addition.

Keywords: ETİAL 171 Alloy, Alloying, Cryogenic heat treatment

1. Giriş

Teknolojik gelişmeler, rekabet şartlarının gelişmesi ve kaliteli ürün ihtiyacı gibi nedenlerden dolayı parça üretim yöntemleri hızlı bir şekilde gelişmek durumundadır. Metalik malzemelere uygulanan ısıl işlemlerde de bu nedenler dolayısıyla araştırma ve geliştirmelerin olması doğal bir sonuç olarak ortaya çıkmaktadır. Bu şartlar altında parça üretiminde kaliteli, sağlam ve daha üstün özelliklere sahip ürünlerin elde edilebilmesi için yapılan çalışmalar neticesinde kriyojenik ısıl işlem geliştirilmiştir [1-8]. Yöntem basit bir ifadeyle; çözündürme ve/veya yaşlandırma işlemi sonrasında malzemenin 0 altı bir sıcaklığa indirilerek (-140 ile -180 °C aralığında) belirli bir süre bekletilmesi esasına dayanır (Şekil 1).

Bu yöntemle, üretilen malzemeler geleneksel T6 ısıl işlemi ile üretilen ürünlerden daha üstün özelliklere sahip olmaktadır. Bu işlem hem demir hem de demir dışı malzemelere uygulanmaktadır. Kriyojenik işlem sonucunda mikro ve/veya nano bayutlarda çökelti fazlar oluşmaktadır. Bu fazların malzeme içerisinde dağılımı da daha homojen olmaktadır. Bu yapısal oluşum neticesinde ise hem homojen hem de daha iyi mekanik özellikler elde edilebilmektedir. [3-8].

Alüminyum malzemelere T4, T5 ve T6 ısıl işlemleri sıklıkla uygulanmaktadır. En sık uygulanan ısıl işlem ise T6 işlemidir. Bu işlem (Şekil 2) malzeme önce bir çözündürme işlemine tabi tutulmaktadır. Daha sonra ise oda sıcaklığında su verme işlemi yapılmaktadır. Bunun ardından ise yaşlandırma işlemi gerçekleştirilmektedir. Bu ısıl işlem süreci sonucunda çökelti fazlar oluşmakta ve mekanik özellikler geliştirilmektedir [8-15].

Bir malzemeye uygulanan ısıl işlemin başarısı, ısıl işlem şartlarının uygunluğu ve uygulama başarısına bağlı olduğu kadar malzeme kimyasal bileşimine de bağlıdır. Bu amaçla ısıl işlem uygulanacak malzemelere alaşımlama yapılmaktadır. Aluminyum malzemelere en fazla kullanılan alaşım elementleri olarak Cu, Mg, Mn vb. ilave edilmektedir. Bu alaşım elementleri ısıl işlem sonunda çökelti fazların oluşmasına neden olmaktadır. Bilindiği gibi malzemelerin deformasyonu sırasında çökelti fazlar engeller oluşturarak mekanik özelliklerde gelişme sağlamaktadırlar. Tane içlerinde meydana gelen çökelti fazları aşmaya çalışan dislokasyonlar pekleşmeye neden olmakta ve daha fazla kuvvet harcanarak malzemelerin deforme edilmelerine neden olmaktadırlar [18-25].

Bu çalışma; Cu ilave edilmiş ETİAL 171 alaşımının özelliklerinin geliştirilmesi için sıcaklık ve süre olarak en uygun ısıl işlem şartlarının belirlenmesi amacıyla yapılmıştır.

2. Deneysel Çalışmalar

Tablo 1'de kimyasal kompozisyonu verilen ETİAL 171 AlSi (TSE AI-Si12, DIN AI-Si12 ve A.S.T.M A13) malzemesi sıcaklık kontrollü elektrik direnç ocağında ergitilmiş, ısıl işlem başarısı için % 0.35 Cu ilavesi yapılmış ve 610 °C sıcaklıkta döküm işlemleri gerçekleştirilmiştir. Döküm işlemleri kokil kalıp yardımıyla gerçekleştirilmiştir. Döküm ile çubuk biçimindeki silindirik numuneler (∅ 20 x 200 mm) üretilmiştir. Bu numunelerin; kriyojenik işlemi çözeltiye almanın ardından – 140 °C'deki sıvı azot bir banyo içerisinde, yaşlandırma işlemleri su verme ve 190 °C'de fırında bekleterek, normalizasyon işlemi çözeltiye almanın ardından havada soğutulmak suretiyle Tablo 2'de özetlendiği gibi ısıl işleme tabi tutulmuştur. Çözeltiye alma işlemi tüm deneylerde 560°C sıcaklıkta yapılmıştır. Üretilen numunelerden TS 138 standardına uygun olarak çekme deney çubukları hazırlanmış ve bilgisayar kontrollü Dartec 1200 test cihazında çekme deneyine tabi tutulmuştur. Bu numunelerin çekme dayanımı, akma dayanımı ve % uzama değerleri belirlenmiştir. Her bir numune için 3 tekrar yapılmış ve bunların ortalaması sonuç olarak verilmiştir.

Tablo 1. ETİAL 171 + Cu alaşımının kimyasal bileşimi (%)

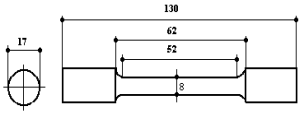
Si	Fe	Cu	Mn	Mg	Al
11,5-13,5	2.86	0.35	0.033	0.033	Kalan

Tablo 2. Uygulanan ısıl işlemler

Numune No	Isıl İşlem – Isıl İşlem Kodu
N1	D, Alaşımsız
N2	D, Cu ilave edilmiş
N3	N
N4	N + Yaşlandırma
N5	Çözündürme + 16 saat kriyojenik ortamda yaşlandırma
N6	Çözündürme + 8 saat kriyojenik ortamda yaşlandırma
N7	T6
N8	Çözündürme + 16 saat kriyojenik işlem + yaşlandırma
N9	Çözündürme + 8 saat kriyojenik işlem + yaşlandırma

(D: Döküm-Isıl işlemsiz, T6: Çözündürme+suverme+yaşlandırma, N: Normalizasyon)

Üretilen çubuklardan alınan numuneler metalografik hazırlama işlemlerinden geçirildikten sonra Olympus marka optik ve Joel JSM-6060 LV SEM mikroskobu kullanılarak mikro yapıları incelenmiştir. Yapılan işlemler sonucunda oluşması muhtemel fazlar için XRD ve SEM-EDS analizleri yapılmıştır. Aynı zamanda bu fazların ayrımı kolay olmadığından denge diyagramları ve literatürden de yararlanılmıştır. Metalografik inceleme için hazırlanan numunelerin yüzeylerinden Instron Wolpert marka cihazda HRB türünden sertlik ölçümleri gerçekleştirilmiştir. Her bir numune için 6 tekrar yapılmış ve bunların ortalaması sonuç olarak verilmiştir.



Şekil 3. Standart çekme deneyi numunesi

3. Deneysel Sonuçlar ve Değerlendirilmesi

3.1. Mikroyapı

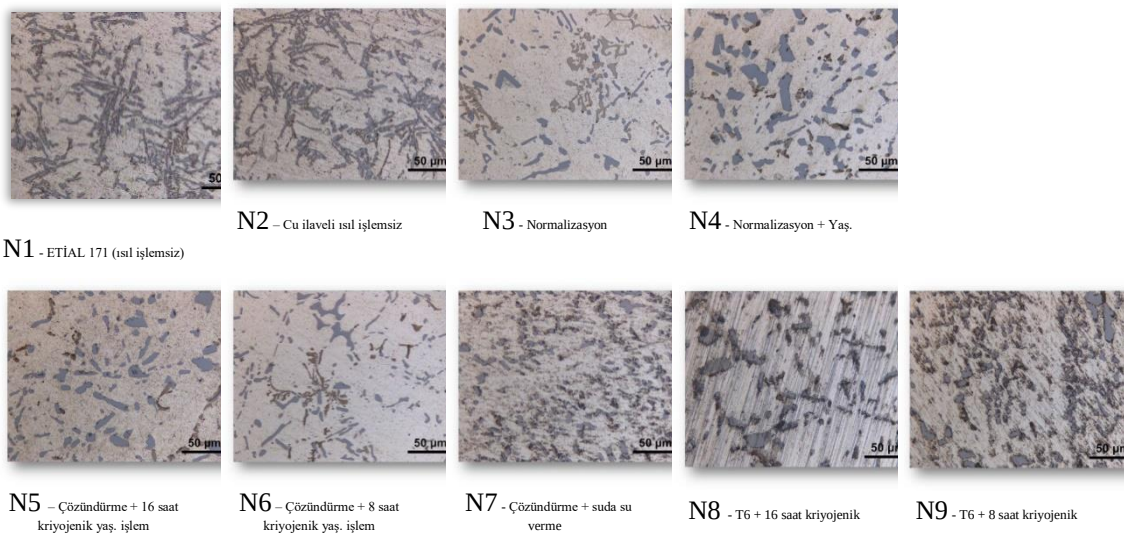
Bu çalışmada incelenmek amacıyla üretilen numunelere ait mikroyapı görüntüleri Şekil 1, SEM-EDS analiz sonuçları Şekil 2 ve faz analiz sonuçları ise Şekil 3'te verilmiştir.

Mikroyapı görüntüleri incelendiğinde; tüm ısıl işlem uygulamaları neticesinde Si faz boyutunun küçüldüğü ve aynı zamanda küreselleştiği tespit edilmiştir. Isıl işlem uygulamasının birinci aşaması olan çözeltiye alma sırasında Si, α fazı içerisinde çözünmekte, parçalanmakta ve soğutma neticesinde daha küçük boyutlu hale gelmektedir. Çözeltiye alma sırasında uygulanan ısının ve sürenin etkisiyle Si fazları aynı zamanda yeniden çekirdeklenmekte ve hızlıca soğurken difüzyonun en yakın bölgelerden gerçekleşmesi neticesinde küreselleşmesi de söz konusu olmaktadır [10-18].

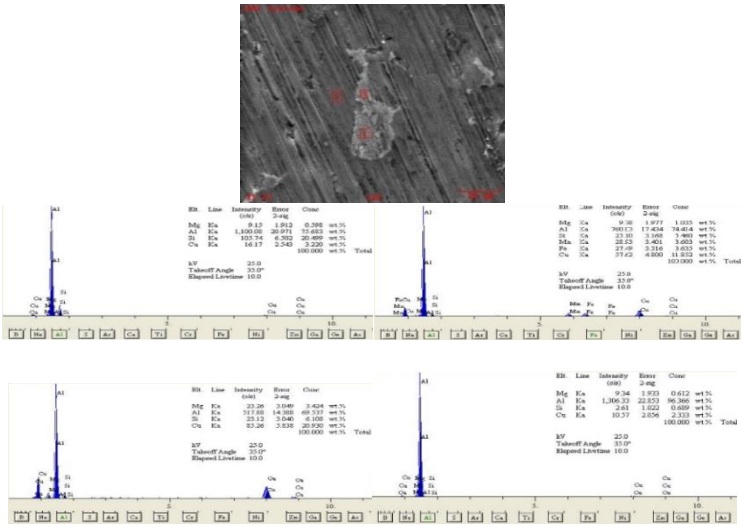
Çözeltiye alma sırasında Si fazı değişime uğrarken (açık gri), aynı zamanda yeni fazlarında (intermetalik bileşikler) meydana geldiği görülmektedir. Bunlar AlCuMgSi, Mg_2Si, CuMgSi, β (Cu ağırlıklı çökelti faz) vb şeklinde sıralanabilir. Çünkü ETİAL-171 malzemesi içerisine yaşlandırma işleminin başarısı için Cu ilavesi yapılmıştır. Aynı zamanda çok az da Mg içermektedir. Bu nedenle adı geçen intermetalikler oluşmaktadır [10-15, 19-28].

Yaşlandırma işleminin, bu intermetaliklerin şekil ve boyutları üzerinde en etkili faktör olduğu tespit edilmiştir. Yaşlandırmaya bağlı olarak intermetalik faz miktarı artmaktadır. Çünkü yaşlandırma işlemleri sonucunda mekanik özellikler daha da gelişmiştir.

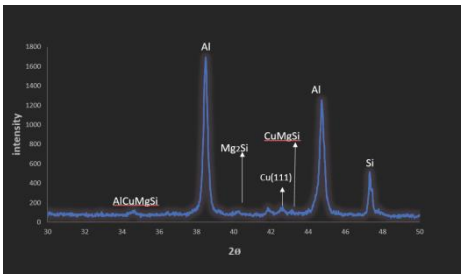
SEM-EDS (Şekil 2) ve XRD (Şekil 3) analiz sonuçları incelendiğinde matris yapının genel olarak α fazından meydana geldiği, ancak ısıl işlem şartlarına bağlı olarak bu fazın içerisinde küçülmüş ve küreselleşmiş Si ile diğer intermetalik fazların oluştuğu tespit edilmiştir. Su verme ile soğuma hızı arttığından difüzyon olamamakta ve yaşlandırma sırasında çökelti fazların oluşum potansiyeli de artmaktadır. Buradan hareketle çalışmada bazı numunelerde soğutma (su verme) işlemi kriyojenik (sıvı azot) ortamda yapılmıştır (N7 ve N8). Buradaki amaç, soğutma hızının daha fazla artırılması neticesinde yaşlandırma neticesinde daha fazla çökelti faz oluşumu meydana gelip gelmediğinin tespit edilmesidir. Sonuçlar incelendiğinde kriyojenik şartlarda soğutmanın çökelti fazların oluşumuna kısmen etkisinin olduğu ve dolayısıyla sınırlı oranda özelliklerin geliştirilebildiği tespit edilmiştir.



Şekil 1. Uygulanan işleme bağlı olarak alaşımın mikro yapısındaki değişimler



Şekil 2. SEM-EDS analiz sonuçları (N5)



Şekil 3. XRD analiz sonuçları

3.2. Mekanik Özellikler

Bu çalışmada üretilen numunelerden elde edilen mekanik özellik değişimleri Şekil 4'te ve başlangıç malzemesine kıyasla bu özelliklerdeki % değişimler ise Şekil 5'te verilmiştir. Mekanik özellikler incelendiğinde alaşımsız numuneye göre (N1) Cu ilave edilen numunenin daha iyi özelliklere sahip olduğu görülmektedir. Alaşımlama Al malzemelerde özelliklerin geliştirilmesi için uygulanan en önemli metotlardandır [1-5]. Özellikle Cu ilavesi bu alaşımlarda dağılım sertleşmesi ve ısıl işlem uygulanabilirlik bakımından önem taşımaktadır. Bu nedenle bu çalışmada bu alaşım elementi tercih edilmiştir.

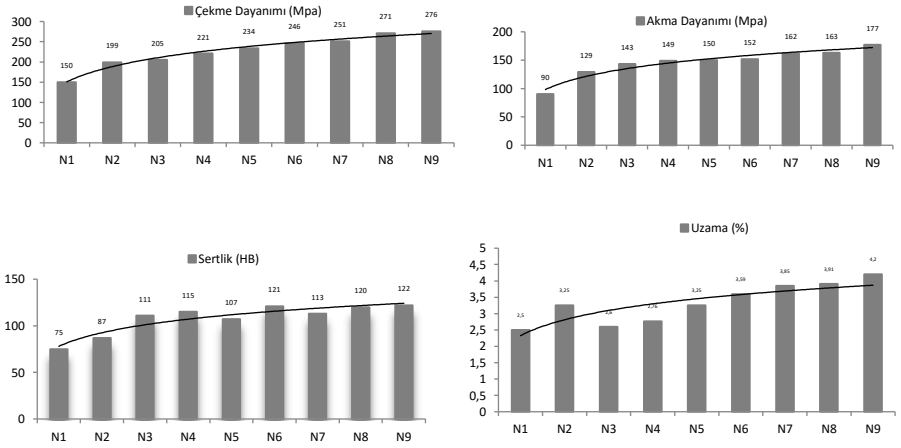
Al alaşımlarında ısıl işlem (T4, T5, T6 vb.) uygulamaları yaygındır. Bu ısıl işlemlere son zamanlarda kriyojenik işlemler de eklenmiştir [1-25]. Bu çalışmada yaygın olarak kullanılan normalizasyon ile normalizasyon+kriyojenik işlem, yaşlandırma ile kriyojenik + yaşlandırma yada yaşlandırma + kriyojenik ısıl işlemleri uygulaması yapılarak kriyojenik işlemin etkileri daha net olarak gösterilmeye çalışılmıştır.

Normalize edilmiş numune (N3) ısıl işlemsiz numunelere göre (N1 ve N2) daha iyi özelliklere sahip olmuştur. Normalizasyon işlemi [4, 5, 9,10] çözündürmeden sonra malzemelerin hava soğutulmasıyla kısmi sertleştirme ve mukavemet artışının sağlandığı işlemdir. Bu çalışmada da normalizasyondan beklenilen fayda sağlanmıştır. Alaşımın özellikleri bir miktar (ort. % 12) geliştirilmiştir. Normalizasyon +kriyojenik işlem uygulandığında ise (N4) özellikler hem ısıl işlemsiz numunelere (N1 ve N2) hem de normalize edilmiş numuneye kıyasla (N3) daha da geliştirilmiştir. Normalizasyon ile azalan süneklik yaşlandırma kriyojenik işlemler (N4-N9) artmıştır. Bu veriler kriyojenik işlemin özelliklerin artırılmasında etkin bir görev yaptığını ortaya koymaktadır.

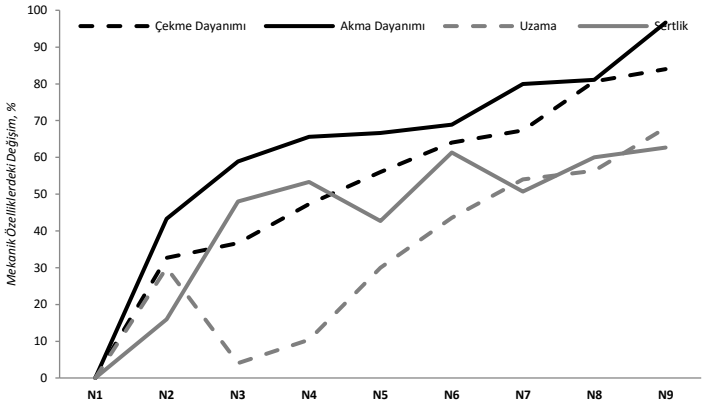
Yaşlandırma işlemi ve kriyojenik işlem birlikte uygulandığında; ısıl işlem sıralaması çözündürme+kriyojenik işlem+yaşlandırma (N7 ve N8) şeklinde sıralanmaktadır. Bu çalışmada hem bu sıraya göre hem de literatürde uygulanmamış çözündürme+kriyojenik (N5 ve N6) ortamda yaşlandırma şeklinde iki basamaklı ısıl işlemler uygulanarak karşılaştırılmıştır. Ayrıca klasik yaşlandırma işlemi (N7) de yapılarak karşılaştırma amacıyla kullanılmıştır. Burada sıcaklık, süre gibi şartlar aynı tutulmuştur. Isıl işlemlerde 8 ve 16 saat olmak üzere 2 farklı yaşlandırma süresi denenmiştir. Sonuçlar her iki işlem sonucunda da süre arttıkça özelliklerin geliştiğini göstermiştir. Diğer yandan, yaşlandırma işlemiyle çökelti fazların oluşumu, şekil ve miktarlarının değişimi kontrol edilmektedir [5-12, 17-22]. İşte buradan hareketle yaşlandırma öncesi kriyojen işlem (N8 ve N9) ile yaşlandırmanın bizzat kriyojen ortamda (N5 ve N6) yapılması arasındaki farkın gösterilmesi için farklı işlemler yapılmıştır.

Bilindiği üzere yaşlandırma öncesinde malzemeler çözündürme işlemine tabi tutularak ikincil elementçe (burada özellikle Cu ve/veya Mg) zengin katı eriyik oluşturulur. Daha sonra bu çözünen ikincil elementin difüzyonuna izin vermemek için su verme (hızlı soğutma) işlemi yapılır. Matris içerisinde zengin katı eriyiğin çökelti fazlara dönüşmesi için ise bir sıcaklıkta ve süre aralığında (yapay yaşlandırma) yada oda sıcaklığında (doğal yaşlandırma) bekletilmesi gerekmektedir [1-8]. Bu çalışmada hızlı sonuç alabilmek bakımından yapay yaşlandırma tercih edilmiştir. Yaşlandırma süresi uzadıkça özelliklerin (N5 ve N8) azaldığı tespit edilmiştir. Sürenin uzaması difüzyonun da daha rahat olabilmesine neden olmaktadır. Artan difüzyona bağlı olarak faz ve çökeltilerde kabalaşma meydana gelmekte ve bu nedenle mekanik özellikler kötüleşmektedir.

Yaşlandırmanın bu çalışmada ilk kez denendiği gibi kriyojenik ortamda yapılması (N5ve N6) veya geleneksel olduğu üzere kriyojenik işlemden sonra (N8 ve N9) yaşlandırma işleminin yapıldığı numuneler kıyaslandığında ise çözündürme işleminden sonra malzemelerin kriyojenik ortamda soğutulması, ardından kısmi difüzyon ve çökeltilerin oluşabilmesi için yapay yaşlandırma gerektiği açıkça görülmüştür. Diğer bir ifadeyle hem T6 işlemi hem de kriyojenik ortamda yaşlandırmaya kıyasla daha iyi özelliklerin elde edilebildiği geleneksel çözündürme+kriyojenik işlem+yaşlandırma şeklinde bir işlemin seçilmesi gerektiği tespit edilmiştir. Aynı zamanda bu işlemler yapılırken yaşlandırma süresinin de çok uzatılmaması gerektiği bu çalışma sonuçlarından açıkça görülmüştür (Şekil 4).



Şekil 4. Isıl işlem şartlarına bağlı olarak mekanik özelliklerin değişimi



Şekil 5. ETİAL-171 alaşımına kıyasla üretilen diğer numunelerin mekanik özelliklerindeki gelişimin kıyaslanması

4. Sonuç

1) Mikro yapısal;

- ❑ α, Si ve ötektik fazlarının bulunduğu ETİAL 171 alaşımının yapısında Cu ilavesi yapıldığında döküm halinde Cu (CuMgSi, CuSi, AlSiCuMg, vb.) içerikli fazlar oluşmaktadır.
- ❑ Çözündürme işlemi sonucunda mikro yapıda faz dağılımlarında homojenleşme ve faz boyutlarında küçülmelerin (parçalanma sonucu) meydana geldiği tespit edilmiştir.
- ❑ Yaşlandırma sonucunda aşırı doymuş katı eriyik nedeniyle çok sayıda çökelti fazların meydana geldiği görülmüştür. SEM incelemeleri bu durumu açıkça göstermektedir. α ve ötektik fazlarının içerisinde ısıl işlem şartlarına bağlı olarak çökelti fazlar meydana gelmiştir.
- ❑ Kriyojenik işlem uygulanması neticesinde ise oluşan çökelti fazların miktarı artarken boyutlarının küçüldüğü tespit edilmiştir. En fazla dönüşüm ve değişim 'çözündürme + kriyojenik işlem +yaşlandırma' işleminde meydana gelmiştir. Bu nedenle daha iyi sonuçların elde edilebilmesi için ifade edildiği sırasıyla yapmak uygun olacaktır.
- ❑ Yapıda bulunan Si fazlarının da aynı zamanda hem küçüldüğü hem de küreselleştiği tespit edilmiştir.

2) Mekanik özellikler;

- ❑ ETİAL 171 alaşımının; Çekme dayanımı 150 Mpa'dan yapılan işlemler sonucunda % 33-84 oranında, Akma dayanımı 90 Mpa'dan yapılan işlemler sonucunda % 30-96 oranında, Sertliği 60 BSD'den yapılan işlemler sonucunda % 16-63 oranında ve Süneklik ise % 2,5'den yapılan işlemler sonucunda % 7-68 oranlarında artış göstermiştir. İşlem sürelerinin artmasıyla mekanik özelliklerin de artırdığı görülmüştür.

3) Isıl işlem seçimi;

- ❑ Yapı ve özelliklerin değişimine etkileri bakımından en etkili olandan başlayarak uygulanan işlemler;

- ❖ çözündürme + 8 saat kriyojenik işlem + yaşlandırma (N9),
- ❖ çözündürme + 16 saat kriyojenik işlem + yaşlandırma (N8),
- ❖ T6- (8 saat yaşlandırma) (N7),
- ❖ çözündürme + 8 saat kriyojenik ortamda yaşlandırma (N6),
- ❖ çözündürme + 16 saat kriyojenik ortamda yaşlandırma (N5),
- ❖ Normalizasyon + yaşlandırma (N4),
- ❖ Normalizasyon (N3)
- ❖ Cu alaşımlı döküm (N2) ve
- ❖ döküm (N1) şeklinde sıralanabilir.

Kaynaklar

[1] Chen, D., and Li, W., "Cryogenic treatment of Al and Al alloys", The Chinese Journal of Nonferrous Metals, 2000, 10(6): 891−895.
[2] Zhou, J., Xu, S., Huang, S., Meng, X., Sheng, J., Zhang, H., Li, J., Sun, Y., and Boateng, E. A., "Tensile Properties and Microstructures of a 2024-T351 Aluminum Alloy Subjected to Cryogenic Treatment", Metals, 2016, 6, 279-289.
[3] Lundin, E., "Cryogenic processing—dispelling the myths, mysteries", The Tube & Pipe Journal, March 2013.
[4] Davis, J.R., "Aluminum and Aluminum Alloys", Light Metals and Alloys, 2001, 351-416 (DOI:10.1361/autb2001p351).
[5] P. Rambabu, N. Eswara Prasad, V.V. Kutumbarao and R.J.H. Wanhill, "Chapter 2. Aluminium Alloys for Aerospace Applications", Aerospace Materials and Material Technologies, Indian Institute of Metals Series, Springer Science+Business Media Singapore 2017, 29-52, (DOI 10.1007/978-981-10-2134-3_2).
[6] www.cryogenictreatmentdatabase.org
[7] http://www.energy.ca.gov/process/pubs/cryog_processing_tc113571.pdf
[8] https://www.slideshare.net/deepaksingh571/report-on-cryogenic-heat-treatment
[9] http://www.bodycote.com/en/services/heat-treatment/solution-and-age/aluminium-alloys.aspx
[10] https://www.iitk.ac.in/tkic/slides/Microstructure/HeatTreatments%20of%20Al%20Alloys.pdf
[11] Pavan.K.M, Sachın.L.S, Mayur.S, Chandrashekar.A, B.S.Ajaykumar, "Effect Of Cryogenıc Treatment On The Mechanıcal And Mıcrostructural Properties Of Alumınıum Alloys - A Brıef Study", International Journal of Mechanical And Production Engineering, ISSN: 2320-2092, Volume- 2, Issue-5, May-2014.
[12] W. F. Miao and D. E. Laughlin, "Differential scanning calorimetry study of aluminum alloy 6111 with different pre-aging treatments," Journal of Materials Science Letters, vol. 19, no. 3, pp. 201–203, 2000.
[13] W. F. Miao and D. E. Laughlin, "Effects of Cu content and preaging on precipitation characteristics in aluminum alloy 6022," Metallurgical and Materials Transactions A: Physical Metallurgy and Materials Science, vol. 31, no. 2, pp. 361–371, 2000.
[14] Po Chen, Tina Malone, Robert Bond, and Pablo Torres, Effect of cryogenic treatment on the residual stress and mechanical properties of an aerospace aluminium alloy, 5th Conference on Aerospace Materials, Processes, and Environmental Technology (AMPET), 2002, Von Braun Center Huntsville, Alabama.
[15] Stankowiak and A. W. Bydałek, The optimization of the cryogenic processing Al-Cu alloys, Archives of Foundry Engineering, ISSN-1897-3310, volume7, issue 3, 2007, pp 141-146.
[16] P. Baldissera and C. Delprete, Deep Cryogenic Treatment: A Bibliographic Review, The Open Mechanical Engineering Journal, 2008, vol-2, pp 1-11.
[17] K.C. Raipurkar, Sarode and Pravin L, Cryogenic treatment of metals and enhancement of mechanical properties, World journal of science and technology, 2012, vol 2, issue- 4, pp- 53-59 ,ISSN:2381 -2587.
[18] Jungie Wang, Xiaodai Xue, Zhenqiang Yang, Hong Zhang and Yuan Zhou, Effect of cryogenic treatment on mechanical properties of 2A11 Aluminium Alloy, Advanced Materials research, Volume,146-147, 2011, pp:1646-1650.
[19] K. E. Lulay, Khalid Khan, D. Cyaaya, The Effect of Cryogenic Treatments on 7075 Aluminum Alloy, Journal of materials Engineering & performance, vol-11(5), 2002, pp.479-480.
[20] . Xian quan Jiang,Ning Li, Hong He, Xiu-Jiu Zhag,Chun-chi Li, Hao Yung ,Effect of mechanical properties and microstructures of 3102 Al-Alloy, Material Science forum, Vols 546-549, 2007, pp 845-848.
[21] K. E. Lulay, Khalid Khan D. Cyaaya, "The Effect of Cryogenic Treatments on 7075 Aluminum Alloy", Journal of Materials Engineering and Performance, 475-480, 15(1), 2002.
[22] F. Bouzada, M. Cabeza, P. Merino, S.Trillo, "Effect of Deep Cryogenic Treatment on the Microstructure of an Aerospace Aluminum Alloy", Advanced Materials Research Vol. 445 (2012) pp 965-970.

[23] Volker Franco Steier,Edgar Sobral Ashiuchi, Lutz Reißig, and José Alexander Araújo, "Effect of a Deep Cryogenic Treatment on Wear and Microstructure of a 6101 Aluminum Alloy", Advances in Materials Science and Engineering, 2016.
[24] R. J. Arsenault, "The strengthening of aluminum alloy 6061 by fiber and platelet silicon carbide," Materials Science and Engineering, vol. 64, no. 2, pp. 171–181, 1984.
[25] X.-Q. Jiang, N. Li, H. He, X.-J. Zhang, C.-C. Li, and H. Yang, "Effect of cryogenic treatment on mechanical properties and microstructures of 3102 Al-alloy," Materials Science Forum, vol. 546–549, no. 2, pp. 845–848, 2007.

MİLLİ TERMAL KAMUFULAJIN GELİŞTİRİLMESİ

Halil İbrahim Yavuz[a,c], Muhammed Jalal[a]
[a]Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Mechanical Engineering, Van, TURKEY, E-mail: hiyavuz@yyu.edu.tr
[b]Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Mechanical Engineering, Van, TURKEY, E-mail: msjr64@yahoo.com
[c]Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Biyoteknoloji Araştırma ve Uygulama Merkezi, Van, TURKEY

Abstract

Gelişen dünya politikaları ve bulunduğumuz coğrafi çevre etkisi nedeni ile, "Savunma Sanayii Plastikleri" ayrı bir taktiksel öneme sahip malzemeler olarak ön plana çıkmaktadır. Savunma teknolojilerinde düşman unsurların tespiti için birçok görüntüleme teknikleri geliştirilmektedir. Yine bu alanda getirilen yeniliklerin en önemlisi düşman hedeflerinin insan gözünün algılayamadığı uzun dalga boylu IR enerjiyi (ısıyı) soğurma prensibini esas alan ve sinyal üreten detektörler (Termal Kameralar) ile tespitidir. Bu detektörler yapıları gereği iki ana çalışma dalga aralığında çalışmaktadır; Bunlar sırası ile 3-5 µm ya da 8-12 µm arasıdır. "Kamuflaj" doğal hayatta düşmandan saklanmak, düşmanı şaşırtmak için kullanılan bir askeri taktiksel bir stratejidir. Doğal bitki ve toprak dokusunu taklit ederek çeşitli form ve desenler ile görünür alan detektörlerini (çıplak göz, klasik kameralar gibi) yanıltmak mümkün iken, termal kameralarda görüntü yanıltılması (veya kamuflaj teknikleri) kolay uygulanamayan ve pahalı sistemler gerektirmektedir. IR dalga boyundaki çalışmalar bilim dünyasında yeni konu başlıkları altında açılmaktadır. Bunların en önemlileri gece yada kış operasyonlarında asker kayıplarını azaltma, Tank yada ağır zırhlı araçların termal kameralara yakalanmadan operasyon bölgesine ulaştırılması için geliştirilen metalik dış kaplamlardan oluşmaktadır. Son günlerde yaşanan olaylarda da açıkça görüldüğü gibi, Türkiye'mizin asker ve araç zayiatlarının büyük bir bölümünü Terörist unsurların ellerindeki termal kamera modifiyeli edilmiş silahlar yada IR güdümlü ağır silahlardan kaynaklanmaktadır. Bu calismada Kükürt ve divinilbenzen, vulkanizasyon yöntemi kullanılarak, halka açılması polimerizasyon mekanizması üzerinden polimerleştirilmiş yenilikçi polimerlerin eldilmistir. Grafen, Nanotüp, Fulleren gibi yapılar ile modifikasyonları neticesinde yapı içerisindeki kükürdün çözünürlüğünün ve çapraz bağlarının aynı anda artırılması neticesinde verimli reaksiyonlar elde ederken yüksek IR absorblama yeteneğine sahip polimerlerin eldilmesi ile ikinci basamakda tamamlanmistir. Elde edilen polimerler Kumas altliklar uzerine kaplanarak termal kamera performanslari ve SEM XRD tesleri yapimistir. Bununla birlikte oldukca verilmli sonuclar elde edilmis ve dunya litaraturunde ilk defa TERMAL KAMUFULAJ sentezlenmistir

1. Introduction

When the light is divided through the spectrum will be some types, most types of invisible one of them is Infrared light (IR). An Infrared light is that it has a wavelength longer than those of visible light, and the wavelength is smaller than microwave light. That is detected for first time by William Herschel (1738-1822) in 1800 [1]. The wavelength is start from 700nm to 1mm [2][and its classified to three main types, Near infrared light(0.7µm to 3µm), Mid infrared light(3µm to 6µm) and Far infrared light(6µm to 1000µm) [3]. Infrared light can be applied for many applications like Thermal camera, Night-vision, Communication, Heating, Astronomy, etc. The ratio of the speed of light in a vacuum to its velocity in a given center is called refractive index (n). Infrared light like other lights will be refracted when passing through different center, some of the materials they are non organic have high refractive index like Silicon, Germanium and glasses they are used in some infrared tools but these materials are inherently difficult to process, more expensive and toxic compare to organic polymeric materials[4] . Some of polymers have high refractive index like sulfur and Phosphorus, there are a chance to design polymeric materials for IR optics that possess higher refractive indices, solution processing and low loss. Polymers that have sulfur (S8) contain can be process by inverse vulcanization process [5], increase its temperature to it will be a melting sulfur (S8) the molten sulfur, which acting as a solvent in the vulcanization process [6], that is copolymerized with Divinylbenzene (DVB) to prepare sulfur plastic that is processable and stable. This process that conducted in molten sulfur is called bulk free radical copolymerization[5-6]. The copolymers and composites based on sulfur make the elemental sulfur apromising alternative to hydrocarbon-based materials. These materials are intriguing for IR optics, because the S-S bonds in the copolymer are impart high refractive index (n) to the macromolecule

and largely IR inactive in the mid-infrared and near-infrared regime. Sulfur and its composites or copolymers especially divinylbenzene one of the Chalcogenide-semiconductors, when Graphene is doped to sulfur copolymers its conductivity will increase. Semiconductor materials can be convert any type of energy to another energy, for that can be convert infrared light energy to electrical or to any other energy. Because of that sulfur copolymers can be applied to some of infrared camera tools (thermal camera and night vision camera) like a lens for night-vision and photo-detector and blocker for thermal camera [8].

Sulfur and most of copolymers are a viscous or solid material (Salman et al., 2016), it can be solute in the some of the acids like Chloroform and Dichloromethane to make a solution for a coating production process (Salman et al., 2016). In the production processes have some techniques like ink-jet, printing, spin-coating and spray-coating that is useful for solution applied, for sulfur and its copolymers solution best technique is Spray coating production process (Girotto et al., 2009). Principle working of most infrared camera blocking is applying the semiconductor materials because of that convert any type of energy for another type of energy. When any object is heated, the infrared light will be radiate and emit the photons, this photon that radiated seated on the semiconductor material surface and it wants to crossing from the valence-band by band-gap to conduction-band, by crossing the type of energy convert from infrared light energy to the another type of energy. This converting cause to don't detecting by the infrared camera, because the infrared camera can be detects just infrared light.

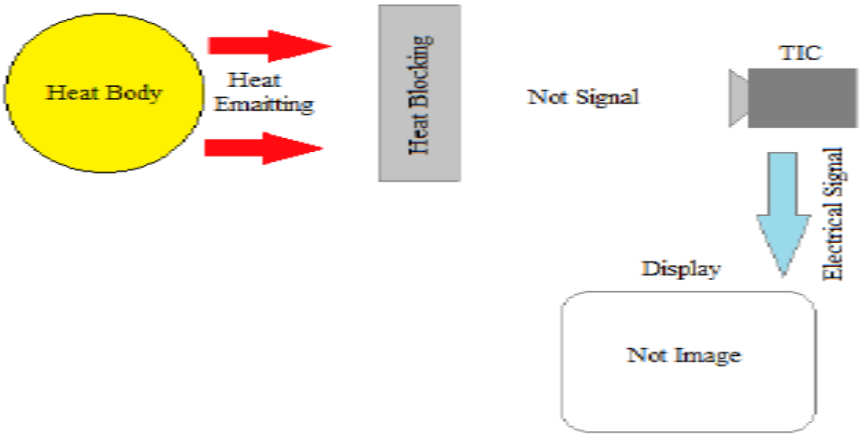


Figure 1. Thermal blocking

2. Experimental

2.1. Sulfur Polymerization

Sulfur (S) is a chemical element, which is discovered before Christ at the ancient India and ancient Greece. Sulfur has a bright yellow color at the room temperature, in the nature most of sulfur is as octa-sulfur (S8) that has a shape of eight-member ring, and is tasteless and odorless. It is the most common allotrope of sulfur it is a major industrial chemical that occurs widely in nature(Kutney, 2007). Sulfur melts at a temperature only a little above the boiling temperature of water. Sulfur has a big role in the polymer science and polymer industry. Sulfur used for first time with lead (Pb) for thermal sensor at 1933 (Cashman, 1959), and at last year's could be detected sulfur can be use for thermal camera when it vulcanite with another materials like diisopropenylbenzene (DIB) or divinylbenzene (DVB)(Griebel et al., 2014)(Wei et al., 2015)(Salman et al., 2016).

2.2. Spray Coating

Coating is manufacturing production process, that use for thin film production, coating is apply for the surface of something and it is referred to the substrate. Coating has a many technique for production like as

chemical vapor deposition(Manning et al., 2004), physical vapor deposition(Helmersson et al., 2006), spin coating and spray coating etc(Bach and Krause, 2013)(Natsume and Sakata, 2000). Spin coating is a good way to using in produce a uniform coating for desired thickness but it has a high material wastage, spray coating method have high potential to mass production, and this technique not have limits to substrate, spray coating without from a waste materials(Aziz and Ismail, 2015).

3. Results

3.1. Thermal Camera Results

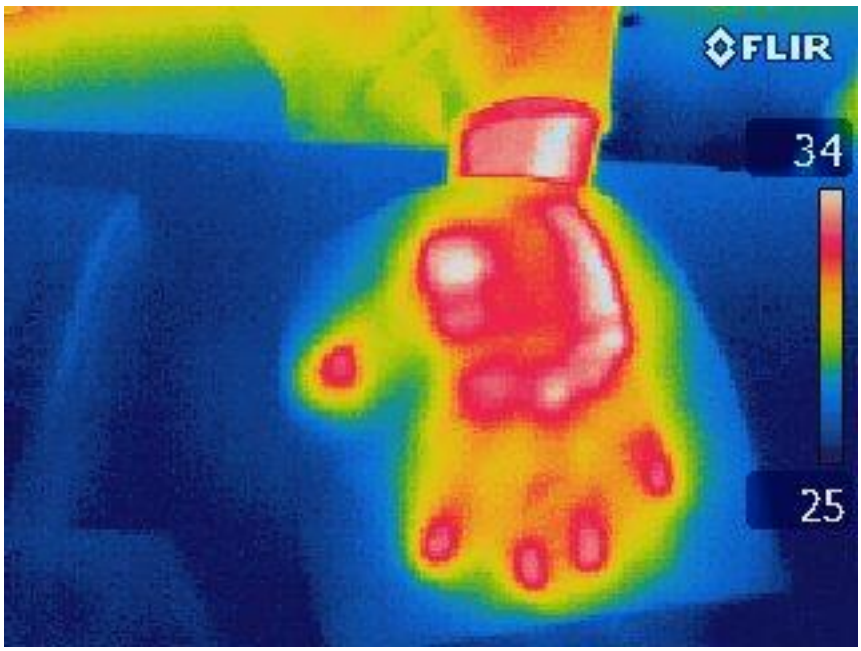


Figure 2. Sample A. basic coating without modification

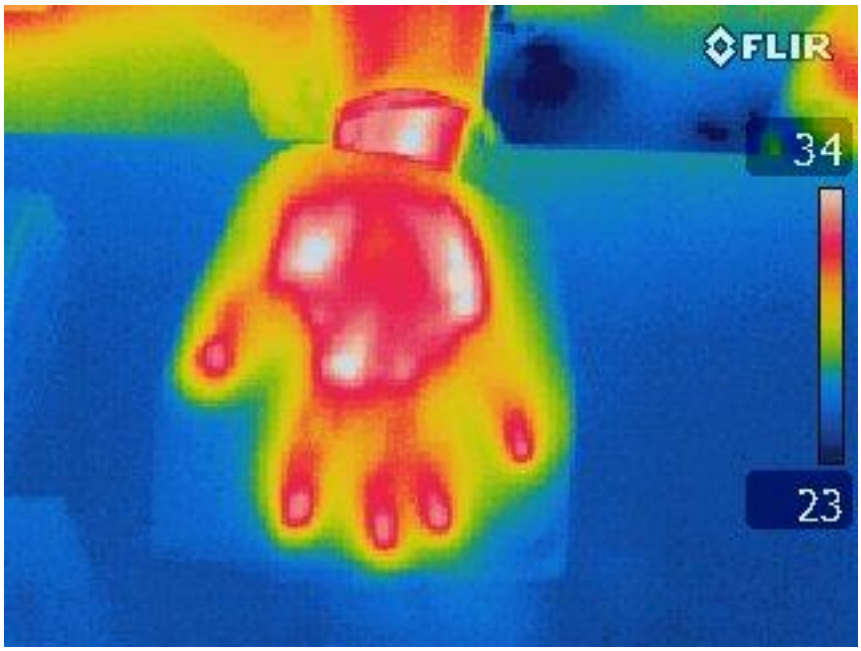


Figure 3. Sample B. basic coating with 1% graphene modification

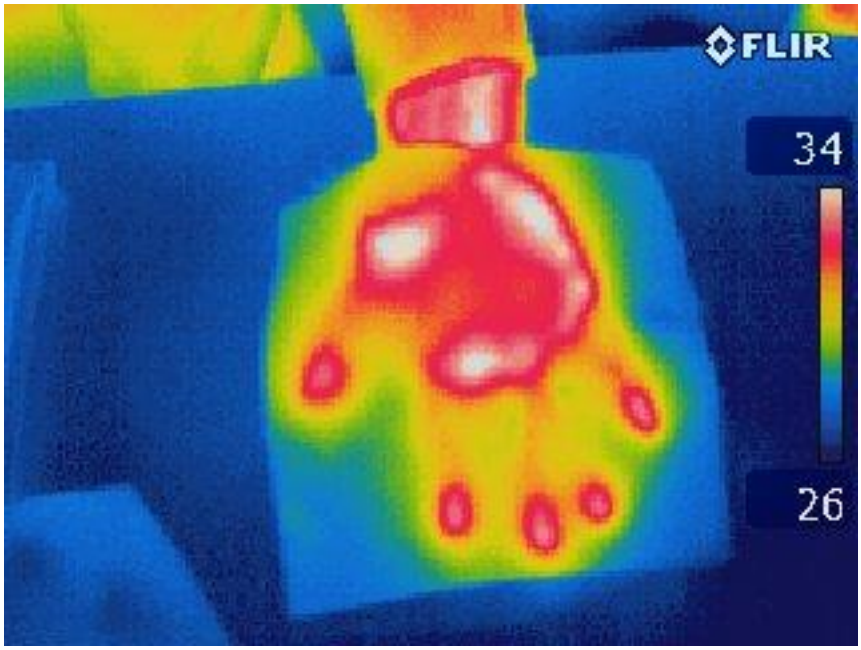


Figure 4. Sample B. basic coating with 1.5% graphene modification

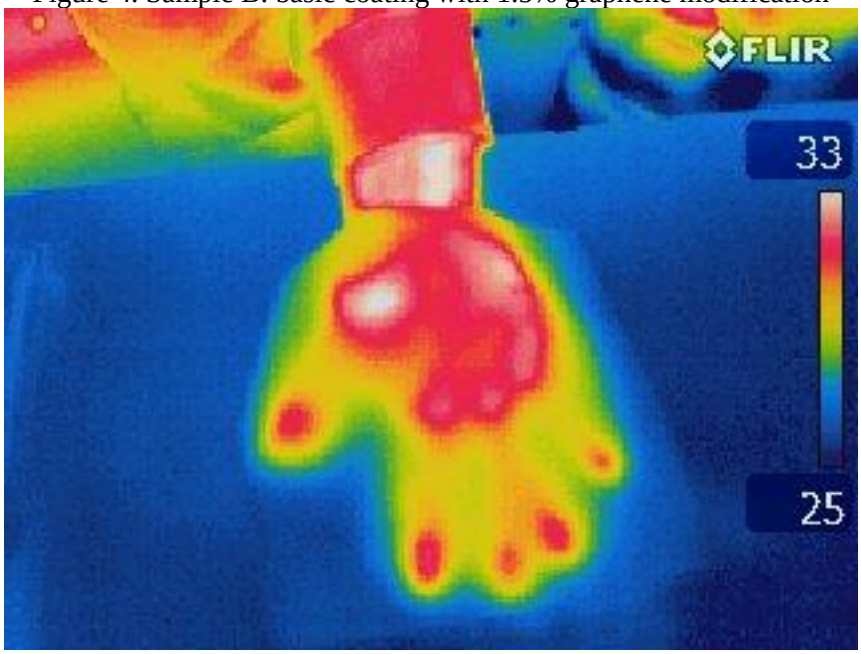


Figure 5. Sample B. basic coating with 2% graphene modification

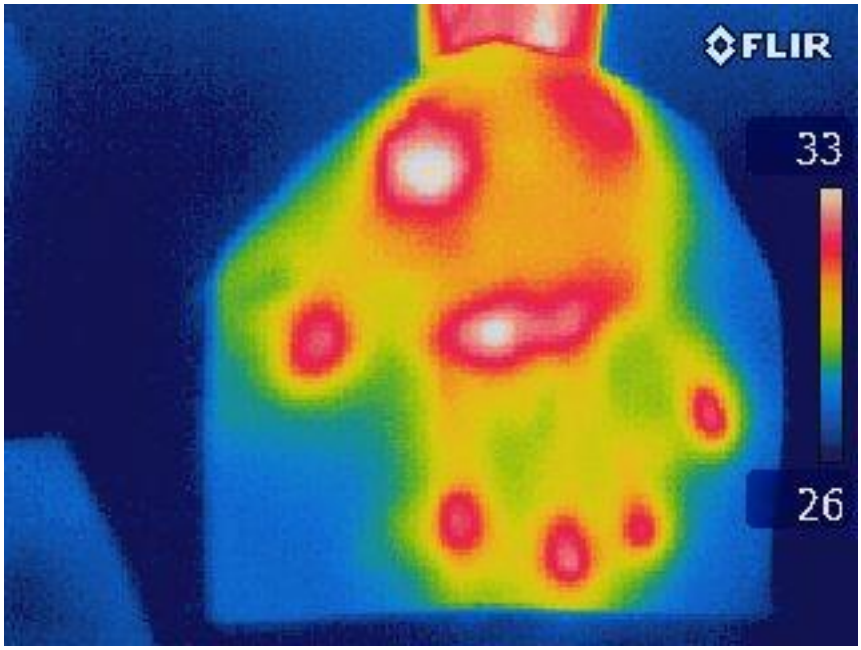


Figure 6. Sample B. basic coating with 2.1% graphene modification

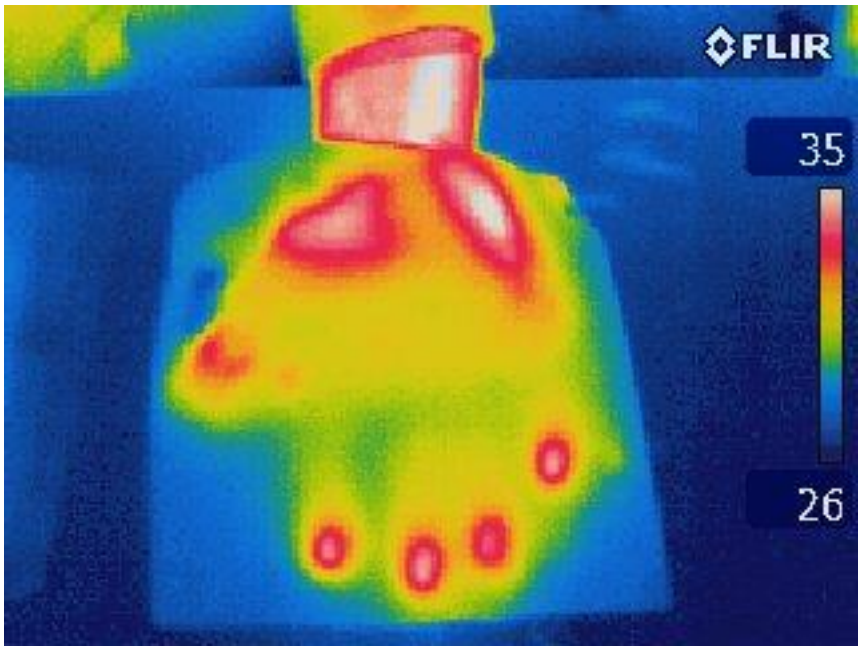


Figure 7. Sample B. basic coating with 2.3% graphene modification

4. Conclusion

After Modification of Graphene on vulcanization reaction, we can observed that better results thermal camera blocking.

References

[1] Astarita, T., Cardone, G., Carlomagno, G. M., Meola, C., Melloni, M., Kirchho, G., Maxwell, C., Stefan, J., Boltzmann, L. and Planck, M. (2001) 'A survey on infrared thermography for convective heat transfer measurements', Optics & Laser Technology 32, 32(2000), pp. 593–610.

[2] Atreya, A. (2016) 'Convection Heat Transfer', in SFPE Handbook of Fire Protection Engineering. Newyork, pp. 53–101. doi: 10.1007/978-1-4939-2565-0.

[3] Aziz, A. (2003) 'Conduction heat transfer', in .A, B. and .AD, K. (eds) Heat Transfer Handbook, pp. 161–260.,
[4] Aziz, F. and Ismail, A. F. (2015) 'Spray coating methods for polymer solar cells fabrication : A review', Materials Science in Semiconductor Processing. Elsevier, 39, pp. 416–425. doi: 10.1016/j.mssp.2015.05.019.
[5] Bach, H. and Krause, D. (2013) 'Thin Films on Glass', in Springer Science & Business Media., pp. 1–436. doi: 10.1007/978-3-662-03475-0.
[6] Barr, E. S. (1962) 'The infrared pioneers-ii. macedon10 mellon1', Infrared physics, 2(1842), pp. 67–73.
[7] Barr, E. S. (1963) 'The Infrared Pioneers-Iii. Samuel Pierpont Langley', Infrared physics, 3, pp. 195–206.
[8] Barr, E. S. (2000) 'Historical Survey of the Early Development of the Infrared Spectral Region', American Journal of physics, 42(1960), pp. 42–54. doi: 10.1119/1.1934975.
[9] Bejan, A. (2013) 'Convection Heat Transfer', John wiley & sons.
[10] Bejan, A. and D.Kraus, A. (2003) 'Heat Transfer Handbook', Journal of Chemical Information and Modeling, pp. 530–584. doi: 10.1021/ja1097622.
[11] Emmons, R. B., Hawkins, S. R. and Cuff, K. F. (1975) 'Infrared Detectors: An Overview Overview', Optical Engineering, 14(1), pp. 21–30.
[12] Evers, S. and Nazar, L. F. (2012) 'Graphene-enveloped sulfur in a one pot reaction : a cathode with good coulombic efficiency and high practical sulfur content', Chem. C ommun, pp. 1233–1235. doi: 10.1039/c2cc16726c.
[13] Girotto, C., Rand, B. P., Genoe, J. and Heremans, P. (2009) 'Exploring spray coating as a deposition technique for the fabrication of solution-processed solar cells', Solar Energy Materials & Solar Cells, 93, pp. 454–458. doi: 10.1016/j.solmat.2008.11.052.
[14] Griebel, J. J., Namnabat, S., Kim, E. T., Himmelhuber, R., Moronta, D. H., Chung, W. J., Simmonds, A. G., Kim, K. J., Van Der Laan, J., Nguyen, N. A., Dereniak, E. L., MacKay, M. E., Char, K., Glass, R. S., Norwood, R. A. and Pyun, J. (2014) 'New infrared transmitting material via inverse vulcanization of elemental sulfur to prepare high refractive index polymers', Advanced Materials, 26(19), pp. 3014–3018. doi: 10.1002/adma.201305607.

EFFECT OF INCREASED WELDING CURRENT ON MICRO HARDNESS IN ELECTRIC RESISTANCE SPOT WELDING OF TRIP 800 AND MICRO ALLOYED STEEL SHEETS

Volkan Onar[a], Uğur Özsaraç[b], Hacıaslan[b], Salim Aslanlar[b]
[a]Manufacturing Engineering,Pamukkale University, Denizli, TURKEY
[b]Metallurgical and Materials Engineering, Sakarya University, Sakarya, TURKEY

Abstract

In this study, TRIP 800 steel sheets having 1.5 mm and micro alloyed steel sheets having 1 mm thickness were joined by using electric resistant spot welding method as lap joint. Electric resistance spot welding machine having 120 kWA capacity and pneumatic system. Welding time was kept constant at 15 Cycle (1 Cycle = 0.02 s) and electrode force was selected 6 kN. Welding currents were increased approximately by rise of 500 A from 9000 A to 16500 A. After then welding specimens were implemented micro Vickers hardness test. The obtained results were supported by diagrams. Finally, changes occurring in micro hardness of increased welding currents were advised to the users.

Keywords: Resistance Spot Welding, Micro Hardness, TRIP Steel, Micro Alloyed Steel

1. Introduction

Resistance spot welding (RSW) is frequently used for joining automobile steel sheets. RSW method is effective process and the most aesthetic for joining automobile body parts and chassis. Approximately 5000 spot welds are used for the joining of a new generation vehicles [1-7].

TRIP and micro alloyed steel sheets are new generation steel. Nowadays, this steels sheets are using widely in automobile industry due to with lightweight, strength and corrosion resistance. With the use of these steel sheets, both high-strength vehicles and lighter vehicles have been manufacturing. TRIP steel sheets are used in vehicle chassis and micro alloyed steel sheets are used in automobile body parts. TRIP and micro alloyed steels provide the decrease of the chassis and body structure weights. However, their crash performance and security can be developed. The most important fact is that they affect fuel economy. Consequently, welding of these couple of steels (TRIP and micro alloyed steel) are inviting for the manufacturing of new generation vehicles [8-12].

In this study, the relationship between welding current and micro hardness on weld nugget of welded TRIP 800 and micro alloyed steels using RSW was analyzed.

2. Experimental Studies

In this study, micro alloyed steel having 1 mm and TRIP 800 having 1.5 mm thickness sheets were used. Steel sheet couples are generally used in mounting of automobile chassis and body parts. The chemical properties of micro alloyed and TRIP 800 steel sheets are shown in Table I and Table II, respectively.

Table 1. Chemical composition of micro alloyed steel sheet (wt %).

C	Si	Mn	P	S	Ti	Fe
0,12	0,50	0,60	0,10	0,45	0,30	97,93

Table 2. Chemical composition of TRIP 800 steel sheet (wt %).

C	P	Mo	Co	Ti	Sn	Si	S	Ni
0,179	0,011	0,025	0,072	0,014	0,01	1,719	0,007	0,074
Cu	**V**	**Mg**	**Mn**	**Cr**	**Al**	**Nb**	**W**	**Fe**
0,1	0,013	0,001	1,691	0,065	0,027	0,053	0,04	95,902

The mechanical properties of TRIP 800 and micro allayed steel sheets are shown in Table III and Table IV, respectively.

Table 3. Mechanical properties of TRIP 800 steel sheet.

Yield Strength (MPa)	Tensile Strength (MPa)	Total Elongation (%)
480,3	785,8	25,1

Table 4. Mechanical properties of micro alloyed steel sheet.

Yield Strength (MPa)	Tensile Strength (MPa)	Total Elongation (%)
184	357	39

RSW technique was selected for welding of the steel sheets. All of the tests used a RSW machine having 120 kVA capacity and a pneumatic application mechanism with a single pry. This machine is current and timer controlled.

Welding time, hold time and squeeze time were selected 15 per (1 per =0.02 s), 25per and 25 per respectively. The electrode force was kept constant at 6 kN. The chosen electrodes were conical Cu-Cr and cooled water and contact surface diameter were regulated 6 mm at every welding process.

The welding period, hold period and squeeze period applied in experiment are shown in Fig. 1. The welding current was increased from 5 to 16.5 kA by 0.5 kA increments.

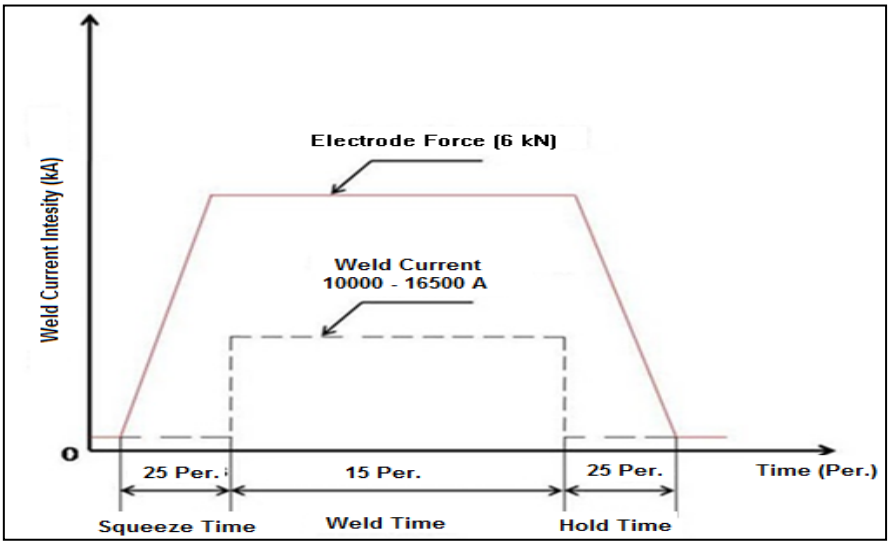


Fig. 1. Welding Per. for resistance spot welding

At pre-welding, the specimens are prepared as shown in Fig. 2. These parts were overlapped and welded by RSW technique. After that micro hardness test specimen was cut from center of weld nuggets

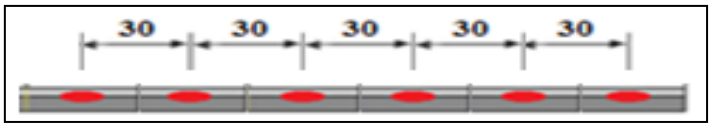


Fig. 2. The micro hardness test specimens.

The welded specimens were put to micro hardness tests in a testing machine in laboratory environment. The micro hardness tests sinking load was kept 0,2 kg during test. The hardness measurement was made as shown in Fig. 3. The micro hardness is the maximum values read from the scale of the machine.

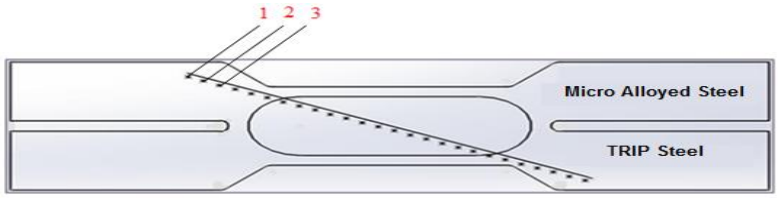


Fig. 3. Direction of the micro hardness tests

After the resistance spot welding, TRIP steel and micro alloyed steel are having 270 HV and 105 HV hardness values, respectively. Maximum micro hardness value was obtained at 15 per. at approximately 16500 A welding current.

3. Results

As seen in micro hardness value, increasing welding current causes high heat input to weld zone and extending weld nugget, so the micro hardness of weld nugget also increases from 9 kA to 16,5 kA in 15 per. welding times.

In low welding current application, small weld nugget diameters were obtained and similarly lower micro hardness value was measured than that of high welding currents applications as shown in Table V, due to low heat application to welding zone.

At the Chosen periods, a rapidly increase is seen in micro hardness value at center of weld nugget. It reaches the maximum value at 10500 A as 689 HV, and then decreases sharply after this point at the directional of TRIP steel (Fig. 4) due to excessive heat formation and high welding current in specimen.

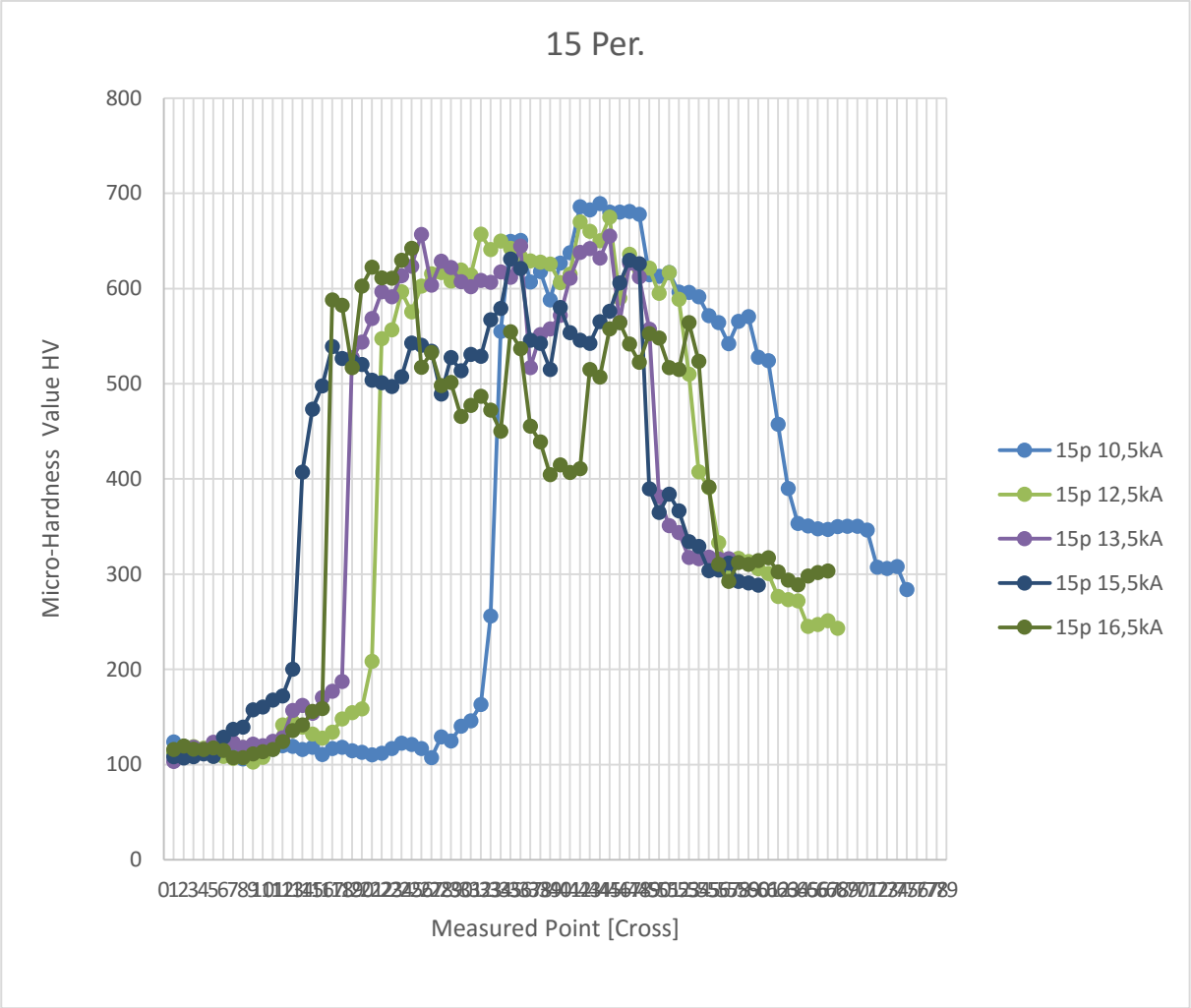


Fig. 4. Micro hardness value at 15 Per. welding time

Table 5. Max. Micro hardness value at different welding currents

Welding Current [A]	Max. Micro hardnes Value of Weld Nugget [HV 0,2]
10500	689
12500	675
13500	655
15500	629
16500	564

4. Conclusion

As a result of the work performed at 6 kN electrode force, the obtained results and some suggestions are given below.

1. In the joining of TRIP 800 and micro alloyed steel sheets, for different welding current maximum micro hardness value at center of weld nugget is obtained.

2. At 16500 A welding current in 15 per. 564 HV, at 15500 A welding current 629 HV, at 13500 A welding current 655 HV, at 12500 A welding current 675 HV and at 10500 A welding current 689 HV.

3. The maximum micro hardness value of TRIP and micro alloyed steel sheets resistance spot welding was obtained in 10500 A welding current for 15 per. welding time.

4. The micro hardness value was increased via decreasing welding current.

References

[1] M. Mimer, L.E. Svensson, R. Johansson, Weld.World 48, 14 (2004).
[2] O.J. Kwon, K. Lee, G. Kim, K.-G. Chin, Mater. Sci. Forum 638-642, 136 (2010).
[3] F. Varol, M. Ekici, E. Ferik, U. Ozsarac, S. Aslanlar, Acta Phys. Pol. A 127, 965 (2014).
[4] M.H. Razmpoosh, M. Shamanian, M. Esmailzadeh, Mater. Design 67, 571 (2015).
[5] F. Varol, U. Ozsarac, S. Aslanlar, A. Onat, M. Ekici, E. Ferik, Acta Phys. Pol. A 127, 968 (2015).
[6] S.S. Nayak, V.H. Baltazar Hernandez, Y. Okita, Y. Zhou, Mater. Sci. Engin. A 551, 73 (2012).
[7] S. Brauser, L.A. Pepke, G. Weber, M. Rethmeier, Mater. Sci. Engin. A 527, 7099 (2010).
[8] N. Akkaş, E. İlhan, Acta Phys. Pol. A 125, 497 (2014).
[9] M. Pouranvari, Mater. Sci. Engin. A 546, 129 (2012).
[10] M. Bramowicz, S. Kulesza, P. Lewalski, J. Szatkowski, Acta Phys. Pol. A 130, 963 (2016).
[11] P. Marashi, M. Pouranvari, S. Amirabdollahian, A. Abedi, M. Goodarzi, Mater. Sci. Eng. A 480, 175 (2008).
[12] V. Onar, S. Aslanlar, Acta Phys. Pol. A 131, 389 (2017).

ADVANTAGES OF PRODUCE BY LOST FOAM CASTING
KÖPÜK MODEL DÖKÜM İLE ÜRETİMİN AVANTAJLARI

Hasan Hasırcı
Gazi Üniversitesi, Teknoloji Fakültesi, Metalurji ve Malzeme Mühendisliği Bölümü, ANKARA. hasirci@gazi.edu.tr

Özet

Bu çalışmanın amacı; endüstrisinin ihtiyacı olan sağlam ve yüksek kalitedeki parçaların üretiminde Köpük Modelle Döküm (KMD) yönteminin sağladığı avantajlı yönlerini değerlendirmektir. KMD yöntemi ile yüksek kalitede, yüksek hassasiyette, ince kesitli ve üstün özelliklerde parça üretimi mümkündür. KMD metodu diğer döküm yöntemlerine kıyasla daha az sayıda ve kolay üretim aşamalarına sahiptir. Bu nedenlerle gerekliliği sürekli artan bir üretim yöntemidir.

Anahtar kelimeler: Köpük Model Döküm (KMD), Endüstriyel avantajlar

Abstract

The aim of this study is to evaluate the advantageous aspects of the Lost Foam Casting (LFC) process in the production of parts that are of high quality and that the industry needs. High quality, high precision, thin section and superior feature parts production is possible by the LFC method. The BMD method has fewer and easier production steps compared to other casting methods. For these reasons, the necessity is a continuously increasing production method.

Keywords: Lost Foam Casting (LFC), Industrial advantages

1. Giriş

Dünya genelinde ihtiyaç duyulan araç-gereçlerin karşılanması için kaynak, haddeleme, ekstrüzyon, toz metalürjisi, talaşlı imalat gibi birçok imalat yöntemi kullanılmaktadır. Döküm yöntemleri de bunlar arasında en önemli olanlardan birisidir. Çok sayıda döküm yöntemi bulunmaktadır. Bunlardan en önemlilerinden birisi de Köpük Model Döküm Yöntemi (KMD) yöntemidir. Birçok kalıp malzemesinin (yaş ve reçineli kum, seramik ve alçı) de kullanılabildiği bir yöntem olması nedeniyle önemli bir yere sahiptir. Yöntem; keşfedilmesinden bu yana birçok aşama kaydetmiş, günümüzde yüksek teknolojilerin kullanıldığı bilgisayar kontrollü seri imalatta dahi kullanılır hale gelmiştir.

Bu çalışmada KMD yönteminin tarihsel gelişimi ile diğer döküm yöntemlerine kıyasla farklı açılardan avantajları ele alınacaktır.

2. Köpük Model Döküm Yönteminin Tarihi Süreci Ve Günümüzdeki Gelişmeler

Köpük Model Döküm (KMD) yöntemi ilk defa yaş kum kalıp kullanılarak gerçekleştirilmiş ve 1958 yılında Shroyer [1] tarafından boşluksuz kalıba döküm olarak adlandırılarak patent altına alınmıştır. Bu konudaki çalışmalar 1964 yılına kadar hızla devam ettirilmiş, M.C. Flemming tarafından seramik kaplanmış köpük modelin ve bağlayıcısız kumun kullanıldığı hassas döküm yönteminin ilk örneği kabul edilen süreçler geliştirilerek çok sayıda patent alınmıştır [2-6]. 1980'lerin ortasında yöntem iyice geliştirilmiş ve General Motors (GM) tarafından otomobil parçaları üretmek için kullanılmaya başlanmıştır [7-11].

Bu yeni yöntemle, çeşitli sektörlerde hızlı ve yaygın bir şekilde parça üretimi yapılmaya başlanmıştır. İlk başlarda Küresel Grafitli Dökme Demir parçaların daha sonraki gelişmelerle birlikte demir dışı alaşımların dökümü için de tercih edilmiştir [8-9].

Günümüzde dünya genelinde sıkça kullanılan bir yöntem olan KMD yönteminin birçok çeşidi geliştirilmiştir. Bunlar; köpük döküm (foam casting, styro casting), dolu kalıba döküm (full mold casting), çoklu döküm (policasting), kopya döküm (Replicast), kaybolan köpük döküm (lost foam casting) vb. gibi isimlerle ifade edilmektedir [6, 9, 10-11].

İlk yıllarda modellerin elde işlenmesi ve model malzemesi olarak kullanılan köpük malzemesinin (polistiren) çok fazla gaz ve sıvı atık üretmesinden dolayı döküm parçalarda gözenekler oluştuğundan kullanım alanı son derece sınırlı kalmıştır. Teknolojik gelişmeler yöntemin tercih edilmesine yol açmıştır [2–6,12-24]. Yöntem kaplama teknikleri bilinmediğinden dolayı ilk önce yaş kum kalıplarda denenmiştir. Buna ilave olarak köpük modelin kaplanması ile ilgili teknikler geliştirildikçe bağlayıcısız kum kullanılmış ve başarılı sonuçlar alınmıştır. Bu gelişme yöntemin daha da gelişmesi ve yaygın olarak kullanılmasına yol açmıştır [14-16, 20, 24]. Şişirme ile direk model üretimi çok karmaşık parçaların modellerinin üretimine olanak sağladığından özellikle otomotiv sektörü için üretimde tercih edilir hale gelmiştir. Aynı zamanda yanma özellikleri ve gaz hatalarının azaltılmasıyla köpük malzemesinin özelliklerinin geliştirilmesi yöntemin başarısını artırmış ve başta Al, Mg, Ti, Cu vb. demir dışı malzemelerin dökümünde çokca tercih edilmesine yolaçmıştır [12, 24].

Kesip-yapıştırma metodunda (Şekil 1) köpük plakalar istenilen boyutlarda kesilir ve ısındığında eriyen bir yapıştırıcı ile yolluk sistemi de dahil olarak bir model haline getirilir. Daha sonra yaş ve reçineli kumda direk kalıplanarak, bağlayıcısız kumda ise önce belirli kalınlıkta ve dayanıma sahip gaz geçirgenliği olan refrakter kaplaması yapılır ve ardından kalıplanarak döküm işlemi yapılır.



Testere ile kesim



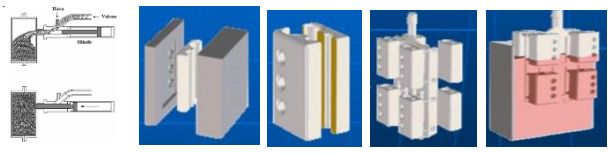
Rezistanz tel ile kesim



Parçaların yapıştırılması ve model üretimi

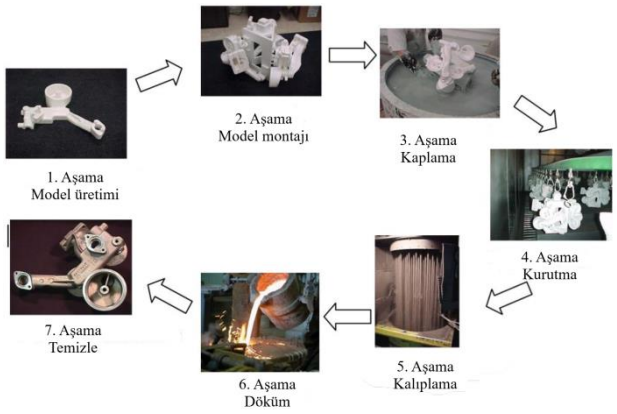
Şekil 1. Kesip-yapıştırma metodu ile köpük model üretiminin aşamaları [25]

Modelin bir kalıp içerisinde şişirilerek üretildiği yöntemde (Şekil 2) köpük ön şişirme işleminin ardından kalıpta nihai şekillendirme yapılır. Ardından ya doğrudan kalıplanır (Yaş ya da reçineli kalıplar) ya da önce kaplanan model daha sonra kalıplanarak (bağlayıcısız kum kalıplar) döküm işlemi gerçekleştirilir. Köpük malzeme, günümüzde hassas döküm ve alçı kalıba döküm yöntemlerinde de model olarak kullanılmaktadır.



Şekil 2. Şişirme ile doğrudan köpük model üretim aşamaları [26]

Şişirme tekniği ile üretilmiş modelin bağlayıcısız kum kalıpta kullanıldığı KMD yönteminin işlem aşamaları Şekil 3'te verilmiştir. Üretilen öpük modeller önce yolluk sistemi ile birleştirilir, belirli bir kalınlığa kadar (2-5 mm) seramik çamur ile kaplanır, kaplanan model kurutulur (20-60 dk), derece içerisinde bağlayıcısız kum ile kalıplanır, kalıba hazırlanmış metal dökülür, soğumanın ardından kalıp bozulur ve temizleme işlemleri yapılarak işlem tamamlanmış olur.



Şekil 3. Şişirme tekniği ile üretimin uygulama safhaları [26]

Döküm sektöründe öncü kuruluşlardan Amerikan Dökümcüler Birliği (American Foundrymen Society) 1989 yılında konuya önderlik etmesini takiben teknolojik gelişmeler hızlanmış ve yöntem seri üretimde kullanılır hale gelmiştir [24].

Bu yöntemde; en önemli avantajlardan birisi modelin üretilecek parçanın ölçüsel olarak aynısı olması nedeniyle yüzey, rijitlik ve boyutsal tutarlılık gibi model kalitesinin çok iyi olması gerekmekredir. Bu nedenlerle KMD yöntemindeki ilk ve en önemli aşama kaliteli köpük model üretimidir. Kalıplama zamanı, kalıplama basıncı, yoğunluk, ön şişirme süresi ve camlaşma sıcaklığı gibi kalıplama şartları köpük modelin özelliklerini doğrudan etkilemektedir. Kaliteli bir döküm elde etmek için uygun malzeme kullanımı ve kalıplama şartlarının kontrol edilmesi zorunludur [6, 25–28].

3. Köpük Model Döküm Yönteminin Avantajları

KMD yönteminin döküm parça üretimine sağladığı birçok avantajları vardır. Bu avantajlar maddeler halinde aşağıda detaylı olarak verilmiştir.

3.1. Model, Kalıp ve Dökülebilen Malzeme Çeşitliliği

Farklı uygulamalar için çok çeşitli köpük malzemeleri mevcuttur. Yöntemde kullanılan model malzemeleri üretilecek parçanın şekli, teknolojik gereksinimleri ve kalıplama metoduna bağlı olarak çok fazla seçenek bulunmaktadır. Model üretiminde; genişleyebilen polistirenin yanı sıra Polimetil Metakrilat (PMMA), EPS ve PMMA+EPS karışımı ve Polialkilen Karbonat (PAK) malzemeleri tercih edilmektedir. [5, 6, 21].

Görüldüğü üzere tek bir malzeme kullanımı söz konusu değildir. Modellerin üretiminde kesme-yapıştırma, şişirme ve şişirme+yapıştırma metodları kullanılabilmektedir. Bu bakımdan da seçenekler bulunmaktadır.
Köpük modeller; tüm kum kalıba (yaş, reçineli, çimentolu vb.) döküm yöntemlerinde, teknolojik gelişmelere bağlı olarak alçı, seramik, hassas ve yerçekimine ters yönde döküm kalıplarında kullanılabilmektedir. Bu bakımdan çok farklı döküm yönteminde kullanılabilme avantajı bulunmaktadır.

Köpük model malzemesi ve model üretim teknolojilerindeki gelişmelere bağlı olarak hemen tüm metal ve alaşımların dökümünde rahatlıkla kullanılabilmektedir. Burada en önemli kıstas ise sıvı metalin köpük

modeli eritebilecek/yakabilecek düzeyden daha yüksek bir sıcaklığa sahip olması gerekir. Döküm sıcaklığı yaklaşık 300 °C yüksek olan tüm malzemelerin üretimi yapılabilir.

Köpük model döküm yönteminin en önemli avantajlarından bir diğeri de kum kalıplamada (bağlayıcısız kum kalıplar) kuma herhangi bir ilave (bağlayıcı malzeme ve nem vb.) malzemesinin kullanılmamasıdır. Bu durum işlem sayısını ve atık madde miktarını azaltır. Bu nedenle en yaygın kullanımlardan birisidir [28-30].

Yaş ve reçineli kum kalıplarda da köpük model kullanılarak başarıyla üretim yapılmaktadır. Özellikle büyük parçaların (1-250 ton) dökümü bağlayıcılı kum kalıplarda başarıyla gerçekleştirilir.

3.2. Düşük Maliyetli Araç-Gereç ve Cihaz Gereksinimi

Döküm ile üretimde; ergitme, model üretimi, kalıp yapımı ve kalıp bozma-temizleme işlemleri bulunmaktadır. Ergitme tüm döküm yöntemleri için ortak ve değişmez etkendir. Model üretimi işletmeye ve döküm yöntemine bağlı olarak değişkenlik gösterir ve maliyet bakımından önemli bir faktördür. KMD yönteminde model üretiminin kesip-yapıştırma veya şişirme olarak iki türde gerçekleştirildiği daha önce giriş bölümünde ifade edilmiştir. Model malzemesi ağaç, metal, mum, diğer plastik malzemelere kıyasla ucuzdur. Aynı zamanda her iki model üretim tekniğinde de çok özel araç-gereç ve cihaz kullanımı gerektirmemektedir. Şişirme tekniğinde daha çok cihaz kullanımı söz konusu olmasına rağmen burada kullanılan cihazlar da düşük maliyetlidir. Çok sayıda model üretilebilmesi ve model malzemesinin de ucuz olması nedenleriyle maliyet oldukça düşüktür.

Döküm işlemleri için kalıp yapımı en önemli aşamalardan birisidir. Kalıp yapımı yönteme bağlı olarak çeşitli araç-gereç ve cihaz kullanımı gerektirir. Köpük modelin kullanıldığı döküm işlemlerinde yönteme bağlı olarak çoğu işlem elle yapılabildiğinde dolayı bu ihtiyaç çok az olabilir (Şekil 3). Bazı uygulamalarda ise otomatik sistemler kullanılmaktadır. Günümüzde seri imalat söz konusu olduğundan araç-gereç ve cihaz kullanımı daha fazladır. Çok büyük parçaların dökümü genellikle elle yapıldığından bu gereksinim azdır.

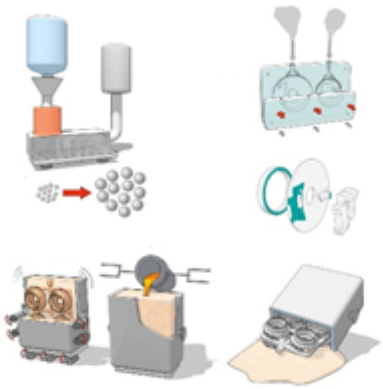
Dökümden sonra kalıp bozma işlemleri de önemli zaman ve maliyet unsurlarıdır. Bu aşamada da makine gereksinimi olmaktadır. Temizleme ve kalıp bozma işlemleri zaman, makine ihtiyacı ve işlem sayısının artması nedeniyle döküm maliyetini önemli ölçüde artırır. Genellikle diğer döküm yöntemlerindeki kalıp bozma ve temizlik maliyetlerinin aynıdır. Ancak, özellikle bağlayıcısız kum kalıba döküm yapıldığında döküm parçasının kalıptan çıkartılması geleneksel döküm kalıp bozma ve temizleme işlemlerine kıyasla çok daha kolaylaşmakta ve maliyet azalmaktadır. Bu yöntem ile üretimde kalıp bozma kolay olduğundan döküm parçaların zarar görme ihtimalleri de azalmaktadır [5, 29, 30].

3.3. Toplam Enerji Gereksinimi ve Parça Başına Daha Düşük Maliyetle ve Çevreci Üretim

Üretilmiş bir model incelendiğinde; model malzemesinin içerisinde genellikle % 2.5 polimer hammaddesi ve % 95 hava bulunmaktadır. Köpük malzemelerin üretiminde; basit olarak buhar kazanı, şişirme kalıbı ve kalım açma-kapama cihazı gerekmektedir. Bu nedenle modeller hem hafif hem de düşük maliyetlidir. Buhar üretimi de aynı şekilde düşük sıcaklıkta ve basit bir kazanda yapılabildiğinden dolayı maliyet azalmaktadır. Basit olarak üretilebilmesi, buhar kullanımı yada elle işlemlerin yapılabiliyor olması nedenleriyle üretim harcanan enerji miktarını da azaltmaktadır. Kalıplama işlem aşamaları ve kalıplarda maça kullanılmaması da harcanan enerjinin daha az olmasına neden olmaktadır (Şekil 4).

Bağlayıcısız kum kullanılarak döküm yapılabildiğinde kalıp ve üretim maliyetleri yaklaşık %5 azaltılabilir.

Köpük malzemelerin gözenekli yapısı ve düşük yoğunluk sebebiyle, döküm sırasında modelin yanması sonucunda çevresel atık miktarı yok denecek kadar azdır. Bu nedenle çevreci bir yöntemdir. Aynı zamanda bu yanma ürünleri filtre edilebildiğinden dolayı kontrolü kolay bir yöntemdir.

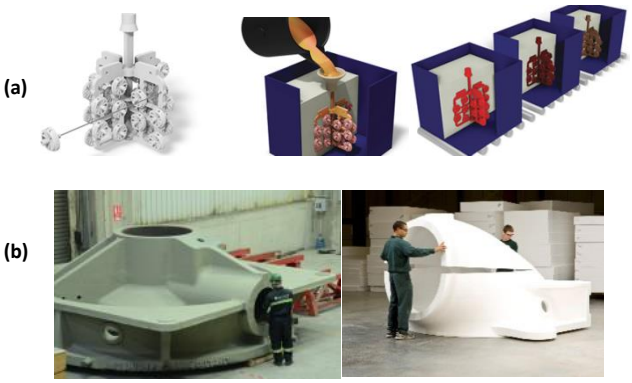


Şekil 4. KMD yönteminde üretim süreci [31]

3.4. Çok Küçük/Büyük Boyutlu Parça ve Seri Üretim Yapılabilmesi

Bu yöntemle; hem 200 gr ağırlığa sahip küçük ve aynı zamanda 250 ton ağırlığında devasa parçaların üretimleri de mümkündür. Salkım model uygulaması ve mekanizasyonla birlikte seri imalat yapılması da mümkün olmaktadır. Birkaç mm kalınlıkta parçalar dahi başarıyla üretilebilmektedir (Şekil 5.a).

Döküm parçalarının kalıplanmasında tek parçalı derece kullanımı, seri kalıplama imkanı, işçiliğin ve proses kontrolünün kolay olması, serbest parça tasarım imkanı ve büyük hacimli döküm özelliği bu yöntemin diğer önemli avantajlarıdır. Çok büyük boyutlu parçaların üretimi kolaylıkla yapılabilmektedir (Şekil 5.b).



Şekil 5. a) Küçük ve b) büyük boyutlu parçaların üretimi [32-33]

3.5. Çok Karmaşık Şekilli Parça Üretimi

Yöntem; maça ve kalıp ayırma yüzeyi gerektirmediğinden dolayı, kalıplanabilen her türlü karmaşıklık ve şekle sahip parçanın üretimi mümkündür (Şekil 6). Maça ile üretilmesi gereken bölgeler kalıp malzemesi ile elde edilmektedir. Kalıplama işleminden sonra model çıkarılmadığından dolayı çok karmaşık şekillim parçalar kolaylıkla üretilebilmektedir. Bu avantajlar köpük model döküm yönteminin tercih sebebidir. Bu yöntem geleceğin dökümcüleri için bağımsız bir şekilde tasarım yapmayı sağlayacaktır. Böylece karmaşık ve gelişmiş döküm parçaları bu yöntemle tasarlanıp üretilebilir [5, 29, 30].



Şekil 6. Karmaşık şekilli parça örnekleri [7]

3.6. Kalıp Açma, Kalıp Ayırma Yüzeyi ve Maça Gereksinimi Olmaması

Yöntemin uygulanması; kalıplamada tek parçalı model ve derecelerin kullanılması, kalıp ayırma yüzeyleri ve maçaya ihtiyacın olmaması nedenleriyle oldukça basittir (Şekil 7). Bahsedilen teknolojik durumlar zaman, teknoloji gereksinimi, maliyet gibi unsurların artması veya daha pahalı teknolojiler kullanılmasını zorunlu hale getirir. Hem basit hem de düşük teknoloji kullanımı yöntemi avantajlı hale getiren unsurlardandır. Tek parçalı derece dizaynı, boyut standardı ve otomatik kalıplamaya imkan verir ve birçok problemin elimine edilmesini sağlar [5, 60]. Maça kullanılmasına gerek olmadığı için maça makinasına, maça bağlayıcılarına, maça kumuna gerek duyulmaz ve maçadan kaynaklanan döküm hataları ortadan kalkar [5, 29, 30]. Bu durum aynı zamanda maça maliyetini de ortadan kaldırır. Bu nedenle yaklaşık % 15-25 oranında parça maliyeti azaltılır [6].



Şekil 7. Basit ve tek parça kalıp, maça gereksinimi olmayan üretim [7, 34]

3.7. Düşük Teknoloji Gereksinimi ve Yüksek Parça Kalitesi

Kalıp malzemesi (bağlayıcısız kum, yaş kum, reçineli kum, alçı, seramik, vb.) ne olursa olsun istendiğinde köpük model yüzeyi seramik malzeme ile kaplanabilir. Yüzeyi kaplanmış KMD yönteminde sıvı metal kalıp malzemesi (özellikle kum ve alçı) ile temas etmeyeceğinden kalıptan kaynaklı inklüzyonlar meydana gelmeyecektir. Bu durum döküm kalitesine etki ettiği gibi, sonrasında yapılacak talaşlı imalat işlemlerini de kolaylaştıracaktır [4, 5, 12, 30]. KMD metal akış hızı boş kalıba dökümdeki akış hızından daha yavaş ve kontrollü olduğundan türbilans (çalkantı) kaynaklı hatalar meydana gelmeyecektir. Kalıp dolu olduğundan içerideki normal atmosfer (hava) miktarı daha azdır ve döküm sırasında O, H ve N'dan kaynaklanabilecek döküm hatası (gaz ve bileşikler) olasılığı daha düşüktür [5, 17, 29-30]. Bunlardan dolayı bazı metallerin (Mg ve Ti vb.) dışında vakum ve koruyucu atmosfer uygulamaları gerektirmez. Bu nedenlerle düşük teknoloji kullanarak yüksek kalitede parça üretmek mümkün olabilmektedir. Gerekli hallerde vakum ve koruyucu atmosfer uygulaması rahatlıkla bu yöntemde kullanılabilir. Yaklaşık 1µm'a kadar yüzey hassasiyetinde üretim yapmak mümküm olduğundan dolayı talaşlı imalata gereksinim azalmakta ya da olmamaktadır (Şekil 8).



Şekil 8. Yüzey ve malzeme kalite özellikleri yüksek üretim [35]

4. Sonuç

KMD yöntemi ortaya çıkışından günümüze kadar sürekli gelişim göstermiştir. Bu yöntemin gelişmesinde özellikle otomotiv sektörü itici bir güç oluşturmuştur.

İlk önceleri kesip-yapıştırma, daha sonra şişirme tekniği ile köpük model üretimi yapılmıştır. Şişirme tekniği ile model üretimi hem karmaşık şekilli hem de yüzey kalitesi yüksek parçaların dökümünde kullanılmasını sağlamıştır.

Yüzeyi seramik çamur ile kaplanarak ya da kaplanmadan kalıplanabilmektedir. Bu yöntemde birçok kalıp malzemesi (bağlayıcısız kum, yaş kum, reçineli kum, alçı ve seramik) kullanılabildiğinden yaygınlaşması hızlı olmuştur. Kaplama teknolojisi bağlayıcısız kum kalıplarda kullanımına yol açmıştır.

Önceleri kaba şekilli ve büyük boyutlu parçaların üretiminde kullanılmasına rağmen, teknolojik gelişmeler (şişirme model tekniği) neticesinde küçük ve hassas parçaların üretiminde kullanılmasına yol açmıştır.

Model ve kalıp yapım aşamalarında ucuz model malzemesi, çok fazla işlem ve araç-gereç gerektirmemesi, yüksek teknolojiye gereksinim olmaması gibi nedenlerle düşük maliyetlerde üretime olanak sağlamaktadır. Modelden kaynaklı atık miktarı çok düşük (% 2.5) olduğundan yöntemin kendine özgü çevresel zararlı etkisi çok azdır.

Kaynaklar

[1] Shroyer H.F., Cavityless Casting Mold and Method of Making Same, United States Patent Office, 2 830 343, 1958.
[2] Molibog, T.V., Littleton, H., Experimental Simulation of Pattern Degradation in Lost Foam, AFS Transactions, 109, 1523-1555, 2001.
[3] Kotzin, E.L., Metal Casting and Molding Processes, AFS Transactions, 89, 148-161, 1981.
[4] Sikora, E.J., Evaporative Casting Using Expandable Polystyrene Pattern and Unbonded Sand Casting Techniques, AFS Transactions, 86, 65-68, 1978. 5. Patz, M., Lost Foam Process Update, AFS Transactions, 93, 901-902, 1985.
[5] Flemings, M.C., Foam Vaporization Casting, AFS Transactions, 95, 665-672, 1987.
[6] Yalçın, N., Kocatepe, K., ve Tekeli, S., "Köpük Model Döküm Yöntemindeki Teknolojik Gelişmeler", Politeknik Dergisi, Cilt:10, Sayı:2, 179-184, 2007.
[7] http://foamcast.weebly.com/foamcast-lost-foam-eps-raw-material.html (Eylül 2017)
[8] http://www.chinasavvy.com/blog/lost-foam-casting-the-history-process-and-modern-day-developments/4/ (Eylül 2017)
[9] http://www.lost-foam-casting.com/advantages-and-disadvantages-of-lost-foam-casting/ (Eylül 2017)
[10] http://www.industrialmetalcastings.com/casting_lost_foam_casting.html (Eylül 2017)
[11] http://metalcasting.govtools.us/reports/advanced_lost_foam_casting_technology_phase5.pdf (Eylül 2017)
[12] Vinarcik, E.J., Thermo Gravimetric Analysis of Expendable Pattern Casting Adhesives, AFS Transactions, 105, 355-357, 1997.
[13] Liu, J., Hu, J., Ding, W., Wang, Q., Zhu, Y., Lu, Y., Chen, W., Effects of Processing Parameters on Mold Filling in Magnesium Alloy LFC Process, AFS Transactions, 109, 1425-1438, 1997.
[14] Pan, E.N., Sheu, G.L., Mold Filling Behavior In Vertical Gating Lost Foam Aluminum Alloy, AFS Transactions, 109, 1503-1521, 2001.
[15] Zili, L., Hu, J., Wang, Q., Ding, W., Zhu, Y., Lü, Y., Chen, Evaluation of The Effect of Vacuum on Mold Filling in The Magnesium EPC Process, Journal of Materials Processing Technology, 120, 94-100, 2002.
[16] Fu, J., Tsai, H.L., Askeland, D.R., Mold Filling in ThinSection Castings Produced by the EPC Process, AFS Transactions, 103, 817-828, 1995.
[17] Chen, Y.F., Chen, R.C., Hwang, W.S., Mold filling Study in the EPC process—Mathematical Model and Flow Characteristics, AFS Transactions, 105, 459-464, 1997.
[18] Wang, C., Ramsay, C.W., Askeland, D.R., Processing Variable Significance on Filling Thin Plate in the LFC Process—The Staggered, Nested Factorial Experiment, AFS Transactions, 105, 427-434, 1997.
[19] Pan, E.N., Liao, K.Y., Study on Flowability of EPC A356 Al Alloy, AFS Transactions, 106, 233-242, 1998.

[20] Patz, M., Unbonded Sand Molds, ASM Handbook Comminute, ASM Handbook, USA, ASM, 15, 231-237, 1992.
[21] Venkataramani, R., Ravindran, C., Effect of Coating Thickness and Pouring Temprature on Response in Lost Foam Casting, AFS Transactions,104, 281-290, 1996.
[22] Smith R.T., Method of Casting, United States Patent Office, 3 157 924, 1964.
[23] Bates, C.E., Littleton, H.E., McMellon, B., Stroom, P.A., Technological Developments and Worldwide Market Growth in Lost Foam Casting Production, AFS Transaction, 109, 1557-1572, 2001.
[24] Rossacci, J., Shivkumar, S., Influence of EPS Bead Fusion on Pattern Degradation and Casting Formation in the Lost Foam Process, Journal of Materials Science, 38, 2321-2330, 2003.
[25] http://www.megep.meb.gov.tr/mte_program_modul/moduller_pdf/K%C3%B6p%C3%BCk%20Modelle%20Kal%C4%B1plama.pdf (Eylül 2017)
[26] https://www.alibaba.com/product-detail/Engine-block-lost-foam-casting-process_60422919908.html (Eylül 2017)
[27] Bakhtiyarov, S.I., Overfelt, R.A., Alagarsamy, A., Measurement of Decomposed EPS Gases Pressure and Molten Metal-Polymeric Foam Interface Velocity During Counter Gravity Lost Foam Casting, AFS Transactions, 109, 1439-1453, 2001. (Eylül 2017)
[28] Shivkumar, S., Ablation of PMMA by Liquid Metals, AFS Transactions, 101, 519-524, 1993.
[29] Tschopp, M.A., Ramsay, C.W., Askeland, D.R., Processing Variable Significance on Metal Flow and Defect Formation in Thick Section LFCs—Full Factorial Experiment, AFS Transactions, 108, 267-274, 2000.
[30] Gurdogan, O., Huang, H., Akay, H.U., Fincher, W.W., Wilson, V.E., Mold Filling Analysis for Ductile Iron Lost Foam Castings, AFS Transactions, 104, 451-459, 1996.
[31] http://lostfoamcouncil.de/the-process-sequence.html (Eylül 2017).
[32] http://www.cu-at-wieland.com/internet/en/service_aktuelles/news/News~1_3840.jsp (Eylül 2017)
[33] http://akdas.com.tr/tr/urunlerimiz (Eylül 2017).
[34] http://www.metalcaster.com/mc-lost-foam.cfm (Eylül 2017).
http://www.storopack.com/en/products-solutions/technical-molded-parts-made-of-eps-epp-and-neopor/lost-foam.html (Eylül 2017).

DESIGN AND PRODUCTION OF CONTROLLED CAST UNIT FOR Mg ALLOYS

Mg ALAŞIMLARI İÇİN KONTROLLÜ DÖKÜM ÜNİTESİ TASARIMI VE ÜRETİM YAPILMASI

Hasan Hasırcı
Gazi Üniversitesi, Teknoloji Fakültesi, Metalurji ve Malzeme Mühendisliği Bölümü, ANKARA. hasirci@gazi.edu.tr

Özet

Bu çalışmada; Mg alaşımlarının üretiminde kullanılacak kontrollü atmosferli döküm ünitesinin tasarımı, imalatı ve döküm işlemlerinde kullanımı ile malzeme özelliklerine etkilerinin incelenmesi amaçlanmıştır. Mg alaşımları atmosferden kolaylıkla etkilenmekte olduklarından normal atmosferde dökümleri neredeyse imkansızdır. Bu nedenle Mg alaşımları dökümü atmosfer kontrolü gerektirir. Bu sistemde atmosfer kontrolü koyucu gaz veya vakum olabilmektedir. Kontrollü atmosferde döküm işlemi yapıldığında gaz ve oksit hatası oluşumunu önlenmiştir. Üretilen Mg alaşımı özellikleri geliştirilmiştir.

Anahtar kelimeler: Kontrollü Atmosferde Döküm Ünitesi, Mg Alaşımı,

Abstract

In this study; It is aimed to investigate the effects of the use of controlled atmosphere casting unit to be used in the production of Mg alloys for the design, manufacture and casting operations. Since Mg alloys are easily affected by the atmosphere, casting in normal atmosphere is almost impossible. For this reason, Mg alloys casting requires the atmosphere control. In this system, the atmosphere can be controlling gas or vacuum. When casting in a controlled atmosphere, gas and oxide defects are prevented. Produced Mg alloy properties have been improved.

Keywords: Controlled cast unit, Mg alaşımı

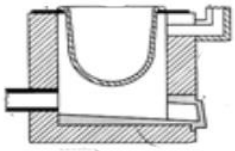
1. Giriş

Günümüzde otomotiv endüstrisinde ve imalat malzemesi olarak kullanılan metalik malzemeler içinde Mg en hafif olanıdır. Ağırlık olarak Mg, Al'dan %36, Demir (Fe) ve çelikten %78 daha hafiftir [1-7]. Yoğunluğu ve buharlaşma özellikleri bakımından plastiklere benzetilirken, mekanik özellikler açısından metallerin özelliklerine sahiptir. Ayrıca Mg, mühendislik plastiklerine göre çok daha rijit ve çok daha fazla geri dönüşümü mümkün bir malzemedir. 1920'lerden bu yana piston üretiminde kullanılmaktadır. Özellikle kokil döküm ve basınçlı döküm yöntemlerinin gelişmesiyle üretimi daha da artmıştır. Son yıllarda alçak basınçlı döküm yöntemi ile daha yaygın üretilir olmuştur [1-15].

Mg alaşımları H'e ilgisinin azlığı ve mükemmel akıcılığı gibi bazı özel katılaşma karekteristikleri nedeniyle Al ve Cu alaşımlarına göre mükemmel dökülebilirlik özelliğine sahiptir [1-3]. Döküm yöntemi % 98 oranında Mg alaşımlarının şekillendirmesinde kullanılan bir yöntemdir [1-9, 14-24].

Özellikle, AZ91 alaşımları çekme, akma ve darbe dayanımlarındaki kayda değer mekanik özellikler sebebiyle daha fazla ilgi odağı oluşturmaktadır. Bu alaşım dökülebilirlik kabiliyeti en yüksek Mg alaşımıdır [5-8, 9-15]. Mg alaşımlarının döküm özelliklerini ve mikroyapılarını geliştirmek için değişik alaşımlamalar yapılmaktadır. Ancak alaşımlamadan ziyade en önemli konu Mg alaşımlarının ergitilmesi ve dökülmesidir. Ergitme döküm işlemleri sırasında Mg alaşımları kolaylıkla atmosferden etkilenmektedirler. Önceleri katı ve sıvı yakıtla çalışan çelik potalı (Şekil 1) fırınlar kullanılmıştır. Sıvı Mg'un demirli malzemelere ilgisinin az ya da yok denilebilecek düzeyde olması ergitme ve döküm işlemlerinde pota malzemesi olarak çelik kullanımı yaygındır. Ergitme sırasında atmosfer etkilerine (özellikle O) karşı korunması gerekmektedir. Pota

üzeri örtü (koruma) flaksı ile kapatılmıştır. Ayrıca bir kapak ile kapatılarak sıvı Mg alaşımın atmosferle teması en aza indirilmiştir. Bu nedenle flaks kullanımı ve koruyucu gaz kullanımı yaygındır. Flaks metal oranı genelde ergitilecek metalin %1'i oranındadır. Koruyucu gaz olarak SF_6, SF_6+CO_2 yaygın olarak tercih edilmektedir. Son yıllarda vakum atmosferde üretim de gelişmektedir. Ancak vakumun uygulama zorlukları bulunmaktadır [1-5].



Şekil 1. Çelik potalı ergitme fırını [1]

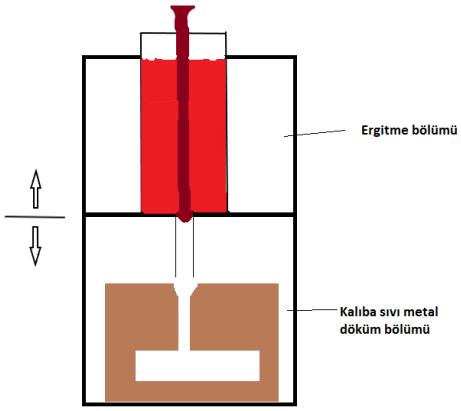
Bu nedenle Mg alaşımlarının dökümü kontrollü atmosferde yapılması gerekmektedir. Mg yüksek reaktiflik özelliği nedeniyle atmosferden çok çabuk etkilenerek gaz ve oksit hataları ile metalin alevli (parlayarak metal yangını) bir şekilde yanması söz konusudur. Bu nedenle koruyucu atmosfer (koruyucu gaz yada vakum) uygulamaları gerektirir. Bu sistemler hava veya atmosferden yalıtım gereksinimleri nedeniyle işletilmeleri ve üretimde kullanılmaları maliyetli, zor ve seri imalata uygun değildir. Bu nedenle daha pratik bir sistem gereksinimi bulunmaktadır. Çünkü özellikle otomotiv ve havacılık sektörlerinde Mg malzeme ihtiyacı çok fazladır.

Daha sonraları seri imalat ve daha üstün özelliklerde Mg alaşımı üretmek amacıyla farklı tipte koruyucu atmosferli ergitme ve döküm sistemleri geliştirilmiş ve günümüzde kullanılmaktadır. Özellikle elektrikli ergitme ve döküm sistemleri yanma ürünlerinin olmaması nedeniyle daha avantajlıdır. Bu nedenle kullanımı daha yaygındır [14-18].

Buradan hareketle bu çalışmada; pratik uygulamayla dipten döküm yapılabilen kontrollü atmosfere sahip döküm ünitesinin tasarlanması, imal edilmesi ve bu ünite kullanılarak Mg alaşımlarının üretilmesi amaçlanmıştır.

2. Deneysel Çalışmalar

Bu çalışmada öncelikle kontrollü atmosferde ergitme ve döküm yapılabilecek ünitenin tasarımı yapılmıştır. Bu ünite elektrik direnç tipi ergitme ocağıdır. Yapılan tasarım Şekil 2'de şematik olarak gösterilmiştir. Daha sonra bu tasarımın imalatı gerçekleştirilmiştir. Görüldüğü üzere sistem iki bölümden oluşmaktadır.



Şekil 2. Kontrollü atmosferde döküm yapılabilen döküm ünitesi şematik gösterimi

Üst kısım ergitmenin gerçekleştirildiği pota bölümüdür. Pota atmosfer kontrolünün sağlandığı ergitme bölümüdür. Pota olarak düşük karbonlu çelik malzemeden boru kullanılmıştır. Pota tabanına boşaltma kanalı

yerleştirilmiştir. Potanın üst kısmındaki kapağa sonsuz dişli açma/kapama sistemi yerleştirilmiştir. Bu açma/kapama sistemine bir çelik çubuk takılarak alt kısımdaki boşaltma kanalı açılıp/kapatılır hale getirilmiştir. Ergitme bölümünün altında dökülecek kalıbın yerleştirildiği döküm kabini bulunmaktadır. Bu kabin ile ergitme kısmı birleştiğinde atmosfer kontrollü döküm bölümü hazırlanmış olmaktadır. Bu ilk tasarımda üretilen ünite kullanılmadan önce bazı ön denemelere tabi tutulmuştur. Bazı aksaklıklar nedeniyle bundan vazgeçilerek Şekil 3'te görüntüleri verilen ünite tasarlanıp imal edilmiştir.

İmal edilen ünite (Şekil 3) kullanılarak döküm işlemleri Şekil 4'te gösterilen yaş kum kalıplar kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Yanma ve gaz hatalarının olmaması için yaş kum kalıplar döküm yapılmadan önce alkol bazlı boya ile boyanmış ve kurutulmuştur. Bu kalıpların dökülmesi ile çubuk şekilli numuneler elde edilmiştir.



Şekil 3. Atmosfer kontrollü ve dipten boşaltmalı ergitme ve döküm ünitesi



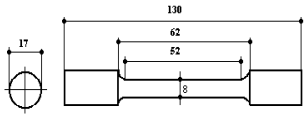
Şekil 4. Döküm işlemlerinde kullanılmak üzere hazırlanan kum kalıplar

Deneysel çalışmalarda farklı oranlarda Al ilavesi yapılan Mg alaşımları üretilmiştir. Bunun için ticari saflıktaki (≅ % 99.5) Mg ve Al kullanılmıştır. Mg alaşımlarının ergitiminde ve dökümünde atmosfer kontrollü elektrikli direnç ocağı kullanılmıştır. Alaşımların ergitilmesi 10 kg Mg ergitme kapasiteli çelik potada yapılmıştır. Döküm işlemleri 700 °C'de gerçekleştirilmiştir. Ergitme ve döküm koruyucu atmosferde (flaks ve gaz) gerçekleştirilmiştir. Bu çalışmada üretilen alaşımların kimyasal kompozisyonları Tablo 1'de verilmiştir.

Tablo 1. Deneylerde kullanılan numunelerin kimyasal bileşimleri

Bileşim (%)	**Alaşım1**	**Alaşım 2**	**Alaşım 2**	**Alaşım 3**
Mg	96,61	89,81	89,09	84,09
Al	2,5	5	10	15
Diğer	0,89	0,91	0,91	0,91

Üretilen numunelerden TS 138 standardına uygun olarak çekme deney çubukları hazırlanmış (Şekil 5) ve bilgisayar kontrollü Dartec 1200 test cihazında çekme deneyine tabi tutulmuştur. Bu numunelerin çekme dayanımı, akma dayanımı ve % uzama değerleri belirlenmiştir. Her bir numune için 3 tekrar yapılmış ve bunların ortalaması sonuç olarak verilmiştir.



Şekil 5. Standart çekme deneyi numunesi

Üretilen çubuklardan alınan numuneler metalografik hazırlama işlemlerinden geçirildikten sonra Olympus marka optik ve Joel JSM-6060 LV SEM mikroskobu kullanılarak mikro yapıları incelenmiştir. Yapılan işlemler sonucunda oluşması muhtemel fazlar için XRD ve SEM-EDS analizleri yapılmıştır. Aynı zamanda bu fazların ayrımı kolay olmadığından denge diyagramları ve literatürden de yararlanılmıştır. Metalografik inceleme için hazırlanan numunelerin yüzeylerinden Instron Wolpert marka cihazda $HV_{0.1}$ türünden sertlik ölçümleri gerçekleştirilmiştir. Her bir numune için 6 tekrar yapılmış ve bunların ortalaması sonuç olarak verilmiştir.

3. Sonuçlar ve Tartışma

3.1. Döküm İşlemleri

Mg alaşımlarının döküm işlemleri öncelikle kontrolsüz atmosferde gerçekleştirilmiştir. Sıvı metal ergitilirken ve döküm sırasında hem atmosfer hem de kalıp malzemsiyle etkileşmiştir. Bu etkileşim sonucunda yanma meydana gelmiştir.

Tasarlanan ve imal edilen ünite (Şekil 3) ile ergitme döküm işlemleri ise başarıyla gerçekleştirilmiştir. Çünkü sistem hem ergitmeyi hem de döküm işlemini koruyucu atmosferde gerçekleştirmeye imkan sağlamaktadır. Ergitme örtü flaksı + gaz kullanımı ile gerçekleştirilmiştir.

Döküm işlemleri yaş kum kalıplar kullanılarak yapılmıştır. Kalıp malzemesi içerisinde nem ve hava bulunmaktadır. Sıvı metalin yaş kum kalıp malzemesinde etkilenerek yanmaması için boyama ve kurutma işlemi yapılmıştır. Daha sonra bu kalıp döküm haznesine yerleştirilerek döküm yapılmıştır.

Kalıbın yerleştirildiği döküm haznesinde döküm yapılmadan önce vakumla normal atmosferden temizlenmiştir. Hazne içerisine daha sonra yeterince koruyucu gaz verilerek metalin yanması önlenmiştir. Bu koruyucu gaz uygulaması metal katılaşıp belirli bir sıcaklığa gelene kadar devam etmiştir.

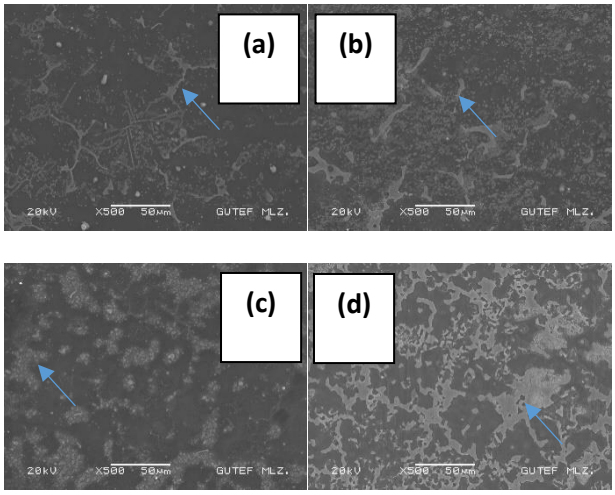
Dökümden sonra hazne açılıp kalıp çıkarılmış ve üretilen numuneler testlere tabi tutulmuştur.

3.2. Mikroyapı

Farklı oranlarda Al ilave edilen döküm numuneler metalografik işlemlerin ardından mikroskop altında incelenmiş ve elde edilen mikro yapılar Şekil 6'da, SEM-EDS analizleri Şekil 7 ve tane boyutu inceleme sonuçları ise Şekil 8'de verilmiştir.

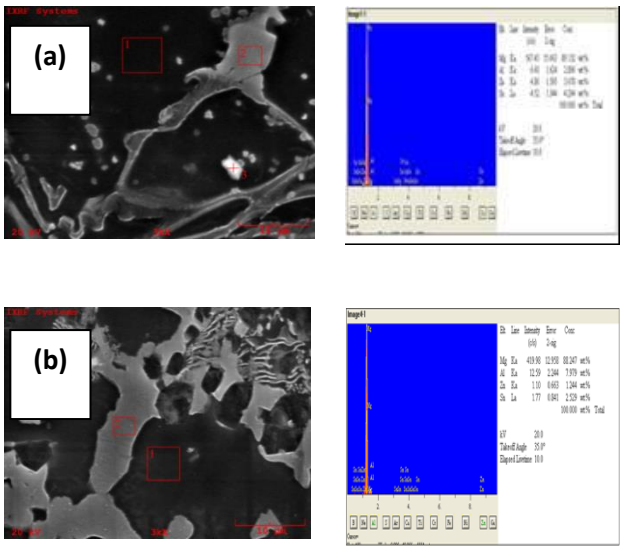
Mg alaşımlarına genellikle Al alaşım elementi ilavesiyle dayanım ve sertlik özellikleri geliştirilebilmektedir. Bu çalışmada hem standart miktarlar [1-8] arasında (%10'a kadar) hem de daha fazla miktarda (%15) Al ilavesi yapılarak mikro yapısal özelliklerdeki değişim incelenmiştir. Al miktarı arttıkça ötektik katı miktarı da artmıştır (Şekil 6). SEM-EDS analizlerinden Al miktarları ve meydana gelebilecek fazlar tespit edilmiştir. Ötektik fazın artması dayanım ve sertliğin artmasına, sünekliğin azalmasına yol açmaktadır. Bu çalışma sonuçları da benzer niteliktedir. Çünkü ötektik faz çekirdeklendiğinde Mg fazının önünde hem kimyasal hem

de mekanik bir bariyer görevi yapmaktadır. Bu nedenle Mg fazı büyüyememekte ve ötektik fazı daha fazla olmaktadır.

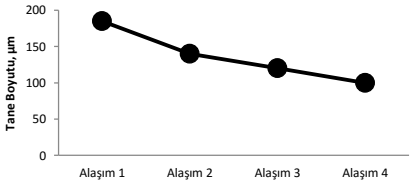


Şekil 6. Al ilave edilmiş Mg döküm alaşımının mikroyapı görüntüleri; a) Alaşım 1, b) Alaşım 2, c) Alaşım 3 ve d) Alaşım 4

Al miktarına bağlı olarak tane boyutu değişmiştir (Şekil 8). Tane boyutunun değişimi mekanik özellikleri doğrudan etkilemektedir. Tane boyutu azaldıkça Hall-Petch etkisi nedeniyle dayanım artmaktadır. Bu çalışmada Al miktarı artırılarak tane boyutu küçültülmüştür [9-11]. Al ilavesi ile Mg matris etrafındaki ötektik katı miktarı artırılmakta, bu katı Mg fazının büyümesini durdurmakta ve daha sonrasında uygulanan yük karşısında deformasyonu zorlaştırarak dayanım ve sertliğin artmasına neden olmaktadır.



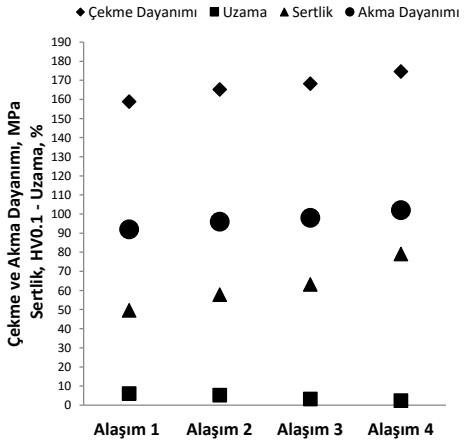
Şekil 7. SEM-EDS analiz sonuçları; a) Alaşım1, b) Alaşım 4



Şekil 8. Al miktarına bağlı olarak tane boyutunun değişimi

3.3. Mekanik Özellikler

Yapılan denemelerden üretilmiş olan numunelerden elde edilen mekanik özellik sonuçları Şekil 9'da verilmiştir. Sonuçlar incelendiğinde Al miktarı arttıkça çekme ve akma dayanımı ile sertlik artmış, süneklik ise azalmıştır. Çünkü Al miktarı arttıkça, doygun katı eriyik olan ve daha fazla sertliğe sahip ötektik intermetalik faz miktarı artmaktadır. Bu fazın artması malzemede deformasyona karşı direnci artırmaktadır. Diğer yandan bu fazın artması, daha sünek olan Mg fazının büyümesini de kısıtladığından dolayı süneklik de azalmıştır [9-12, 19-22].



Şekil 9. Al miktarına bağlı olarak mekanik özelliklerin değişimi

4. Sonuç

- ✓ Döküm işlemleri için tasarlanıp imal edilen koruyucu atmosferli döküm ünitesi ile başarılı bir şekilde Mg alaşımı ergitilmiş ve dökümü gerçekleştirilmiştir.
- ✓ Ünitenin daha hızlı üretime uygun hale getirilmesi hedeflenmektedir.
- ✓ Mg alaşımına ilave edilen Al miktarı arttıkça alaşımın yapısında ötektik fazının miktarı artmış, tane boyutu da küçülmüştür.
- ✓ Yapıdaki bu değişimlerin etkisiyle çekme ve akma dayanımı ile sertlik artmış, süneklik ise azalmıştır.

Kaynaklar

[1] Luo, A.A., "Magnesium casting technology for structural applications", Journal of Magnesium and Alloys, 1 (1), 2-22, 2013.
[2] Luo, A.A., and Sadayappan, K., "Technology for Magnesium Castings" American Foundry Society, Schaumburg, IL (2011) pp. 29–47
[3] Avedesian, M.M., and Baker, H., "Magnesium and Magnesium Alloys", ASM International, Materials Park, OH (1999)
[4] Freuling, J.W. and Hanawalt, J.D., Transactions of the American Foundrymen's Society, 77 (1969), pp. 159-164
[5] Freuling, J.W., "Protective Atmospheres for Molten Magnesium", Ph.D. Dissertation, University of Michigan, Ann Arbor, MI, USA, 1970.
[6] Brown, R.E., "Future of Magnesium Developments in 21st Century", Materials Science & Technology Conference, Pittsburgh, PA, USA, October 5–9, 2008.
[7] Ruden, T., "Magnesium vs. Plastics: A Comparative Study, (Paper G-T89-113), 15th International Die Casting Congress & Exposition, St. Louis, MO, 1989.
[8] Gaines, L., Cuenca, R., Stodolsky, F., Wu, S. "Potential Automotive Uses of Wrought Magnesium Alloys", Automotive Technology Development, Detroıt, Michigan, 1-7, 1996.
[9] Barber, L.P."Characterızatıon of the Solidificatıon Behaviour and Resultant Mıcrostructures of Magnesium- Aluminum Alloys", A Thesis of Master, Worcester Polytechnic Institute, Worcester, 10-46, 2004.

[10] Lee, C.D., Shin, K.S., "Effect of microporosity on the tensile properties of AZ91 magnesium alloy", *Acta Materialia,* 55: 4293-4303, 2007.
[11] Balasubramani, N., Srinivasan, A., Pillai, U.T.S., Pai, B.C., "Effect of Pb and Sb additions on the precipitation kinetics of AZ91 magnesium alloy", *Materials Science & Engineering,* 457: 275-281, 2007.
[12] Aizawa, T., Song, R., "Mechanically induced reaction for solid-state synthesis of Mg_2Si and Mg_2Sn", *Intermetallics,* 14: 382-391, 2006.
[13] Feng, X., Xuegang, M., Yangshan, S., "Microstructures and mechanical properties of AZ91 alloy with combined additions of Ca and Si", *Journal Materials and Science,* 41: 4725-4731, 2006.
[14] Srinivasan, A., Pillai, U.T.S., Pai, B.C., "Effect of Pb Addition on Ageing Behavior of AZ91 Magnesium Alloy", *Materials Science and Engineering,* 452 (453): 87-92, 2007.
[15] E.J. Vinarcik, "High Integrity Die Casting Processes" John Wiley & Sons, Inc., New York, NY (2003)
[16] A.A. Luo, P.H. Fu, Y.D. Yu, H.Y. Jiang, L.M. Peng, C.Q. Zhai, A.K. Sachdev, "Vacuum-assisted High Pressure Die Casting of AZ91 Magnesium Alloy" North American Die Casting Association Transactions, T08-083, (2008)
[17] Z. Brown, B. Szymanowski, M. Musser, D. Saha, S. Seaver, "Manufacturing of Thin Wall Structural Automotive Components" Through High Vacuum Die Casting Technology, Metal Casting Congress, 2007.
[18] Z. Brown, A.A. Luo, K. Sadayappan, L.J. Ouimet, J. Zindel, R. Beals, M. Musser,"Development of Super Vacuum Die Casting Process for Magnesium Alloys" North American Die Casting Association Transactions, T09-043 (2009)
[19] P. Fu, A.A. Luo, H. Jiang, L. Peng, Y. Yu, C. Zhai, A.K. Sachdev, "Low-pressure die casting of magnesium alloy AM50: Response to process parameters", Journal of Materials Processing Technology, 205 (2008), pp. 224-234
[20] S.T. Robison, D. Weiss, G. Gegel, G. Woycik, M. Marlatt, B. Cox", Magnesium Casting Process Development: Designing an Engine Cradle for Magnesium Semi-permanent Mold Casting", AFS Paper 05-217, American Foundry Society, Schaumburg, IL (2005)
[21] A.A. Luo, P.H. Fu, Y.D. Yu, L.M. Peng, H.Y. Jiang, C.Q. Zhai, A.K. Sachdev, "Low Pressure Die Casting of AZ91 and AM50 Magnesium Alloys" AFS Paper 08-147, American Foundry Society, Schaumburg, IL (2007)
[22] S.E. LeBeau, M.W. Walukas, R.F. Decker, P. LaBelle, A.R. Moore, J.W. Jones, "Evaluation of Thixomolded Magnesium Alloy Components for Structural Automotive Applications", SAE Technical Paper 2004-01-0137, SAE International, Warrendale, PA (2008)
[23] S. Corbit, R. Das Gupta, "Squeeze Cast Automotive Applications and Squeeze Cast Aluminum Alloy Properties", SAE Technical Paper 1999-01-0343, SAE, Warrendale, PA (1999)
[24] R. Das Gupta, P. Burton, Z. Brown, "Micro structure and Mechanical Properties of Squeeze Cast AZ91D Magnesium Alloy", SAE Technical Paper 2005-01-0330, SAE, Warrendale, PA (2005)

DÖVME SANAYİNDE GÜRÜLTÜ

NOISE IN FORGING INDUSTRY

İsmail Ünver[a], Yahya Bozkurt[b*], Serdar Salman[b]
[a]Marmara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Metal Eğitimi Bölümü, Göztepe Kampüsü, 34722, Kadıköy/İSTANBUL, i.unver@outlook.com
[b]Marmara Üniversitesi, Teknoloji Fakültesi, Metalurji ve Malzeme Mühendisliği Bölümü, Göztepe Kampüsü, 34722, Kadıköy/İSTANBUL, *ybozkurt@marmara.edu.tr, ssalman@marmara.edu.tr

Özet

Dövme işlemi, çeliğin şekil almasını sağlayacak bir sıcaklığa kadar ısıtılarak çekiçleme, presleme gibi basma kuvveti uygulanarak istenilen şekil ve boyutlara getirilmesini sağlayan bir plastik şekil verme metodudur. Sıcak dövme işlemi yapılırken, tezgâhlardan ortama çalışanları rahatsız edici bir gürültü yayılmaktadır. Sıcak dövme işletmesi, yayılan bu gürültü risklerine karşı önlem alması gerekmektedir.

Bu çalışmada İstanbul'da faaliyet gösteren bir sıcak dövme işletmesinde, yetmiş çalışanın gürültü maruziyet değerleri ölçülmüştür. Gürültü ölçümleri neticesinde gürültüye maruz kalan çalışanlara gürültünün zarar vermesini engelleyici ne gibi tedbir/tedbirlerin alındığı araştırılmıştır. Çalışanlara on beş soruluk bir anket yapılmış olup vermiş oldukları cevaplar tek tek yorumlanmıştır. Dövme sanayiinde oluşan gürültünün çalışanların zamana bağlı olarak duyma yetilerini olumsuz yönde etkilemektedir. Gürültü ölçümleri yapılarak maruziyet değerlerinin gürültüye maruz kalan işçilere zarar vermeyecek değerlere indirmek için işletmenin önlemler aldığı görülmüştür. İş sağlığı ve güvenliği kültürünü yoğun olarak çalışanlarına empoze etmeye çalışan bir firmada bile gürültüye karşı alınan önlemlerde çalışan işçilerin uyum sağlama noktasında zorlandığı gözlemlenmiştir.

Anahtar kelimeler: İş sağlığı ve güvenliği, Dövme endüstrisi, Gürültü maruziyet değeri, İş sağlığı ve güvenliği kültürü.

Abstract

The forging process is a plastic forming method that allows the steel to be brought to the requested shape and dimensions by heating it until a temperature that allows the steel to be shaped and applying pressure force such as hammering and pressing. A noise that irritates the workers is emitted from the workbenches to the environment during the process of hot forging. The hot forging establishment is required to take precautions aganist these noise risks.

In this study, the noise values were taken measures in a forging firm wich is in İstanbul. İn the result of noise measures, taking precetaions were searched wich harm the workers wharm exposed to noise. A survey wich includes fifteen questions was made to workers and the answers of workers were commented one by one.
The noise wich occurs in forging industry was seemed that effects negatively the hearing abilities of workers which are related to time. Doing noise measures, the firm took measures to decrease elposure values that not harmed values for workers who were exposed to noise. Even in a firm which extremely imposed on occupational health and safety culture, ıt was very hard for the workers to comply with precautions against noise.

Keywords: Occupational health and safety, forging industry, Noise exposure value, occupational health and safety culture

1. Giriş

En eski üretim yöntemlerinden biri olan ve günümüz endüstrisinde çok önemli bir yeri bulunan dövme; sıcak, yarı sıcak ve soğuk olarak uygulanabilir. Yeniden kristalleşme sıcaklığının altındaki sıcaklıklarda meydana gelen işleme soğuk şekil değiştirme, yeniden kristalleşme sıcaklığının üstündeki sıcaklıklarda ise sıcak şekil değiştirme söz konusudur [1].

Sıcak dövme ile şekillendirilen parçalar imal edildikten sonra işlenebilirliğin kolay olması bu yöntemin avantajları arasında yer almaktadır. Üretilen parça kalınlığının incelmesi ile elde edilen yapının dinamik kuvvetler altında çalışacak parçaların kullanımına uygun olabilmektedir.

Metal sanayisindeki üretim koşullarından dolayı çok fazla gürültü oluştuğu bilinmektedir [2]. Meslek hastalıklarının büyük bir kısmı tedavi edilirken işitme kaybının tedavisi yapılamamaktadır. Kulak tıkayıcı ile kulaklık arasındaki verim farkının sebebi kulak tıkayıcılar sadece kulak içerisindeki boşluğu doldurarak sesin geçmesini engellemektedir. Kulaklıklar ise, kulağı tamamen sararak kulak arkasında bulunan mastoid kemiğini de kapatmak sureti ile iç kulağa giden seslerin engellenmesi görevini de sağlamaktadır. Perde, panel ve ses duvarları gibi sesi izole etmekte kullanılan teknik koruma yöntemleri de yer almaktadır. Ayrıca ortamda gürültüye sebep olan makine ve ekipmanların proses süresi eş değerde olan farklı makine ve cihazlar ile ikame yöntemi kullanılarak gürültüyü azaltma yöntemleri içerisinde yer almaktadır. Tıbbi korunma yönteminde, işe başlayacak olan kişi işe başlamadan önce ve başlangıç itibari ile belirli periyotlarda muayene edilmektedir. Gürültü değerlerinin tehlikeli olduğu bilinen birimlerde çalışacak olan işçiler için, iş başı yapmadan önce odyometrik muayeneleri yapılmalı ve muayene sonuçları dosyalarında saklanmalıdır. Böylelikle iş başı yapan işçinin, iş öncesi ve sonraki mevcut durumu arasında kıyaslama yapmak mümkün olmaktadır. Kıyaslama sonucu birimde oluşan gürültünün, işçiler üzerinde oluşturmuş olduğu değişimler değerlendirilmektedir [3].

Kişisel koruyucu donanımlar (KKD) işçinin çalışma ortamındaki zararlardan, iş kazası ve meslek hastalıklarından korunmak için üretilmiş olan ekipmanlardır. Çalışanlara, bir yaşam biçimi haline getirmeleri için güvenlik kurallarına uymanın benimsetilmesi gerekmektedir. KKD' ler işveren tarafından temin edilmelidir. Temin edilen KKD' ler çalışanlar tarafından düzenli bir şekilde kullanmalıdır.

KKD malzemelerin özelliklerini ise şu şekilde sıralayabiliriz:

- Çalışanın fiziksel yapısına uyumlu olmalı,
- Kullanım amacına uygun olmalı,
- Yapılan işi engellememeli,
- Kullanılması ve temizlenmesi kolay olmalı,
- Temizlik koşullarına uyum sağlamalı,
- Üretiminde kullanılan malzeme risk taşımamalıdır [4].

İnsanlar, 20-20000 Hz arasındaki sesleri duyabilirler. Normal konuşma tonunda sesimiz 500 ile 2000Hz arasında titreşim yapmaktadır. Bir de insanların duyamadığı infra ve ultra sesler vardır. İnfra sesler 20 Hz in altındaki seslerdir, ultra sesler ise 20000 Hz in üzerindeki seslerdir. Bunlar, duyulmamasına rağmen insanlarda baş dönmesi, bulantı hissi ve huzursuzluk gibi durumlara sebep olabilirler. İnfra sesler ve ultra seslerin özelliklerini sesin saniyedeki titreşim sayısı belirlemektedir. Bir de desibel olarak belirlenen sesin şiddeti vardır. Ses basınç seviyesi (dB), sesin enerjisine bağlıdır. Sesin enerjisi ya da maruziyet süresi iki katına çıkarsa ses basınç seviyesi 3 dB artacaktır ve tersi durumda da aynı oranda azalacaktır [5].

Bu çalışmada, İstanbul'da faaliyet gösteren yetmiş işçinin çalıştığı bir işletmedeki dövme sanayisinde çekiç ve pres tezgâhlardan çıkan sesin ortamda oluşturduğu gürültü seviyeleri iş sağlığı ve güvenliği kanununun çalışanların gürültüden korunmalarına dair yönetmeliğe göre değerlendirilmiştir. Çalışanların maruz kaldıkları gürültü düzeyleri, gürültüyü önleme yolları, çalışanların eğitim durumları ile işe giriş tarihlerine göre gözlem ve ankete dayalı olarak çözüm yollarının firmalara ve literatüre ışık tutması amaçlanmıştır.

2. Materyal ve Yöntem

Tesiste yapılan ortam ses ölçümleri el tipi ses seviyesi ölçme cihazı kullanılarak "Akustik Çevre Gürültüsünün Tarifi, Ölçülmesi ve Değerlendirilmesi, Bölüm 2:Çevre Gürültü Seviyesinin Tayini – TS ISO 1996-2, 2009" metoduna göre yapılmıştır [6]. Ölçümler; C67 kodlu, 11754 seri numaralı SVANTEK 958 ve C134 kodlu, 9786 seri numaralı SVANTEK 949 marka ve modeli portatif gürültü ölçüm cihazı ile yapılmıştır.

Diğer ölçüm yöntemi ise; maruziyet gürültü ölçümleri "Akustik İş Yerinde Maruz Kalınan Gürültünün Tayini ve Bu Gürültünün Sebep olduğu işletme kaybının tahmini - TS 2607 ISO 1999" standardı [7] kullanılarak yapılmıştır. Ölçümler C194 kodlu CIRRUS marka CR110A model (CA8850, CA6958, CA6953, CA6948, CA6102 seri numaralı cihazlar) kişisel dozimetre cihazı ile yapılmıştır. Bu cihazın özellikleri aşağıdaki çizelge 1' de gösterilmiştir.

Çizelge 1. Kişisel Gürültü Dozimetresi cihazının özellikleri

Ölçüm aralığı	Frekans	Değişim oranı	Kriter seviyesi	Kriter Zamanı	Eşik	Zaman değeri	Sıcaklık	Nem
70 dB(A)-130 dB(A) RMS 120 dB(C)- 140 dB(C).	Tüm RMS ölçümleri için (A), Pik Ses basıncı için (C).	3dB, 4dB veya 5dB	80 dB, 85 dB ve 90 dB	8 saat, 12 saat, 16 saat, 18 saat.	Yok, 80 dB, 90 dB,	Yok, Yavaş	-10 ila +50 °C işletme, - 20 ila + 60 °C	% 95' e kadar bağıl nem, yoğunlaşma olmadan.

RMS: Çalışanın max. ve min titreşim efektif değeridir. Yani, Elinizi titreşim yapan bir makinaya koyduğunuzda hissettiğiniz titreşim değeridir.

İstanbul ilinde faaliyet gösteren sıcak dövme fabrikasında çalışan 70 işçiye, 15 soruluk anket uygulanmış olup anketteki soruların cevapları tablo halinde hazırlanıp her sorunun yorumlaması yapılmıştır. Ankete katılım sayısı 68 kişidir, böylece işçilerin iş sağlığı ve güvenliği, KKD ile işletmenin iş sağlığı ve güvenliğine verdiği önemi ortaya çıkarmaya çalışılmıştır. Ankette sorulan sorular aşağıdaki çizelge 2' de gösterilmiştir.

Çizelge 2. Dövme işletmesinde işçilere yapılan anket soruları

1) Dövme işletmesinde çalışanların eğitim durumu dağılımı
2) Dövme işletmesinde çalışanların medeni durum dağılımı
3) Dövme işletmesinde çalışanların alkol kullanım dağılım
4) Dövme işletmesinde çalışanların KKD' ye gereksinimleri ile ilgili dağılımı
5) Dövme işletmesinde çalışan İSG uzmanlarının uygulamaları takip dağılımı
6) Dövme işletmesinde sağlık taraması dağılım
7) Dövme işletmesinde İSG levhalarının yeterliliği
8) Dövme işletmesinde çalışanların İSG kurallarına uymayan çalışanlarını amirlerine bildirim dağılımı
9) Dövme işletmesinde çalışanların birbirlerini İSG kurallarına uymaya davet etmesi dağılımı
10) Dövme işletmesinde çalışanların İSG kurallarına uymayanları uyarmamasının sebepleri dağılımı
11) Dövme işletmesinin iş kazaları açısından tehlike boyutu dağılımı
12) Dövme işletmesinde iş kazalarına alınan önlemlerin yeterlilik dağılımı
13) Dövme işletmesinde alınması gereken önlemlerin paylaşım dağılımı
14) Dövme işletmesinde iş kazalarını önlemede ki düşüncelere amirlerin vermiş olduğu önem dağılımı
15) Dövme işletmesinde iş kazalarını önlemede sunulan fikirlerin uygulamada yer bulma dağılımı

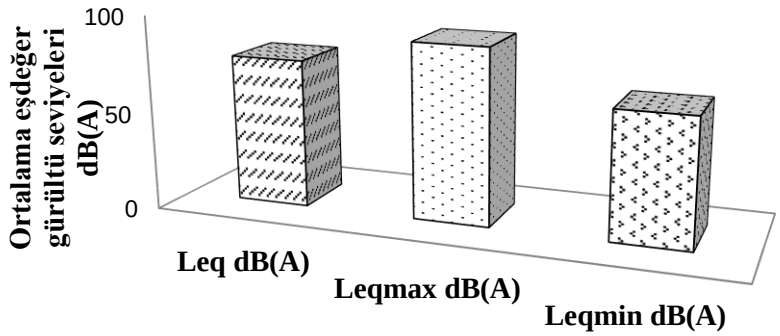
3. Bulgular ve Tartışma

Birçok makinede üretim prosesi devam ederken istenmeyen gürültü oluşmaktadır. Genel olarak sanayiden kaynaklanan gürültüyü önem sırasına göre dört ana sınıfta toplamak mümkündür. Bunlar;

- Devamlı üretim halinde olan makinelerden kaynaklanan gürültüler,
- Yüksek hızlarda devamlı aynı hareketi yapan ve hareketin devamlılığını arz eden makinelerin yapmış olduğu gürültü,
- Bir yerden farklı bir yere iletim sağlayan hatlar (yüksek basınçlı akışkan taşıyan sistemler, gaz türbinleri, vb.),
- Mekanik olarak çalışıp vurma, çakma gibi farklı işler için kullanılan cihazların çıkartmış olduğu gürültüler olarak tanımlanabilir [8].

3.1. İşletmede yapılan iç ortam ölçümleri

Darbe gürültüleri çarpışan nesneler tarafından üretilen anlık gürültülerdir. Bu gürültülere örnek olarak araçların çarpışması ile meydana gelen gürültü, el çekici ile iş parçası veya örse vurulduğu an oluşan ses anlık gürültüdür [9]. İşletmede altmış farklı noktada iç ortam gürültü ölçümleri yapılmıştır. Tesiste yapılan ölçümler işletme normal koşullar altında yapılmış olup eşdeğer maksimum ve minimum gürültü seviyesi değerleri belirlenmiştir. İşletmede altmış farklı yerde yapılan anlık gürültü ölçüm değerlerinin ortalaması alınarak Şekil 1' de gösterilmiştir. Burada, Leq: Eş değer gürültü seviyesi, Lmax: En yüksek ses seviyesi ve Lmin: En düşük ses seviyesidir [7].



Şekil 1. Kapalı alan gürültü ölçüm dağılımı

İç ortamda yapılan anlık gürültü değerlerleri ile ilgili herhangi bir sınır değer olmadığı için ölçüm sonuçları bir değer ile kıyaslanamamıştır. 6331 sayılı iş sağlığı ve güvenliği kanununun Çalışanların gürültü ile ilgili risklerden korunumlarına dair yönetmeliğin 5. maddesinde en düşük maruziyet değerini 80 dB(A) olarak ifade etmiştir. En yüksek maruziyet eylem değerini ise 85 dB(A) olarak belirlemiş olup işletmede yapılan ölçümlerin üretimin yapıldığı birimlerde bu değerleri aştığı ofislerde ise altın da kaldığı görülmüştür [10].

3.2. Kişisel Maruziyet Gürültü Ölçümleri

İşletmeden kaynaklanan maruziyet gürültü seviyeleri 6331 sayılı İş sağlığı ve güvenliği kanununun 30. maddesine ve 9/1/1985 tarihli 3146 sayılı "Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığının Teşkilat ve Görevleri Hakkında Kanun" hükümlerine [11] dayanılarak 06/02/2003 tarihli ve 2003/10/EC sayılı Avrupa Parlamentosu ve Konseyi Direktifine paralel olarak hazırlanan 28.07.2013 tarih ve 28721 sayılı resmi gazetede yayımlanarak yürürlüğe giren "Çalışanların Gürültü ile ilgili Risklerden Korunmalarına Dair Yönetmelik" [10] hükümleri doğrultusunda dövme tezgâhında çalışan A, B, C isimli 3 personelde ölçümler yapılarak sonuçları değerlendirmeye alınmıştır.

Gürültü ölçümleri sırasında, cihazın ölçümleri etkileyecek ölçüde herhangi bir gürültü çıkarılmamasına özen gösterilmiştir. Çalışan personelin üzerine takılan cihaz, personeli rahatsız etmeyecek şekilde bağlanmıştır.

Personelin herhangi bir sebepten dolayı çalışmaya uzun süre ara verecekse, bu zaman aralıklarında çalışanın üzerindeki cihazın kapatılması sağlanmıştır. Çalışma esnasında başın konumu iyi belirlenmelidir. Cihazın mikrofon kısmı çalışan personelin kulağına yakın bir yere bağlanmalı ve çalışanın mikrofona karşı bağırılmaması gerektiği bağırılması durumunda yapılan ölçüm sonuçlarını etkileyebileceği bildirilmiştir.

3.2.1. Ölçüm sonuçları

İşletmede normal çalışma koşulları gerçekleşirken 3 personel üzerinde kişisel maruziyet ölçümleri yapılmıştır. Yapılan ölçüm sonuçları çizelge 3'de belirtilmiştir.

Çizelge 3. Kişisel maruziyet gürültü ölçüm sonuçları

Ölçüm yapılan personel	Ölçüm yapılan bölüm	Ölçüm süresi (dk)	Leq dB(A)	Maruziyet değeri Lex, 8 dB(A)	Ç.G.R.K.Y.: Madde 5-(1)	Peak (max.) değer, dB(C)	Ç.G.R.K.Y.: Madde 5-(1)
A	DG40 grubu	289	106,5	105,9	>MSD >EYMED >EDMED	146,1	>MSD >EYMED >EDMED
B	DG16 grubu	287	109,2	106,6	>MSD >EYMED >EDMED	144,2	>MSD >EYMED >EDMED
C	DIGEP1600 gurubu	265	97,2	96,6	>MSD >EYMED >EDMED	144,3	>MSD >EYMED >EDMED

Ç.G.R.K.Y: Çalışanların Gürültü Risklerinden Korunma Yönetmeliği
MSD: Maruziyet sınır değeri LEX,8h=87dB(A) ve Peak(max.) C = 140 dB
EYMED: En yüksek maruziyet eylem değeri LEX,8h= 85 dB(A) ve Peak C= 135 dB
EDMED: En düşük maruziyet eylem değeri LEX, 8h= 80 dB (A) ve Peak C= 135 dB [10].

DG40 sıcak dövme tezgahı ağırlık prensibine göre çalışmakla birlikte hem hidrolik hem de pnomatik sistem dövme tezgahının koçlarının aşağı yukarı hareketini sağlamaktadır. DG 40 tezgâhı bir darbe esnasında maksimum 40 ton metre kuvvetle darbe yapmaktadır. Operatörün tezgâh pedalına bastığı anda basınçlı hava üst kepte ilgili odalardan basınç noktasına ulaşarak üst koçu aşağı doğru iterek hareket ettirmektedir. Üst koç aşağı inerken üst koç ile bağlantılı olan hidrolik sistem alt koçun altında bulunan hidrolik tanktan basınç artışını sağlayarak alt tankın üzerinde bulunan alt koçun yukarı doğru hareket etmesini sağlayarak koçlar arasında karşı vuruş gerçekleşmektedir.

DG16 tezgahı çalışma prensibi DG 40 tezgahı ile aynı olup arasındaki farklar; üst koç ağırlığı 12125 kg, alt koç ağırlığı 12825 kg' dır. DG16 tezgahı alt kalıp ve üst kalıp yüksekliği 450 mm' dir.

DIGEP 1600 tezgahı ise hidrolik sistemle çalışmaktadır. Ana tanktaki hidroliğin basıncını arttırmak sureti ile hareketli olan üst tablayı aşağı doğru hareket ettirerek sabit olan alt tablada bağlı olan dövme sistemlerinde imalatı gerçekleştirmektedir.1600 tonluk kuvvet üretmektedir.

Yapılan ölçüm sonuçlarına göre DG40 gurubunda çalışan personelin üzerinde yapılan gürültü ölçüm sonucu 6331 sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu'nun 30. maddesine göre düzenlenen çalışanın gürültü ile ilgili risklerden korunmalarına dair yönetmeliğe göre 5. madde de belirtilen en yüksek maruziyet eylem değeri olan 8 saatlik çalışma süresi için 85 dB(A) sınır değeri ile karşılaştırılmış olup yapılan ölçüm değerinin 85 dB(A) sınır değeri geçtiği görülmüştür.

Bu durumda yapılması gereken önlemleri şu şekilde sıralamak mümkündür;

- İkame yöntemi ile gürültünün daha düşük olduğu çalışma metotlarının seçilmesi,
- İşin niteliğine göre uygun olan en düşük gürültü yayma işlemini gerçekleştiren iş ekipmanının seçimi,
- İş donanımını güvenli ve doğru kullanım için gerekli eğitim ve bilgilendirmenin yapılması,
- Teknik yollara müracaat ederek gürültüyü azaltmak.
  Bu amaçla;
- Perdeleme, kapatma, yalıtım, sönüm vb. yöntemlerle gürültünün azaltılmasını sağlamak,
- Yapı elemanları ile iletilen gürültüyü sönümleme ve yalıtım sağlayarak azaltmaktır [10].

Gürültüyü azaltma çalışmalarında kullanılan tezgâhların ve ekipmanlarının daha az gürültü çıkaran tezgâh ve ekipmanlar ile yapılması önem arz etmektedir. Gürültüye karşı alınan KKD kullanımında kulaklıkların ve ekipmanlarının işçilerin bedenine ve kullanım amacına uygun olması gerekmektedir.

Ses dalgaları herhangi bir nesneye çarptığı zaman sesin enerjisinin bir bölümü geri yansır, bir bölümü nesne içerisinden geçer, bir bölümü ise nesne tarafından absorbe edilir. Ses dalgasının çarpmış olduğu nesne sert bir nesne ise geçme ve absorbe etme durumu azalır. Bu durumun tersi olarak nesneye çarpan ses enerjisinin büyük kısmı yansır. Yansıma sonucunda gürültüye maruz kalan alıcı daha fazla gürültü düzeyinde bir maruziyet geçirecektir [12].

Gürültü maruziyeti, kullanılan cihazların çıkarmış olduğu seslerden ve yansıyan seslerden oluşmaktadır. Ses sönümleme etkisi gösterecek olan malzeme ortamdaki yüzeylere veya bölme halinde dizayn edilerek ses yüzeylere ulaşmadan sönümlendirme yapılır. Ölçüm yaptığımız bu işletmede, gürültüye karşı alınan önlemlerin başında kaynaktan çıkan veya anlık olarak çıkan gürültünün yansımasını engellemek amacı ile çatılara sıralı olarak konulan sesi absorbe eden ve yansımasına engel olan malzemeler yerleştirilerek açık ya da yankılı alan engellenmiştir. Bir diğer sistem ise özellikle işletme genelinde talaş kaldırma ile şekil verme işlemi gerçekleşirken çıkan gürültü yansımalarını tezgâh içerisin de tutabilecek teknoloji ile yapılmasıdır. İşletmede fiziksel risk etmenlerinden gürültü için bir takım önlemler alındığı görülmüştür. Bu önlemlerden en önemlisi ve geçerlisi olan çatılara yaptırılmış olan sesin yankılanmasını önleyici gürültüyü absorbe etme özelliği taşıyan sistemdir. İşletmede 15 soruluk yapılan ankete katılım oranı oldukça yüksektir.

Şekil 2a' da gösterildiği gibi çalışanların %60' ının ilkokul mezunu ve %40' ının ortaokul mezunu olması dövme sektöründe lise ve yüksekokul mezunları için tercih edilmediği ortaya çıkmaktadır. Dövme sektöründe fiziksel aktivitelerin yoğun olmasından dolayı düşük tahsile sahip olan insanların çalıştığı bir üretim sektörü olarak karşımıza çıkmaktadır.

Şekil 2b' de gösterilen anket sonucuna göre dövme atölyesi çalışanlarının % 83' ünün evli olduğu gözlemlenmiştir. % 17'lik kesimin medeni durumu ise bekardır.



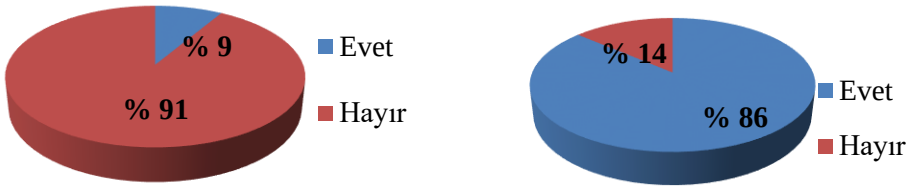
a) b)

Şekil 2.a) Dövme işletmesinde çalışanların eğitim durumu dağılımı, b) Dövme işletmesinde çalışanların medeni durum dağılımı

Şekil 3a' da dövme işletmesinde çalışan personelin alkol kullanım oranı gösterilmektedir. Çalışanların %91'i alkol kullanmaz iken % 9' u alkol kullanmaktadır.

Şekil 3b 'de işçilerden 4 kişi bu soruya cevap vermemiştir. Alınan tedbirlerden KKD' nin yeter derece de can sağlığını korumadığını da iddia etmişlerdir. Örnek olarak ta tezgâhtan herhangi bir

parçanın dövme esnasında fırladığında baretin veya diğer KKD' nin çokta işe yaramayacağı düşünülmektedir.



a) b)

Şekil 3. a) Dövme işletmesinde çalışanların alkol kullanım dağılımı, b) Dövme işletmesinde çalışanların KKD' ye gereksinimleri ile ilgili dağılımı.

Şekil 4a' da gösterildiği üzere İSG (İş Sağlığı ve Güvenliği) uzmanları pazartesi ve Cuma günleri kontrollerde bulunmaktadır haricinde ise hafta içi uygulamaların kontrolleri sağlanmaktadır.

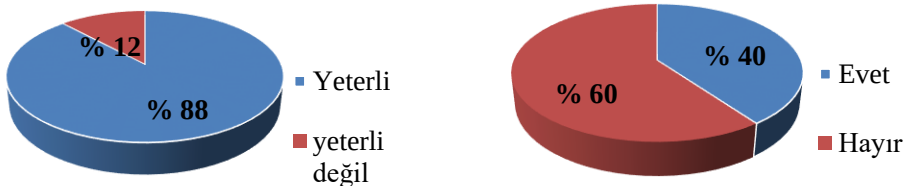
Şekil 4b' de görüldüğü üzere periyodik olarak personellerin sağlık taramalarının yapıldığı bilinmektedir.



a) b)

Şekil 4.a) Dövme işletmesinde çalışan İSG uzmanlarının uygulamaları takip dağılımı, b) Dövme işletmesinde sağlık taraması dağılımı.

Şekil 5a' da dövme işletmesinde ki çalışanların % 88'i İSG levhalarının yeterli olduğunu düşünmektedir. Şekil 5b' de dövme işletmesinde çalışanların İş sağlığı ve güvenliği kurallarına uymayan personelleri, yöneticilere daha çok şikayet olarak bildirdikleri gözlemlenmiştir.



a) b)

Şekil 5.a) Dövme işletmesinde İSG levhalarının yeterliliği, b) Dövme işletmesinde çalışanların İSG kurallarına uymayan çalışanlarını amirlerine bildirim dağılımı.

Şekil 6a' da İSG kurallarına uymayan personelleri arkadaşları genel olarak yöneticilere bildirmektedir. Bunun ana nedeni kurallara uymayan personel ile herhangi bir tartışma v.b. bir durumun yaşanma olasılığının fazla olması kurallara uymayanları yöneticilere bildirmek daha uygun görülmektedir.

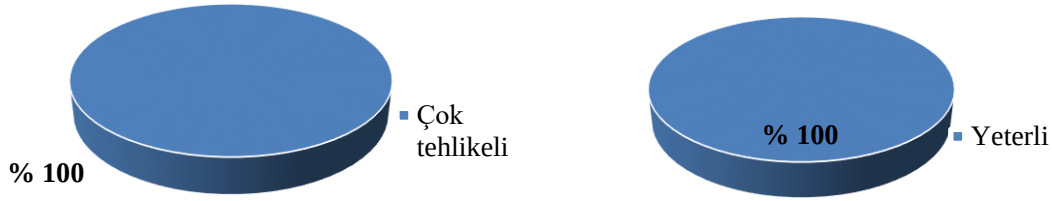
Şekil 6b'deki soru şekil 6a' daki soru ile bağlantılı olup dövme işletmesindeki çalışanların İSG kurallarına uymayan arkadaşlarını uyarmama sebepleri incelediğinde herkesin kendi sorumlulukları dışına çıkmadığı ortaya çıkmıştır.



a) b)

Şekil 6.a) Dövme işletmesinde çalışanların birbirlerini İSG kurallarına uymaya davet etmesi dağılımı, b) Dövme işletmesinde çalışanların İSG kurallarına uymayanları uyarmamasının sebepleri dağılımı.

Şekil 7a'da çalışan işçilerin hepsi yapmış oldukları işi çok tehlikeli olarak görmektedir. Şekil 7b' de dövme işletmesinde çalışan işçilerin tamamı yapılan değişikler ve alınan önlemleri yeterli bulmaktadır.



a) b)

Şekil 7.a) Dövme işletmesinin iş kazaları açısından tehlike boyutu dağılımı, b) Dövme işletmesinde iş kazalarına alınan önlemlerin yeterlilik dağılımı.

Şekil 8a' da dövme işletmesinde çalışan işçilerin de gördükleri riskleri değerlendirmeye almak için dövme atölyesinin çeşitli yerlerine risk bildirim kartları bulundurmaktadır. Böylece herhangi bir durumu riskli gören işçi görmüş olduğu riski karta yazarak atölye yöneticileri ile yazılı olarak paylaşmaktadır.

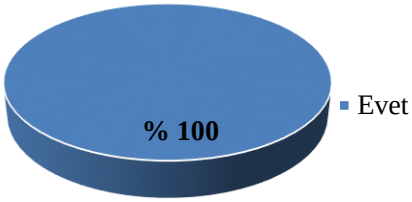
Şekil 8b' de yapılan araştırma da iş sağlığı ve güvenliği ile ilgili değerlendirmelerin dikkate alındığı gözlenmiştir.



a) b)

Şekil 8.a) Dövme işletmesinde alınması gereken önlemlerin paylaşım dağılımı, b) Dövme işletmesinde iş kazalarını önlemede ki düşüncelere amirlerin vermiş olduğu önem dağılımı.

Şekil 9' da dövme işletmesinde paylaşılan risk bildirimi ve fikirler İş sağlığı ve güvenliği toplantılarında dile getirilerek önem arz ediyorsa gerekli tedbirler alınmakta olduğu görülmüştür. Önem arz etmeyen risk bildirimleri için ise gerek görülmediği için herhangi bir önlem alınmadığı görülmüştür.



Şekil 9. Dövme işletmesinde iş kazalarını önlemede sunulan fikirlerin uygulamada yer bulma dağılımı

4. Sonuçlar

Dövme atölyesinde çalışan işçilere gürültünün olumsuz etkilerini azaltmaya yarayacak olan kulaklıkların kullanılması zorunlu olduğu gibi uygulamaların takibinin hem iş sağlığı ve güvenliği uzmanlarının takip etmesi hem de atölye yöneticilerinin takibi ile aksamaların olmasının önüne geçilmesi gerçekleşmektedir. Yapılan anket çalışmasından ve görüşmelerden iş sağlığı ve güvenliği ile ilgili işçilerin belli başlı bir takım bilgiye sahip oldukları anlaşılmaktadır.

Dövme endüstrisinde çalışanların eğitim durumları ve iş sağlığı ve güvenliği ile ilgili eğitimlerin çok önemli olduğu ortaya çıkmıştır. Eğitim düzeyi arttıkça çalışanların iş sağlığı ve güvenliğini kültür olarak kabul etmelerinin kolaylaşacağı anlaşılmaktadır. Çalışma sahasında yöneticilerin ve iş sağlığı ve güvenliği uzmanlarının uygulamaları devamlı takip etmeleri gerektiği önem arz etmektedir.

Teşekkür

Bu çalışma için sağladığı olanak ve desteklerinden ötürü Marmara Üniversitesi Teknoloji Fakültesi Dekanlığına sonsuz şükranlarımızı sunarız.

Kaynaklar

[1] Çapan, L “Dövülebilirlik, Açık Kalıpta Dövme, ” İTÜ. Sakarya Müh. Fakültesi Makine Bölümü , 26 Aralık 1991
[2] Akduman, N., Pekey, B.(2010). Metal İşleme Tesisinde Titreşim ve Gürültü Ölçümlerinin Değerlendirilmesi. , İTÜ 12. Endüstriyel Kirlenme Kontrolü Sempozyumu.
[3] Soylu, M., Gökkuş, Ö. (2016). Endüstriyel Kaynaklı Gürültü Kirliliğinin Araştırılması ve Bir Teksil Fabrikasında Uygulama Örneği. Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi, Cilt 32, Sayı2, s.2,3.
[4] Açıkalın, C.(2008). Eskişehir Bozüyük Bölgesindeki Seramik Sektöründe İş Kazaları ve Kişisel Koruyucu Malzeme Kullanımının Kazalar Üzerindeki Etkisi. Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi, Cilt 9, Sayı 1, s 135, 136.
[5] Altıparmak, Z.(2014). Demir Dökümhanelerinde Çalışanların Gürültü Maruziyetlerinin Belirlenmesi ve Alınabilecek Önlemler. İş Sağlığı ve Güvenliği Uzmanlık Tezi, Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı İş Sağlığı ve Güvenliği Genel Müdürlüğü. Ankara, s 29.
[6] İnternet Erişimi. http.www.isgum.gov.trrsmfile1996-2_11200 Erişim Tarihi 2017.
[7] İnternet Erişimi. httpwww.nvakalite.comis-guvenligi-ortam-olcumlerigurultu-olcumu. Erişim Tarihi 2017.
[8] Taşyürek, M.(2007). KKD ya da en son çare, Türk Tabibler Birliği Mesleki Sağlık ve Güvenlik Dergisi, s45.
[9] Özmen, A. (2014). Çalışanların Gürültü ile İlgili Risklerden Korunmalarına Dair Yönetmelik Hükümlerinin Örneklerle ve Saha uygulamalarıyla Açıklanması. İş Sağlığı ve Güvenliği Uzmanlık Tezi, Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı İş Sağlığı ve Güvenliği Genel Müdürlüğü. Ankara, s.5, 65, 74.
[10] Çalışanların Gürültü İle İlgili Risklerden Korunmalarına Dair Yönetmelik, Yayımlandığı Resmi Gazete Tarihi/Sayısı, 28.07.2013/28721 www.bilgit.com
[11] Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığının Teşkilat ve Görevleri Hakkında Kanun, Yayımlandığı Resmi Gazete Tarihi/Sayısı, 18.01.1985/18639, Tertib 5, Cilt 24, Sayfa 225.
[12] Titreşim, Ses, Gürültü. İnternet Erişimi. http.www.interspor.comimagesproductskk1VTAKSUPERMAT2 Erişim Tarihi 2017.

ARMOX 500T- AISI 304 ÇELİK ÇİFTİ GAZ METAL ARK KAYNAK BİRLEŞTİRMESİNE İLAVE TELİN ETKİSİ

AN EFFECT OF WELDING CONSUMABLE ON THE GAS METAL ARC WELDED ARMOX 500T-AISI 304 STEEL COUPLE

Ramazan Kaçar[1a], Hayriye Ertek Emre[2a], Süleyman Gündüz[3a]
[a]Karabük Üniversitesi,Teknoloji Fakültesi, İmalat Mühendisliği Bölümü, Karabük, Türkiye,E-posta: rkacar@karabuk.edu.tr, hayriyeertek@karabuk.edu.tr, sgunduz@karabuk.edu.tr

Özet

Farklı cins çelik birleştirmelerinde kullanılan kaynak yöntemi ve kaynak parametreleri yanı sıra, koruyucu gaz ve doğru ilave metalin seçimi de birleştirme kalitesini önemli derecede etkilediği bilinmektedir. Bu çalışmada farklı cins Armox 500 T zırh çeliği ile AISI 304 paslanmaz çelik çiftinin gaz altı kaynak birleştirmesinin özelliklerine ilave metalin etkisi detaylıca araştırılmıştır. Bu amaçla farklı cins çelik çifti AWS A5.9'a göre (ER307 ve ER2209) iki farklı kaynak ilave metali kullanılarak önerilen kaynak parametreleriyle birleştirilmiştir. Birleştirmelerin mekanik özelliklerinin belirlenmesi için çekme testi uygulanmış ve birleştirmelerin kesitinde sertlik ölçümü gerçekleştirilmiştir. Ayrıca birleştirmelerin mikroyapı incelemeleri de gerçekleştirilerek, ilave metal farklılığının birleştirme mekanik özellik ve mikroyapı üzerindeki etkileri kendi aralarında mukayese edilmiştir.

Anahtar kelimeler: Armox 500T, AISI304 çelikler, Gaz altı ark kaynağı, Mekanik özellikler, Mikroyapı

Abstract

In addition the welding method and welding parameters, the shielding gases and selecting of the right welding consumable also affect significantly to the weld quality of dissimilar steel weldment. In this study, en effect of welding consumable on the properties of the Armox500T-AISI304 dissimilar steels gas metal arc weldment is investigated in detail. For this purpose, the dissimilar steels couple was joined with recommended welding parameters by using according to AWS A5.9; (ER307 and ER2209) two different welding consumables. In order to determine the mechanical properties of weldment, a tensile test was applied and hardness measurement was carried out on the cross section of the welded samples. Moreover, the microstructure evaluation has been carried out, thus, an effect of different welding consumables on the mechanical properties and microstructure has been compared with each other.

Keywords: Armox 500T, AISI304 steels, Gas metal arc welding, Mechanical properties, Microstructure

1. Giriş

Aynı ve farklı tür çeliklere uygulanan kaynak yöntemleri arasında endüstride yaygın kullanım alanı bulan kaynak tekniklerinden bir tanesi de yarı otomatik bir kaynak metodu olan gaz metal ark kaynağıdır (GMAK) [1,2]. Uygun kaynak yöntemi yanı sıra ilave kaynak teli ve koruyucu gaz seçimi gibi kaynak kalitesini etkileyen faktörler kaynak işlemi uygulanırken dikkate alınmalıdır [3]. Farklı cins malzemelerden elde edilen kaynak bölgesi, ilave metal ve ana malzemelerden önemli miktarda alaşım elementi ihtiva eder ve kaynak metalinde bunların kimyasal kompozisyonlarına ve kaynak şartına bağlı olarak yapısal farklılıklar meydana gelebilir [4-8].

Zırh çelikleri sahip olduğu iyi kaynak edilebilirlik özelliği ile endüstriyel uygulamalarda sıklıkla tercih edilir ve genellikle zırhlı muharebe araçlarında kullanılırlar [9,10]. Zırh çeliklerinin birbirleriyle ve alüminyum alaşımları başta olmak üzere farklı malzemelerle kaynaklanabilirliği, farklı ilave metali ve farklı kaynak yöntemlerinin etkileri üzerinde çeşitli araştırmalar gerçekleştirilmiştir [11-16]. Zırh çeliklerinin kaynağında

meydana gelen hidrojen kaynaklı çatlak oluşumu nedeniyle kaynak ilave teli olarak östenitik paslanmaz çelik tercih edilmesine sebep olmaktadır. Kaynak metalindeki hidrojenin östenitik fazda yüksek çözünürlüğü ile hidrojen kaynaklı çatlak oluşumu giderilebilmektedir [16].

Bu çalışmada yüksek balistik özellikteki Armox 500 T zırh çelikleri [17,18] ile yüksek sıcaklık dayanımı ve korozyon direncine sahip AISI 304 östenitik paslanmaz çelik [19-21] çifti gaz metal ark kaynak yöntemi ile iki farklı (ER307 ve ER2209) kaynak ilave metali kullanılarak birleştirilmiştir. Birleştirmelerin mekanik özelliklerinin belirlenmesi için çekme testi uygulanmış ve birleştirmelerin kesitinde sertlik ölçümü gerçekleştirilmiştir. Ayrıca birleştirmelerin mikroyapı incelemeleri de gerçekleştirilerek, ilave metal farklılığının birleştirme mekanik özellik ve mikroyapı üzerindeki etkileri kendi aralarında mukayese edilmiştir.

2. Deneysel Çalışmalar

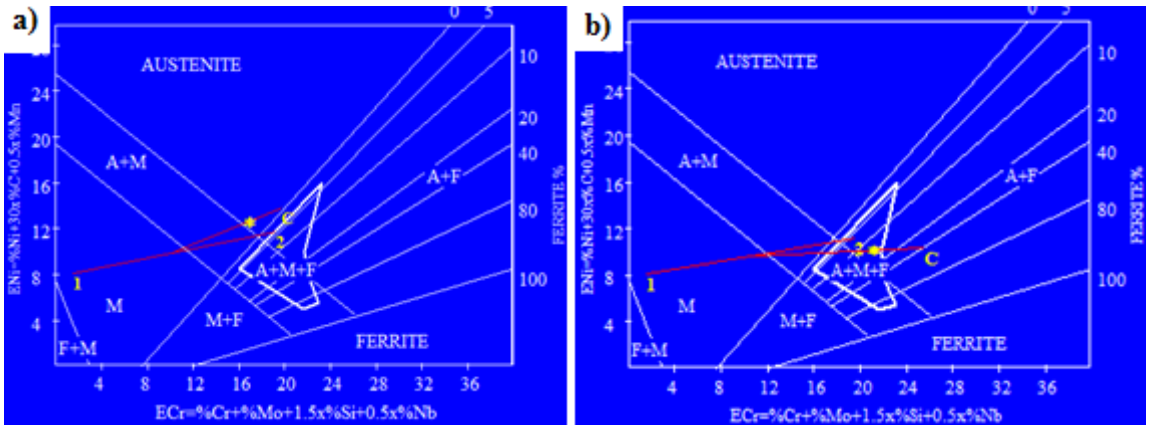
2.1. Malzeme ve Metot

Çalışmada bir grup Armox 500T zırh çeliği ile AISI 304 paslanmaz çelik çifti GMAK yöntemiyle 1,2 mm çapında ER307 ilave teli kullanarak argon koruma gazı ile diğer grup çelik çifti ise 1,6 mm çapında ER2209 fluks özlü ilave tel kullanılarak CO_2 koruyucu gaz ile birleştirilmiştir. Deneyde kullanılan ana malzeme ve ilave tel kimyasal bileşimleri Tablo1'de verilmiştir.

Tablo 1. Ana malzeme ve ilave tel kimyasal bileşimi (% ağırlık)

Alaşım elementi	C	Mn	Si	Cr	Ni	Mo	N	S	P	Fe
ARMOX500T	0,202	0,83	0,243	0,53	0,94	0,375	-	0,003	0,004	Kalan
AISI 304	0,046	0,93	0,611	18,45	7,9	0,041		0,01	0,03	Kalan
ER307	0,08	7	0,8	19	9	-	-	<0.35		Kalan
ER2209	0,01	1,4	0,4	22,7	8,5	3	0,15	0,001	0,01	Kalan

Çalışmada kaynak sonrası oluşabilecek yapıyı tahmin edebilmek için Şekil 1a ve b'de sırasıyla ER307 ve ER2209 ilave tel ile birleştirilmiş Armox 500T-AISI 304 çelik çiftinin Schaeffler diyagramı bilgisayar programı kullanılarak belirlenmiştir.



Şekil 1. Birleştirmelerin Scheaffler diyagramı, a) ER307, b) ER2209 ilave tel ile birleştirilen

Diyagram üzerinde Armox 500T ana malzeme 1, AISI 304 ana malzeme 2 rakamı ve ilave tel C harfi ile belirtilmiştir. Kaynaklı birleştirmede farklı cins çeliğin ergime-karışım oranı %50 ve kaynak ilave metali ve ana malzeme ergime karışım oranı ise %30 olduğu varsayılarak kaynak bileşimi noktası yıldız işareti ile gösterilmiştir. Program sonucu kaynak metali tahmini kimyasal bileşimi ve Cr, Ni eşdeğerleri Tablo 2 de gösterilmiştir.

Tablo 2. Kaynak sonrası oluşacak olan kaynak metali tahmini kimyasal bileşimi ve Cr, Ni eşdeğerleri a) ER307, b) ER2209 ilave tel ile birleştirilen

Weld Metal

%C	%Si	%Mn	%Cr	%Ni	%Mo	%Nb	%Cu	ppm N
0.103	0.70	5.00	15.74	6.95	0.24	---	0.01	650

	ECr	ENi		ECr	ENi		ECr	ENi
Schaeffler:	17.03	12.53	**DeLong:**	17.03	14.47	**WRC-92:**	15.98	11.84

a)

Weld Metal

%C	%Si	%Mn	%Cr	%Ni	%Mo	%Nb	%Cu	ppm N
0.056	0.48	1.39	18.26	7.73	2.20	---	0.84	784

	ECr	ENi		ECr	ENi		ECr	ENi
Schaeffler:	21.18	10.10	**DeLong:**	21.18	12.45	**WRC-92:**	20.47	11.47

b)

Şekil 1 a'daki diyagrama göre ER307 östenitik paslanmaz çelik ilave metali kullanılarak birleştirilen numunenin kaynak metali mikroyapısının tamamen östenit fazından oluşacağı belirlenmiştir. Şekil 1 b'deki diyagrama göre ER2209 dubleks paslanmaz çelik fluks özlü kaynak ilave teli kullanılarak birleştirilen numunenin kaynak metal mikroyapısının östenit + %14.8 ferrit fazlarından oluşacağına işaret etmektedir. Tablo 2'deki verilere göre kullanılan ilave tel kompozisyonuna bağlı olarak kaynak metali kimyasal bileşiminin seyrelerek değişim göstermesi beklenmektedir.

2.2. Kaynak İşlemi

Armox 500T-AISI 304 çelik çifti 4.5x250x500 mm^3 ebatlarında kesilerek birleştirmelere 60 derece V kaynak ağzı açılmıştır. Numuneler Fanuc marka 100 İC/8L model kaynak robotu ile Lincoln Elektrik S 350 POWER WAVE MODEL gaz altı ark kaynak makinesiyle doğru akım ters kutuplama ile birleştirilmiştir. Birleştirmede kullanılan kaynak parametreleri Tablo 3'de verilmiştir. Deneysel test numunelerinin çıkarılması için kesme işlemi lazer kesim ile gerçekleştirilmiştir. Kaynaklı bağlantı her iki yüzeyinden 0,5 mm taşlama ve ardından zımparalama yapılarak 3,5 mm kesit kalınlığına düşürülmüştür.

Tablo 3. Deneysel çalışmada kullanılan kaynak parametreleri

İlave metal	Akım (A)	Voltaj (V)	Tel ilerleme hızı(cm/dak.)	Kaynak ilerleme hızı(cm/dak.)	Gazdebisi (lt/dak.)
ER307	240	26	1000	45	15
ER2209	242	24,7	1000	45	15

2.3. Çekme deneyi

TS EN ISO 6892-1 standardına uygun hazırlanmış kaynaklı çekme deney numunelerinin çekme testi 50 kN kapasiteli SHIMAZDU marka test cihazında 5 mm/dakika çekme hızında gerçekleştirilmiştir. Hataları minimize etmek için 3'er adet deney numunesi test edilmiştir.

2.4. Eğme deneyi

Kaynaklı birleştirmelerin şekillendirilebilirliğini belirlemek için TS EN ISO 5173 standardına uygun 3'er adet eğme numunesi 10 tonluk ALŞA marka hidrolik test cihazında eğme deneyine tabi tutulmuştur.

2.5. Mikroyapı incelemesi ve sertlik ölçümü

Metalografi numuneleri klasik metalografi yöntemleri uygulanarak hazırlanmıştır. Numuneler önce %2 nital çözeltisinde 6 saniye dağlanarak Armox 500 T tarafından mikroyapı görüntüsü alınmıştır. Daha sonra numune 80 ml saf su + 20 gr sodyum hidroksit solüsyonu içerisinde doğru akımda 5V gerilim ve 2A akım şiddeti altında ortalama 15 sn elektrolitik dağlanmıştır. Mikroyapı incelemeleri optik mikroskopta ve birleştirmelerin kırılma yüzeyleri incelemeleri ise Zeiss Ultra Plus marka SEM mikroskobunda gerçekleştirilmiştir. Sertlik ölçümü FV-700 SHIMADZU marka Vickers mikrosertlik ölçüm cihazı kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Batıcı uca 500 g yük uygulanmıştır.

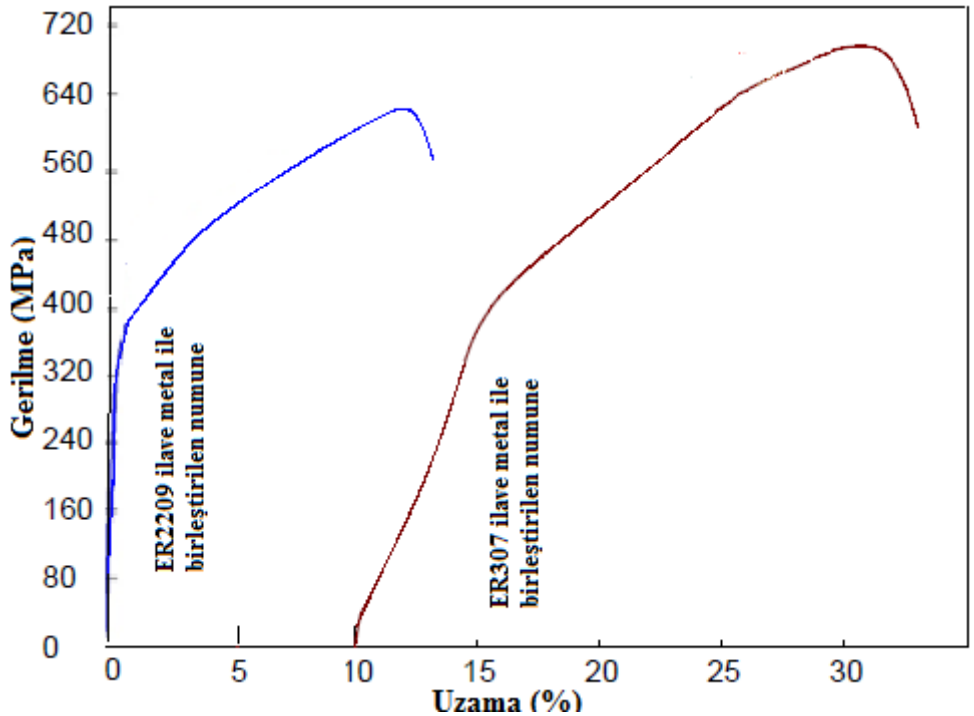
3. Deneysel Sonuçlar

3.1. Çekme deney sonuçları

GMAK yöntemi iki farklı kaynak ilave metali kullanılarak birleştirilmiş deney numunelerinin çekme testi sonuçları Tablo 4'de verilmiş ve ortalama gerilme-uzama eğrileri ise Şekil 2'de gösterilmiştir.

Tablo 4. Çekme deney sonuçları

Numune	Uzama (%)	Max. Gerilme(MPa)	Akma Dayanımı (MPa)
ER2209 ile birleştirilen	12,5	622	318
ER307 ile birleştirilen	15	700	400



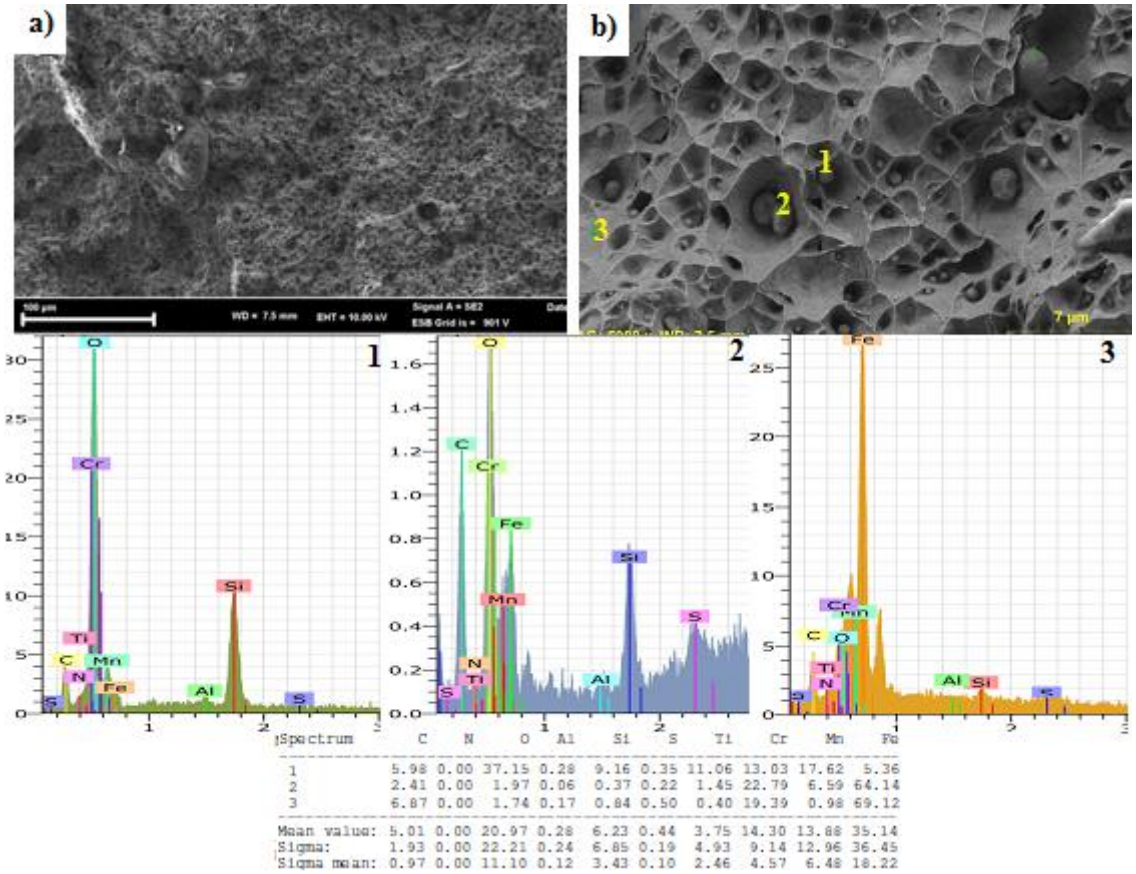
Şekil 2. Deney numunelerinin çekme grafikleri

Tablo 4 ve Şekil 2'den görüldüğü gibi ER307 östenitik paslanmaz çelik ilave metal ile birleştirilen deney numunelerinin ortalama çekme, akma dayanımı ve yüzde uzama değerleri, ER2209 dubleks paslanmaz çelik fluks özlü ilave metal ile birleştirilen deney numunelerinden sırasıyla yaklaşık 78MPa, 82MPa ve %2,5 daha yüksek bulunmuştur. Bu durum fluks özlü dubleks elektrot ile elde edilen kaynaklı birleştirmenin yapısı ve yapıda oluşma ihtimali olan oksit inklüzyonları ile alakalı olduğu düşünülmektedir. AISI 304 ana malzeme çekme dayanımı 700 MPa, uzama miktarı ise %55, Armox 500 T çeliklerinin çekme dayanımının yaklaşık 1450-1750 MPa ve uzama miktarının %8 olduğu bilinmektedir [22].

Çekme test deney numunelerinin kopma görüntüsü Şekil 3'de gösterilmiştir. ER307 östenitik paslanmaz çelik ilave metalle birleştirilen numunelerin çekme testi sonrası kopması AISI 304 ana malzemeden gerçekleşmiştir (Şekil 3 a). Şekil 3 b'den görüldüğü gibi, ER 2209 fluks özlü dubleks paslanmaz çelik ilave metalle birleştirilen numunelerinin kopması yapıda oluştuğu düşünülen oksit inklüzyonlarının kırılma başlangıcı için uygun yer oluşturması sebebiyle kaynak metali-AISI 304 ITAB arasından diğer bir ifadeyle ergime bandından meydana geldiği görülmektedir. Bu sebeple çalışmada yalnızca ER2209 dubleks paslanmaz çelik fluks özlü ilave metalle birleştirilen numunenin kırılma yüzeyi SEM ile incelenmiş ve kırık yüzeyden noktasal EDS analizleri alınmıştır (Şekil 4).



Şekil 3. Çekme testi sonrası deney numuneleri, a) ER307, b) ER2209 ilave metal ile birleştirilen



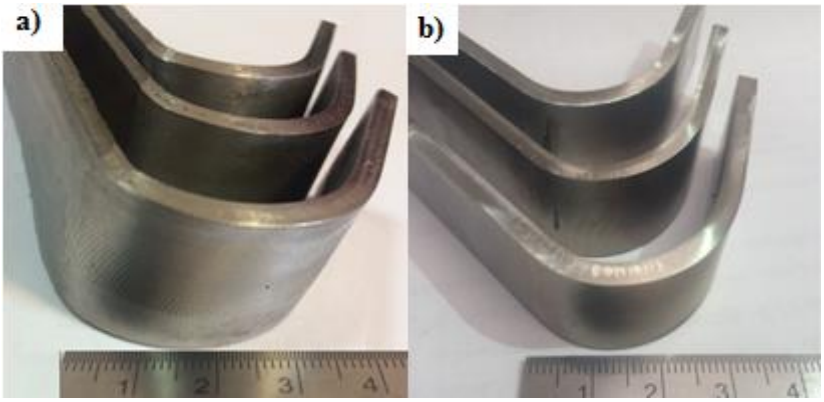
Şekil 4. ER2209 ilave metalle birleştirilen numunelerin kırık yüzey görüntüleri a) düşük b) yüksek büyütme ve EDS analizleri (1,2 ve 3 no'lu noktalardan alınan)

Şekil 4 a ve b'den görüldüğü gibi yüzeydeki girinti çıkıntılara ve SEM mat görüntüsü kırılmanın sünek kırılma biçimde meydana geldiğine işaret etmektedir. EDS analiz sonuçları girinti içlerindeki küresel formlu oluşumların Mn,Ti, Si ve Cr oksit olduğuna işaret etmektedir. Flux özlü ilave tel içerisindeki Mn, Ti, Si ve

Cr gibi elementlerin oksit oluşturması muhtemeldir. Bu oksit inklüzyonlarının kırılma başlangıcı için uygun yer oluşturduğuna inanılmaktadır.

3.2. Eğme deney sonuçları

Farklı ilave metal ile birleştirilen Armox 500T-AISI 304 deney numunelerinin oda sıcaklığında şekillendirilebilirliliği üç nokta eğme deneyi ile belirlenmiştir. Şekil 5'deki maksimum 180^o katlanan numunelerde görüldüğü kaynak metali ve ITAB'de herhangi bir çatlak oluşumu meydana gelmemiştir. ER 2209 fluks özlü dubleks paslanmaz çelik ilave metalle birleştirilen numunelerin eğme dayanımları, ER307 östenitik paslanmaz ilave metalle birleştirilen numunelerden daha düşük tespit edilmiştir.



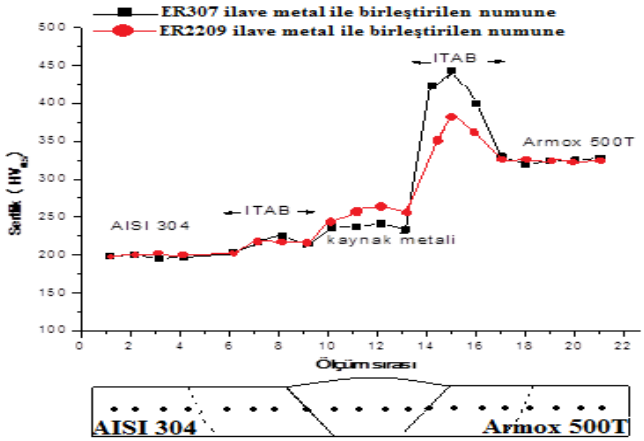
Şekil 5. 304 Birleştirmelerinin üç nokta eğme görüntüleri, a) ER307, b) ER2209 ilave metalle birleştirilen numuneler

Her iki ilave metal ile birleştirilen deney numunelerinin 180^o katlama sonrası herhangi bir çatlak meydana gelmemesi birleştirme şekil alabilirliğinin iyi olduğunu göstermektedir. ER2209 deney numuneleri eğme dayanımlarının daha düşük tespit edilmesinin nedeninin ise kaynak metalinin katılaşma modu düşünüldüğünde yapıda oluşan sünek ferrit fazı ile ilişkili olduğu düşünülmektedir.

3.3. Mikrosertlik ölçüm sonuçları

Birleştirmelerin sertlik ölçüm sonucu Şekil 6'da gösterilmiştir. Grafikten görüldüğü gibi AISI 304 ana malzeme sertliği ortalama 200 HV olarak ölçülmüştür. Sertleştirme ısıl işlemi uygulanmış ve ardından temperlenmiş yapıda temin edilen Armox 500 T zırh çeliği ortalama sertlik değeri ise 330 HV olarak tespit edilmiştir.

Her iki ilave metal ile birleştirilen deney numuneleri için de Armox 500T ana malzemeden ITAB'a doğru gidildikçe sertlikte artış meydana geldiği görülmektedir. Benzer şekilde literatürde Armox çeliklerinin ark kaynak birleştirmelerinde ergime sınırı yakınındaki ITAB bölgesinde en yüksek sertlik değerine ulaşıldığı rapor edilmiştir [23]. En yüksek ITAB sertliğine Armox 500T çelik ergime bandında ER307 östenitik paslanmaz çelik ilave metalle birleştirilen numune için 460 HV, ER2209 fluks özlü dubleks paslanmaz çelik ilave metalle birleştirilen numune için ise 375 HV değerine ulaşmıştır. Armox çelikleri kimyasal içeriğindeki karbon oranına ve sertleşebilirliğe etki eden alaşım elementlerine bağlı olarak ITAB'da kaynak termal çevriminin etkisiyle önce hızlı bir ısınmayla ITAB'da ulaşılan en yüksek sıcaklığa çıkmış ve ardından hızlı soğumayla martenzitik mikroyapı dönüşümüyle sertliğin arttığı düşünülmektedir.

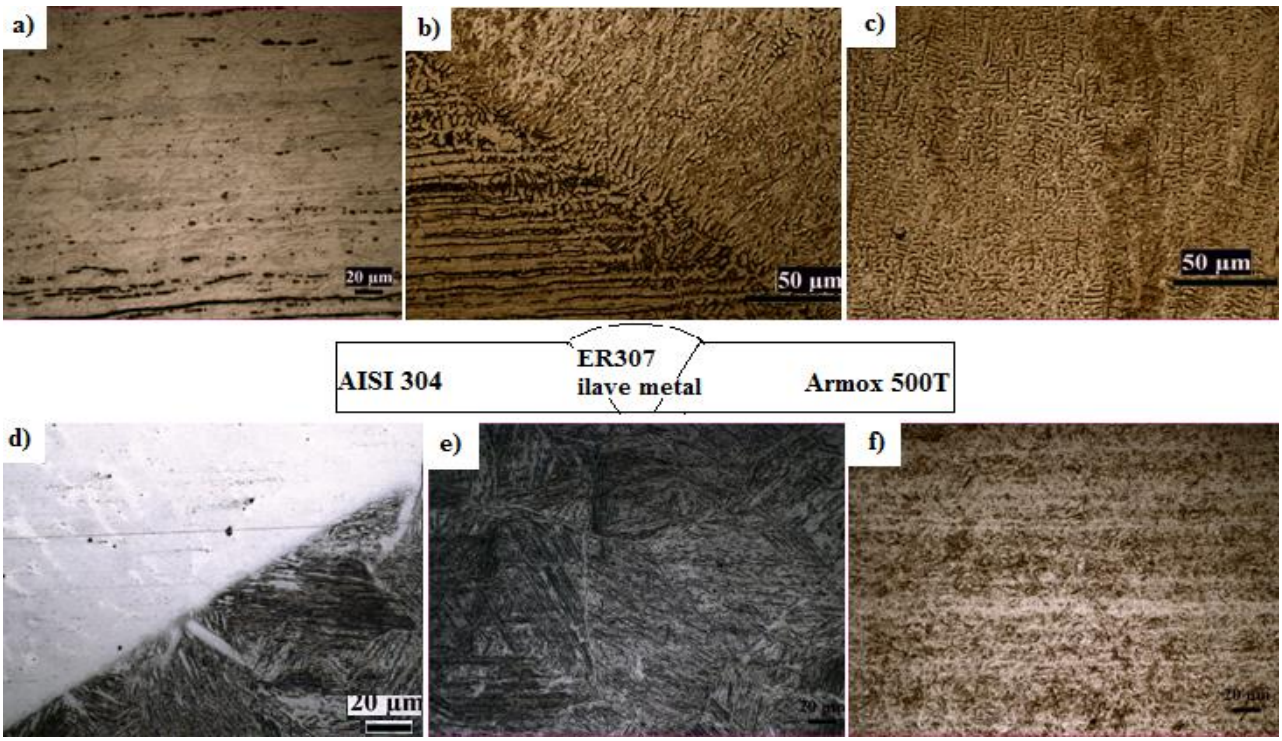


Şekil 6. Armox 500T-AISI 304 birleştirmesi sertlik ölçüm sonuçları

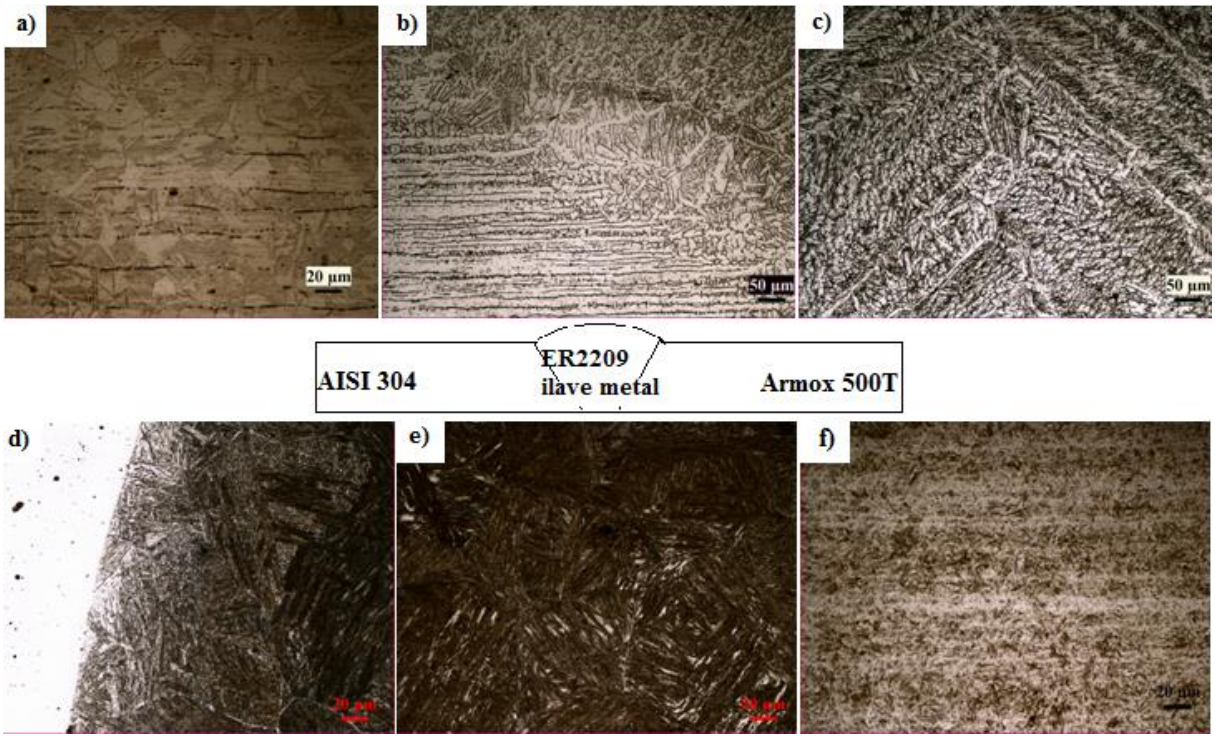
Farklı ilave metal ve koruyucu gaz kullanımının kaynak metali kimyasal kompozisyonu ve kaynak sonrası soğuma hızına etki ettiğinden dolayı birleştirme kaynak metali ve ITAB sertlikleri her iki birleştirme için farklılık göstermektedir. ER307 östenitik paslanmaz karakterli ilave tel kullanılmasından dolayı kaynak metali yapısının ağırlıklı östenitik fazda oluştuğu için ortalama sertliği 225 HV olarak ölçülmüştür. ER2209 dubleks paslanmaz çelik karakterli ilave metal kullanılan birleştirme kaynak metali sertliği yapısındaki ferrit tane sınırlarında widmanstatten tip östenit ve tane içlerinde ikincil östenit fazından dolayı ER307 ilave metal kullanılan birleştirme kaynak metali sertliğine göre 5-10 HV daha yüksek tespit edilmiştir.

3.4. Mikroyapı incelemeleri

ER307 östenitik ve ER2209 fluks özlü dubleks paslanmaz ilave metalli kaynaklı birleştirmelerin metalografi numunelerinden elde edilen mikroyapı görüntüleri sırasıyla Şekil 7 ve Şekil 8'da gösterilmiştir.



Şekil 7. ER307 ilave metalle birleştirilmiş Armox 500T-AISI 304 çelik çifti mikroyapı görüntüleri a) AISI 304 ana malzeme, b) AISI 304-kaynak metali geçiş bölgesi, c) kaynak metali, d) Kaynak metali-Armox 500T geçiş bölgesi, e) Armox 500 T ITAB, f) Armox 500 T ana malzeme



Şekil 8. ER2209 ilave metalle birleştirilmiş Armox 500T-AISI 304 çelik çifti mikroyapı görüntüleri a) AISI 304 ana malzeme, b) AISI 304-kaynak metali geçiş bölgesi, c) kaynak metali, d) Kaynak metali-Armox 500T geçiş bölgesi, e) Armox 500 T ITAB, f) Armox 500 T ana malzeme

Şekil 7 ve 8 a'dan görüldüğü gibi beyaz renkli östenit tane sınırlarındaki siyah renkli delta ferrit fazından oluşan AISI 304 mikroyapısı görülmektedir. Şekil 7 ve 8 f'de ise su verilmiş ve ardından temperleme ısıl işlemi görmüş Armox 500T ana malzeme, temperlenmiş martenzitve asiküler martenzit fazlarından oluştuğu görülmektedir. Literatür araştırmaları da benzer şekilde armox zırh çeliklerinin asiküler martenzit ve ince iğnesel lath martenzit fazlarından oluştuğu rapor edilmiştir [15,16,24]. Şekil 7 ve 8 d ve e'den görüldüğü gibi, birleştirmenin Armox 500 T çelik ITAB tarafında kaynak termal çevriminin etkisiyle yapının martenzite dönüştüğü görülmektedir. Armox çelikleri kaynağında, ergime sınırını hemen yanındaki bölgede kaba martenzit yapısının oluştuğunu, ana malzemeye doğru ilerledikçe martenzitin homojen dağılım sergilediği yürütülen çalışmalarda da belirtilmektedir [25].

Şekil 7b'de ER307 ilave metal kullanılan birleştirmeler için kaynak metalinden AISI 304 paslanmaz çelik tarafına geçiş bölgesi görülmektedir. Şekil 7c'den görüldüğü kaynak metalinin ise östenitik matriks içerisinde skeletal tip delta ferritten oluşan yapıdan meydana geldiği görülmektedir (Şekil 7 b ve c). Benzer şekilde armox zırh çeliklerinin E307 tip östenitik ilave tel kullanılarak yapılan ark kaynak birleştirmesinde kaynak metalinin ince skelatal yapıda delta ferrit ve östenitten meydana geldiğine işaret edilmiştir [16].

Şekil 8 b'de ER2209 ilave metal kullanılan birleştirmeler için kaynak metalinden AISI 304 paslanmaz çelik tarafı ITAB görülmektedir. Şekil 7 b'deki ER307 birleştirme ITAB'la mukayese edildiğinde ER2209 ile birleştirilen numunelerin ITAB'ının daha geniş olduğu görülmektedir. Çalışmada kullanılan kaynak parametreleri birbirine çok yakın olduğu için bu durumun kullanılan karbondioksit koruma gazının daha fazla sağladığı ısı girdisiyle ilişkili olduğu düşünülmektedir. Karbondioksit koruma gazları içerisinde aktif bir gaz olduğu için kaynak ark atmosferinde ısı arttırıcı etkisi olduğu rapor edilmiştir [26,27]. Şekil 8c'de görüldüğü gibi kaynak metali mikroyapısı, ferrit tane sınırlarında widmanstatten tip östenit ve tane içlerinde ikincil östenit fazından meydana geldiği görülmektedir. Yapıda ferrit östenit dengesi Scheaffler diyagramında bulunan değerlerle uyumlu olduğu göze çarpmaktadır. Yapılan literatür araştırmalarına göre, ER2209 kaynak ilave metali kullanılarak birleştirilen dubleks paslanmaz çelik kaynak metali mikroyapısının birincil östenit taneleri üzerinde oluşan ikincil östenit fazlarından meydana geldiği bildirilmektedir [5,28].

4. Genel Sonuçlar

Çalışmada farklı cins AISI 304 paslanmaz çelik ile Armox 500 T zırh çeliği GMAK yöntemi ile iki farklı ER304 ve ER2209 ilave tel ve koruma gazı kullanılarak birleştirilmiştir. Birleştirmelere çekme ve üç nokta eğme testleri uygulanmıştır. Kaynaklı bağlantının mikroyapı değişimi incelenmiş ve sertlik profili belirlenmiştir. Elde edilen sonuçlar aşağıdaki şekilde özetlenebilir;

- Sonuçlar; Armox 500T-AISI304 çelik çiftinin östenitik ve fluks özlü ilave tel kullanılarak GMAK yöntemiyle başarıyla birleştirilebileceğine işaret etmektedir.
- ER307 östenitik paslanmaz çelik ilave metal ile birleştirilen deney numunelerinin ortalama çekme, akma dayanımı ve yüzde uzama değerleri, ER2209 dubleks paslanmaz çelik fluks özlü ilave metal ile birleştirilen deney numunelerinden sırasıyla yaklaşık 78MPa, 82MPa ve %2,5 daha yüksek bulunmuştur.
- ER307 östenitik paslanmaz çelik ilave metalle birleştirilen numunelerde çekme testi sonrası kopma AISI304 ana malzemeden, ER2209 fluks özlü dubleks paslanmaz çelik ilave metalle birleştirilen numunede ise kaynak metali-AISI304 ITAB arasından, diğer bir ifadeyle ergime bandından meydana gelmiştir. Numune yüzeyindeki çukurcuklar ve mat görüntü kırılmanın sünek kırılma biçiminde meydana geldiğine işaret etmektedir.
- EDS analiz sonuçları çukurcuk içlerindeki küresel formlu oluşumların Mn, Ti ,Si veya Cr oksit olduğuna işaret etmektedir. Fluks özlü ilave tel içerisindeki Mn, Ti, Si ve Cr gibi elementlerin oksit oluşturması muhtemeldir. Bu oksit inklüzyonlarının statik bir yük etkisi altında kırılma başlangıcı için uygun yer oluşturduğuna inanılmaktadır.
- Her iki ilave metal ile birleştirilen deney numunelerinin 180^{o} katlama sonrası çatlak oluşmaması birleştirme şekillendirilebilirliğinin iyi olduğunu göstermektedir. ER2209 ilave telle birleştirilen deney numuneleri eğme dayanımlarının daha düşük tespit edilmesinin nedeninin ise kaynak metalinin katılaşma modu düşünüldüğünde yapıda oluşan sünek ferrit fazı ile ilişkili olduğu düşünülmektedir.
- AISI304 ve Armox 500 T çelik sertlikleri sırasıyla ortalama 200HV ve 330 HV olarak tespit edilmiştir. Her iki ilave metalle birleştirilen numuneleri için de zırh çeliğinden ITAB'a doğru gidildikçe sertlikte artış göze çarpmaktadır. En yüksek ITAB sertliğine Armox 500T çelik ergime bandında ER307 ilave metalle birleştirilen numunede 460 HV, ER2209 fluks özlü ilave metalle birleştirilen numune içinde ise 375 HV değerine ulaşılmıştır. ER2209 dubleks paslanmaz çelik ilave metal kullanılan birleştirme kaynak metali sertliği yapısındaki ferrit tane sınırlarında widmanstatten tip östenit yanı sıra, tane içlerinde ikincil östenit fazından ve oksit inklüzyonlarından dolayı ER307 ilave metal kullanılan birleştirme kaynak metali sertliğine göre 5-10 HV daha yüksek tespit edilmiştir.
- Östenit tane sınırlarındaki delta ferrit fazı AISI304 mikroyapısını oluştururken, Armox 500T ana malzemenin temperlenmiş martenzit ve asiküler martenzit fazlarından oluştuğu görülmektedir. Birleştirmenin Armox çelik ITAB'ında kaynak termal çevriminin etkisiyle yapı tamamen martenzite dönüşmüştür. ER307 ilave metal kullanılan birleştirmeler için kaynak metali östenitik matriks içerisinde skeletal tip delta ferritten oluşurken, ER2209 ile birleştirilen numune kaynak metali mikroyapısı ise ferrit tane sınırlarında widmanstatten tip östenit ve tane içlerinde ikincil östenit fazından oluşmuştur.

Teşekkürler

Bu çalışmada kaynaklı birleştirmelerin gerçekleştirilmesinde desteklerinden dolayı Askaynak firması ve Kaynak mühendisi Eren Sancar'a ve deney numunelerinin işlenmesinde yardımlarından dolayı Kaynak mühendisi Alpaslan Parlak'a teşekkür edilir.

Kaynaklar

[1] Ünlü, B.S., Yılmaz, S.S., Uzkut, M.Ç. ve Çivi, C., "MIG/MAG kaynağı ile farklı akımlarda birleştirilmiş Fe 37 çeliğinin kaynak bölgesinin mikroyapı ve mekanik özellikleri", Uluslararası kaynak teknolojileri sempozyumu, Ankara, Türkiye, 383-391, (2012).

[2] Kurşun, T. ve Kılık, R. "MIG/MAG kaynak tekniğinde tel ilerleme hızının akım şiddeti ve dikiş boyutuna olan etkisi.", 10. Uluslararası makina tasarım ve imalat kongresi, Kapadokya, Türkiye(2002).

[3] Soysal, T., Kou, S., Tat, D. and Pasang, T., "Macrosegregation in dissimilar-metal fusion welding", Acta Materialia, 110: 149–160, (2016).

[4] Moharana B.R., Sahu S.K., Sahoo S.K. and Bathe R., "Experimental investigation on mechanical and microstructural properties of AISI 304 to Cu joints by CO_2 laser", Engineering Science and Technology, International Journal, Engineering Science and Technology, 19 (2): 684-690, (2016).

[5] Lippold, J.C. and Kotecki, D.J., Welding Metallurgy and Weldability of Stainless Steels 2nd edition, Wiley-Interscience, A. Jhon Wiley & Sons Inc., (2005).

[6] Sireesha, M., Shankar, V., Albert, S.K. and Sundersan, S., "Microstructural features of dissimilar welds between 316LN austenitic stainless steel and alloy 800", Materials Science and Engineering A, 292:74-82, (2000).

[7] Sireesha M., Albert, S.K., Shankar, V. and Sunderesan, S., "A comparative evaluation of welding consumables for dissimilar welds between 316LN austenitic stainless and Alloy800", J. Nucl.Mater. 279 (1): 65-76, (2000).

[8] Manganello, S.J. and Wilson, A.D. "Direct quenching and its effects on high-strength armor plate.", Int. Symp. Low Carbon Steels for the 90's, Ed. R. Asfahani, G. Tither, The Minerals, Metals & Materials Society, 235-240, (1993).

[9] Kara, S. ve Korkut, M.H. "Zırhlı muharebe araçlarında kullanılan zırh plakalarında kaynak sonrası ısıl işlemin birleşim mukavemetine etkisinin araştırılması", Savunma Bilimleri Dergisi, The Journal of Defense Sciences 11(2): 159-171, (2012).

[10] Çelik, Ç., "Zırh çeliklerin kaynağında kaynak ağzı geometrisi ve ilave tel optimizasyonu kaynaklı imalatta iyileştirme çalışmasına örnek", Kaynak Kongresi IX. Ulusal Kongre ve Sergisi Bildiriler Kitabı, 89-94, (2007).

[11] Çelik, A. ve Alsaran, A., "Mechanical and structural properties of similar and dissimilar steel.", Joints Materials Characterization, 43(5): 311–318, (1999).

[12] Sabari, S.S., Malarvizhi, S., Balasubramanian, V., and Madusudhan Reddy, G., "Experimental and numerical investigation on under-water friction stir welding of armour grade AA2519-T87 aluminium alloy", Defence Technology, 12(4): 324-333, (2016).

[13] Ilangovan, M., Rajendra Boopathy, S. and Balasubramanian, V. "Effect of tool pin profile on microstructure and tensile properties of friction stir welded dissimilar AA 6061–AA 5086 aluminium alloy joints", Defence Technology, 11(2):174-184, (2015).

[14] Alkemade, S.J. "The weld cracking susceptibility of high hardness armour steel", Defense Science and Technology Organization, Australia, 1–17, (1996).

[15] Magudeeswaran, G., Balasubramanian, V. and Madhusudhan Reddy, G, "Hydrogen induced cold cracking studies on armour grade high strength, quenched and tempered steel weldments", Int J Hydrogen Energy, 33: 1897–1908, (2008).

[16] Magudeeswaran, G., Balasubramanian, V. and Madhusudhan Reddy, G. "Effect of welding processes and consumables on fatigue crack growth behaviour of armour grade quenched and tempered steel joints", Defence Technology, 10(1): 47–59, (2014).

[17] Karagöz, Ş., Atapek, H. ve Yılmaz, A. "Zırh çeliklerinde perforasyon ve balistik korumanın anlaşılması açısından fragtografik etüd.", Metal Dünyası, 182: 102-107, (2008).

[18] Karagöz, Ş., Yılmaz, A. ve Atapek, H.Ş. "Zırh çelikleri & Geliştirilmesi", 3. Savunma Teknolojileri Kongresi, ODTÜ-Ankara, Türkiye, 1-438, (2006).

[19] Mithilesh, P., Varun, D., Ajay, Gopi, R. , Reddy, K., Ramkumar, D., Arivazhagan, N. and Narayanan, S., "Investigations on dissimilar weldments of inconel 625 and AISI 304", Procedia Engineering, 75: 66–70, (2014).

[20] Kumar, S. and Shahi, A.S., "Studies on metallurgical and impact toughness behavior of variably sensitized weld metal and heat affected zone of AISI 304L welds", Materials & Design, 89:399–412, (2016).
[21] Sedric, A.J., Corrosion of Stainless Steels 2nd ed., John Wiley & Sons, New York, AB., (1996).
[22] SSAB: https://www.ssab.com/products/brands/armox/armox-500t, (2017).
[23] Balakrishnan, M., Balasubramanian, V., Madhusuhan Reddy, G. and Sivakumar, K., "Effect of buttering and hard facing on ballistic performance of shielded metal arc welded armour steel joints.", Materials & Design, 32(2): 469–479, (2011).
[24] Madhusudhan Reddy, G., Mohandas, T. and Papukutty, K.K., "Effect of welding process on the ballistic performance of high-strength low-alloy steel weldments.", J Mater Process Technol, 74: 27–35, (1998).
[25] Jena, P.K., Siva Kumar, K., Rama Krishna, V., Singh, A.K. and Balakrishna Bhat, T., "Studies on the role of microstructure on performance of a high strength armour steel", Eng Fail Anal, 15: 1088–1096, (2008).
[26] Yılmaz, R. and Tümer, M., "Microstructural studies and impact toughness of dissimilar weldments between AISI316L and AH36 steels by FCAW", International Journal of Advanced Manufacturing Technology, 67 (5-8): 1433-1447, (2012).
[27] Tümer M. and Yılmaz, R., "Characterization of microstructure, chemical composition, and toughness of a multipass welded joint of austenitic stainless steel AISI316L", Int J Adv Manuf Technol, 87: 2567–2579, (2016).
[28] Moteshakker, A. and Danaee I., "Microstructure and Corrosion Resistance of Dissimilar Weld-Joints between Duplex Stainless Steel 2205 and Austenitic Stainless Steel 316L" Journal of Materials Science & Technology, 32(3): 282–290, (2016).

GAZ ATOMİZASYON ÜNİTESİ TASARIMI, AZ91 MAGNEZYUM ALAŞIMI TOZU ÜRETİMİ VE PARÇA İMALATI

Mustafa Boz[1], Mehmet Akkaş[2]
[1]Karabük Üniversitesi, Teknoloji Fakültesi, İmalat Mühendisliği Bölümü, Karabük, Türkiye, mboz@karabuk.edu.tr
[2]Kastamonu Üniversitesi, Cide Rıfat Ilgaz Meslek Yüksekokulu,, Kastamonu, Türkiye, mehmetakkas@kastamonu.edu.tr

Özet

Bu çalışmada, AZ91magnezyum alaşımı tozunun üretimine gaz atomizasyon değişkenlerinden nozul çapı ve gaz basıncının toz şekli ve boyutu üzerine etkileri deneysel olarak araştırılmıştır. Deneyler Gaz Atomizasyon Ünitesi'nde yapılmıştır. Deneyler 770 ºC sıcaklıklarda, iki farklı nozul çapında (2-4 mm) ve 4 farklı gaz basıncı (5-15-25-35 bar) uygulanarak yapılmıştır. Ergiyiği atomize etmek için argon gazı kullanılmıştır. Üretilen AZ91 tozlarının şeklini belirleyebilmek için taramalı elektron mikroskobu (SEM) görüntüleri, toz boyut analizlerini belirleyebilmek için parçacık boyut analizleri yapılmıştır. Bunun yanısıra, üretilen tozların iç-yapılarında oluşan fazları belirleyebilmek için XRD analizi yapılmıştır. Yapılan analizler sonucunda, gaz basıncının artması ve aynı zamanda nozul çapının küçülmesiyle toz boyutunun önemli derecede küçüldüğü ve toz şeklinin ligament ve karmaşık şekilli yapıdan damlaması ve küresel bir yapıya doğru değiştiği tespit edilmiştir. Elde edilen en ince tozların 770 ºC sıcaklıkta, 2 mm nozul çapında 35 bar gaz basıncı ile olduğu ve tozların genelinin ligament, çubuksu, damlaması küresel ve karmaşık şekilli olduğu gözlemlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Gaz atomizasyonu, AZ91 alaşım tozu, Nozul çapı, Gaz basıncı

1. Giriş

Toz metalurjisi, geleneksel üretim yöntemlerinden döküm, talaş kaldırma, sıcak ve soğuk presleme gibi yöntemlere alternatif olarak geliştirilmiştir. Toz metalurjisi yöntemi ile kompozitler elde edilerek malzemelerin fiziksel ve mekanik özelliklerinin arttırılması kazandırılabilir [1]. Toz metalürjisi yöntemiyle toz üretme tekniği 4 farklı yöntemle yapılır. Bunlar; mekanik yöntemler, kimyasal yöntemler, elektroliz yöntemi ve atomizasyon yöntemidir. Bu üretim teknikleri içerisinde ince ve küresel tozlar elde etmek için en yaygın olarak gaz atomizasyon yöntemi kullanılır. Üretilen metal ve metal dışı tozların %60'ından fazlasının gaz atomizasyonu ile üretilmesi bu yöntemi üstün kılmaktadır. Gaz atomizasyonunda sıvı metal demetini parçalamak için basınçlı akışkan olarak hava, azot, argon ve helyum gibi gazlar kullanılabilir [2,3]. Gaz atomizasyon yöntemiyle ergitilebilen her türlü metal ve alaşım tozlarının üretimini gerçekleştirmek mümkündür [4,5].

Magnezyum ve alaşımları her geçen gün sanayide önemli bir malzeme olarak görülmekte ve özellikle otomobil endüstrisinde kullanım alanı giderek genişlemektedir. Magnezyumun yoğunluğu 1.7 g/cm^3 olmasına rağmen alüminyum (alüminyumun yoğunluğu=2,7 g/cm^3) ile yaklaşık aynı dayanım değerine sahiptir. Ağırlık olarak ise Magnezyum, alüminyumdan %36, demir ve çelikten ise %78 daha hafiftir [6,7]. Mg alaşımları, yoğunluk, dayanım, titreşim sönümleme gibi özelliklerinden dolayı otomotiv, uçak ve elektronik endüstrisinde geniş bir kullanım alanları vardır. Özellikle AZ91 magnezyum alaşımı %90 gibi bir kullanım alanıyla en fazla kullanılan magnezyum alaşımıdır [8,9].

Bu çalışmada otomotiv, uçak ve elektronik endüstrisinde yoğun bir şekilde kullanılan ve özellikle döküm tekniği ile parça üretimi yapılan AZ91 alaşımı toz halinde atomizasyon yöntemi ile üretilmiştir.

2. Deneysel Çalışma

Deneysel çalışmalar Karabük Üniversitesi Teknoloji Fakültesi İmalat Mühendisliği Bölümü Laboratuvarında bulunan Gaz Atomizasyon Ünitesi'nde yapılmıştır. Gaz atomizasyon ünitesinin resmi Şekil 1'de verilmiştir.



Şekil 1. Gaz atomizasyon ünitesi.

Deneyler 770 °C sabit sıcaklıkta, 2 mm nozul çapında ve 4 farklı gaz basıncı (5, 15, 25 ve 35 bar) uygulanarak yapılmıştır. Atomizasyon gazı olarak argon gazı kullanılmıştır. Toz üretim parametreleri Tablo 1'de verilmiştir. Gaz atomizasyonu yöntemiyle toz üretiminde gaz basıncının toz boyutu ve morfolojisi üzerinde önemli bir etkiye sahip olduğu bilinmektedir. Üretim parametreleri bu amaçla seçilmiştir.

Tablo 1. Toz üretim parametreleri.

	Ergitme Sıcaklığı (°C)	Nozul Çapı (mm)	Gaz Basıncı (bar)
1	770	2	5
2			15
3			25
4			35

Toz boyut analizleri, Bartın Üniversitesi Merkezi Araştırma Laboratuvarında bulunan Mastersizer 3000 model cihaz ile yapılmıştır. Cihazın çalışma prensibi, numune üzerine kırmızı ve mavi lazer ışığı gönderilir. Numuneden yansıyan ve kırılan lazer ışığı detektörler ile incelenir. Saçılan ışığın açısı ve şiddeti numunenin parçacık boyut dağılımını belirler. Üretilen AZ91 alaşım tozlarının SEM görüntüleri Karabük Üniversitesi Demir Çelik Enstitüsü Araştırma Laboratuvarlarında bulunan "Carl Zeiss Ultra Plus Gemini Fesem" marka cihazdan alınmıştır.

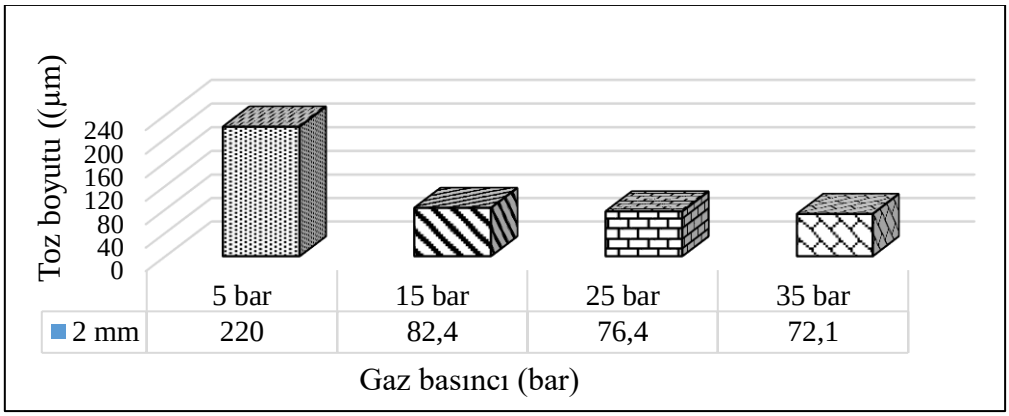
3. Sonuçlar ve Değerlendirme

Farklı gaz basınçlarına bağlı olarak üretilen AZ91 tozlarının boyut değerleri Tablo 2.'de verilmiştir. Verilen bu tabloda gaz basıncının artmasıyla küçük boyutlu tozların, toz boyut değerlerinin arttığı tespit edilmiştir. 1 kodu ile verilen 2 mm nozul çapı ve 5 bar gaz basıncında ve 72,2 µm' nin altında toz üretilmediği ve genel olarak 220 µm tozların üretildiği tespit edilmiştir. 4 kodu ile verilen 2 mm nozul çapı ve 35 bar gaz basıncında ise 23,5 µm'nin üstünde toz üretilmediği ve en yoğun tozun ise 72,4 µm altı tozlarda oluştuğu görülmektedir.

Tablo 2. Üretilen AZ91 tozlarının boyut değerleri

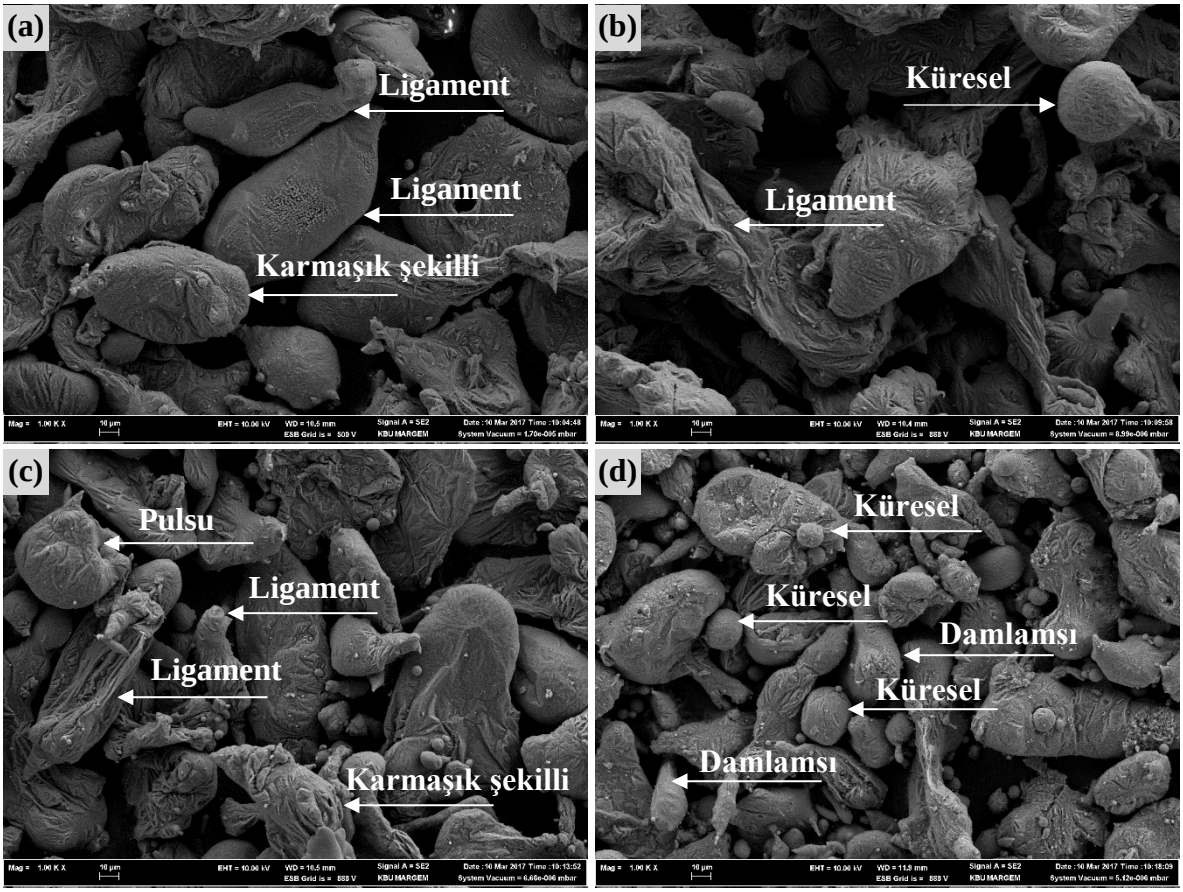
	Nozul Çapı (mm)	**Sıcaklık (°C)**	**Gaz Basıncı (bar)**	**Dv (10) (µm)**	**Dv (50) (µm)**	**Dv (90) (µm)**	**Spesifik Yüzey Alanı (m²/kg)**
1	2	770	5	72,2	220	461	41,27
2			15	28,6	82,4	234	104,7
3			25	26,9	76,4	200	112,7
4			35	23,5	72,1	190	124,7

Gaz atomizasyonu ile toz üretiminde gaz basıncının toz boyutu üzerinde etkisi Şekil 2'de açıkça anlaşılmaktadır. Bu sonuçlar incelendiğinde gaz basıncının artmasıyla toz boyutunun küçüldüğü rapor edilebilir.



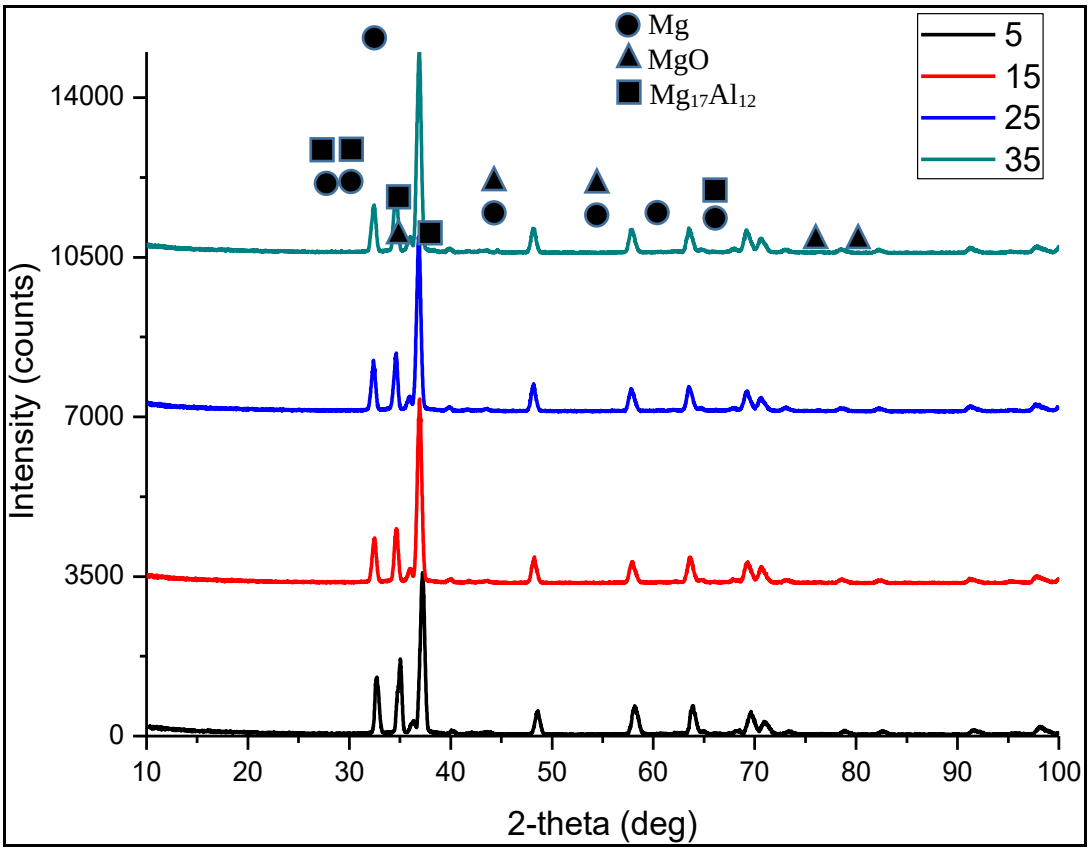
Şekil 2. Farklı gaz basınçlarında üretilen AZ91 tozlarının boyut değerleri.

Üretilen AZ91 alaşım tozlarının genel olarak karmaşık şekilli, ligament, pulsu, damlaması ve küresel olduğu Şekil 3'te görülmektedir. Düşük gaz basınçlarında toz şekli genel olarak karmaşık şekilli, ligament, pulsu ve damlaması olduğu halde, yüksek gaz basınçlarında toz şeklinin ligament ve damlaması yapıdan küresele doğru değiştiği gözlemlenmiştir. Gaz basıncının artması ile toz boyutunun küçüldüğü de verilen SEM görüntülerinden açıkça anlaşılmaktadır. Artan gaz basıncının, toz yüzeyinin morfolojisini önemli derecede değiştirdiği ve yüzey morfolojisinin ise toz şekline etki ettiği belirlenmiştir.



Şekil 3. 2 mm nozul çapı ve farklı gaz basınçlarında (a) 5 bar b) 15 bar c) 25 bar d) 35 bar üretilen tozların SEM görüntüleri (1000X).

AZ91 alaşım tozunun XRD grafiği Şekil 4'de verilmiştir. Grafik incelendiğinde; piklerin α (Mg ana matris) fazı, β fazı olan $Mg_{17}Al_{12}$ ve çok az miktarda da MgO den meydana geldiği görülmektedir. Çökelti, katılaşma yoluna bağlı olarak $Al_{12}Mg_{17}$ bileşiğini oluşturmaktadır. $Al_{12}Mg_{17}$ çökeltilerinin, AZ91 alaşımı için, süneklik pahasına mekanik bir güçlendirme sağladığı bilinmektedir [10,11]. Aynı zamanda grafikteki pikler incelendiğinde, gaz atomizasyon yöntemi ile toz üretiminde farklı gaz basınçlarının üretilen tozun kimyasal bileşimine bir etkisinin olmadığı anlaşılmaktadır.



Şekil 4. AZ91 tozunun XRD grafiği

Magnezyum alaşımı AZ91 külçesi Varzene metal şirketinden temin edilmiştir. Temin edilen AZ91 külçesinin kimyasal bileşimi Tablo 3'te verilmiştir. XRF analizi sonucunda, gaz atomizasyonu ile üretimi yapılan AZ91 tozunun kimyasal bileşimi (Tablo 4) ile AZ91 külçesinin kimyasal bileşimi arasında kayda değer bir değişim olmadığı tespit edilmiştir.

Tablo 3. AZ91 külçesinin kimyasal bileşimi

Element	Mg	Al	Zn	Mn	Fe	Ni
İçerik (%)	90,30	8,74	0,67	0,18	0,01	0,0062

Tablo 4. Üretilen AZ91 tozunun kimyasal (XRF) analiz sonuçları

Element	Mg	Al	Zn	Mn	Fe	Ni
İçerik (%)	89,6732	8,6790	0,8084	0,4024	0,0330	0,0087

4. Sonuçlar

Gaz atomizasyonu ile üretilen AZ91 tozu için aşağıdaki sonuçlar çıkarılmıştır.

- Gaz atomizasyonu ile toz üretimi Gaz Atomizasyon Ünitesi'nde gerçekleştirilerek, farklı şekil ve boyutlarda tozlar elde edilmiştir. En küçük toz boyutu 2 mm nozul çapı ve 35 bar basınçta elde edilmiştir.
- Gaz basıncının artması ile toz boyutunun küçüldüğü ve toz şeklinin karmaşık, pulsu, ligament ve damlamsı yapıdan küresele doğru değiştiği görülmüştür.
- XRD sonucunda α (Mg ana matris) fazı, β fazı olan $Mg_{17}Al_{12}$ görülmüştür.
- XRF analizi sonucunda, AZ91 tozunun kimyasal bileşimi ile AZ91 külçesinin kimyasal bileşimi arasında değişim olmadığı tespit edilmiştir.

Kaynaklar

[1] Lawley, A., Atomization: The production of metal powders, Metal Powder Industries Federation, Princeton, New Jersey, USA (1992).
[2] Öztürk, F. ve Kaçar, İ., "Magnezyum alaşımları ve kullanım alanlarının incelenmesi", Niğde Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi, Cilt 1 Sayı 1: 12-20 (2012).
[3] Öztürk, Z; Aslan H; Uzun E; Boz, M. Gaz Atomizasyon Yöntemi ile Al 2024 Tozu Üretimi ve Karakterizasyonu, 7. th International Powder Metallurgy Conference, 24-28 Haziran, 2014.
[4] German, R.M., 1994, Powder metallurgy science,2nd edition, Metal Powder Industries Federation, USA.
[5] Liu, X., Xie, H., Wang, L., Luo, J. and Cai, Y., "Production of Fe-Si-Al-Ni-Ti soft magnetic alloy powder by inert-gas atomization", Chinese Materials Conference, 27: 1426-1433 (2012).
[6] Uslan, İ. ve Küçükarslan S., "Kalay tozu üretimine gaz atomizasyonu parametrelerinin etkisinin incelenmesi" Gazi Üniv. Müh. Mim. Fak. Der., Cilt 25, No (1): 1-8 (2010).
[7] Dunkley, J., "Blown to atoms: how to make metal powders", Metal Powder Report, 57 (11): 18-19 (2002).
[8] Aydın, M. ve Ünal, R., "Laval tipi yeni bir nozul tasarımı ile metal tozu üretimi ve üretim değişkenlerinin etkisinin incelenmesi", Makine Teknolojileri Elektronik Dergisi, (1): 69-76 (2007).
[9] Zdujic, M., and Uskokovic, D., "Production of atomized metal and alloy powders by the rotating electrode process", Powder Metallurgy and Metal Ceramics, 29.9: 673-683 (1990).
[10] Grant, N.J., "Recent trends and developments with rapidly solidified materials." Metallurgical and Materials Transactions A 23.4, 1083-1093 (1992).
[11] Daloz, D., and Michot, G., Influence of the consolidation step on the mechanical properties of rapidly solidified Mg-Al-Zn alloys, Int. J. Rapid Solidif., 9, 289e304 (1996).

A REVIEW ON DEVULCANIZATION OF WASTE TIRE RUBBER

Ali Gürsel*, Nuri Şen
Department of Mechanical Engineering, Faculty of Engineering, Duzce University,
Düzce, Türkiye. *aligursel@duzce.edu.tr, nurisen@duzce.edu.tr

Abstract

Rubber has become an indispensable material for the technological development of civilization, including simple balloon and complex rocket propellant. Rubber Industry worldwide is using on an average 50% of raw materials. These materials were mostly petroleum-based, except natural rubber (NR), steel cord and bead wire. Using of these petroleum-based raw materials not only depletes natural resources, but also produces more extreme environmental hazards. The waste tire rubber problem is of great magnitude and has far reaching environmental and economic implications. There are some ways for recycling of rubber, such as reclaiming technology, surface treatment, grinding and pulverization technology, devulcanization technology. Methods of devulcanizing rubber (or elastomers) have been researched almost since the time of the discovery of the rubber/sulfur vulcanization process. By devulcanization process the cross-links in the structure of rubber are broken and devulcanized rubber can be revulcanized into a raw material for rubber industry, which is a highly valued form of waste rubber. This study provides a review of the recent advances in understanding of methods of recycling rubber and claims that the capacity of thermomechanical and mechanochemical devulcanization methods of recycling waste tire rubber can be improved in future studies.

Keywords: Waste tire rubber, Recycling, Devulcanization, Thermomechanical and mechanochemical devulcanization.

1. Introduction

The annual consumption of natural rubber is more than 15 million tons, and the output of rubber products is more than 31 million tons worldwide [1]. With the increasing demand for more rubber products, a lot of waste rubber is produced every year in the world. The main source of waste rubber products is discarded waste tires, rubber pipes, rubber belts, rubber shoes, edge scraps, and waste products that are produced in the rubber processes and others [2]. The handling of such large volumes of discarded elastomeric materials poses a serious environmental problem that must be faced by the scientific community. As the options of disposals such as landfills, stockpiling, and incineration become increasingly less viable due to cost and environmental concerns, a wide variety of reclaiming methods [3–5] have been investigated to recycle waste rubbers. The methodologies developed have enabled reutilization of waste rubber products especially tires only partially. The need for total recycling requires continuous development of alternative methods.

The devulcanization and reutilization of cross-linked elastomers are very difficult because of the three-dimentional network. This network makes the material insoluble and nonmelting. The yearly global consumption of vulcanized elastomer is 17.2 million tons [6] of which approximately 39% is natural rubber and the remaining 61% consists of other synthetic rubbers. To improve the properties of rubber vulcanization is required [7].

But once the rubber is cross-linked, it become very difficult to recycle. Physically and chemically many attempts were made to reuse the vulcanized rubber. The physical process consists of mechanical [8–10], thermomechanical [11], cryomechanical [12], microwaves [13], and ultrasound [14] methods. In chemical reclaiming processes different types of disulfide [15], thiol [16], and catalyst are used. However, currently no technique exists that revertses maximum mechanical properties of vulcanized natural.

2. Structure of Tires

For recycling of waste tires and convert scrap tires into a useful product, we must have an understanding of the complexity of the tire, including its various types and compositions. Different types include passenger (such as the new sophisticated run flat type illustrated in Figure 1), SUV, truck and bus, agricultural, and off-the-road (OTR). The general composition of tires is noted in Table 1 [17].

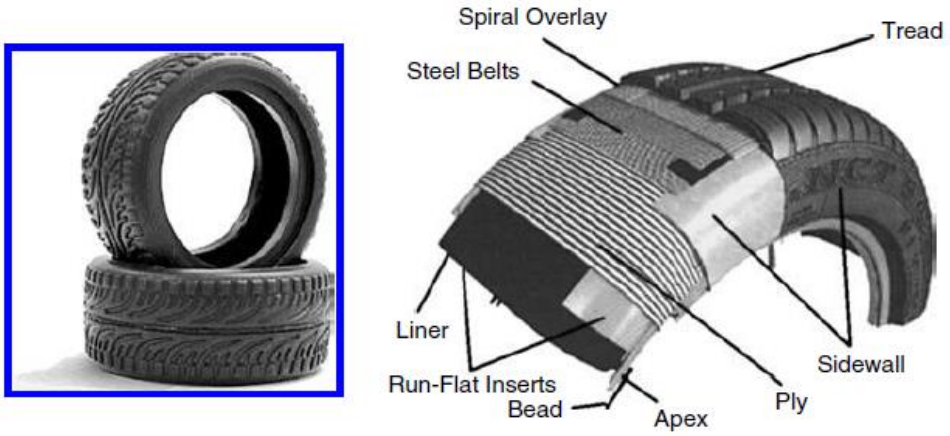


Figure 1. Typical passenger tire and components of a run flat tire

.

Table 1. General Composition of a Tire

The Materials of Construction	**Approximate Weight Percent %**
Rubber hydrocarbon composition (RHC)	48
Carbon black and silica	22
Metal reinforcements	15
Oil, antidegradants, wax, stearic acid, etc.	8
Fabric	5
Zinc oxide (ZnO)	1
Curing agents	1
Total	100

Concerning a tire's composition, the rubber components can vary widely. Passenger types tend to be high in styrene butadiene rubber (SBR), a general purpose rubber. Truck tires tend to be a 50:50 blend of SBR and natural rubber (NR). OTR types are composed mainly of NR, which has excellent fatigue resistance and high strength; these tires are mainly designed for cut and chip ruggedness. Knowing the tire source — the raw material — and its relation to the intended application can play a major role in the success or failure of the processed TDM. Consider a situation where crumb rubber material (CRM) is designated for an asphalt application. If the initial test work was with OTR rubber but the tire processor shipped passenger type CRM instead, the result could be disastrous at the paving site. Let's analyze why such a mix-up could be a disaster. CRM from OTR tires or NR will dissolve more readily in a given asphalt cement (AC) at lower temperatures and will provide low-temperature performance for a given climate, such as very cold weather. The passenger tire CRM, on the other hand, will require higher blending temperatures and be more suitable for hot climates. This dichotomy could produce very different results. Today, the Federal Highway Administration (FHWA) Superpave program has developed very specific performance tests to meet highway pavement criteria. Switching CRM source types from initial investigations could seriously hamper a highway pavement construction project. If this happened, significant penalties could be assessed and the processor's credibility and future projects could be jeopardized. It is therefore critical to know the source and composition of the CRM. Another example is the use of TDM in playgrounds. Bias tires that have the beads removed would be

an ideal raw material for this application. However, with all tire types now containing steel cords, the liability issue becomes very critical. The wire contaminants, including the bead wires, must be completely removed and rendered as a non-issue when it comes to this application [17].

Trace amounts of wire powders left in powdered CRM for tire compounding applications can interfere with the cure mechanism, resulting in adverse effects to the performance of the final produced tires. It is the responsibility of the CRM processor to find or develop suitable tests for iron content. These test procedures should become part of the certificate of analysis (COA) and be agreed to by the end user, so no surprises occur. A general understanding of the chemical components in a tire is essential even when considering TDM materials as a soil amendment. Zinc oxide (ZnO, noted in Table 1) is a significant metal in TDM, along with other ingredients. These components can have the adverse effect of leaching into the soil or plants over time, under certain conditions of the various soil types. Preparation for the application, in accordance with the defined guidelines, needs to precede the time of CRM procurement and continue through manufacturing (processing) to delivery at the end user's site [17].

3. Recycling Processes of Waste Tires

The recycling of the waste tires and rubbers has been applying with verity of techniques. In the environmental perspective, dividing the materials and producing energy and devocalization processes to obtain the original rubber like unprocessed or virgin.

The topic of rubber recycling is drawing attention recently because of the stringent laws enacted world over to protect the environment. Adhikari et al [18] have given a comprehensive summary of all the processes involved in the reclaimation and recycling of waste rubber. The used automotive tires constitute the major source of waste rubber. The worldwide attempt in recycling waste tires is being carried out broadly in the following directions [19]:

(1) Production of ground rubber tire (GRT) powder and using it as filler in different rubber vulcanizates and in road paving
(2) Devulcanization or reclaiming of rubber powder and
(3) Incineration in power plants, cement kilns etc.

The GRT is produced by either ambient grinding or cryo-grinding processes [20]. A surface activated waste rubber powder [21] has been produced with a cross-linkable surface layer, which can be used as a partial or a total substitute of rubber compound.

Both physical and chemical processes are used to carry out the devulcanization or reclaiming of GRT. The powder is either subjected to shearing action in suitable equipment like extruder or two-roll mill and partially decrosslinked or to chemical action to give reclaimed material [22]. Physical processes involve the application of mechanical, thermo-mechanical, microwave or ultrasound energy to partially devulcanize the rubber.

4. Results and Discussions

According to the literatures and previous studies, the pyrolysis techniques are an option to recycle the waste rubbers by dividing the materials, producing energy and etc. However, it is better them to return back original structure by devulcavization process to use in exact field as in the beginning, which means it is a real recycling.

4.1. Devulcanization of Tire Rubber

Regarding the tire design and standardization of thermo-chemical shear extrusion (TCSE) process for decrosslinking of the waste ground rubber tire (GRT) powder by shearing it at high temperature (1708 ±200

8C) with and without devulcanising chemicals in a counter rotating twin screw extruder. The functions of the extruder are [22]:

(1) conveying the waste GRT vulcanizate
(2) shearing and heating of the GRT powder and
(3) devulcanisation.

In a counter rotating twin-screw extruder, two screws lie side by side in a common barrel in a figure-of-eight pattern and rotate in the opposite directions. The material moves through the extruder as discrete solid particles getting devulcanized due to concerted thermal, chemical and mechanical action, and comes out as a soft, tacky solid plug.

Isayev et al [23-25] have developed a process using a continuous ultra-sonic reactor to devulcanize GRT powder, SBR, unfilled silicone rubber and carbon black filled rubber vulcanizates. Santos et al [26] used a similar ultrasonic reactor to devulcanize guayule rubber vulcanizate.

In the chemical reclaiming process, different chemical devulcanising agents like diphenyldisulphide, dibenzyl disulphide, diamyldisulphide [27-28], mercaptan, xylenethiol, iron oxide/phenyl hydrazine mixture etc. have been used for the treatment of scrap ground rubber powders at elevated temperature. De et al [29] reclaimed sulfur cured natural rubber vulcanizates using a vegetable product based on diallyldisulphide, which they called renewable resource material (RRM).Verbruggen et al [30] have studied the thermo-chemical action of diphenyl disulphide on sulfur vulcanized NR and EPDM vulcanizates and concluded that both main chain and crosslink scissions caused the network breakdown resulting in a recyclable powder.

The devulcanization process requires high energy [24] to break the -C-S-C- (285 KJ/ mol), -C-S-S-C- (268 KJ/mol) or C-Sx-C- (251 KJ/mol) bonds. It is highly desirable that this energy is selectively directed towards the cross-link sites without the scission of the main-chain. It can be achieved by a simultaneous chemical, thermal and mechanical action at nominal shearing in a twin screw extruder (TSE). Recently, there are reports of depolymerisation reactions having been carried out in TSE [31]. Khait [32] has developed a process called Solid- State Shear Extrusion (SSSE) using a co-rotating twin screw extruder at ambient temperature to produce a recyclable rubber powder.

4.2. Thermomechanical and Mechanochemical Devulcanization

In the present study, over all devulcaniziation processes have been investigated and more focused on thermomechanical and mechanohemical devulcanization processes. The most recent mechanical devulcanization technic is the screw extruder method, which can be improved. Fang et al. [33], Klingensmith and Baranwal [34], Zelibor et al. [35], and Myhre and MacKillop [36] provided comprehensive summaries of processes that are being investigated or being used for recycling waste rubber. Recently, Maridass and Gupta [37] have developed a counter-rotating twin screw extruder (TSE) to devulcanize waste ground rubber tire for recycling [2]. The principle of screw extruder method is seen in the Figure 2 [43]. In this process, breakage of crosslinking points in the three dimensionally crosslinked vulcanizate occurs selectively under the controlled temperature and shearing action. The product obtained from waste rubber powder shows satisfactory mechanical properties applicable to new rubber compounds.

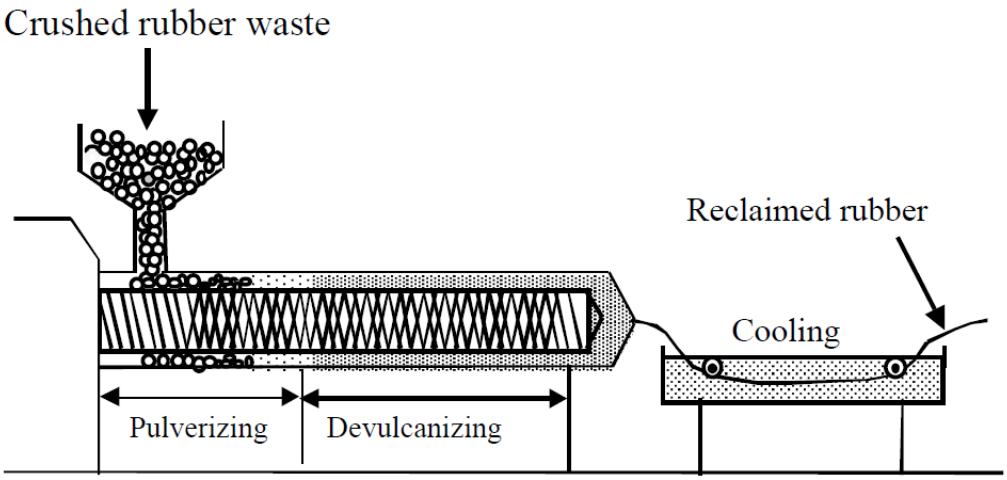


Figure 2. Screw extruder

Most of the reported studies on extruder optimizations [38, 39] were done by the one variable at a time (OVAT) experimental method, which means that only one parameter is changed while the remaining parameters were kept constant for a given set of experiments. In this case, it has been reported earlier [37] by OVAT method that extruder temperature and screw speed are the two main factors that influence the extent of devulcanization in TSE. The extruder performance can be optimized by establishing a functional relationship between the variables (screw speed and barrel temperature) and responses using response surface methodology as discussed in detail by Box [40] and Montgomery [41]. Derringer [42] has discussed elaborately the role of RSM in rubber compounding.

Chemically vulcanized natural rubber contains mono, di, and polysulfide linkage at the diene sites in a network structure [44]. So to devulcanize the rubber this cross-linked bond can be cleaved. According to Tobolsky et al.[45,46] this sulfur-sulfur cross-linked bond are is the weakest of the chemical bonds[45]. Bond energies, DC_C (in cross-linked peroxide vulcanizate) is equal to 93 Kcal=mol, DC_S_C (monosulfide cross-linked) is equal to 50–60 Kcal=mol, DC_S_S_C (disulfide cross-linked) is equal to 35 Kcal=mol and DC_S_S_S_C (polysulfide cross-linked) is equal to 27 Kcal=mol. Hence, these sulfidic bonds can break easily by using temperature, pressure, and chemicals.

Only 20%–25% mechanical properties of vulcanized natural rubber were retained using diallyl disulfide as reported by De et al [48]. Tripathy et al.[49] developed a process called high pressure high temperature sintering that converts vulcanized rubber powder into usable rubber product. But this process reverts only 35%–40% of the mechanical properties. However, incorporation of small amount of organic disulfide, such as diaryl disulfide, with the vulcanized natural rubber allows greater than 65% of the original mechanical properties of the vulcanized natural rubber to be recovered [50]. In the previous studies incorporation of a small amount of organic disulfide, such as diaryl disulfide, with the vulcanized natural rubber greater than 65% of the original mechanical properties of the vulcanized natural rubber were recovered.

5. Conclusion

The literature shows that many researches have been focused on recycling of the waste tire, in order to obtain higher benefit from this enormous source of valuable materials and directly re-usage as virgin rubber in the field. However, there are no satisfied processed improved yet. It’s needed to be improved the quality of recycled and devulcanized rubbers, to create mass recycling process, to simplify and decrease the investment and processing costs. For environmental perspective, recycling of the rubber material is an obligation. But on the other hand, especially during the pyrolysis or devuncanization process, the consumption of energy and chemicals and also investment of equipment are more likely higher than the value of waste tire rubber.

The researcher in the future studies needed to focus on increasing the process capacity of recycling rubber and find new technique to decrease of the consumptions. Based on reviewing the literature, it is thought that thermomechanical and mechanochemical devulcanization methods can be improved to decrease consumption of energy for processing and to increase the amount of devulcanized product with new approaches.

References

[1] Y. Fang, M. Zhan, and Y. Wang, Mater. Des., 22, 123 (2001).
[2] B. Maridass, B.R. Gupta. Process Optimization of Devulcanization of Waste Rubber Powder From Syringe Stoppers by Twin Screw Extruder Using Response Surface Methodology. Polymer Composites-DOI 10.1002/pc, (2008),1350-1357.
[3] S.E. Shimand and A.I. Isayev, Rubber Chem. Technol., 74, 303 (2001).
[4] E. Bilgili, H. Arastoopour, and B. Bernstein, Rubber Chem. Technol., 73, 340 (2000).
[5] K. Fukumori, M. Matsushita, H. Okamato, N. Sato, Y. Suzuki, and K. Takeuchi, JSAE Rev., 23, 259 (2002).
[6] IRSG preliminary statistics; http:==www.rubberstudy.com=STATS.htm
[7] G. K. Jana & C. K. Das, Devulcanization of Natural Rubber Vulcanizates by Mechanochemical Process, Polymer-Plastics Technology and Engineering, 44:8-9 (2005), 1399-1412
[8] A.A. Phadke; A.K. Bhattacharya, S.K.Chakraborty, S.K. De, Rubber Chem. Technol. 1983, 56, 726.
[9] N.R. Braton, Waste Age 1972, May–June, 61.
[10] N.R. Braton, J.A. Koutsky, Chem. Engg. 1974, 52 (6), 21.
[11] A.A. Harshaft, Environ. Sci. Technol. 1972, 6, 412.
[12] A.A. Phadke, S.K. De, Conserv. Recyl. 1986, 9, 271.
[13] S.R. Fix, Elastomerics 1980, 9, 112 (6), 38.
[14] A. Tukachinsky, D. Schworm, A.I. Isayev, Rubber Chem. Technol. 1996, 69, 92.
[15] L.B. Jr. Tewksbury, L.H. Howland, Can. Patent 2 469–529, 1949.
[16] E.F. Sverdrup, J. Elgin, C.U.S. Patent 2 415–449, 1947.
[17]-M.W. Rouse. Quality Performance Factors for Tire-Derived Materials, Chapter 2.Taylor & Francis Group 2005.
[18] B. Adhikari, D. De and S. Maiti, Prog. Polym. Sci., 25 (2000) 909.
[19] B. Klingensmith, RubberWorld, 203 (6) (1991) 16.
[20] J.J. Leyden, Rubber World, 203 (6) (1991) 28.
[21] I.W. Dierkes, Rubber World, 214 (5) (1996) 25.
[22]-B. Maridass, and B. R. Gupta. Recycling of Waste Tire Rubber Powder. KGK Kautschuk Gummi Kunststoffe 56. Jahrgang, Nr. 5/2003, pp. 232-236.
[23] A.I. Isayev, J. Chen and A. Tukachinsky, Rubber Chem.Technol., 68 (1995) 267.
[24] B. Diao, A.I. Isayev and V.Y. Levin, Rubber Chem. Technol., 72 (1999) 152.
[25] C.K. Hong and A.I. Isayev, J. Appl. Polym. Sci, 79 (2001) 2340.
[26] E.A. Gonzalez-De-Los Santos, F. Soriano-Corral, M.J. Lozano-Gonzalez and R. Cedillo-Garcia, Rubber Chem.Technol., 72 (1999) 854.
[27] J.C. Elgin, Can. Pat. 456,798 (1949).
[28] E.F. Sverdrup, U.S. Pat. 2,494,593 (1950).
[29] D. De, S. Maiti and B. Adhikari, J. Appl. Poly. Sci., 73 (1999) 2951.
[30] M.A.L. Verbruggen, L.V and D. Does, J.W.M. Noordermeer, M.V. Duin and H.J. Manuel, Rubber Chem. Technol., 71 (1998) 731.
[31] F. Berzin and B. Vergnes, Polym. Eng. Sci., 40 (2) (2000) 344.
[32] K. Khait, Rubber World, 216 (2) (1997) 38.
[33] Y. Fang, M. Zhan, and Y. Wang, Mater. Des., 22, 123 (2001).
[34] W. Klingensmith and K. Baranwal, Rubber World, 218, 41 (1998).
[35] J.L. Zelibor, M.H. Blumenthal, and F.E. Timmons, Recycling Scrap Tires into New Tires, Scrap Tire Management Council, Washington, D.C. (1992).
[36] M. Myhre and D.A. MacKillop, Rubber Chem. Technol., 75, 429 (2002).
[37] B. Maridass and B.R. Gupta, Kautsch Gummi Kunstst., 56, 232 (2003).

[38] K. Fukumori and M. Matsushita, R&D Rev., 38, 39 (2003).
[39] A.I. Isayev, J. Chen, and A. Tukachinsky, Rubber Chem. Technol., 68, 267 (1995).
[40] G.E.P. Box, W.G. Hunter, and S.S. Hunter, Statistics for Experimenters, Wiley, New York (1978).
[41] D.C. Montgomery, Design and Analysis of Experiments, 5th ed., Wiley, New York (2001).
[42] G.C. Derringer, Rubber Chem. Technol., 61, 377 (1990).
[43] K. Fukumori, M. Matsustia. Material Recyling Techology of Crosslinked Rubber Waste. R&D Review of Toyota CRDL, 38-1 (2003), 39-47
[44] B. Saville, A.A. Watson, Rubber Chem. Technol. 1967, 40, 100.
[45] A.V. Tobolsky, In Properties and Structures of Polymer, John Wiley and Son: New York, 1960.
[46] A.V. Tobolsky, In Polymer Science and Materials, Inter Science: New York, 1960.
[47] P. Dluzneski, Rubber Chem. Technol. 2001, 74, 3.
[48] De, D.; Maity, S.; Adhikary, B. J. Appl. Polym. Sci. 1999, 73, 2951.
[49] A.R. Tripathy, J.E. Morin, S.J. Williams, R.J. Farris, Macromolecules 2002, 35 (12), 4616.
[50] G. K. Jana & C. K. Das Devulcanization of Natural Rubber Vulcanizates by Mechanochemical Process, Polymer-Plastics Technology and Engineering, 44:8-9 (2005), 1399-1412.

DÖKÜM YÖNTEMİ İLE AÇIK GÖZENEKLİ PARÇA ÜRETİMİNDE GÖZENEK BOYUTUNUN DÖKÜLEBİLİRLİĞE ETKİSİ

THE EFFECTS OF THE PORE SIZE ON OPEN POROUS PART PRODUCTION ON CASTABILITY WITH THE CASTING METHOD

Necati Yalçın
Gazi Üniversitesi, Ankara, Türkiye, neyalcin@gazi.edu.tr

Özet

Bu çalışmada NaCl tuzları kullanılarak döküm yöntemiyle alüminyum alaşımından açık hücreli metalik köpük üretilmiştir. Gözenek geometrisini oluşturacak tuzlar bir maça sandığında sıkıştırılarak küresel hale getirilmiştir. Elde edilen küresel tuzlar, şekillendirilmiş kum kalıp içerisindeki boşluklara yerleştirilerek döküm işlemi gerçekleştirilmiştir. Köpük numuneler kalıptan çıkartıldıktan sonra su havuzunda tuz boşaltma işlemi yapılmıştır. Elde edilen köpük numunelerin yoğunluk ve gözenek geometrisi incelenmiştir. Yapılan çalışmalar neticesinde artan gözenek büyüklüğü ile numunelerin yoğunluğu 0,99 gr/cm^3'e kadar düşürülmüştür.

Anahtar kelimeler: Metalik Köpük, Döküm, Dökülebilirlik

Abstract

In this study, open-cell metallic foam was produced from aluminum alloy by casting using NaCl salts. The salts forming the pore geometry were squeezed into a core box and made spherical. The obtained spherical salts were placed in the mold cavities and casting process was performed. After the foam samples were taken from the mold, the salt pool was removed. The density and pore geometry of the obtained foam samples were investigated. As a result of the study, the density of the samples was reduced to 0.99 gr / cm^3 with increasing pore size.

Keywords: Metallic foam, Casting, Castability

1. Giriş

Köpük ve hücresel yapıya sahip gözenekli metal malzemeler çok düşük özgül ağırlık, yüksek gaz geçirgenlik ve yüksek termal iletkenlik ile birlikte iyi rijitlik gibi ilginç fiziksel ve mekanik özellikler sergilemektedir. Bu nedenle hücresel malzemeler otomotiv, havacılık, inşaat vb. pek çok alanda farklı amaç için kullanılmaktadırlar [1,2].

Metalik köpük üretmek için 1940'larda yapılan ilk araştırmalardan günümüze birçok yöntem geliştirildi [1-4]. Bu yöntemlerden en kolayı gözenekli bir boru veya gaz salan bir madde ekleyerek gazın sıvı bir metal içine verilmesidir. Ancak, bu yöntemle gözenek boyutunun ve dağılımının homojen olduğu bir köpük yapı elde etmek için uygun bir yöntem değildir. Ayrıca bu işlemlerin uygulanması, karmaşık enjeksiyon veya karıştırma sistemlerinin kullanılmasını gerektirmektedir. Bu sistemler olmadan metalik köpük üretimini gerçekleştirmek pek mümkün olamamaktadır [1].

Metalik köpük oluşturmanın bir başka yolu, gözeneklerinin bir köpüğün ağ yapısına sahip kalıp boşluğuna sıvı metal dökmektir. Sıvı metal katılaştıktan sonra ağ oluşumunu sağlayan malzeme (maça) döküm parçadan uzaklaştırılarak, açık gözenekli metalik köpük elde edilir. Döküm yöntemiyle açık gözenekli köpük parça üretiminde kalıp boşluğuna yerleştirilen maça belirli kriteri yerine getirmelidir. Özellikle, metalin dökülmesinden sonra tamamen ortadan kaldırılabilmeli ve bu işlem metalik köpüğe zarar vermemelidir [1,2]. Maça, döküm parçada izole edilmiş adalar oluşturmamalıdır. Aynı zamanda, döküm esnasında şeklini

koruyan (yani ısıyı dayanabilen) bir malzemeden yapılmalıdır. Bu nedenle kum maçalara alternatif yüksek erime noktasına sahip tuzlar kullanılmaktadır [2]. Ayrıca, kalıbın döküm sırasında eksiksiz dolumu mekanik önemli ölçüde etkiler. Homojen olmayan yapı, gözenek dağılımı ve büyüklüğü üretilen metalik köpüğün mekanik performansları beklentilerin çok altında sergilemesine neden olabilir [1,2]. Ağ yapısına sahip malzemelerin dökülebilirliğini; döküm sıcaklığı, davranışını döküm şartları, metal bileşimi, yolluk sistemi vb. pek çok değişken etkilemektedir. Farklı geometriye sahip parçalar için alternatif döküm tasarımları geliştirmek üretimde kolaylıklar sağlayacaktır.

Günümüzde askeri araçların darbe ve patlama sonucu oluşan basınç karşısında içerideki personelin güvenliği ve karayollarında artan taşıt sayısına bağlı olarak artan trafik kazaları nedeniyle can güvenliği önem arz etmektedir. Yaşanan kazalarda araç içerisinde personel, yolcu ve sürücülerde ortaya çıkan enerji sonucu yaralanma ve ölümler meydana gelmektedir. Ortaya çıkan enerjinin kısa sürede emilmesi bu olumsuzlukların şiddetini azaltacak ve araç içerisinde daha güvenli ortam oluşmasına neden olacaktır. Bu da ancak darbe emicilerle sağlanabilir. Dünyada son yıllarda metalik köpük üretimi ve karakterizasyonu üzerine araştırmalar yoğunlaşmaktadır. Ancak, ülkemizde henüz endüstriyel ölçekli hiçbir uygulama bulunmamaktadır. Bu nedenle bu çalışma metalik köpüklerin dökülebilirliğini sağlayarak özelliklerini geliştirmeyi amaçlamaktadır.

2. Deneysel Çalışmalar

Açık gözenekli metalik köpük üzerine yapılan deneysel çalışma farklı iki alaşımla yapılmıştır. Kalıplar silis kumundan üretilirken, gözenekleri oluşturacak maçalar tuzdan üretilmiştir. Yolluk sisteminde farklı bir tasarım uygulanmış, geleneksel kama yolluk yerine parçanın daha geniş yüzeylerinde dolumu sağlamak için yeni bir tasarım olan kelebek/çatal yolluk uygulanmıştır.

2.1. Malzeme

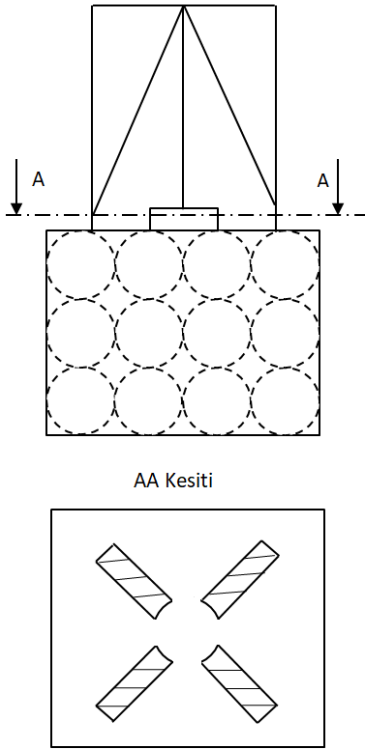
Metalik köpük malzeme bileşimi olarak ticari saflıktaki alüminyum ve AlSi alaşımı, maça yapımında erime sıcaklığı yaklaşık 800 °C olan NaCl tuzu ve kalıp malzemesi olarak silis kumu kullanılmıştır. Döküm işleminde kullanılan alüminyum malzemelerin kimyasal bileşimi Tablo 2.1'de verilmiştir.

Tablo 2.1. Açık gözenekli metalik köpük üretiminde kullanılan alüminyum alaşımlarının kimyasal kompozisyonu

Numune	Al (%)	Si (%)	Cu(%)	Mg (%)	Fe (%)	Mn (%)	Zn (%)
Numune 1	99,11	0,164	0,020	0,004	0,578	0,029	0,008
Numune 2	87,28	6,712	1,321	0,502	1,061	0,191	2,538

2.2. Açık Gözenekli Metalik Köpük Üretimi

Metalik köpüğün gözeneklerini oluşturacak maçalar bir kalıp içerisinde nemli halde sıkıştırılarak küresel formda şekillendirildi. Gözenek miktarı kadar şekillendirilen tuz küreleri, 60 °C sıcaklıkta 3 saat kurutma işlemine tabi tutuldu. Şekil 2.1'de şematik olarak gösterilen ve ebatları 48X42X34 mm olarak verilen model dereceye alınarak yaş kumla şekillendirildi. Sıvı metal tarafından kalıp dolumunun dengeli olması için şekil 2.1'de kesiti verilen kelebek/çatal yolluk bağlandı. Elde edilen kalıp boşluğuna önceden şekillendirilip kurutulan tuz küreler basit kübik şeklinde dizilerek kalıp kapatıldı. Kalıpların döküm işlemi 780 °C sıcaklıkta gerçekleştirildi ve her bir alaşım için kimyasal analiz numunesi alındı. Elde edilen parçaların yollukları kesildikten sonra fotoğraflandı (Resim 2.1 ve Resim 2.2).

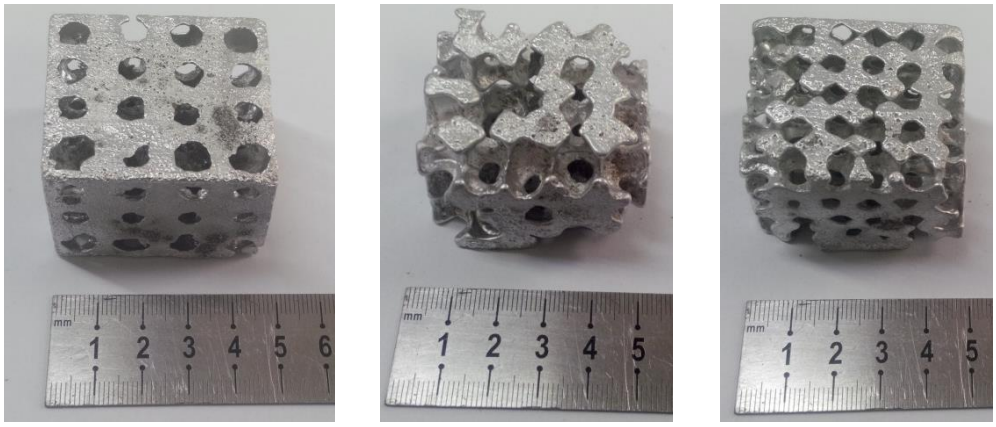


Şekil 2.1 Açık gözenekli metalik köpük üretimi için kalıp dizaynı

3. Deneysel Bulgular ve Tartışmalar

Yapılan çalışmada aynı hacim içerisine yerleştirilen tuz maçaların (12, 10 ve 8 mm) parçalarda oluşturduğu teorik yoğunluk sırasıyla 0.99, 1.46 ve 1.44 gr/cm^3 olarak belirlenmiştir. En düşük yoğunluk 12 mm çapına sahip tuz maçalardan elde edilen numunelerde tespit edilmiştir. Bu yoğunluk farklılıklarındaki 1.44 gr/cm^3 ile 8 mm gözenek büyüklüğüne sahip numune gurubunda parça geometrisine göre tuzların sıkı istiflenmesinden dolayı daha düşük yoğunluk elde edilmiştir.

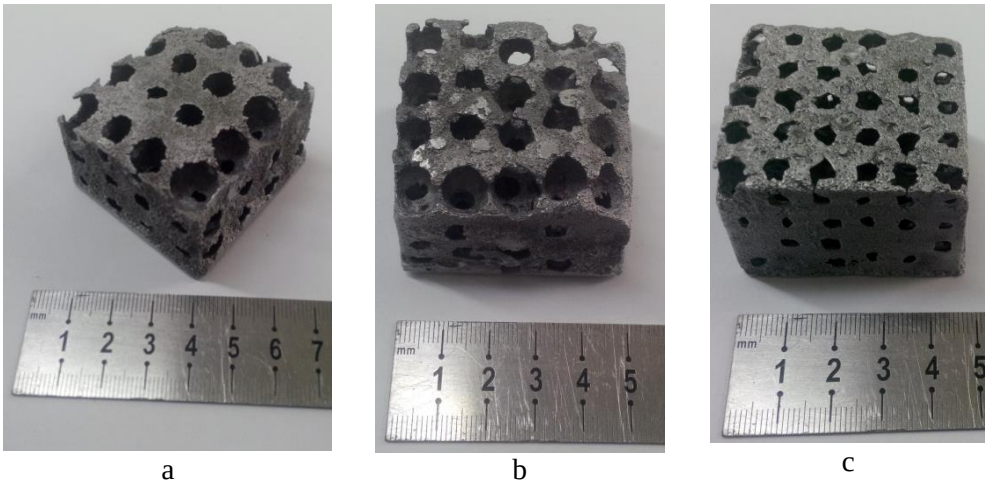
Metalik köpüklerden bir numaralı numune gurubunda gözenek büyüklüklerine bağlı olarak 780 °C sıcaklıkta dökülebilirlikleri arasında farklılıklar olduğu gözlenmiştir. Gözenek büyüklüğü arttıkça dökülebilirlikte iyileşme olduğu Resim 3.1.a'da görülmektedir. Resim 3.1.b ve c' de meydana gelen eksik dökümler gözenek boyutu ve numune 1'in kimyasal bileşiminden ve boşluklar arası kesit farklılığından kaynaklandığı düşünülmektedir. Saf alüminyumun dökülebilirliği kesit kalınlığına bağlı olarak inceldikçe zorlaşır [5]. Sağlam döküm parça elde edebilmek için döküm sıcaklığı, alaşımlama, yolluk tasarımı, döküm hızı ve vakum uygulama gibi ilave tedbirlerle bu tür malzemelerin dökülebilirlikleri geliştirilebilir [5,6]. Dolayısıyla gözenekli yapı içerisinde gözenek miktarının artması dolu hacmi arttırmakla birlikte gözenekler arası kesiti inceltmekte ve dökülebilirliği olumsuz yönde etkilemektedir.



a b c

Resim 3.1. Al alaşımından elde edilen döküm numuneler; a) 12 mm gözenek çapı, b) 10 mm gözenek çapı ve c) 8 mm gözenek çapı

Alaşım oranındaki farklılaşma ile birlikte döküm parçalarda farklılıklara neden olmuştur. Özellikle Si miktarının artması ince kesite sahip (Resim 3.2.c) numunede dahi eksik bölge gözlemlenmemiştir. Si alüminyum alaşımlarında alaşımın viskozitesini düşürerek akıcılığı arttırma özelliğine sahip bir elementtir [6]. Yüksek akıcılığa sahip Al alaşımları, genellikle silisyum oranı yüksek olan alaşımlardır. Sadece alaşımlama ince kesite sahip parçaların dökülebilirliği için yeterli olmayabilir. Özellikle parçanın her noktasına dengeli bir sıvı metal akışını sağlayacak tasarımlar da önemlidir [7-9]. Parçaların üretilmesinde tasarlanan ve uygulanan kelebek yolluk sistemi sıvı akışını yüzey boyunca dağıtarak dengeli bir dolum sağlamış ve parçaların hatasız elde edilmesine neden olmuştur. Kelebek yolluk sistemi hem ince bir meme bağlantısı sağlamış, hem de farklı noktalardan sıvı metalin akışını sağlayarak metal katılaşmadan kalıbı tam doldurması için yeterli zamanı kazandırmıştır, resim 3.2. Kelebek yolluk sistemi ile aynı kesite sahip geniş meme bağlantıları yerine aynı meme kesiti eşit kollara ayırarak parça üzerinde meme birleşme yüzeylerinin birim alanda küçülerek parçadan daha kolay ve deforme etmeden ayrılmasına imkan sağlamıştır.



a b c

Resim 3.2. AlSi alaşımından elde edilen döküm numuneler; a) 12 mm gözenek çapı, b) 10 mm gözenek çapı ve c) 8 mm gözenek çapı.

4. Sonuçlar

Tuz maçalar kullanarak döküm yöntemi ile açık gözenekli metalik köpük üretiminde alaşım ve yolluk sisteminin dökülebilirliğe etkisi üzerine yapılan çalışmalarda elde edilen sonuçlar aşağıda verilmiştir:

Parça geometrisine bağlı olarak tuz kütlelerindeki (maça) düzenli ve sıkı istiflenme metalik köpüğün yoğunluğunu önemli derecede etkilemektedir.

Alüminyum alaşımlarından elde edilen açık gözenekli yapılar için kalıp içerisinde şekillendirilen NaCl tuzlarının dökülebilirlik için bir engel oluşturmadığı, döküm esnasında şeklini muhafaza ettiği gözlemlenmiştir.

Aynı döküm sıcaklığında, artan silisyum miktarı ile açık gözenekli köpük üretiminde alüminyum alaşımlarının dökülebilirliğinin arttığı gözlemlenmiştir. Düşük silisyum oranına sahip alaşımda gözlemlenen hatalar ergiyik metalin viskozitesine bağlı akıcılığındaki düşüklükten kaynaklanmaktadır.

Kelebek yolluk tasarımının metalik köpük üretimi için özellikle düşük akıcılığa sahip Al alaşımlar (Resim 3.1.a) ve ince kesitli parçalar için etkili olabileceği sonucuna varılmıştır.

Kaynaklar

[1] Banhart, J., “Manufacture, characterization and application of cellular metals and metal foams” Progress in Materials Science, 46, 559–632, (2001).
[2] Ashby M.F., Evans AG., Fleck NA, Gibson LJ, Hutchinson JW, Wadley HNG.” Metal foams: a design guide” Butterworth–Heinemann, (2000).
[3] Gaillard, Y., Dairon. J., “Casting parts with metallic foam” 6th International Conference on Porous Metals and Metallic Foams, Bratislava, Slovakia, (2009).
[4] S. Ozan ve N. Katı , “Metal Köpükler” 6th International Advanced Technologies Symposium, Elazığ, Türkiye, (2011).
[5] Campbell, J., “Complete Casting Handbook (Second Edition), Chapter 6 – Casting Alloys”, Butterworth Heinemann Pages 223–340, (2015).
[6] John R. Brown “Foseco Non-Ferrous Foundryman’s Handbook“, Eleventh edition, Butterworth Heinemann, (1994).
[7] Hu B.H., Tong K.K., Niu X.P., Pinwill I., “Design and optimisation of runner and gating systems for the die casting of thin-walled magnesium telecommunication parts through numerical simulation” Journal of Materials Processing Technology, V 105, P128-133, (2000).
[8] Masoumi M., Hu H., Hedjazi J., Boutorabi M.A. “Effect of gating design on mold filling” V05-152(02), P1-12, AFS (Transactions American Foundry Society), (2005).
[9] Ravi B.,“Intelligent design of gating channels for casting”, Materials Science and Technology, 13:9, 785-790 (1997).

YOLCU TAŞIMACILIĞI YAPAN TAŞITLARDA IŞINIMLA ISITMA SISTEMİNİNDE KULLANILAN TEKSTİL KUMAŞININ TASARIMI

Mustafa Erol[a], Volkan Kirmaci[b], Hayri Eren[c], Ahmet Yavaş[d], Hüseyin Duran[e], Yavuz Öztürk[f]
[a]İzmir Katip Çelebi Üniversitesi, Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi, Malzeme Bilimi ve Mühendisliği Bölümü, İzmir, Türkiye.
Eposta : mustafa.erol@ikc.edu.tr
[b]Bartın Üniversitesi Makine Mühendisliği Bölümü, Bartın, Türkiye. Eposta: volkan.kirmaci@bartin.edu.tr
[c]Anadolu Isuzu Otomotiv San. ve Tic. AŞ, Kocaeli, Türkiye. Eposta: hayri.eren@isuzu.com.tr
[d]İzmir Katip Çelebi Üniversitesi, Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi, Malzeme Bilimi ve Mühendisliği Bölümü, İzmir, Türkiye.
Eposta: huseyindurann@yandex.com
[e]Bartın Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Makine Mühendisliği Anabilim Dalı Bartın, Türkiye
[f]Anadolu Isuzu Otomotiv San. ve Tic. AŞ, Kocaeli, Türkiye. Eposta: yavuz.ozturk@isuzu.com.tr

Özet

Yolcu taşımacılığı yapan araçlarda yolcu kabininin ısıtılmasında kullanılan geleneksel ısıtma sistemi, içten yanmalı motorun atık ısısını kullanarak, motor soğutma suyundan alınan atık ısıyı yolcu kabini içinde bulunan ısıtma petekleri içinden geçirerek önce kabin havasının ısıtılmasını ve ısınan hava ile kabin içindeki yolcuların ısıtılmasını sağlamaktadır. Isıtma sistemi bu işlemden dolayı oldukça fazla verim kayıpları içermektedir. İçten yanmalı bir motorun olmadığı veya içten yanmalı motorun yeterli enerjiyi üretemediği durumlarda ise, ilave yakıtlı su ısıtıcılar, elektrikrikli su ısıtıcılar veya elektikli hava ısıtıcılar gibi takviye ısıtma sistemler kullanılarak gerekli ısıtma ihtiyacı sağlamaya çalışılmaktadır. Isıtma için haricen kullanılan enerji, bazı durumlarda araç motorunun kullandığı enerji miktarına eşit miktarda enerji tüketimine kadar ulaşabilmektedir. Bu çalışmada, geleneksel ısıtma sistemi sebebiyle oluşan verimsizlikleri ortadan kaldıracak ve ısıtma sisteminin etkinliği artırarak enerji tüketimini düşürecek, ışınım özelliği sayesinde doğrudan ısıtma sağlayan iletken karbon lifler içeren dokuma tekstil kumaş bir ısıtma sisteminin araçlar üzerine uygulanabilirliği ile ilgili olarak bir çalışma yapılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Fonksiyonel tekstiller, Isıtma elemanı, Araç ısıtma, Elektrikli

Abstract

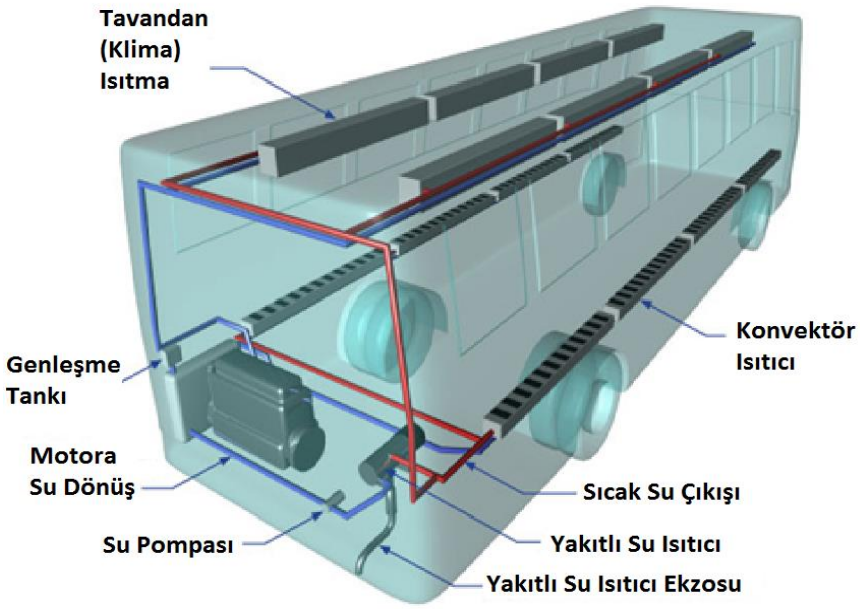
The conventional heating system used to heat the passenger compartment in passenger transport vehicles uses waste heat from the internal combustion engine to heat the cabin air and heat the passengers in the cabin by passing the heat from the engine coolant through the heating vats in the passenger cabin.The heating system contains considerable efficiency losses due to this operation. Where there is no internal combustion engine or where the internal combustion engine can not generate sufficient energy, it is attempted to provide the necessary heating need by using supplementary heating systems such as additional fuel water heaters, electric water heaters or electric air heaters.The energy externally used for heating can reach up to the energy consumption in some cases equal to the amount of energy used by the vehicle engine. In this study, a study has been made on the applicability of a woven textile fabric heating system with conductive carbon fibers that provides direct heating through the radiation feature, which will reduce the inefficiencies due to the conventional heating system and reduce the energy consumption by increasing the efficiency of the heating system.

Anahtar Kelimeler: Fuctional textiles, Heating element, Vehicle heating

1. Giriş

Fosil yakıtlı ve içten yanmalı (IC) motora sahip araçlarda yolcu kabininin ısıtılması, motor soğutma suyunu kullanan sıcak sulu ısıtma petekleri üzerinden kabin havasının geçirilerek ısıtılması ile sağlanmaktadır. Sistem, motordan atılan atık ısıyı kullanır. Motordan alınan bu atıl ısı, kabin içerisinde aracın farklı bölgelerine yerleştirilmiş olan ısı değiştirgeçlelerinden (Kalorifer, Konvektör) geçirilerek kabin havasının bu ısı değiştirgeçleri vasıtası ile ısıtılmasını sağlar. Bu süreçte, motordan alınan sıcak akışkan (atık ısıyı taşıyan

soğutma suyu), Şekil 1. de görülebileceği gibi bir borulama düzeneği ve su pompası üzerinden kabin içindeki ısı değiştirgeçlerine ulaştırılır.



Şekil 1. Yolcu araçlarında yolcu kabini ısıtma sistemi

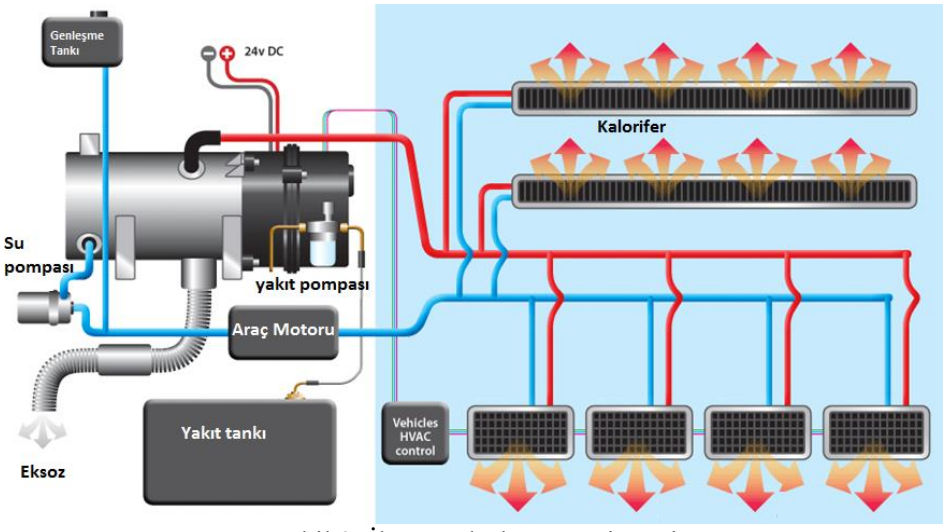
Kullanılan bu stemde, yolcu kabininin ısıtılması tümüyle motor suyunun bir sonucu olması sebebi ile, yolcu kabininin ısıl konforu da motor suyu sıcaklığından doğrudan etkilenmektedir. Dolayısı ile kış şartlarının çetin olduğu bölelerde veya motorun ilk çalışma sonrası motor suyunun henüz ısınmadığı durumlarda, yolcu kabinine yeterli ısıyı sağlayacak atık ısı da sağlanamayacağı için yolcu kabini içi ısıl konfor da olumsuz etkilenmekte, motor soğutma suyu kabini ısıtacak yeter sıcaklığa ulaşana dek kabin ısıl konforu olumsuz etkilenmektedir [1, 2]. Motorun yüke binmediği için kalorifer sistemine yeter atık ısıyı sağlayamadığı bazı durumlarda kabin içinin konfor aralığı olarak tanımlanan 22°C-26°C [3] aralığına ulaşması 30dk dan daha uzun sürebilmektedir [4].

Motor suyunun ısınma sürecinde kabin içi ısıl konfora olan bu olumsuz etkinin en aza indirilebilmesi veya soğuk iklim bölgelerinde motor ısısının yetersiz kaldığı durumlarda kabin içinin ısıtılabilmesi ve ısıl konforun iyleştirilebilmesi amacıyla Şekil 2 de araç üzerinde gösterilen, Şekil 2. de ise detaylı görüntüsü bulunan ve ilave yakıt veya bazen de elektrik enerjisi kullanılarak motor soutma suyununun sıcaklığını artırarak araç içindeki ısı değiştirgeçlerine gönderen yardımcı ısıtıcılar kullanılmaktadır.

Ancak tüm bu iyileştirmelere rağmen kabin içinde kullanılan ısı değilştirgeçleri yolcu kabininin her noktasına eşit oranda dağıtılamadığı için araç içi farklı bölgelerde farklı sıcaklıklar oluşabilmekte dolayısı ile kabin boyunca ısıl konfor farklılıkları oluşabilmektedir.

İlave yakıtlı ısıtıı kullanmanın bir olumsuz sonucu olarak da özellikle soğuk hava koşullarında ilave yakıtlı ısıtıcı kullanımının artması ile araçların yakıt tüketimi ciddi oranda olumsuz etkilenmektedir.

Detayları verilen mevcut ısıtma sistemleri hem ısıl konfor üzerine olan yetersizlikleri hemde motordan gelen atık ısının yetersiz kaldığı zamanlarda ısıl konforu sağlayabilmek için ilave yakıt kullanımını gerektiren yapıları sebebi ile günümüzün artan konfor ve düşük yakıt tüketimi beklentilerine cevap vermekte yetersiz kalmaktadırlar.



Şekil 2. İlave Yakıtlı ısıtıcı sistemi

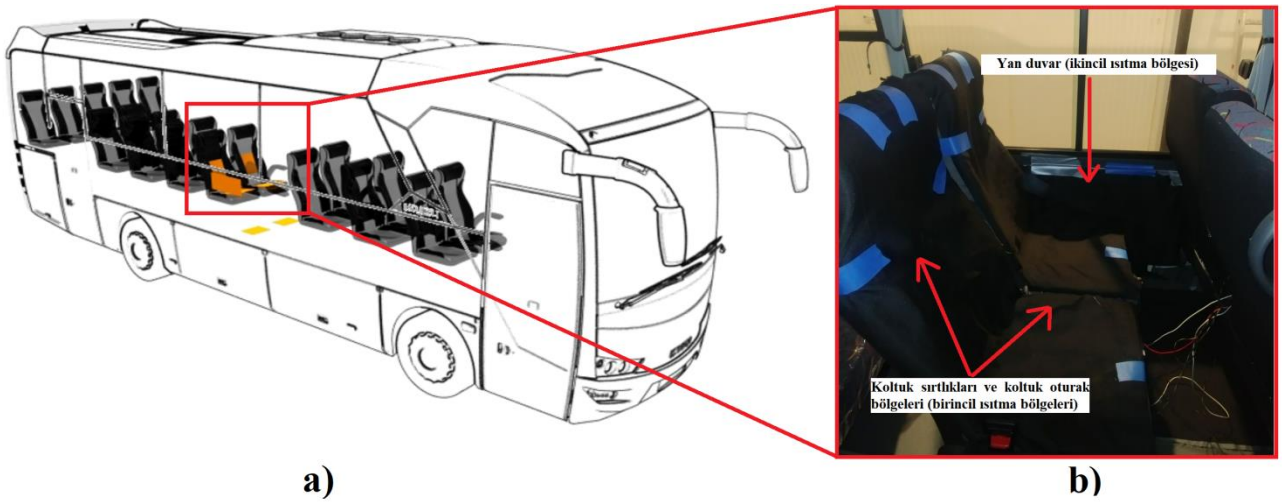
Bu çalışmada ise mevcut çalışmalardan farklı olarak, araç kabini ve yolcu ısıtma sistemlerinde iletken karbon lifler içeren dokuma tekstil kumaş içeren ısıtıcı sistemlerin kullanımı ile hem artan konfor beklentilerini karşılamada, hemde ısıtma sisteminin yakıt tüketimine olan olumsuz etkilerini ortadan kaldırmada yenilikçi ve özgün çözümler üretebilir [1,5,6].

2. Deneysel Çalışmalar

Bu çalışmada, iletken karbon lif içeren üretimi ve işlevsellikleri daha önceki çalışmalarımızda [1, 7] belirtilen dokuma esaslı kumaşlar çeşitli boyut ve geometrilerde hazırlanarak deney aracı üzerinde uygulanmıştır. Bu çalışmalarda da belirtildiği gibi; kullanılan tekstil esaslı ısıtma sistemi iletken karbon liflerin, polyester lifler ile birlikte paralel bağlı direnç devresi oluşturacak şekilde 7 cm aralıklarla dokunması suretiyle elde edilmiştir.

Isıtma eleman olarak kullanılmak üzere geliştirilen tekstil esaslı ısıtma elemanların gerçekçi performanlarının tespit edilebilmesi için sıcaklığı -7±3ºC olarak ayarlanabilen ve aracın bütünüyle test edilebildiği özel iklimlendirme odası kullanılmıştır. Performans testi amacıyla yolcu ile temas halinde olan ve sıcaklığın etkisinin en çabuk hissedilebileceği birincil derecede olduğu ısıtma bölgeleri ve araç içi ısıtmaya destek olabilecek ek ikincil ısıtma bölgeleri sırasıyla koltuk sırtlıkları- koltuk oturak bölgeleri ve yan duvarlar olmak üzere iki farklı bölge belirlenmiştir. Bunun devamında seçilen bölgeler için tüm araç yerine kısmi olarak belirlenen yan yana iki koltuk ve yine koltukların hizasındaki yan duvara belirlenen sıcaklık değerlerini elde etmek amacıyla farklı ısıtma performanslarına sahip kumaşlar tercih edilmiştir. Bu nedenle koltuklara ve yan duvarlara sırasıyla 100 cm ve 50 cm genişliğinde kumaşlar yerleştirilmiştir Şekil 3'de gösterildiği gibi yerleştirilmişltir.

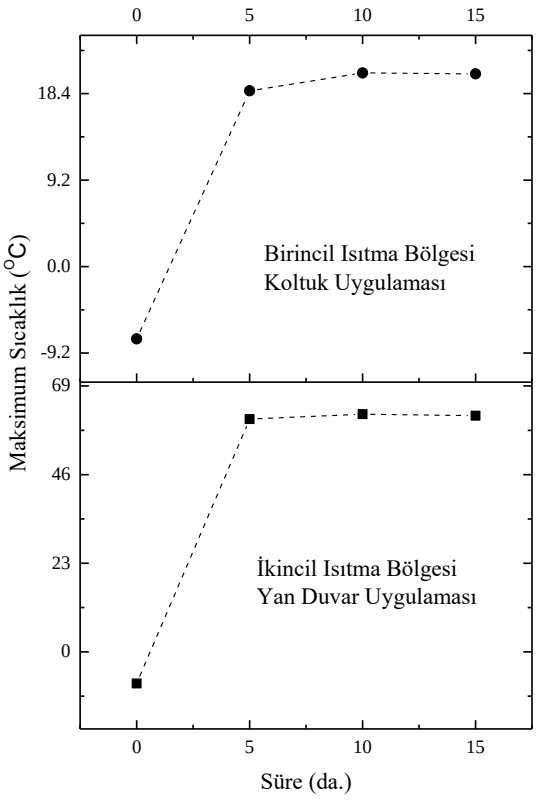
Test aşamasına geçildiğinde ısıtma pedleri bir güç ünitesine bağlanarak her birine araç elektroniğine uyumlu olması açısında 12 V elektrik potansiyeli uygulanmış ve 5'er dakika zaman aralıklarında toplam 15 dakika olmak üzere çekilen akım ve sıcaklık değerleri sırasıyloa multimetre ve termal kamera ile ölçülerek kayıt altına alınmıştır.



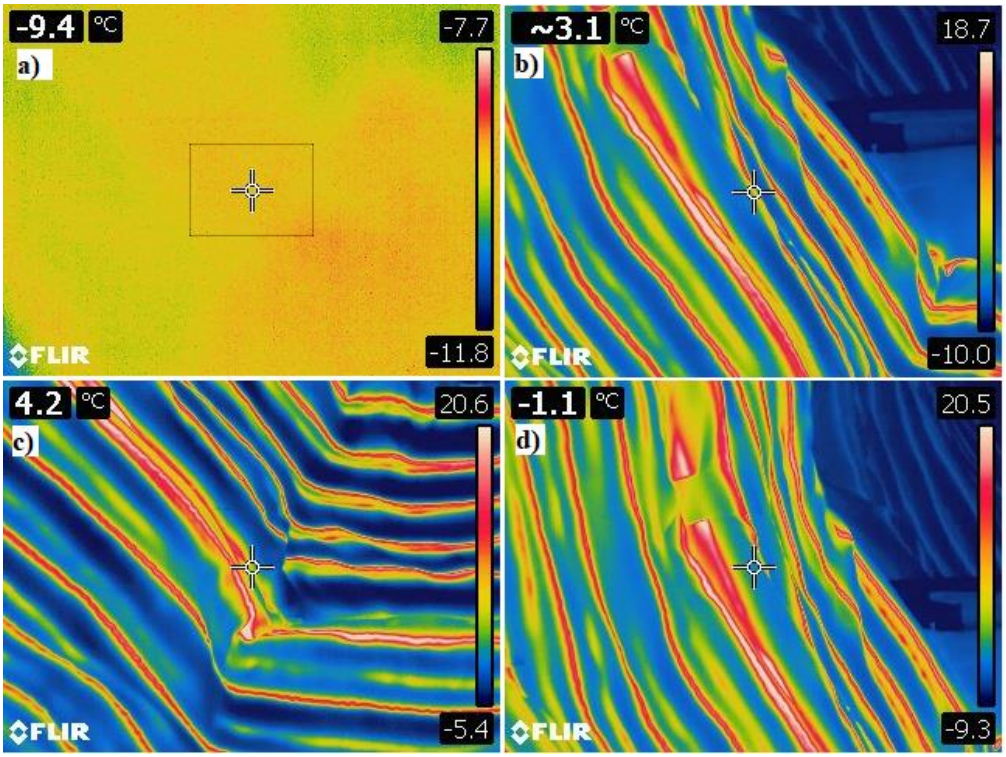
Şekil 3. a) Seçilen ısıtma bölgesi, b) Isıtma pedlerinin ısıtma bölgesine yerleşimi

3. Deneysel Sonuçlar ve Tartışma

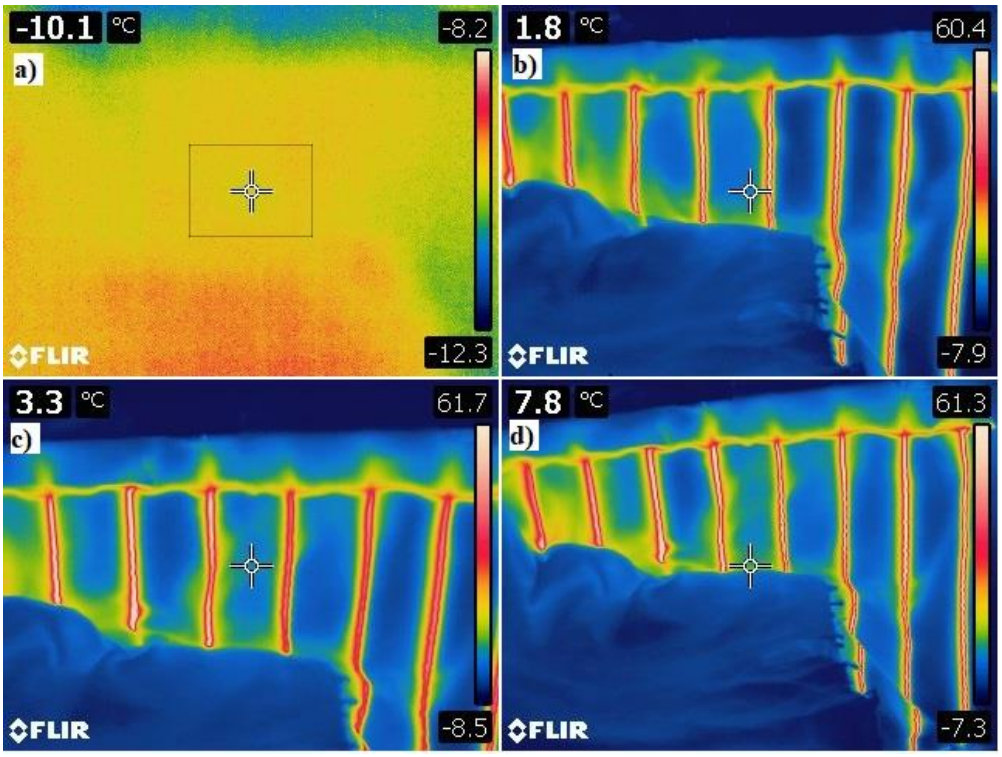
Gerçekleştirilen deneylerin sonucunda, birincil ısıtma bölgeleri olan koltuk sırtları ve oturak alanları ile ikincil ısıtma bölgesi olan yan duvarlara ait 5 dakika aralıklı sıcaklık profilleri Şekil 4.'te verilmiştir. Ayrıca sıcaklık dağılımı ve en yüksek düşük sıcaklık değerlerinin de tespit edielebilmesi için aynı sürelere ait termal kamera görüntüleri Şekil 5-6'de verilmiştir.



Şekil 4. Birincil ve ikincil ısıtma bölgelerinde zamana bağlı sıcaklık profilleri.



Şekil 5. Birincil ısıtma bölgesi olan koltuk sırtları ve oturak alanları zamana bağlı termal görüntüleri a)Başlangıç (0.Dk), b)5.Dk, c)10.Dk, d)15.Dk



Şekil 6. İkincil ısıtma bölgesi olan yan duvarların zamana bağlı termal görüntüleri **a)**Başlangıç (0.Dk), b)5.Dk, c)10.Dk, d)15.Dk

Genel olarak değerlendirildiğinde, birincil ısıtma bölgelerinde sıcaklık düzeyi ~ 20⁰ C civarında iken bu değer ikincil ısıtma bölgesinde ~ 60⁰ C'dir. Bu kapsamda elde edilen sonuçlara dayanarak koltuk ve duvarda kullanılan kumaşların boyutlarının farklı olması nedeniyle değişen direnç değerlerinden dolayı farklı performans sergiledikleri belirtilebilir. Isıtma perfrormansları tespit edilirken yan duvarlarda ve koltuklarda kullanılan kumaşların sırasıyla ~ 8 ve ~ 6 amper akım çektikleri multimetre ile tespit edilmiştir. Böylece yolcu ile direk temasta olan bölgelerde daha düşük sıcaklıklara ulaşılırken yan duvarlarda ise daha yüksek sıcaklıklara ulaşılmıştır. Her iki kumaşın termal kamera görüntülerinde de maksimum sıcaklıklara 5 dakika kadar bir sürede ulaşılabildiği görülmektedir. Bu durum, yani kısa sürede yüzey sıcaklığının artırılması özellikle soğuk iklimlerde çalışan araçlarda aracın rejime ulaşma ve bu sayede motor soğutma suyu ile ısıtma sağlama süreleri dikkate alındığında oldukça başarılı olarak değerlendirilebilir.

4. Genel Sonuçlar ve Öneriler

Bu çalışmada tekstil esaslı yeni nesil ve özgün ısıtma elemanları yolcu taşımacılığında kullanılan temsili bir araç üzerinde özel bir iklimlendirme odasında performans açısından değerlendirilmiştir. Araç üzerinde yolcu ile dorğudan temas halinde olan ve olmayan iki bölge seçilmiştir. Her iki bölgede de üretilen kumaşlar ile başarılı sonuçlar elde edilmiştir.

Elde edilen sonuçların ilgili ürünlerin bir aracın farklı noktalarında uygulamasının yapılabilmesi için umut verici olduğu belirtilebilir. Ayrıca geliştirilen sistem, motor soğutma suyu ve benzeri donanıma sahip olmayan elektrikli araçlarda sahip olunan esneklik, düşük maliyetli üretim, ayarlanabilir perrformans özelliklerinden dolayı oldukça yüksek uygulama potansiyeline sahip olduğu belirtilebilir.

İlerleyen dönemlerde aracın sıcak soğuk noktalarının tespit edilmesi, ısıtma elemanın geometrilerinin belirlenmesi ve ihtiyaç olunan güç değerlerinin tespit edilmesi ile tüm araca entegre edilebilir bir ısıtma sistemi gerçekleştirilebilir. Bu kapsamda ısıtma elemanı geometrileri değiştirilerek, başka bir değişle sistemin elektriksel direnci değiştirilerek arzu edilen sıcaklıklara ulaşılabilir.

Bu çalışma; Anadolu İsuzu Otomotive Sanayi (AIOS) ve Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu (TÜBİTAK) tarafından SANTEZ 1010.STZ.2016 nolu proje kapsamında desteklenmektedir.

Kaynaklar

[1] Eren H., Kırmacı V., Infrared Heating System Design on Commercial Passenger Vehicles, IMSTEC'16 (2016) 745-748.
[2] Sevilgen G., Kılıç M., Otomobil Kabininde Isıtma Sürecinde Isı Transfer Karakteristiklerinin Farklı Işınım Modelleri Kullanılarak Sayısal Olarak Karşılaştırılması, Uludağ Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi dergisi, cilt 16, sayı 1, 2011.
[3] ASHRAE (1992) Thermal environmental conditions for human occupancy, ANSI/ASHRAE Standard 55–1992.
[4] Qi, Z., Advances on air conditioning and heat pump system in electric vehicles: a review. Renewable and Sustainable Energy Reviews 38, 754–764, 2014.
[5] Bäuml T., Dvorak D., Frohner A., Simic D., Simulation and Measurement of an Energy Efficient Infrared Radiation Heating of a Full Electric Vehicle. In Vehicle Power and Propulsion Conference (VPPC), IEEE 1-6, 2014.
[6] Ene C.A, Stancila M, Ivanescu M, Neacsu A.C., Studies on Infrared Radiation Heating for Increasing Thermal Comfort, DPR Dräexlmaier, Romania; Leoni Wiring Systems SRL, Romania, University of Pitesti, , Romania, Automobile Dacia SA – Groupe Renault, Romania, 2013.
[7] Eren H., Kırmacı V., Erol M., Yavaş A., Duran H., Taşıtlarda İletken Karbon Lif Kullanımıyla Işınımla Isıtma Sisteminin Tasarımı, Uluslararası Mühendislik Mimarlık ve Tasarım Kongresi, 2017, Kocaeli, Türkiye.

THE EFFECT OF SINTERING TEMPERATURE ON FRACTURED SURFACE BEHAVIORS IN PPRODUCTION OF FeMn REINFORCED Cu COMPOSITES BY POWDER METALLURGY METHOD

FeMn TAKVİYELİ Cu KOMPOZİTLERİNİN TOZ METALURJİSİ YÖNTEMİYLE ÜRETİMİNDE SİNTERLEME SICAKLIĞININ KIRIK YÜZEY DAVRANIŞLARINA ETKİSİ

Aytekin Ulutaş
Balıkesir Üniversitesi Edremit Meslek Yüksekokulu Elektronik ve Otomasyon Bölümü, Balıkesir, Türkiye, E-posta: aulutas@balikesir.edu.tr

Özet

Bu çalışma farklı oranlarda FeMn alaşımları içeren Cu matrisli kompozit malzemelerin toz metalurjisi yöntemiyle üretilmesi esnasında sinterleme işlem sıcaklığının, kompozitin mekanik özellikleri içinde kırık yüzey davranışlarına etkisini incelemek amacıyla yapılmıştır. Çalışmada , 35µm boyutlarında bakır tozu 50µm boyutlarında ferromangan tozları karıştırma, presleme ve atmosfer korumalı ortamda sinterleme işlemlerine tabi tutulmuştur. Üretilen malzemeler mikrosertlik ve çapraz kırılma deneylerine tabi tutularak mekanik özellikleri incelenmiştir. Ferromangan takviyesi yapılmış numunelerde, sinterleme sıcaklığının artmasıyla kırılma enerjilerinin ve malzeme sünekliğinin artığı görülmüştür. Artan sinterleme sıcaklıkları malzemelerde daha sünek kırılmaların oluşumuna yol açmıştır.

Anahtar Kelimeler: FeMn, Cu, Kırık Yüzey, Toz Metalurjisi

Abstract

This study was carried out to examine the effect of sintering temperature on fracture surface behavior which is one of the mechanical properties of the composite during the production of Cu matrix composites containing FeMn alloys at different ratios by powder metallurgy method. In the study 35 µm Copper powder and 50 µm ferromanganese powders were subjected to blending, pressing and sintering in atmosphere protected environment processes. The mechanical properties of the materials produced were examined by subjecting them to fraction and microhardness experiments. When the fractured surface photographs and the test results of ferromanganese reinforced samples were examined; it was seen that as the sintering temperature applied to the samples increased, fracture energies and material ductility had increased. Increasing sintering temperatures have led to more ductile fractures in the materials.

Key words: FeMn, Cu, Fractured Surface, Powder Metallurgy

1. Giriş

Konvansiyonel üretim tekniklerine bir alternatif olarak geliştirilen toz metalürjisi (TM) sağlamış olduğu birçok avantajlar bakımından endüstride yaygın kullanım alanına sahiptir. Üretilebilirlik, düşük maliyet, yüksek performans sunması gibi birçok etken toz metalürjik seri parça üretimini bir anlamda popüler kılmaktadır [1]. Hemen hemen tüm TM parça üreticileri hala temel düşük teknolojili ve düşük yoğunluklu parça imalatını sürdürmektedir. Bu parçalardaki rekabet özellikle denizaşırı pazarda muazzam boyutta devam etmektedir. Yüksek yoğunluk ve daha karmaşık şekilli parça geometrisi avantajları anahtar teknolojilerle birleşince TM parça üreticilerinin eli güçlenecektir. Bu teknolojilerden ikisi yüksek sıcaklık sinterlemesi ve yağlayıcı/bağlayıcı madde teknolojisidir. Aslında bu teknolojiler birbirleriyle yakından ilgilidir. İlk karıştırmadaki segregasyonlar TM parçaların yüksek sıcaklık sinterleme şartlarını belirlemede başlıca öneme sahiptir [2]. Doğru uygulanan bu yüksek sinterleme sıcaklıkları TM parça üreticileri geleneksel üretim işlemlerine ölçülebilir faydalar sağlayabilirler [2,3].

Üretilen malzemelerin çeşitli alanlarda güvenli bir şekilde kullanılmaları için, mekanik davranışlarının iyi anlaşılması ve bilinmesi gereklidir [4]. Çoğu metal ve alaşım sisteminde olduğu gibi toz metalurjisi ile üretilen malzemelerin de mekanik özelliklerinin geliştirilmesi açısından alaşım dizaynı önem arz etmektedir [5]. Bu bakımdan çeşitli parçaların tasarımı ve üretimi açısından büyük önem taşımaktadır [4].

Malzeme kompozisyonu, sağladığı yoğunlukla, alaşım sisteminin sertleşebilirliğini arttırarak genellikle sistemin mekanik performansını yükselten alaşım elemanlarıyla eşit rol oynar [6]. Literatür araştırıldığında bakır esaslı kompozitlerdeki takviye parçacıkları olarak genellikle Al2O3, SiC, TiB2 ve WC parçacıkları kullanılmıştır [7]. Demir ve bakır esaslı malzemeler mukayese edildiğinde Bakır esaslı malzemelerin daha iyi ısıl iletkenlik ve sürtünme direnci gibi özellikleri vardır. Bu yüzden uçaklar otomobiller ve taşıyıcı fren sistemlerinde yaygın olarak kullanılmaktadırlar [8]. Saf bakır yüksek elektrik ve ısıl iletkenliğe sahip olmasına karşın, çekme, sürünme ve sertlik gibi mekanik özellikleri düşüktür. Bu bakımdan yüksek çekme mukavemetli ve sert bakır esaslı malzeme geliştirilmesi önemlidir. Bakırın mekanik dayanımı matris içerisine homojen olarak dağılmış sert parçacık takviyesi ile veya yaşlandırma ısıl işlemi ile artırılabilir [9].

TM malzemelerin doğal fiziksel özellikleri içlerinde gözeneklerin bulunmasıdır. Gözenekler gerilme birikmesine yol açtıklarından çatlaklar için oncu olabilirler. Süneklik gözenek yapısına bağlıdır, ancak darbe ve yorulma gibi dinamik özellikler gözeneğe daha hassastırlar [10]. Düşük porozitelerden dolayı gözeneklerin mekanik özelliklere etkisi de azalır. Bir malzemede yapı etkisi gerçekten yüksekse, mekanik özelliklere etkisi hakkında gözeneklerle malzeme yapısının arasında ayrım yapmak kolay olmaz [11].

Malzeme üzerine uygulanan statik veya dinamik yüklenmeler sonrasında parçada meydana gelen hasarlı (kırık) yüzeylerin gerek makro gerekse de mikro düzeyde incelenmesi parçanın geçmişi, performans derecesi ve hasar oluşum mekanizmasına katkıda bulunan ögelerin belirlenmesi açısından önemlidir. Fraktografik etütler bu yönde yapılan çalışmalardır. Esasta kırılma süreci, çatlak oluşumu (çatlak çekirdeklenmesi) ve çatlak büyümesi (çatlak gelişmesi) etaplarından oluşur. Bu tür bir etüt için çatlak çekirdeklenme yörelerinin tespiti ve çatlak ilerleme nedenleri bir anlamda proses şartlarının tekrar gözden geçirilmesine kaynak teşkil edecektir [1].

Bakır elementi demirdışı metaller içinde endüstride en fazla kullanılan metallerin başında gelir. Bakır alaşımları içinde FeMn alaşımlarının takviye elemanı olarak kullanımı bakıra yeni kullanım alanları açmaktadır. Malzemelerin mekanik özellikleri endüstride kullanım alanlarının belirlenmesi hususunda dikkate alınacak en önemli unsurlardan biridir. Malzeme üzerine uygulanan statik veya dinamik yüklenmeler sonrasında parçada meydana gelen kırık yüzeylerin gerek makro gerekse de mikro düzeyde incelenmesi parçanın geçmişi, performans derecesi ve hasar oluşum mekanizmasına katkıda bulunan öğelerin belirlenmesi açısından önemlidir. Bu incelemeler malzeme için gerek üretim süreci ve gerekse kompozisyon içindeki elemanların davranışı açısından önemli bilgiler içerir.

2. Materyal ve Metod

Bu çalışmada kullanılan metal matrisli kompozitler (MMK), ağırlıkça % 3, %6 ve %10 oranlarında ve <50 µm toz tane ebatında $FeMn_p$, bileşikleri ve ticari saflıkta 35µm boyutlarında bakır tozları kullanılarak toz metalurjisi yöntemiyle üretilmiştir. Matris ve Takviye elamanlarının bileşim miktarı Tablo 1'de verilmiştir. Cu matrise ilave edilen $FeMn_p$, tozları yatay konumda çalışan döner değirmende 1 saat süre ile karıştırılmıştır. Karıştırılan tozlar hidrolik preste 600 MPa basınçk altında ve tek yönlü dikey eksende soğuk olarak sıkıştırılmışlardır. Yavaş yavaş arttırılarak yapılan sıkıştırma işlemi esnasında kalıp duvarlarının aşınma sorunu olmaması ve sürtünme problemlerini engellemek amacıyla yağlayıcı olarak alkolle sıvılaştırılmış çinko stearat kullanılmıştır.

Tablo 1. Çalışmada kullanılan tozların içerikleri

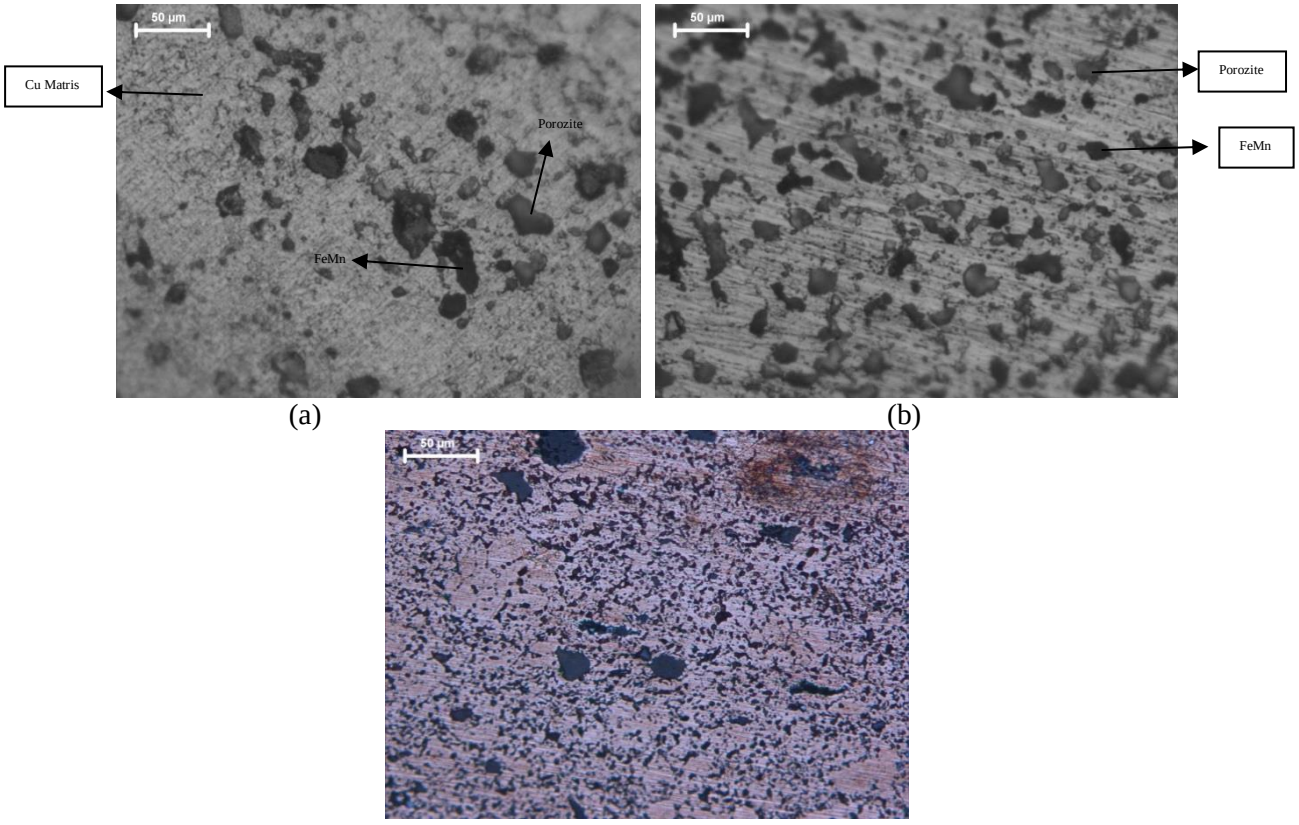
	Cu	**Fe**	**Cr**	**Mn**	**C**	**Si**
Cu	99,7					
$FeMn_p$		**Kalan**		**67,60**	**5,20**	**1**

Sinterleme işlemleri tüp fırın içerisinde değişik sıcaklıklar kullanılarak atmosfer korumalı koruyucu argon gazı ortamında yapılmıştır. Sinterleme işlemleri 750°C, 800°C ve 850°C sıcaklıklarda gerçekleştirilmiştir. Sinterleme işlemlerinin yapıldığı fırın üç farklı sıcaklık bölgesinden oluşmaktadır. Bunlar ön sinterleme sinterleme ve soğuma bölgeleridir. Ön sinterleme bölgesinde fırın ilk sıcaklık olan 750°C sıcaklığa 2 saat 30 dakikada ikinci sıcaklık olan 800°C sıcaklığa 2 saat 45 dakikada ve üçüncü sıcaklık 850°C sıcaklığa 3 saatte çıkmıştır. Tüm numuneler sinterleme bölgesinde 750°C, 800°C ve 850°C sıcaklıklarda 1 saat süre kalmıştır. Soğuma bölgesinde ise 40°C sıcaklığa 750°C'taki numuneler 2 saat 15 dakikada 800°C'taki numuneler 2 saat 30 dakikada 850°C'taki numuneler 2saat 45 dakikada indirilmiştir. Sinterleme sonrası blok numunelerdeki sinterleme davranışını ve faz dönüşümünü görebilmek için bazı numunelerin optik mikroskop çalışmaları yapılmıştır. Numunelerin çapraz kırılma işlemleri yapılarak kırılma sonucu oluşan yüzey şekillerini incelemek amacıyla SEM görüntüleri alınmıştır. Ayrıca numunelere mikrosertlik testi yapılarak mekanik özellikleri hakkında elde edilen değerler mikroyapı ve kırık yüzey görüntüleri ile karşılaştırılmış, kırık yüzey davranışları tespit edilerek malzeme karakterizasyonu sağlanmıştır.

3. Deney Sonuçları ve Tartışma

3.1 Mikroyapı Görüntüleri

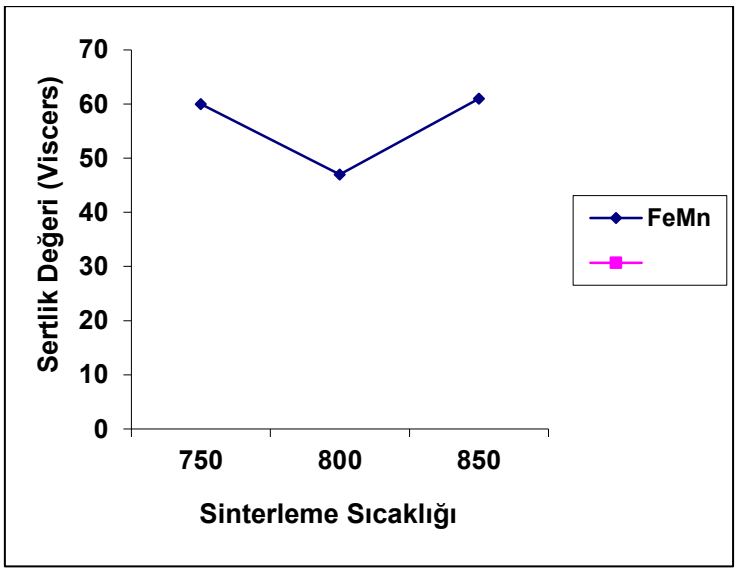
Deneylerde kullanılan FeCr ve FeMn takviyeli Cu kompozitin mikroyapı görüntüleri Şekil 2de sunulmuştur. Preslenmiş bir parçada uygulanan yük altında hem plastik sekil değişimi hem de yoğunlaşma beklenir. Resimler incelendiğinde toz sekli ve boyut dağılımının düzgün ve alaşım matrisleri arası iyi bağlanmış MMC ler elde edildiği görülmüştür. Yapı incelendiğinde gözenek dağılımının varlığı rahatlıkla gözlenmektedir. Ancak görüntülerde, uygulanan süreç şartlarının bir sonucu olarak özellikle gözenek miktarı ve dağılımında belirgin bir farkın var olduğu da gözlenmektedir. Numuneler içinde sinterleme sıcaklığına bağlı olarak gözenek dağılımı ve partikül fizyolojisinde oluşan farklılıklar dikkate alındığında artan sinterleme sıcaklığına bağlı olarak tüm numunelerde bakır matrisin 750 °C sıcaklıkta düzgün sinterleme dağılımının oluştuğu artan sıcaklıklarda bakır matris içinde gözeneklerin toparlanarak birleştiği ve Cu matrisin takviye elemanı bağlantılarının arttığı açıkça görülmektedir. Sinterleme esnasında Bakır malzemede herhangi bir yüklenme altında malzeme için heterojen ve uniform olmayan öğeler (mikroyapı, kalıntı türü ve dağılımı, gözenek boyutu ve dağılımı vb) değişken gerilim konsantrasyonlarına neden olup hasarın oluşmasına kaynak teşkil edecektir [1].



Şekil 1. FeMn takviyeli Numunelere ait mikroyapı görüntüleri a)750°C b)800 °Cc)850°C

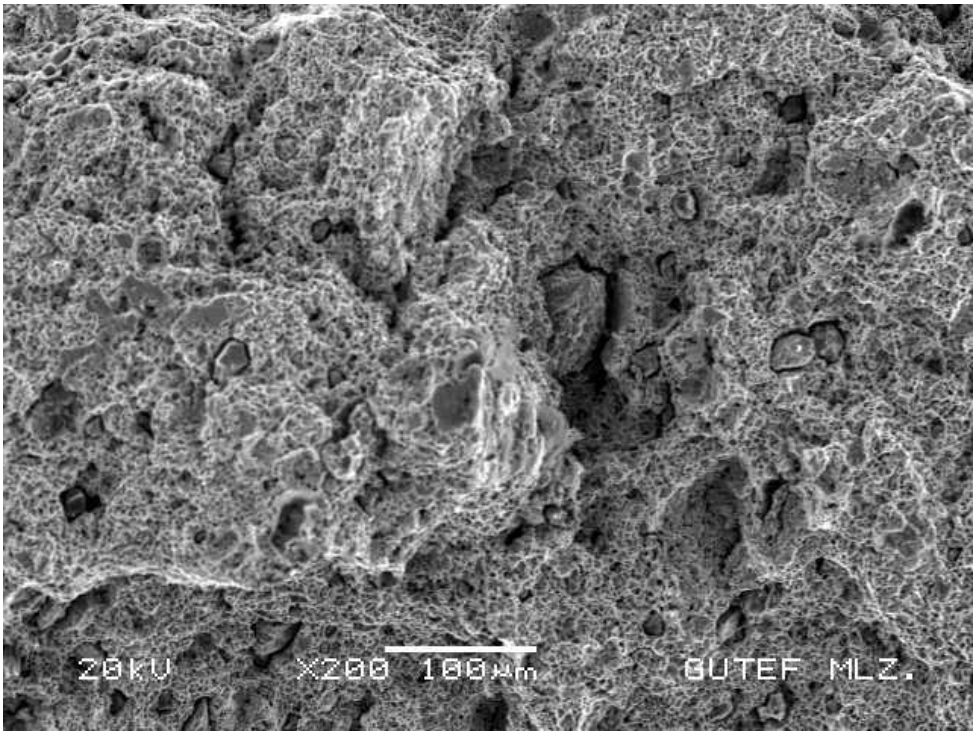
3.2. Sertlik Değerleri

750 °C sıcaklık altında 1 saat süreyle sinterlenen numunelerin gösterdikleri sertlik değerleri numune sinterleme sıcaklığı 800 °C dereceye çıktığında düşmektedir. Sinterleme sıcaklığı 850 °C derece de ise numune sertlik değeri ilk değerleri de geçerek artmıştır.

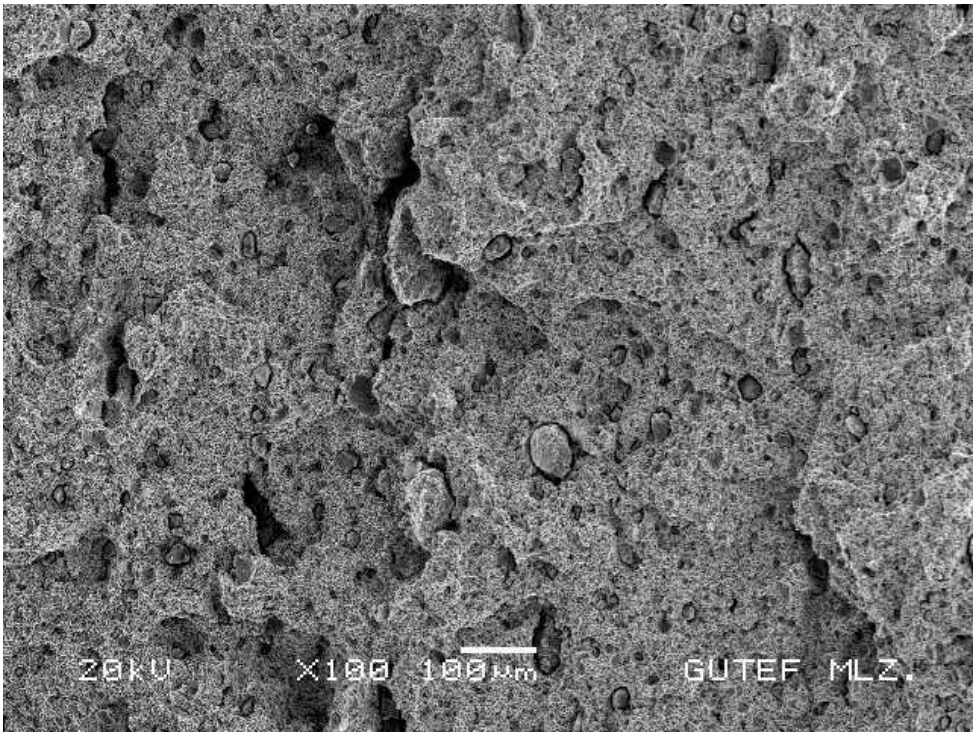


Şekil 2. FeMn miktarına bağlı sertlik değerleri tablosu

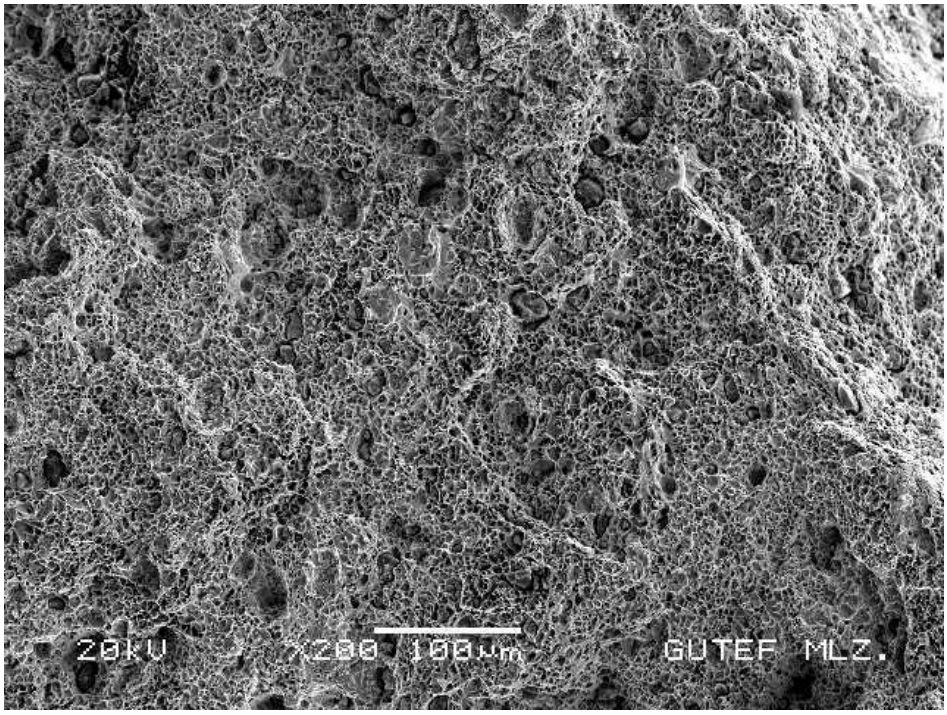
3.4. Kırık Yüzey İncelemeleri



Şekil 3. %3 FeMn oranına sahip 750 °C sıcaklıkta sinterlenmiş numunenin SEM kırık yüzey görüntüsü

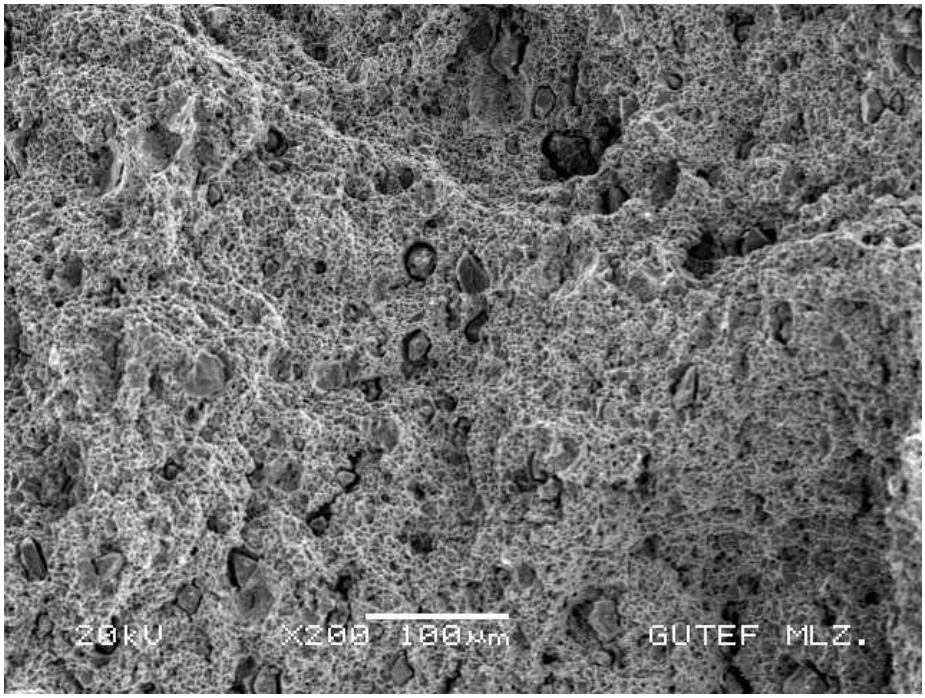


Şekil 4. %3 FeMn oranına sahip 800 °C sıcaklıkta sinterlenmiş numunenin SEM kırık yüzey görüntüsü



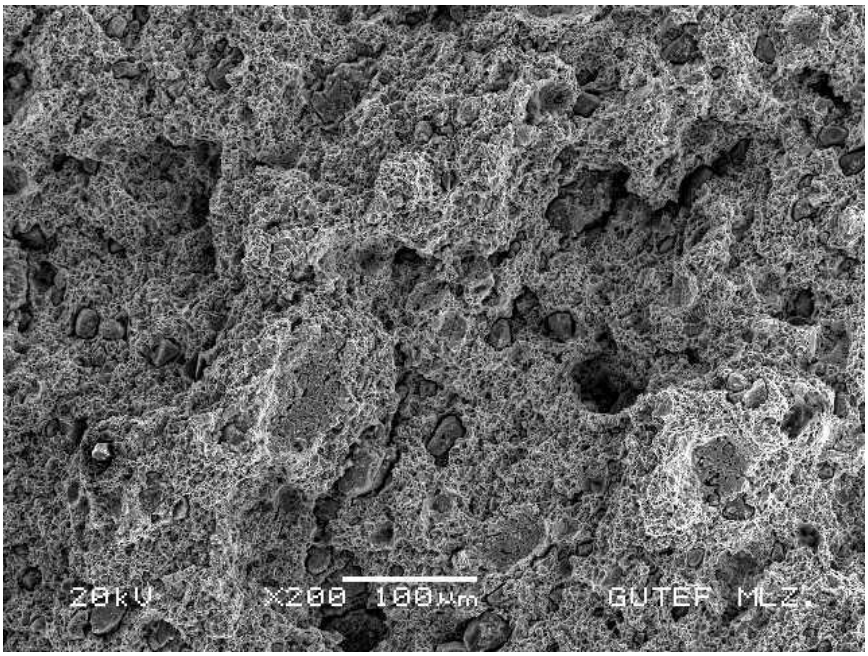
Şekil 5. %3 FeMn oranına sahip 850 C sıcaklıkta sinterlenmiş numunenin kırık yüzey (SEM) görüntüsü

numuneler arasındaki değerlendirmede sinterleme sıcaklığı ile kırılma enerjisi arasındaki değişim daha açık görülmektedir. 750 °C ta sinterlenmiş numunenin kırık yüzeyi 850 °C ta sinterlenmiş numuneye göre daha gevrek kırkılma gösterdiği ve kırık yüzeyde çatlak ve boşlukların daha fazla olduğu açıkça görülmektedir. Şekil 8'de verilen Ferromangan ilavesinin %3 olduğu numunenin kırık yüzey fotoğrafına bakıldığında diğer numunelerle karşılaştırıldığında daha sünek bir kırılma gösterdiği anlaşılmaktadır. Sinterleme sıcaklığı arttıkça kırılma enerjisi yükselmektedir.

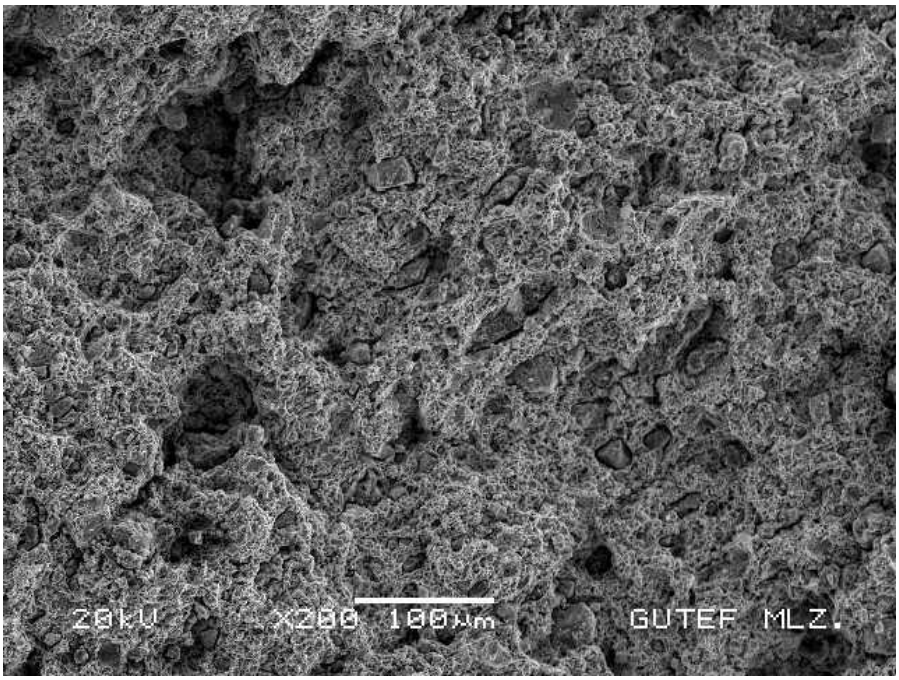


Şekil 6. %3 FeMn oranına sahip 800 °C sıcaklıkta sinterlenmiş numunenin kırık yüzey (SEM) görüntüsü

FeMn takviye partiküllerinin artışına bağlı olarak numunenin mekanik özelliklerinde değişimler oluşturduğu görülmektedir. Bu değişim her takviye partikülünün yapı içindeki özelliklerini koruduğu ve bu nedenle sertlik değerlerini bu yönde etkilediği gözlenmektedir. FeMn bakır matris içine %3 ve % 6 ve %10 oranlarında kullanılmıştır. Kırık yüzey görüntüleri incelemesinde takviye partikülü artışına bağlı olarak kırık yüzeylerde daha fazla partikül takviyesi elemanına rastlanması kırıkların başlangıç noktası olarak takviye elmanı matris ara yüzeyinde oluştuğunu göstermektedir. Bu ara yüzeylerde difüzyon mekanizmalarının bağlayıcı rol oynayacak güçte olmadığını göstermektedir. Ayrıca artan % FeMn oranına paralel olarak malzemedeki gevreklikte artmaktadır.



Şekil 7. %6 FeMn oranına sahip 800 °C sıcaklıkta sinterlenmiş numunenin kırık yüzey (SEM) görüntüsü



Şekil 8. %10 FeMn oranına sahip 800 °C sıcaklıkta sinterlenmiş numunenin kırık yüzey (SEM) görüntüsü

Mikroyapı ve SEM kırık yüzey görüntüleri birlikte incelendiğinde yapı içerisinde FeMn parçacıklarının varlığının kırılma davranışlarını doğrudan etkilediği görülmektedir. Ancak sisteme giren Fe parçacıklarının sinterleme sıcaklığı artışına bağlı olarak difüzyon mekanizmalarını geliştirdiği, parçacık matris ara yüzeyinde malzeme devamlılığını sağlayacak difüzyon mekanizmasının varlığına sebep olduğu görülmüştür. Keke Gan ve arkadaşları [12] yaptıkları çalışmada Cu matris içinde SiC partikülü ilavesinde Fe kullanımının malzemenin mekanik özelliklerine etkisini incelemişler ve uygun Fe konsantrasyonu eklenmesinin, malzemelerin arayüz bağlanmasını, mekanik, termal ve fiziksel özelliklerini geliştirdiğini ortaya koyduğunu söylemişlerdir.

4. Sonuç ve Öneriler

1. Bakır matris içerisine takviye edilen FeMn parçacık oranı arttıkça kırık yüzeylerde gevrek kırılmaların arttığı gözlemlenmiştir.
2. Takviye partikülü miktarı artışı malzeme davranışını gevrekleştirmiştir.
3. Artan sinterleme sıcaklığına bağlı olarak malzemenin mukavemet değerleri yükselmiştir.
4. Sinterleme sıcaklığı mikroyapı içeresinde difüzyon mekanizmalarını harekete geçirdiğinden matris takviye partikülü arayüzey bağlantıları daha çok güçlenmiş bu durum sünekliği arttırmıştır.

Yapılan çalışmalar sonucunda elde edilen deneyimler göz önüne alındığında bundan sonraki çalışmalarda Cu matris içerisine başka ferro alaşımlar ilave edilerek yeni durumda mekanik özellikler ve kırık yüzey davranışları incelenebilir. Ayrıca Cu matrisli MMC'ler için sinterleme sıcaklığı arttırılarak Sıvı faz sinterleme mekanizmaları da denenmelidir.

Kaynaklar

[1] Karagöz, S.,vYamanoglu, R., Atapek, S.H., "Sinter Sertlenmiş Toz Metalurjik Bir Çelikte Hata Karakterizasyonu", 5. Uluslararası İleri Teknolojiler Sempozyumu (IATS'09), Karabük, (2009).

[2] Schaberl, J.W., Baran M.C. Marucci, M.L., Posteraro, R.A., "Economıcs and benefıts of hıgh temperature sınterıng of hıgh performance alloys",International Conference On Powder Metallurgy & Particulate Materials, Florıda Usa, (2002).

[3] Sanderow, H. I., High Temperature Sintering in Ferrous Powder MetallurgyComponents, ASM Handbook, Vol. 7, 828 - 833, Ohio, (1998).

[4] Yılmaz, R., Özyürek, D., "Toz metalurjisi ile üretilen FE-CU-C esaslı malzemelerin aşınma özellikleri", 5. Uluslararası İleri Teknolojiler Sempozyumu (IATS'09), Karabük, (2009).

[5] Gething, B. A., Heaney, D. F., Koss, D. A., Mueller, T.J., 'The effect of nickel on the mechanical behavior ofmolybdenum P/M steels' Materials Science and Engineering 390, 19–26, (2005).

[6] Davala, A.B., Graham, A.H., Causton, R.J.,"Applıcatıon Of Hıgh Performance Materıals And Processes -Alloy Systems", International Conference on Powder Metallurgy & Particulate Materials, Nevada USA, (1998).

[7] Zhang, L. He, X.B., Qu, X.H., Duan, B.H., Lu, X., Qin, M.L., "Dry Sliding Wear Properties of High Volume Fraction Sicp/Cu Composites Produced By Pressureless Infiltration", Wear 265(11–12), 1848-1856, (2008).

[8] Xiong, X., Sheng, H.C., Chen, J., and Yao, P.P., "Effects of Sintering Pressure and Temperature on Microstructure Andtribological Characteristic of Cu-Based Aircraft Brake Material", Trans. Nonferrous Met. Soc. of China. Volume:17, pp:669-675, (2007).

[9] Tjong, S.C., Lau, K.C., "Tribological Behaviour of SiC Particle-Reinforced Copper Matrix Composites", Materials Letters, Volume 43, pp:274-280, (2000).

[10] James, W.B., McdermottM.J., Powell, R.A., Powder Metal Technologies and Applications, ASM Handbook, Vol. 7, 803-827, (1998).

[11] Savitskii,A. P., Zhdanova V.N. and Girya E.N., "The effect of sintering temperature on the strength of powder copper subjected to repeated pressing", Powder Metallurgy and Metal Ceramics, 3: 311(1964).

[12] Gan, K., Gu M.Y., Mu, G.,"Effect of Fe on the properties of Cu/SiCp composite", J Mater Sci (2008).

GRADE A GEMI SACLARINDA KAYNAK BÖLGESININ SERTLIĞINE KOROZYONUN ETKISI

Mesut Gültekin[1], Hanifi Çinici[2], Uğur Arabaci[2], Tayfun Findik[2], Aytekin Ulutaş[3]
[1] MEB, Türkiye
[2] Gazi Üniversitesi, Teknoloji Fakültesi, Metalurji ve Malzeme Mühendisliği, Türkiye
[3] Balıkesir Üniversitesi, Edremit MYO, Türkiye

Özet

Ergitmeli kaynak yöntemleri ile birleştirilen Grade-A gemi saclarının kaynak bölgelerinin sertliğine korozyonun etkisi araştırılmıştır. Bu amaçla Grade-A gemi sacları Gazaltı, Tozaltı ve elektrik ark kaynak yöntemleri ile birleştirilmiştir. Daha sonra bu sacların bir kısmı korozyon işlemine tabi tutulmuştur. Korozyon işlemine tabi tutulan ve korozyon işlemine tabi tutulmayan sacların kaynak bölgelerinin sertlik ölçümleri ve mikroyapısal incelemeleri yapılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Grade A, Gemi sacı, Ergitmeli kaynak yöntemleri

Abstract

The effect of corrosion on the hardness of the weld zones of Grade-A ship steel sheets joined with fusion welding methods was investigated. For this purpose, Grade-A shipboards are joined with gas, submerged arc and electric arc welding methods. Then some of these sheets were subjected to corrosion treatment. Hardness measurements and microstructural investigations of the weld zones of the corrosion-treated and non-corroded sheets were carried out.

Keywords: Grade A, Ship sheets, Fusion welding methods

1. Giriş

Gemi yapım endüstrisinin önemi her geçen gün biraz daha artmaktadır. Bu nedenle teknik ve ekonomik bakımdan kaliteli ve uzun ömürlü gemilerin yapılması gerekmektedir. Bu anlamda kaliteli ve ekonımik gemilerin üretimi ile ARGE çalışmaları gemi üreticilerinin uluslararası rekabet bakımından oldukça önemlidir. Bu bakımdan kaliteli tasarım ile düşük maliyetli ve yüksek kaliteli gemi üretimi gerçekleştirilerek rekabet gücü artırılmaktadır [1].

Ülkemizde gemi sacı olarak farklı tiplerde çelikler kullanılmaktadır. Bunlardan Grade A çelik seri olarak üretilmektedir. Metal gemilerin yapımlarının kalitesi, güvenirliği ve ekonomikliği gemi kaynak bağlantılarının kalitesine, güvenirliğine ve ekonomikliğine bağlıdır. Gemi inşasında kaynaklı imalat üretiminin hemen hemen tamamını oluşturmaktadır. Örtülü elektrotlar ile ark kaynağı ilk kaynak yöntemi olması nedeniyle gemi üretiminde bir süre kullanılmış olup, zamanla bu kaynak yönteminin dezavantajları nedeniyle yarı otomatik bir yöntem olan gazaltı kaynak yöntemleri kullanılmaya başlamıştır. Otomatik taşıyıcı sistemlere ve kaynak robotlarına adaptasyonun mümkün olması nedeniyle gazaltı kaynak yöntemeri tersanelerde en çok kullanılan yöntemlerden biri olmuştur [2-4]. Tozaltı kaynağı yöntemi ile birleştirme en uygun sonucu vermektedir. Klasik kaynak makineleri ile sadece düz alın ve köşe pozisyonlarındaki kaynakları yapılabilmektedir. Çok yüksek amper kullanılarak yapılan bu yöntemde uygun nufuziyete sahip birleştirmeler sağlanabilmektedir [2,5]. Günümüzde teknolojinin gelişmesine paralel olarak robot teknolojisi, lazer kaynağı ve çeşitli hibrit kaynak yöntemleri başarı ile gemi imalat sektöründe kullanılmakta ve bu kaynak yöntemlerinin avantajlı yönleri birleştirmelerde değerlendirilmektedir [6,7]. Gemilerin imalatında kalitenin arttırılması ve istenen servis özelliklerinin sağlanabilmesi için bazı hususların dikkate alınması gerekmektedir. Bunlar gemi imalat çeliklerinin yapısı ve mekanik özelliklerinin belirlenmesi, uygun kaynak yöntemi ve dolgu metalinin seçimi, kaynak esnasında yüksek ısı sonucunda oluşan deformasyonların nedenleri ve çareleri, kaynak planları ve kaynak parametrelerinin seçimidir [2,5].

Gemi gibi yük taşıyan malzemelerin dinamik yüklere karşı davranışı oldukça önemli olup, dinamik yükler altında göstereceği kırılmaların mekanizmaları, mekanik özellikler ile mikro yapı ilişkilerinin belirlenmesi üretilen konstrüksiyonların daha güvenli olmaları bakımından oldukça önemlidir [8,10]. Bu çalışmada, elektrik ark, gazaltı ve tozaltı kaynak yöntemleri ile birleştirilen Grade-A gemi sacının kaynak bölgesinin sertliğine korozyonun etkileri araştırılmıştır.

2. Malzeme ve Metot

Bu çalışmada deney malzemesi olarak, ark kaynak yöntemleri ile birleştirilebilen, Grade-A Gemi Sacı seçilmiştir. Grade-A sacına ait kimyasal özellikler ve fiziksel özellikler Çizelge 1'de verilmiştir.

Çizelge 1. Grade-A Gemi Sacının Kimyasal ve Fiziksel Özellikleri

Kimyasal Bileşim							**Fiziksel Özellikler**		
C	**Mn**	**P max.**	**S max.**	**Si**	**Al max.**	**Cu max:**	**Çekme Kg/mm²**	**Akma Kg/mm²**	**Uzama % min.**
.12-23	**.70-90**	**.020**	**.030**	**.25**	**.10**	**.20**	**41-50**	**24**	**21**

Grade A gemi saclarının birleştirilmesinde, Tozaltı kaynağında 428 amp, 28 volt 33 m/dak hız, Oerlikon SW 702Mo Tozaltı kaynak teli ve SF 104 Kaynak tozu kullanılmıştır. Elektrik ark kaynağı FOX EV 60 8018 Ø2,5x450 elektroduyla yapılmıştır. Gazaltı kaynağında ise OERLİKON Ø1,2 MG2 MASİF GAZALTI TELİYLE kullanılmıştır. Malzemeler kaynak öncesi temizliğe tabi tutulmuştur. Gerekli sabitleme sağlanmış ve Grade-A kalite plakalar alın pozisyonunda, kaynak ağzı açılmaksızın çift taraflı olarak kaynatılmıştır.

Yapılan çalışmada, sertlik testleri kaynak yönüne dik kesitten alınan numuneler üzerinde yatay doğrultuda yapılmıştır. Deneylerde Time TH 300 marka sertlik test cihazı ile 1/16″ çelik bilye ile 100 kgf yük 10 saniye süre ile uygulanarak ölçümler yapılmıştır. Sertlik ölçümleri kaynak merkezinden başlamak üzere malzeme kesit kalınlığının 2 mm'lik doğrultusu boyunca her iki tarafa 2 mm aralıklarla toplam 31 noktadan alınmıştır (Şekil 1).



Şekil 1. Sertlik testi planı

Korozyon deneyleri, % 5 NaCl çözeltisinde tuz püskürtme kabini (Nötr Tuz Püskürtme (NSS) Testi) içersinde, Q-LAB marka SSP1100 tipi tuzlu sis korozyon cihazında gerçekleştirilmiştir. Korozyon deneyleri, "TS EN ISO 9227 standartına uygun olarak yapılmıştır.

2.1. Mikroyapısal Karakterizasyon

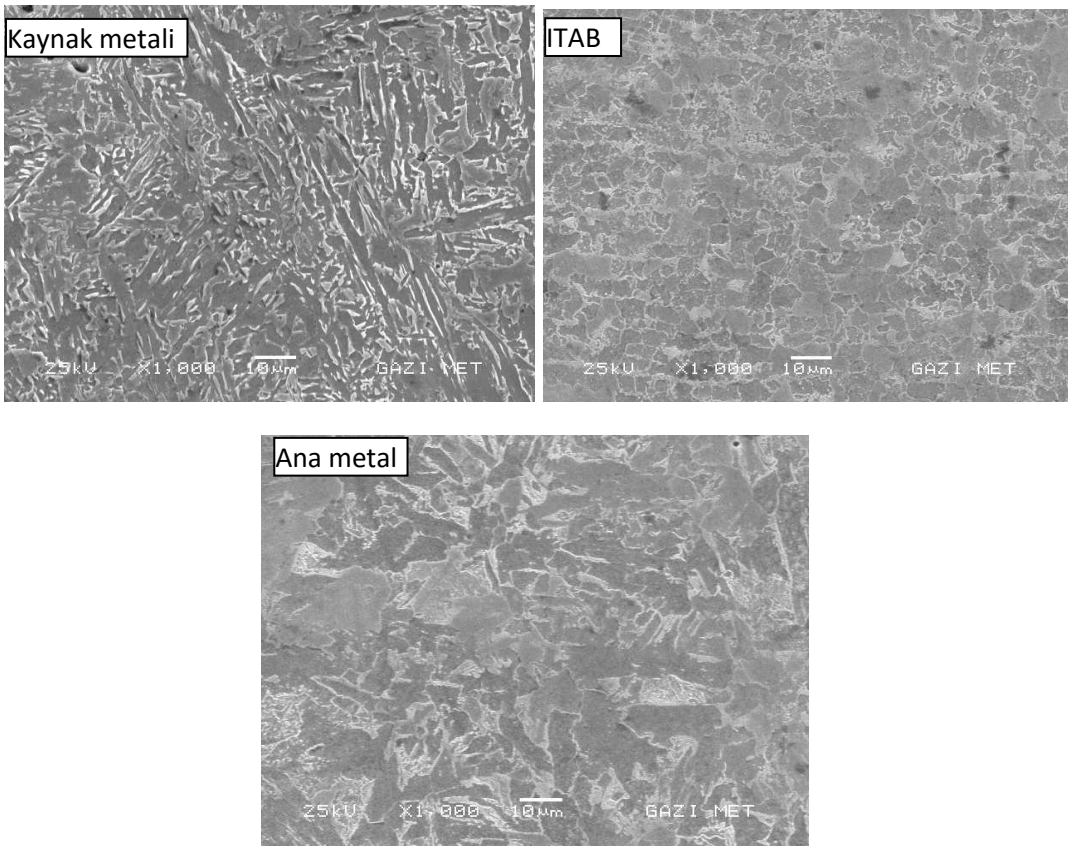
Şekil 1-6'da verilen mikroyapılar incelendiğinde kaynak metalinde ısı girdisine bağlı olarak koyu renkli perlit ve açık renkli ferrit tanelerinin kolonsal yapıda olduğu görülmektedir. Isı girdisinin artışına bağlı olarak bu kolonsal yapıların irileştiği en yüksek ısı girdisi ve en yavaş soğumaya bağlı oalrak ta en iri kolonsal yapının tozaltı kaynak merkezinde olduğu tespit edilmiştir.

ITAB bölgelerinde ise yine ısı girdisi ve soğuma hızına bağlı olarak tanelerin büyüme gösterdiği, kolonsal yapıdan daha çok bir toparlanma olduğu görülmektedir. Özellikle elektrik ark ile yapılan kaynakta ITAB'daki tanelerin düşük ısı girdisi ve daha hızlı soğumaya bağlı oalrak tanelerin inceldiği ve daha homojen bir yapıya sahip olduğu tespit edilmiştir.

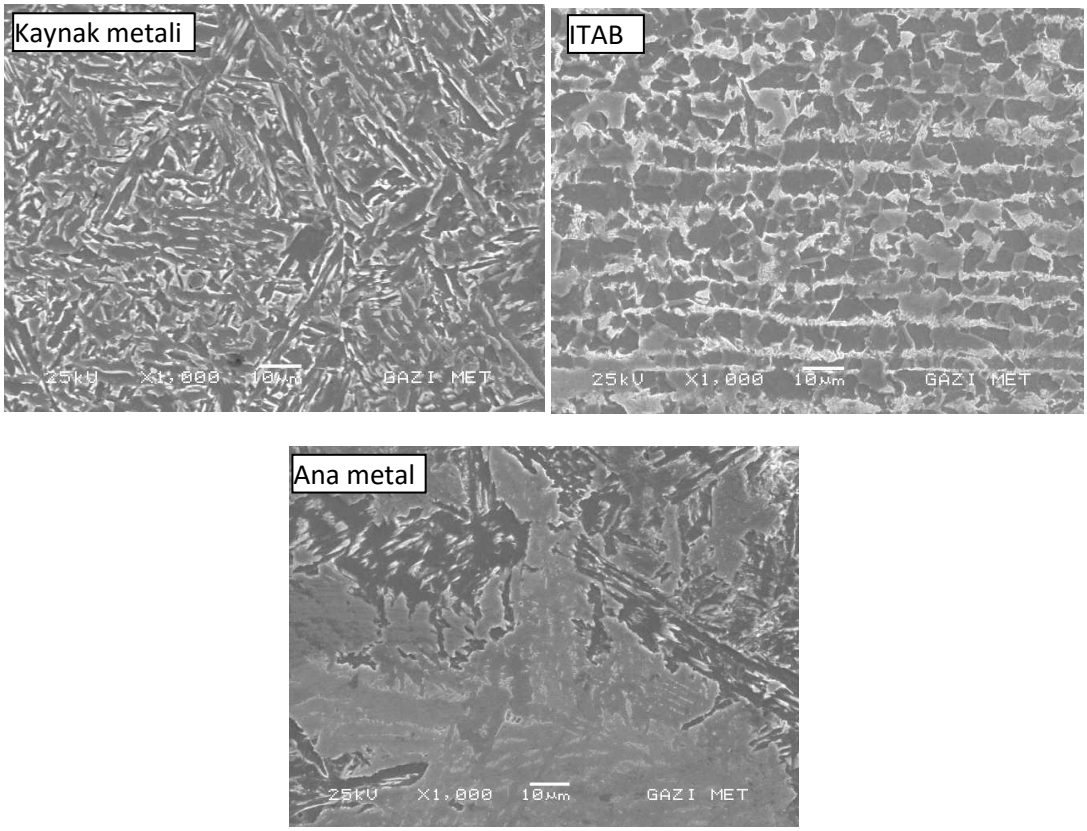
Elektrik ark kaynağı numuneleri üzerinde korozyonun etkisi incelendiğinde kaynak metali bölgesinde ferrit tanelerinin birleştiği ve büyüdüğü, perlit tanelerinin ise büyük ferrit adacıkları arasında yer aldığı

görülmüştür. ITAB'da ise tane yapısının çok inceldiği ve daha homojen bir dağılım gösterdiği görülmüştür. Gazaltı kaynağında ise kaynak merkezinde ve ITAB bölgesinde perlit tanelerinin korozyon etkisiyle bir miktar büyüdüğü ve daha belirgin hale geldiği tespit edilmiştir.

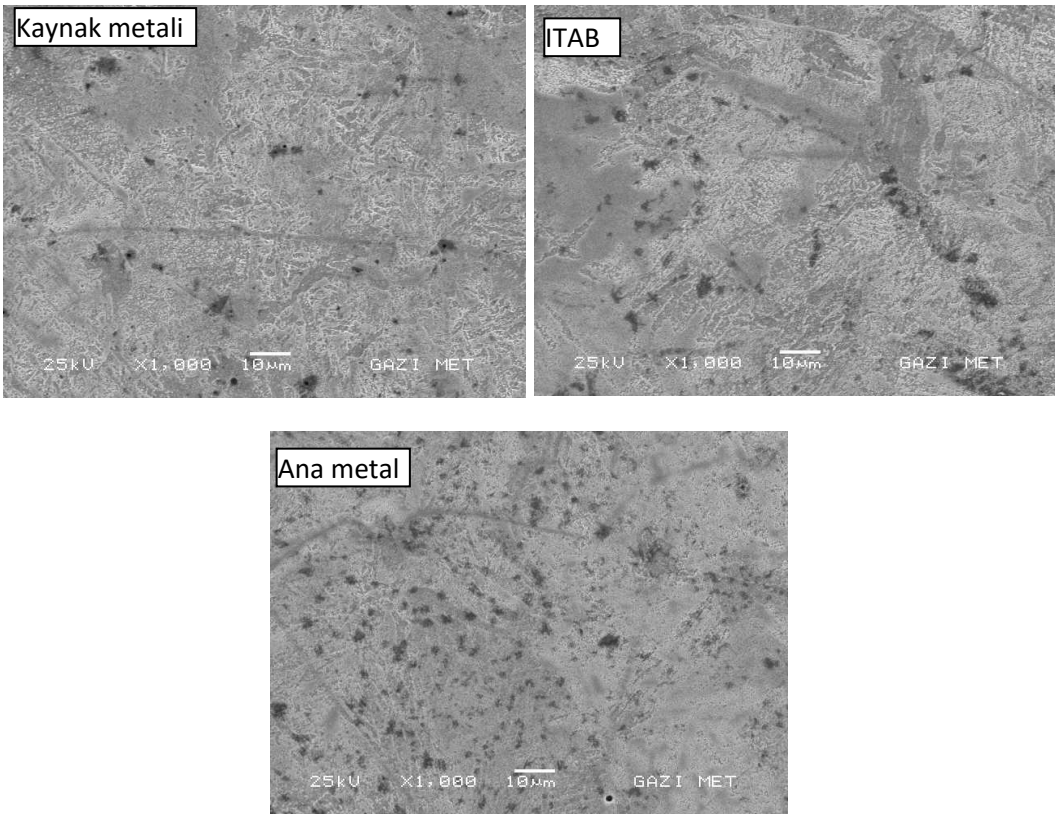
Tozaltı kaynağında ise perlitik yapının kolonsol hacminde bir artış tespit edilirken, yağının daha da belirginleştiği görülmüştür.



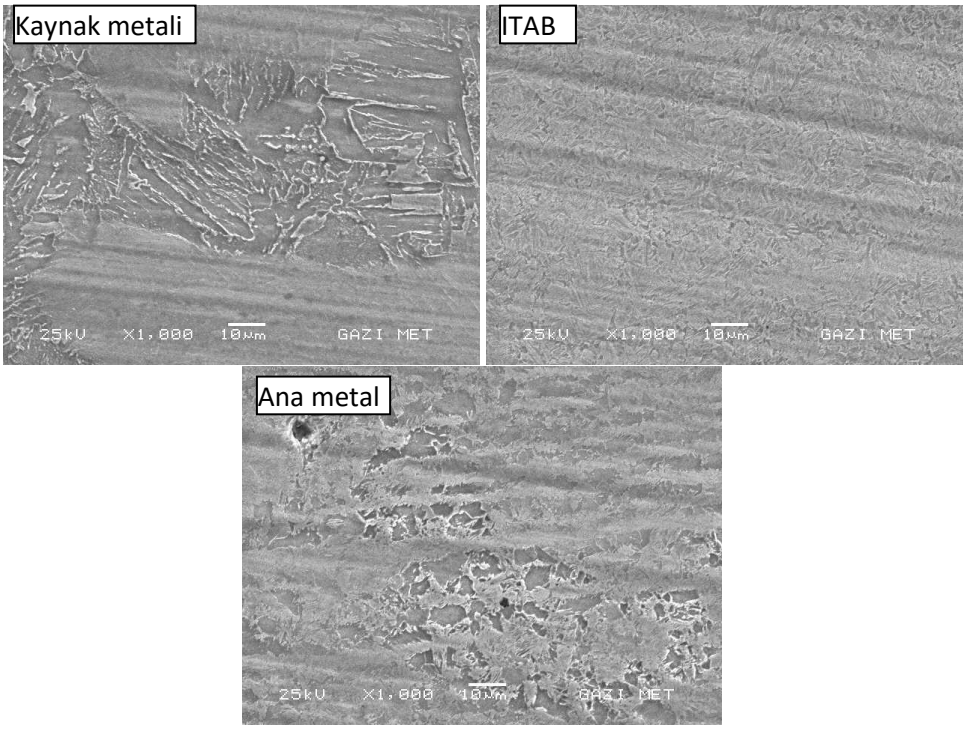
Şekil 1. Gazaltı kaynağı(korozyon öncesi)



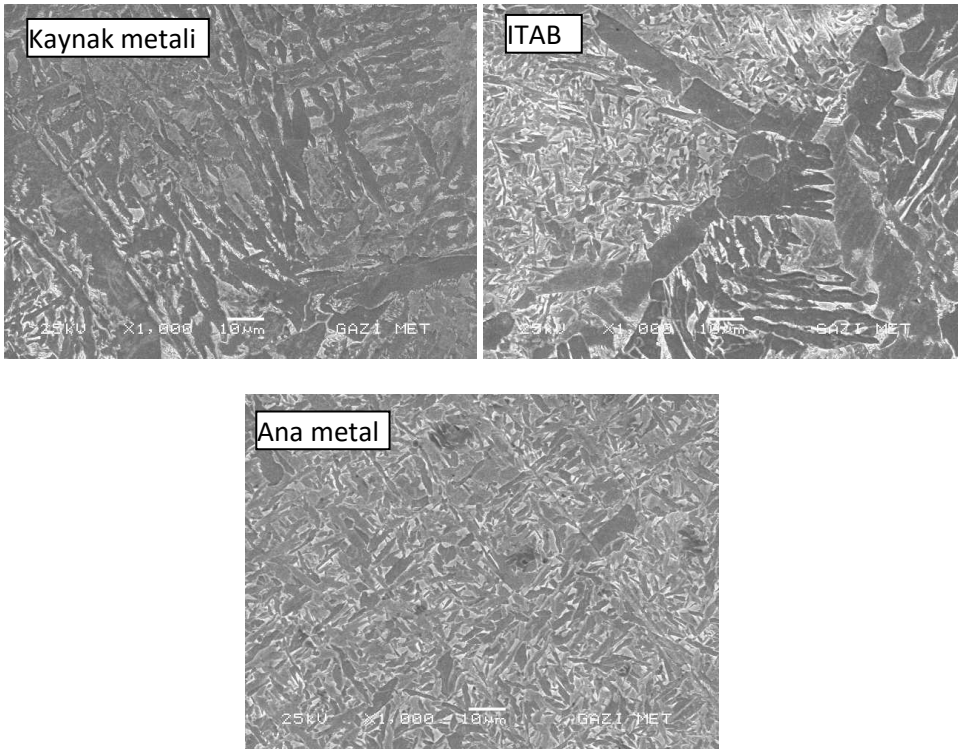
Şekil 2. Gazaltı kaynağı(korozyon sonrası)



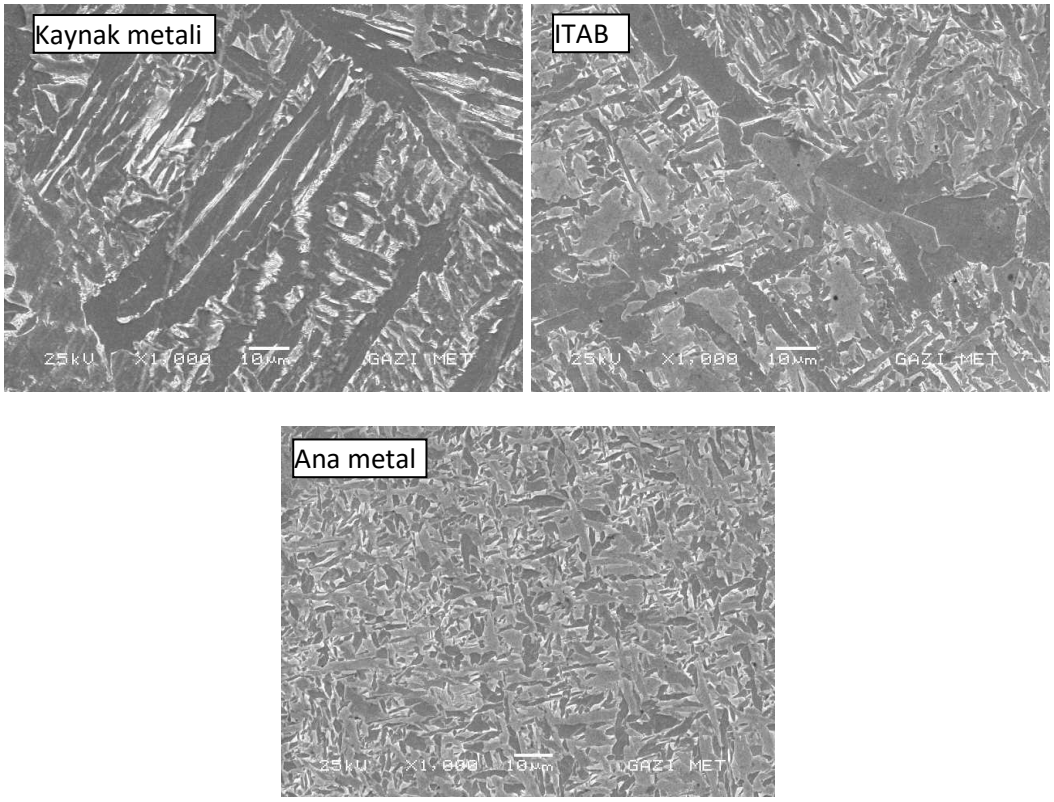
Şekil 3. Elektrik ark kaynağı (korozyon öncesi)



Şekil 4. Elektrik ark kaynağı (korozyon sonrası)



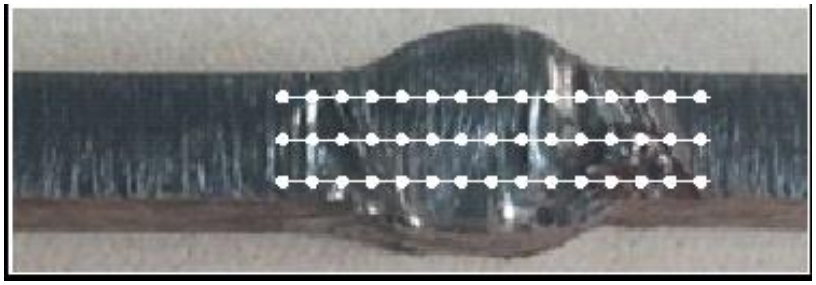
Şekil 5. Tozaltı kaynağı (korozyon öncesi)



Şekil 6. Tozaltı kaynağı (korozyon sonrası)

2.2. Sertlik Deneyi

Grade A gemi saclarına kaynak yönteminin sertliğe etkisini belirlemek amacıyla yapılan sertlik ölçüm deneylerinde korozyon öncesi 3 ve korozyon sonrası 3 olmak üzere 6 numune kullanılmıştır. Her bir numunede 3 çizgisel hatta 15'er adet olmak üzere toplam 45 noktadan sertlik ölçümü alınmıştır (Şekil 7). Alınan bu değerlerin ortalamaları alınarak elde edilen sertlik değerleri Çizelge 2'de verilmiştir.



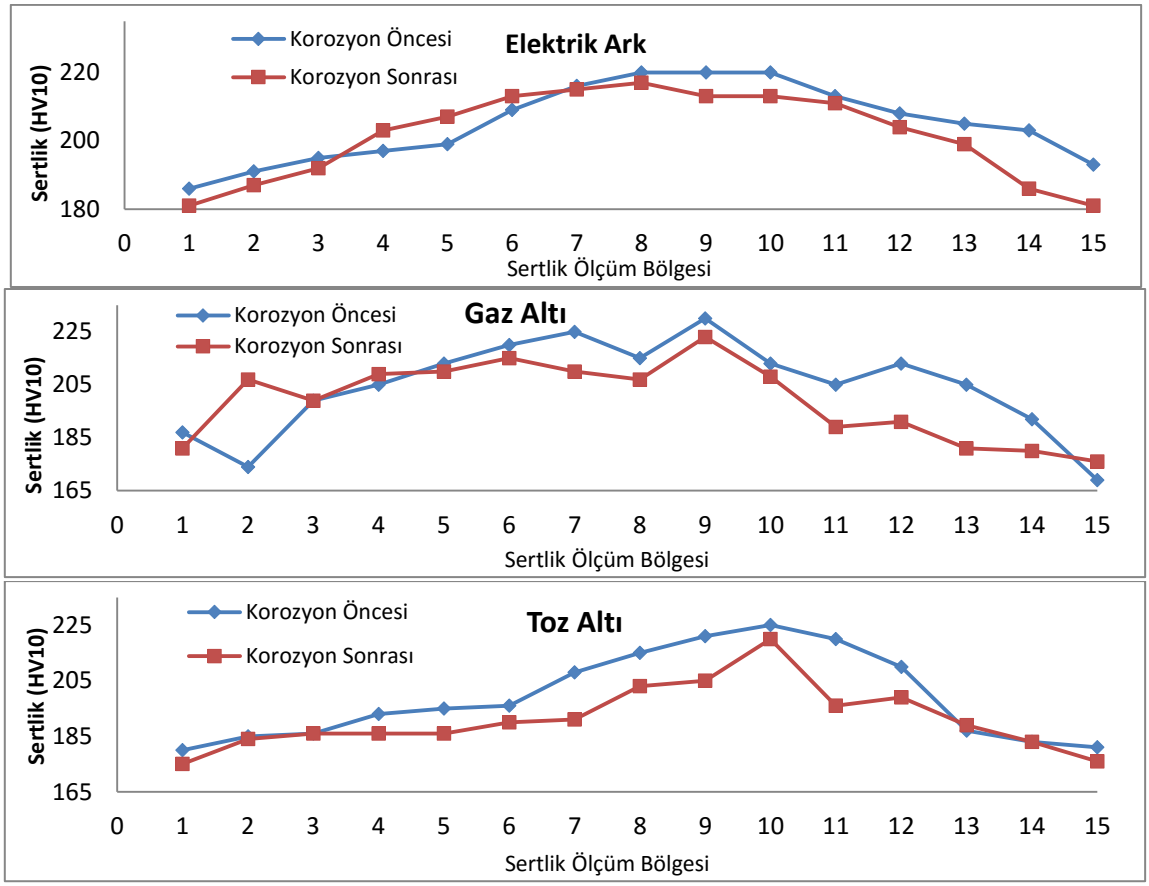
Şekil 7. Sertlik Testi ve Sertlik Noktaları

Çizelge 2. Sertlik Karşılaştırması

	Elektrik Ark		**Gaz Altı**		**Toz Altı**	
Sertlik Ölçüm Bölgesi	K. Öncesi sertlik değeri (HV10)	K. Sonrası sertlik değeri (HV10)	K. Öncesi sertlik değeri (HV10)	K. Sonrası sertlik değeri (HV10)	K. Öncesi sertlik değeri (HV10)	K. Sonrası sertlik değeri (HV10)
1	186	181	187	181	180	175
2	191	187	174	207	185	184
3	195	192	199	199	186	186
4	197	203	205	209	193	186
5	199	207	213	210	195	186
6	209	213	220	215	196	190
7	216	215	225	210	208	191
8	220	217	215	207	215	203
9	220	213	230	223	221	205
10	220	213	213	208	225	220
11	213	211	205	189	220	196
12	208	204	213	191	210	199
13	205	199	205	181	187	189
14	203	186	192	180	183	183
15	193	181	169	176	181	176

Şekil 8' de ergitmeli kaynak yöntemi ile birleştirilen Grade-A gemi saclarının ana metal, geçiş bölgesi ve kaynak metallerindeki sertlik değişimlerini gösteren grafikler verilmiştir. Yapılan sertlik ölçümleri sonucunda, toz altı kaynak yönteminde korozyon öncesi kaynak metalinin sertlik değeri yaklaşık 216, geçiş bölgesinin sertlik değeri yaklaşık 189 ve korozyon sonrası kaynak metalinin sertlik değeri yaklaşık 202, geçiş bölgesinin ise 184 olduğu tespit edilmiştir. Elektrik ark kaynak yönteminde ise korozyon öncesi kaynak metalinin sertlik değeri yaklaşık 216, geçiş bölgesinin sertlik değeri yaklaşık 193 ve korozyon sonrası kaynak metalinin sertlik değeri yaklaşık 213, geçiş bölgesinin sertlik değeri ise 192 olmuştur. Gaz altı kaynak yönteminde korozyon öncesi kaynak metalinin sertlik değeri yaklaşık 220, geçiş bölgesinin sertlik değeri yaklaşık 195 ve korozyon sonrası kaynak metalinin sertlik değeri yaklaşık 213, geçiş bölgesi sertliği ise 188'dir.

Elde edilen değerlere bakıldığında tozaltı, gazaltı ve elektrik ark kaynak yöntemlerinde korozyon öncesi kaynak metalinin ve geçiş bölgesi sertliklerinin yakın değerlerde olduğu görülmüştür. Korozyon sonrasında kaynak metalinin sertliklerinde tozaltı kaynak yönteminde %6,4, elektrik ark kaynak yönteminde %1,3 ve gazaltı kaynak yönteminde %3,1 oranında azalma görülmüştür. Geçiş bölgelerinde ise tozaltı kaynak yönteminde %2,6, elektrik ark kaynak yönteminde %0,5 ve gazaltı kaynak yönteminde %3,5 oranında azalma meydana gelmiştir.



Şekil 8. Korozyon öncesi ve sonrası sertlik değerleri

3. Sonuçlar

Yapılan çalışmalar sonucunda, ergitmeli kaynak yöntemleri ile birleştirilen Grade A gemi sacının kaynak merkezinde ve ITAB bölgesinde perlit tanelerinin korozyon etkisiyle bir miktar büyüdüğü tespit edilmiştir. Elde edilen değerlere bakıldığında tozaltı, gazaltı ve elektrik ark kaynak yöntemlerinde korozyon öncesi kaynak metalinin ve geçiş bölgesi sertliklerinin yakın değerlerde olduğu görülmüştür. Korozyon sonrasında kaynak metalinin sertliklerinde tozaltı kaynak yönteminde meydana gelen sertlik değerindeki azalma, elektrik ark kaynak yöntemi ve gazaltı kaynak yöntemine göre daha fazla olduğu görülmüştür.

Kayanaklar

[1] "Gemi İnşa Sanayi ve Rekabet Edebilirlik Özel İhtisas Komisyonu Raporu*", 8. Beş Yıllık Kalkınma Planı, DPT: 2588-ÖİK: 600.* Ankara, 2001.

[2] M. Asarkaya, **"**Tersanelerde Uygulanan ve Uygulanabilecek Kaynak Yöntemleri", *Gemi Mühendisliği ve Sanayimiz Sempozyumu,* 24–25 Aralık 2004, s.252–267.

[3] H.Özden, "Gemi İnşaatında Kalın Çelik Sac Kaynak Bağlantılarının İşletme Mukavemeti", 24–25 Ekim 2003 Kocaeli.

[4] M.H. Ang, W. Lin, S.Y. Lim, "A Walk-Through Programmed Robot for Welding in Shipyards" *Industrial Robot,* 26, 5, 1999, pp. 377–388.

[5] M. Asarkaya "Gemi İnşasında Kullanılan Kaynak Yöntemlerinin Mekanik Özelliklere Etkisi", Y. Lisans Tezi. *SAÜ. Fen Bilimleri Enstitüsü,* 2006.

[6] C. H. J. Gerritsen, D. J. Howarth, "A Review of the Development and Application of Laser and Laser-arc Hybrid Welding in European Shipbuilding", *11th CF/DRDC International Meeting on Naval Applications of Materials Technology,* 7-9 June 2005, Halifax Canada.

[7] C.H.J. Gerritsen, C.M. Allen, J. Mawella **"**Development and Evaluation of CO2 Laser-FCAW Hybrid Welding for DH36 Shipbuilding Steel", *11th CF/DRDC International Meeting on Naval Applications of Materials Technology*, 7-9 June 2005, Halifax Canada.
[8] T. Ay, U. Özsaraç, S. Aslanlar "Gemi Saçlarına Uygulanan Kaynaklı Bağlantıların Mekanik Özelliklerinin İncelenmesi*", Kaynak Teknolojisi IV Ulusal Kongresi,* 24–25 Ekim 2003 Kocaeli.
[9] W. Fricke, A. Kahl, "Comparison of Different Structural Stress Approaches for Fatigue Assessment of Welded Ship Structures", *Marine Structures* 18, 2005, pp. 473–488.
[10] J.D.G. Sumpter, J.S. Kent, "Fracture toughness of grade D ship steel", *Engineering Fracture Mechanics,* 73, 2006, pp.1396–1413.

ÖTEKTOİD ÜSTÜ TOZ METAL BİR ÇELİĞİN MİKROYAPI-SERTLİK İLİŞKİSİNE FARKLI MATRİKS YAPILARININ ETİKİSİ ÜZERİNE BİR ÇALIŞMA

O. Altuntaş[a], A. Güral[b]
[a]Gazi Üniversitesi Teknoloji Fak. Metalurji ve Malzeme Müh. Bölümü, Ankara, Türkiye, agural@gazi.edu.tr
[b]Gazi Üniversitesi Teknik Bilimler M.Y.O. Makine ve Metal Teknolojileri Bölümü, Ankara, Türkiye onuraltuntas@gazi.edu.tr

Özet

Bu çalışmada NC100.24 saf demir tozlarına ağırlıkça %1,5 oranında doğal grafit tozları ilave edilerek sade yüksek karbonlu çelik toz metalurjisi numuneler elde edilmiştir. Hazırlanan karışım oda sıcaklığında ve 700 Mpa presleme basıncında tek eksenli preslendikten sonra 1150°C de atmosfer kontrollü fırında sinterlenmiştir. Sinterleme öncesi ve sonrası numunelerin yoğunlukları hassas terazi ve elektronik kumpas kullanılarak matematik hesaplamalarla ölçülmüş ve grafik olarak sunulmuştur. Başlangıç mikroyapısı perlit + lamelli sementit olan numunelere çeşitli ısıl işlemler uygulanarak matriks yapıları değiştirilmiş ve SEM ile karakterize edilmiştir. Farklı matriks yapılarında makrosertlik değerleri grafiksel olarak verilmiştir.

Abstract

In this study, 1.5 in weight% of natural graphite powders were added to NC100.24 pure iron powders to obtain plain carbon steel powder metallurgy specimens.The prepared mixture was sintered in a controlled atmosphere at 1150 ° C after uniaxial pressing at room temperature and 700 MPa pressing pressure.The densities of samples before and after sintering were measured by mathematical calculations using sensitive scales and electronic calipers and presented graphically.The samples with initial microstructure perlite + lamellar cementite were subjected to various heat treatments and the matrix structures were changed and characterized by SEM.Macrohardness values are given graphically in different matrix structures.

1. Giriş

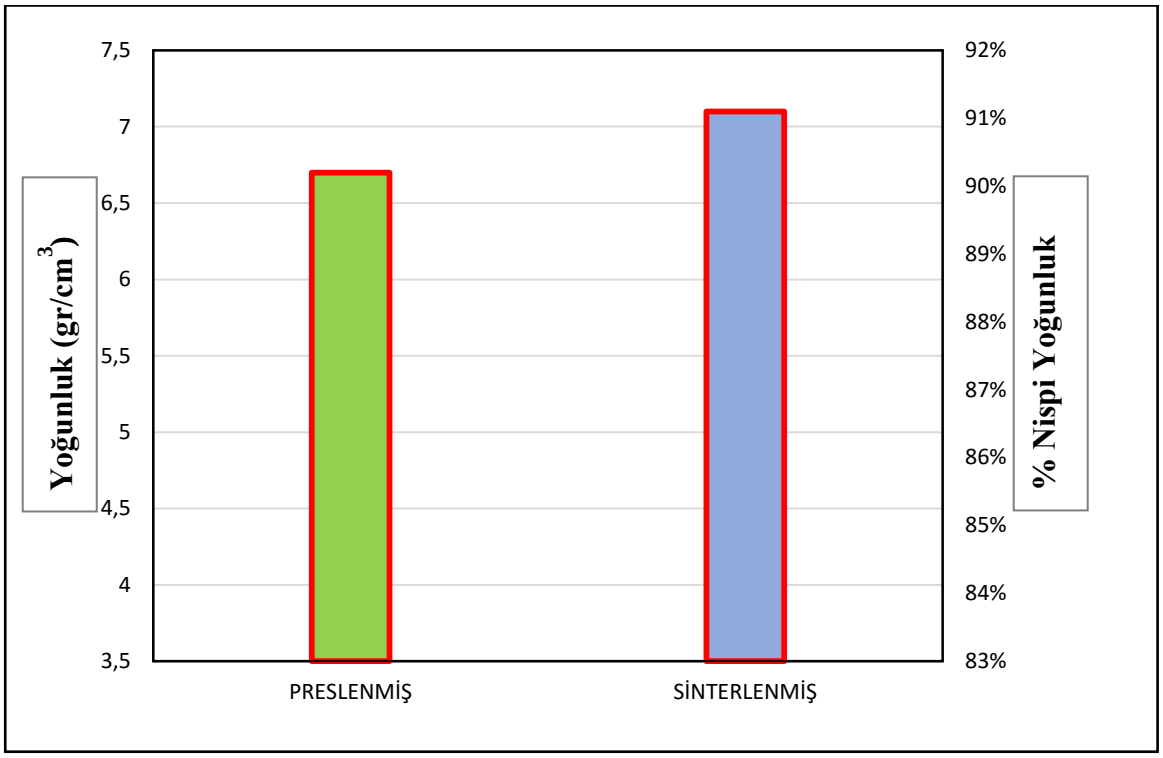
Genellikle sade karbonlu çelikler olarak bilinen alaşımsız çelikler, otomotiv parçaları da dahil olmak üzere geniş endüstriyel uygulamalar için hayati öneme sahiptir. Bunun nedeni, alaşımlı çeliklere kıyasla düşük maliyetleridir. Ancak bazı uygulamalar için, düşük mekanik mukavemet göstermeleri nedeniyle kullanımları sınırlıdır [1]. TM malzemelerin doğal fiziksel özellikleri içlerinde gözeneklerin bulunmasıdır. Gözenekler gerilme birikmesine yol actıklarından çatlaklar için oncu olabilirler. Süneklik gözenek yapısına bağlıdır, ancak darbe ve yorulma gibi dinamik özellikler gözeneğe daha hassastırlar. Hatta tam yoğunluktaki TM çeliklerin bile, çok az miktardaki kalıcı gözeneklerden dolayı, özellikleri düşüktür [2].Ötektoid dönüşüm sıcaklıklarından östenitin perlite ve martensite dönüşümü sıcaklıkları arasında eşsiz bir mikroyapı oluşmaktadır. Bu ara sıcaklıklarda oluşan yapı perlit ve martensitten çok farklı mekanik özellikler göstermekte olup, "beynit" olarak adlandırmıştır [3]. Beynit tanım olarak, ferrit ve lamelli olmayan sementitin (Fe_3C) karışımından oluşan oldukça tok ve sünek bir yapıdır [4]. Beynit, izotermal dönüşüm diyagramlarına göre perlit burnunun altında izotermal sıcaklıkta östenitin dönüşümü sonucu oluşan bir yapıdır. Östenitin bozunması sırasında soğuma difüzyon kontrollüdür ve bu esnada perlitin oluşmasına imkân yoktur.Ayrıca soğuma yeterli miktarda yavaş olduğu için martensit oluşumunu da engellemektedir [5]. Şekil 2.'de verilen Zaman-Sıcaklık-Dönüşüm (ZSD) diyagramında perlit ve martensit oluşum sıcaklıkları arasında beynit oluşumu için gerekli olan soğutma ve izotermal bekleme koşulları görülmektedir. Östemperleme, özellikle belirli seviyelerde sertliğe rağmen süneklik ve darbe dayanımını artırmak ve su verme esnasında oluşan çatlakların azaltılması için geleneksel su verme temperleme ısıl işlemlerine alternatif bir ısıl işlemdir.

Sertlik,temperleme sıcaklığına ve süresine bağlı olarak kontrol edilebilir [6-7]. Su verme işlemi ile oluşan martenzitin aşırı sertlik ve kırılganlığı temperlenerek giderilir. Isıl işlem sonunda mikroyapıda feritik

matrikste küresel halde çökelmiş sementitler bulunur. Başlangıç mikroyapısı birincil ferrit-perlit veya birincil sementit-perlit olan çeliklerde sementitlerin küreselleştirilmesi için oldukça uzun zaman almaktadır. Bununla beraber başlangıç mikroyapısı martenzitik olan çeliklerin aşırı temperlenmesiyle küresel sementit parçacıklarının çökelmesi sağlanmaktadır [7-8].

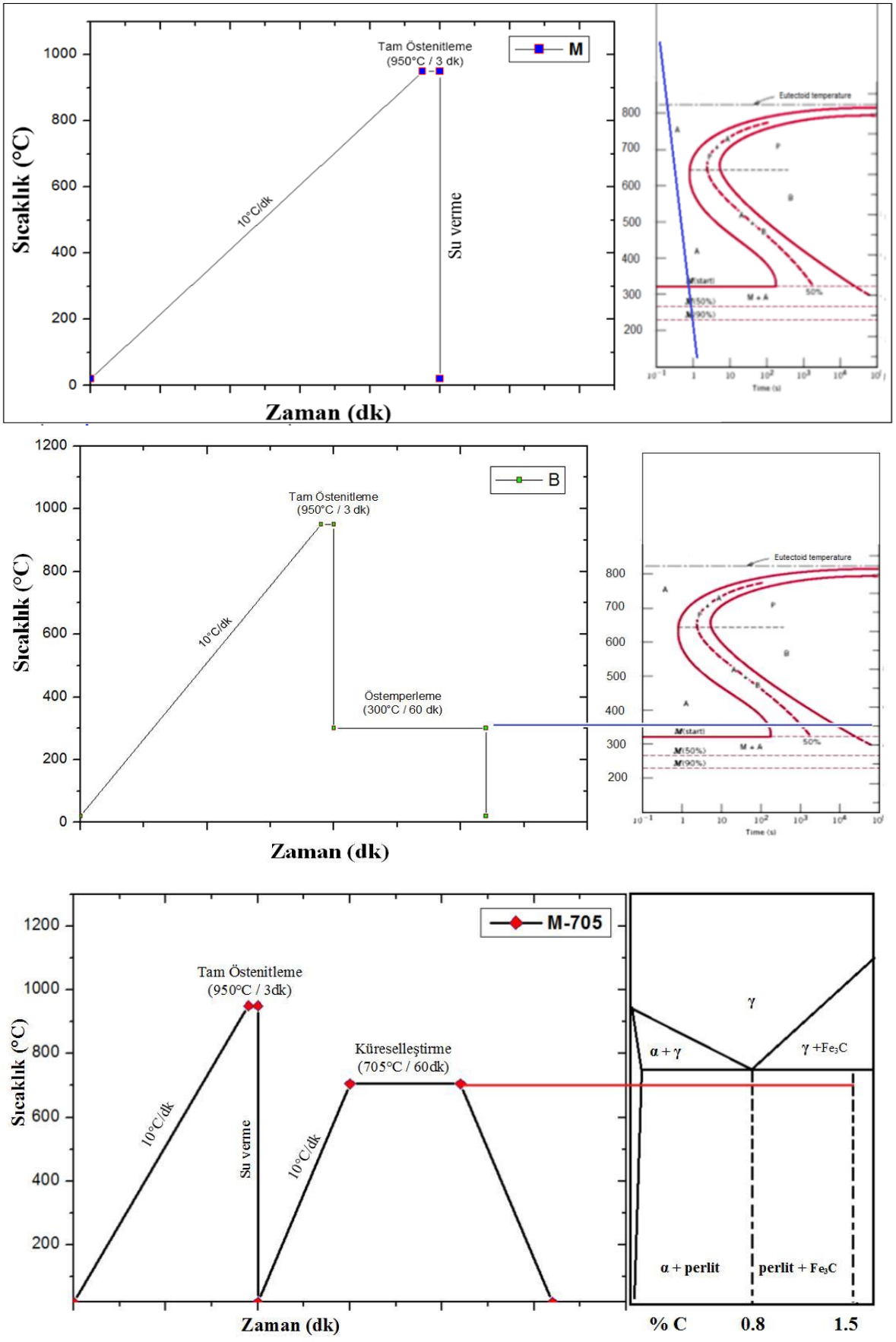
2. Deneysel Çalışmalar

Deneysel çalışma için Höganäs AB firması tarafından elektroliz yöntemi ile üretilmiş NC 100.24 saf demir tozlarına ağırlıkça % 1.5 grafit ve %0.5 Znstearatilave edilmiştir. Hazırlanan bu karışım tozları 700 MPa basınçta oda sıcaklığında tek eksenli presleme ile ASTM G99standardına göre aşınma test numunesi olacak şekilde şekillendirilerek 6,7 g.cm^{-3} ortalama yoğunluğa sahip numuneler üretilmiş ve bu numuneler 1150 °C de Argon gaz atmosfer kontrollü fırında 20 dakika süre ile sinterlenerek 7,1 g.cm^{-3} yoğunluğunda toz metal numuneler üretilmiştir. Sinterleme işlemi sonrası % 91 nispi yoğunluğa ulaşılmıştır.



Şekil 1. Preslenmiş (Ham) ve sinterlenmiş numunelerin yoğunluk değişim grafiği

Sinterlenmiş numuneler S- ile kodlanarak daha sonra bu numuneden elde edilen martenzitik mikroyapıya sahip numune M- , Tam beynitik mikroyapıya sahip numune B-, martenzit numunesinin temperlenmesi ile elde edilen ferritik matriksteki küresel sementit mikroyapıya sahip numune M-705 olarak kodlanmışlardır.
M- olarak kodlanan numunelere 950 °C de 3 dk östenitleme, ardından su verme işlemi ile martenzitik numuneler üretilmiştir. B- olarak kodlanan numunelerin 950°C de 3 dk tutularak yapının full östenite dönüşümü sağlandıktan sonra 300°C deki tuz banyosunda (%50KNO_3+%50$NaNO_3$) 60 dakika bekletilerek tam beynitik mikroyapı üretilmiştir. M-705 olarak kodlanan numunelere yine 950 °C de 3 dk östenitleme, ardından su verme işleminden sonra küreselleştirme işlemi 705 °C'de 1 saat tavlanarak gerçekleştirilmiştir.



Şekil 2. (a) M- (b) B-, (c) M-705 numunelerinin ısıl işlem grafikleri

Mikroyapıların açığa çıkarılması için klasik metalografi işlemleri uygulanmış, numuneler % 2'lik Nital solüsyonu ile dağlanmışlar ve elde edilen mikroyapı görüntülemesi JEOL JSM-6060LV marka Taramalı Elektron Mikroskobu (SEM) ile belirlenmiştir.

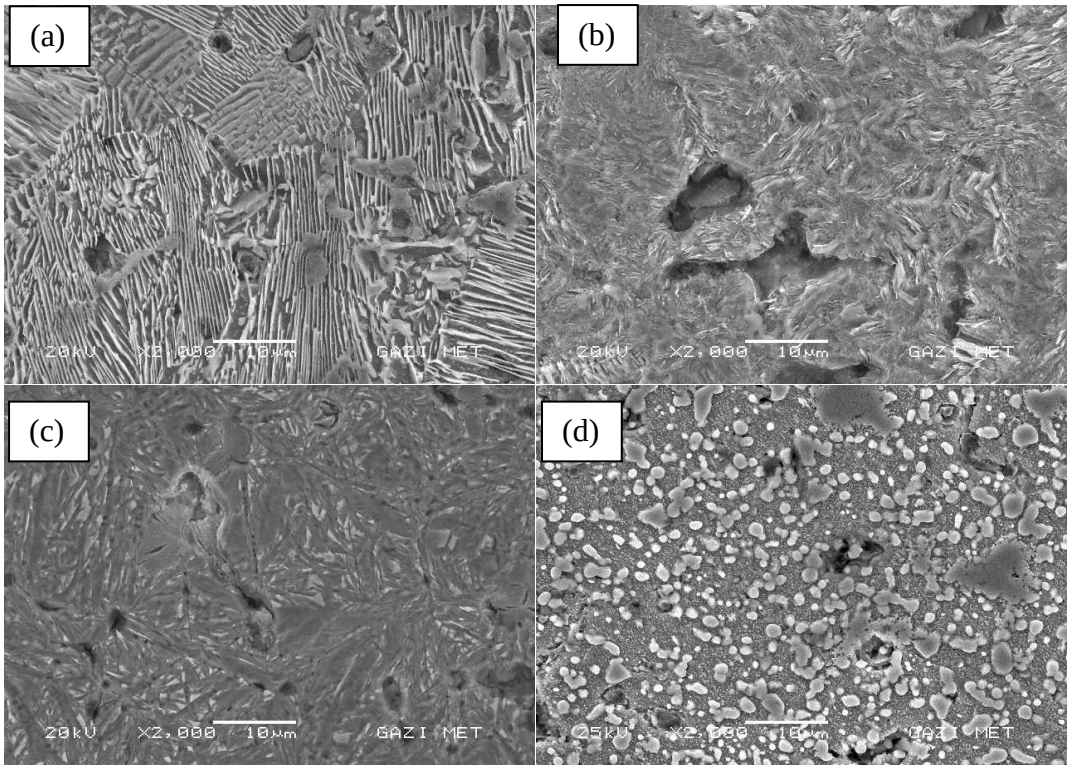
Numunelerin Vickers sertlik ölçümleri Shimadzu Sertlik cihazında 2 kg yük kullanılarak, her bir numune için en az 5 farklı noktadan sertlik değeri alınarak ortalama ve standart sapma HV1 değerleri tespit edilmiştir.

3. Deneysel Sonuçlar ve Tartışma

3.1. Mikroyapı

Şekil 3a'de oda sıcaklığında tek eksenli presleme ile şekillendirilen 1150 °C de Ar ortamında sinterlenmiş numunenin mikroyapısı verilmiştir. Mikroyapıdan görüldüğü gibi sinterleme sonrası numunede beklenen birincil sementit ve perlit lamelleri görülmektedir.Ayrıca toz metalürjisi ile üretimin en önemli sorunlarından olan gözeneklerin az sayıda da olsa yapıda mevcut olarak bulunduğu görülmektedir. Şekil 3b'de B- olarak kodlanan numunelerin 950°C de 3 dk tutularak yapının tam östenite dönüşümü sağlandıktan sonra 300°C deki tuz banyosunda (%50KNO_3+%50$NaNO_3$) 60 dakika bekletilerek elde edilen beynitik mikroyapı görülmektedir. 60 dakikalık izotermal bekletme ile numunenin tüylü beynitik mikroyapıya geçtiği görülmekle beraber kısmen iğnemsi martenzitlerin varlığı da görülmektedir.

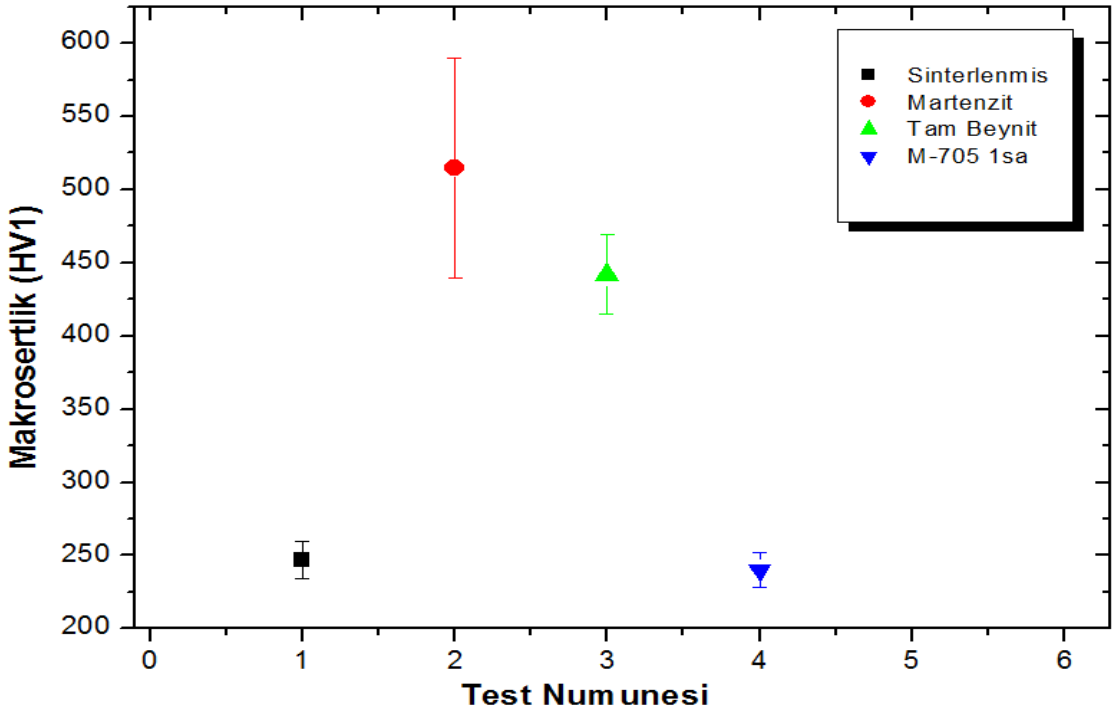
Şekil 3c'de ise 950 °C de 3 dktam östenitlenerek, ardından su verme işlemi ile martenzitik matrikste numuneler üretilmiştir. Martenzitin karakteristik yapısı gereği yüksek karbon oranından dolayı mikroyapı keskin köşeli plaka şeklindedir. Son olarak Şekil 3d ise martenzit numunesinin Ar korumalı atmosfer fırınında 60 dk süre ile küreselleştirildiği M-705 numunesinin mikroyapısı görülmektedir. 60 dakikalık küreselleştirme ısıl işleminin ardından ferritik matrikste çökelen küresel sementitler elde edilmiştir. Bütün mikroyapılar incelendiğinde yüksek sıcaklıklara çıkıldığında karşılaşılan dekarbürize sorununa rastlanmadığı açıkça görülmektedir. Bu da hem sinterlemenin hem de ikincil olarak uygulanan ısıl işlemlerin izole bir ortamda yapıldığının en büyük göstergesidir.



Şekil 3. (a) Sinterlenmiş, (b) Tam Beynitik, (c) Martenzitik, (d) M-705 numunelerine ait SEM mikroyapıları

3.2. Sertlik

Şekil 4'deki grafikte numunelerin HV1 makro sertlik değerleri görülmektedir.Başlangıç numunesi bileşimindeki mevcut gözenek ve presleme koşullarından dolayı kısmen düşük sertlik değerine sahiptir.Sinterleme sonrası lamelli sementit + perlitik mikroyapıya sahip numune ortalama 247 Vickers sertlikle en düşük sertlik değerine sahipken yapılan ısıl işlemlere bağlı olarak sertlik değerlerinde artış görülmektedir. 300°C deki tuz banyosunda 60 dakikalık izotermal bekletme ile yapının tamamen beynite dönüştüğü numunede ortalama 442 Vickers sertlik değeri görülmüştür. Tüylü beynitin yanı sıra iğnemsi martenzitlerin yapının sertliğini artırdığı düşünülmektedir. Östemperleme ısıl işlemi sonucunda yapıdaki ferritik alanlar ve kalıntı östenit miktarının azaltılması sertliği artırtıdığı bilinmektedir. Östemperleme ısıl işlemi uygulanan malzemede matris yapıdaki beynitin oranı arttıkça numunelerin sertliğinde bir artış görülmekte olduğu bildirilmiştir[9]. Ortalama 515 Vickers sertliğindeki östenit fazından su verilerek elde edilen martenzit numunesinin kafes yapısının aşırı ölçüde distorsiyona uğramış olması sertliğin oldukça yüksek değerlere ulaşmasına neden olmuştur. Hacim merkezli tetragonal kristal kafes yapısında bulunan ve denge dışı şartlarda oluşan martenzitin sertliği ingot malzemelere yakın değerler göstermektedir. Yüksek sertlik ve gevreklikteki martenzit numunesinin atmosfer kontrollü fırında 705°C sıcaklıkta küreselleştirilmesi ile elde edilen ferritik matriksli küresel sementit numunesinin ortalama sertliği 240 Vickers değerindedir. Elde edilen bu sertlik değeri ile hem martenzitin sertliğinin beraberinde getirdiği gevreklikten kaçınılmış hem de yumuşak ferritik matrikste çökelen sert küresel sementitler ile yapı mekanik zorlamalara (darbe, yorulma vb) dirençli hale gemektedir.



Şekil 4. Numunelerin makrosertlik grafiği

4. Sonuçlar

Bu çalışmada elde edilen deneysel sonuçlara göre oda sıcaklığında presleme ve 1150°C de Ar kontrollü fırında sinterlenen numunenin yoğunluk değerini 7,1 gr/cm^3 vererek yaklaşık %91 teorik yoğunluğa ulaşıldığı belirlenmiştir. 950 °C de tam östenit bölgesinden ani su verilerek martenzit fazının 515 HV1 sertlik değeri ile en yüksek sertliğe sahip olduğu belirlenmiştir. 300 °C tuz banyosunda 60dk süre izotermal tavlama ile iğnemsi beynitik yapının oluştuğu ve bu mikroyapıdaki numunenin 442 HV1 makro sertlik değeri belirlenmiştir. İzotermal tavlama süresinin ve yoğunluklarının daha da arttırılması ile beynitik dönüşümlerin

artacağı ve böyle yüksek karbonlu toz metal çeliklerin mekanik özelliklerinin önemli oranda geliştirileceği düşünülmektedir.

Kaynaklar

[1] Ashrafizadeh F., Influence of plasma and gas nitriding on fatigue resistance of plain carbon (Ck45) steel, Surf. Coat. Technol. 174, 1196–1200, (2003).4

[2] James W.B., McDermott M.J. ve Powell R.A., "Powder Forged Steel", ASM Handbook, Vol.7, Powder Metal Technologies and Applications, ASM Int. pp.803-827, (1998).

[3] Krauss, G. Steels: Processing, Structure, and Performance, ASM International, (2005).

[4] Smith W.F. (Çev.: Erdoğan, M.) Mühendislik Alaşımlarının Yapı ve Özellikleri, Nobel Yayın, Ankara, (2000).

[5] Caballero, F.G.,Bhadeshia, H.K.D.H., Mawella, K.J.A., Jones, D.G., Brown, P. Very Strong Low Temperature Bainite, Materials Science and Technology, 18(3): 279-284,(2002).

[6] Tekeli S., Güral A., Dry sliding wear behaviour of heat treated iron based powder metallurgy steels with 0.3% Graphite + 2% Ni additions. Materials and Design, 28 1923–1927,(2007).

[7] Altuntas, O.. Güral, A. Effect of spheroidizing heat treatment on the microstructure, hardness and toughness of high carbon powder metallurgy steel. Kovove Mater., vol. 55, no. 5, (2017).

[8] Altuntaş, O.," Investigation of Spherinization Heat Treatment Effects on Microstructre and Impact Toughness Properties on High Carbon Powder Metal Steels", Master Thesis, Gazi University Institute of Science and Technology, (2013).

[9] Ovalı, İ. Mavi, A., "Ösferrit Hacim Oranın Çift Fazlı Küresel Grafitli Dökme Demirlerin Yüzey Pürüzlülüğü Üzerindeki Etkisi" 6th International Advanced Technologies Symposium (IATS'11), Elazığ, (2011).

ÖSTENİTİK PASLANMAZ ÇELİKLERİN TOZALTI KAYNAK YÖNTEMİ İLE KAYNAKLANABİLİRLİĞİ VE MEKANİK ÖZELLİKLERE ETKİLERİNİN İNCELENMESİ

WELDABILITY OF AUSTENITIC STAINLESS STEEL WITH SUBMERGED WELDING METHOD AND INVESTIGATION OF IT'S EFFECTS TO MECHANICAL PROPERTIES

M. Gülsün[1,a], T. Fındık[2,b], C. Çetinkaya[3,c], M. T. Demirci[4d]
[1]Gazi University, Technical Sciences Vocational School, Department of Mechanical and Material Technologies, Ankara, Turkey
[2]Gazi University, Faculty of Technology, Department of Metal Education, Ankara, Turkey
[3]Gazi University, Faculty of Technology, Dept of Metallurgy and Material Engineering Ankara, Turkey
Selcuk University, Faculty of Technology, Dept of Metallurgy and Material Engineering, Konya, Turkey
[a] mehmetgulsun@gmail.com, [b] tfindik@gazi.edu.tr, [c] ccetin@gazi.edu.tr, [d] turandemirci@selcuk.edu.tr

Özet

Bu çalışmada, östenitik paslanmaz çelik (AISI 304) parçalar tozaltı kaynak yöntemi kullanılarak birleştirilmişlerdir. Birleştirme işleminde koruyucu toz, ilave tel ve parça kalınlığı sabit tutulurken kaynak hızı, kaynak akımı ve voltajı değiştirilerek bu parametrelerin birleştirmeye olan etkileri araştırılmıştır. Elde edilen kaynaklı parçalardan standart metalografik muayene yöntemlerine uygun olarak numuneler hazırlanmış, mikroyapı ve sertlik değişimleri incelenmiştir. Elde edilen deneysel sonuçlar karşılaştırılarak ayrı tartışılmıştır.

Anahtar Kelimeler: AISI 304 paslanmaz çelik, tozaltı kaynağı, sertlik ve mikro yapı analizleri.

Abstract

In this study, the parts of austenitic stainless steel (AISI 304) were combined with the submerged welding method. While some welding parameters were stable in the assembling process, the effects of these parameters to assembling were investigated by varying welding velocity, welding current and voltage. The convenient specimens as standard metallographic test methods were prepared and microstructures and hardness were investigated. Attained information were compared each others and discussed one by one with literatures.

Keywords: AISI 304 stainless steel, submerged welding, microstructure and hardness analyses

1. Giriş

Amerikan Kaynak Cemiyeti (AWS) tozaltı ark kaynağını şöyle tanımlar. "Tozaltı kaynak yöntemi, iş parçası ile metal tel elektrot / elektrotlar arasında, bir ark / arklar oluşturarak bunların ısıtılmasını sağlayan ve bu suretle birleşmelerini temin eden bir ark kaynağı prosesidir. Ark ve erimiş metal tanecikli yapıya sahip bir toz örtüsü ile korunur. Basınç kullanılmaz. Dolgu metali, elektrot / elektrotlar ile toz ve metal taneciklerinden elde edilir. Tozaltı kaynağı günümüzde yaygın olarak kullanılan imalat yöntemlerinden biridir. Kaynak bağlantılarından beklenen özellikler kaynak dikiş geometrisine ve özelliklerine doğrudan bağlıdır. Dikiş geometrisi ve özellikleri ise kaynak parametrelerine göre değişmektedir. Kaynak akım şiddeti, ark gerilimi ve kaynak hızı temel kaynak parametreleri olup, bunun yanı sıra kullanılan akım türü ve kutuplama, tel çapı, toz yığılma yüksekliği, serbest tel uzunluğu, kaynak yapılan düzlemin eğimi ve elektrot açısı gibi parametreler ikincil kaynak parametreleridir. Dolayısıyla iyi bir kaynak dikişi için parametrelerin uygun seçilmesi gerekir [1,2].

Paslanmaz çeliklerin büyük bir bölümünün kaynak kabiliyeti yüksektir ve ark kaynağı, direnç kaynağı, elektron ve lazer bombardıman kaynakları, sürtünme kaynağı ve sert lehimleme gibi çeşitli kaynak

yöntemleri ile kaynak edilebilirler. Bu yöntemlerin hemen hepsinde birleştirilecek yüzeylerin ve dolgu metalinin temiz olması gerekmektedir. Östenitik tip paslanmaz çeliklerin ısıl genleşme katsayısı karbon çeliklerinkinden % 50 daha yüksektir ve çarpılmaları en aza indirmek için bu özelliğe dikkat edilmelidir. Östenitik paslanmaz çeliklerin sahip olduğu düşük ısı ve elektrik iletkenliği kaynak açısından genellikle yararlıdır. Kaynak sırasında düşük ısı girdisi ile çalışılması önerilir. Çünkü oluşan ısı, bağlantı bölgesinden, karbon çeliklerinde olduğu kadar hızlı bir şekilde uzaklaşamaz. Malzemenin direnci yüksek olduğu için direnç kaynağında, düşük akım değerleri ile çalışılabilir [3,4].

Yapılan çalışmada; östenitik paslanmaz çelik levhalar toz altı kaynağında, kaynatılarak birleştirilmiştir. Toz altı kaynağında kaynaklanan östenitik paslanmaz çelik levhalardan deneyler için numuneler hazırlanmıştır. Kaynak numunelerinin, sertlik değerleri ölçülmüştür. ASTM E8M standartlarına göre hazırlanan kaynak çekme numuneleri çekme test cihazında testlere tabi tutularak kaynağın çekme değerleri bulunmuştur.

2. Metaryal Metot

Yapılan bu çalışmada kullanılan 304 tip paslamaz çeliğin kimyasal bileşimi ve mekaniksel özellikleri Tablo 2.1 ve 2.2 de verilmiştir.. Toz altı kaynak prosesinde uygulanan deney parametreleri Tablo 2.4 verilmiş olup, farklı akım, farklı ark gerilimi ve farklı hız parametreleri için 300x140x6 mm ölçülerinde toplam 72 adet deney numunesi kullanılmıştır.

Tablo 2.1. 304 tip paslanmaz çeliğin kimyasal bileşimi

		C	Mn	Si	P	S	Cr	Mo	Ni	N
AISI 304	En az. En fazla.	- 0,08	0,0 1,7	- 0,75	- 0,045	- 0,030	17,5 20,0	-	7,0 10,5	- 0,10

Tablo 2.2. 304 tip paslanmaz çeliğin mekanik özellikleri

Gerilme Kuvveti (MPa)	Gerilme-Uzama (%)		Brinell Sertlik (HB)	Rockwell Sertlik (HRB)	Vickers Sertlik (HV Max)
En az	≤1.2mm En az	>1.2mm En az	Max	[HRC] Max	
515	40	40	201	92	210

Deneylerde AISI 304 tipi östenitik paslanmaz çelik malzemeye uygun ESAB marka S 199L kodlu tel ve SA CS 2 Cr DC kodlu toz kullanılmıştır. Deneyde kullanılan paslanmaz çelik telin kimyasal bileşimi Tablo 2.3'de verilmiştir.

Tablo 2.3 EN ISO 14343 standardında S 199L paslanmaz çelik telin kimyasal analizi

C	Si	Mn	Cr	Ni	Mo	Cu
<0,03	0,5	1,8	20,3	10,0	<0,3	<0,3

AISI 304 östenitik paslanmaz çelik çekme numuneleri ASTM E8M'e göre tel erozyon tezgâhında kesilerek, çekme deneylerine hazır hale getirilmiştir[5]. Bu çalışmada kaynak prosesi Gazi Üniversitesi Teknik Eğitim Fakültesi Metal Eğitimi Bölümünde bulunan LINCOLN marka tozaltı kaynak makinesi ile yapılmıştır TSE 3473 e uygun olarak hazırlanan ve puntalanan kaynak numuneleri Tablo 2.3 kaynak parametreleri dâhilinde birleştirilmiştir. Çekme deneylerinde her bir numune 3'er kez test edilmiş olup, ortalama değerler alınmıştır.

Tablo 2.4. Tozaltı kaynak yönteminde kullanılan kaynak parametreleri

	Numune No	Koruyucu Toz Türü	İlave tel çapı (mm)	Amper (A)	Ark Geilimi (V)	Kaynak hızı (cm/dak)
I. Grup	A	SA CS 2 Cr DC	3,2	500	25	64
	B	SA CS 2 Cr DC	3,2	500	25	76
	C	SA CS 2 Cr DC	3,2	500	25	89
II. Grup	D	SA CS 2 Cr DC	3,2	400	25	64
	E	SA CS 2 Cr DC	3,2	400	25	76
	F	SA CS 2 Cr DC	3,2	400	25	89
III. Grup	G	SA CS 2 Cr DC	3,2	500	32	64
	H	SA CS 2 Cr DC	3,2	500	32	76
	I	SA CS 2 Cr DC	3,2	500	32	89
IV. Grup	K	SA CS 2 Cr DC	3,2	400	32	64
	L	SA CS 2 Cr DC	3,2	400	32	76
	M	SA CS 2 Cr DC	3,2	400	32	89

Numuneler önce 1200'lük SiC esaslı zımparada zımparalanmış ve daha sonra 6, 3 ve 1 μm'luk parlatıcı keçeler ve elmas pastalar kullanılarak parlatma işlemi yapılmıştır. Parlatılan numuneler laboratuarda hazırlanan 10 ml HNO_3, 10 ml asetik asit, 15 ml HCl, ve 2 damla gliserinden oluşan dağlayıcı ile dağlanarak mikroyapı incelemeleri yapılmıştır. Optik incelemeler, Gazi Üniversitesi, Teknik Eğitim Fakültesi, Malzeme Bilimi Eğitimi Anabilim Dalı Metalografi laboratuarında bulunan Lieca DFC 320 dijital kamera bağlantılı DM 4000M optik mikroskop kullanılarak yapılmıştır. Her bir numuneden 5'er adet örnek alınarak tekrar zımparalama ve parlatma işlemi yapıldıktan sonra ana malzemeden başlanılarak belirli aralıklarla ITAB, geçiş bölgesi, kaynak metali ve tekrar ana malzemeden toplam 30 noktadan ölçüm yapılmıştır. Sertlik ölçümleri Gazi Üniversitesi, Teknik Eğitim Fakültesi, Malzeme Bilimi Eğitimi Anabilim Dalı Metalografi laboratuarında bulunan Instron Wolpert Diatester 7551 tipi sertlik ölçüm cihazında HRB sertlik ölçüm yöntemi ile 187,5 Kg yük uygulanarak yapılmıştır. Sertlik ölçümlerinin aldığı noktalar Şekil 2.1'de verilmiştir [5]-[6].

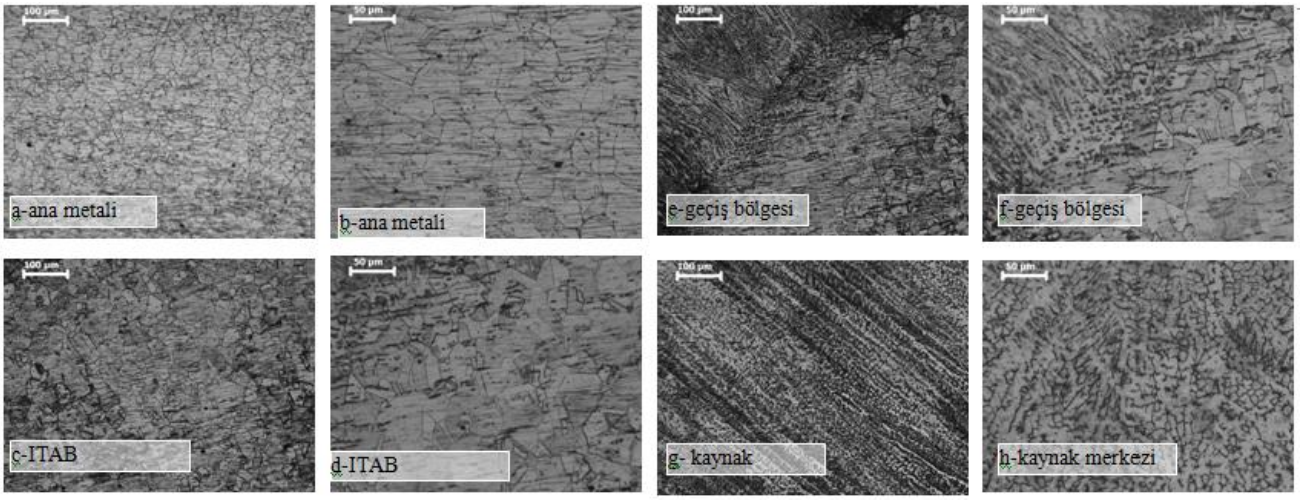


Şekil 2.1. Sertlik ölçümlerinin yapıldığı noktalar

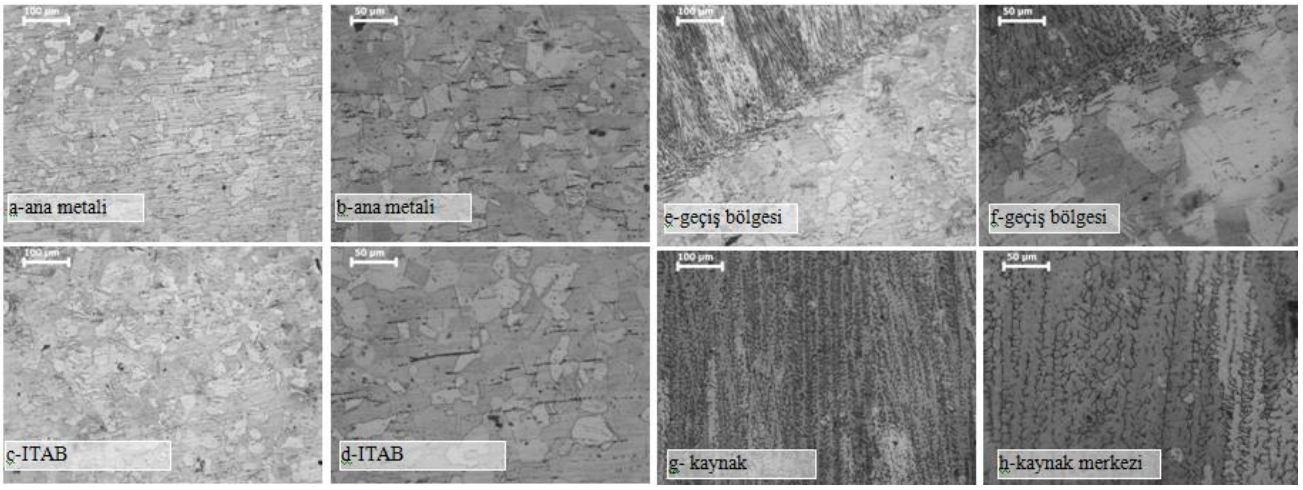
3. Deney Sonuçları

3.1. Mikroyapı Sonuçları ve Tartışılması

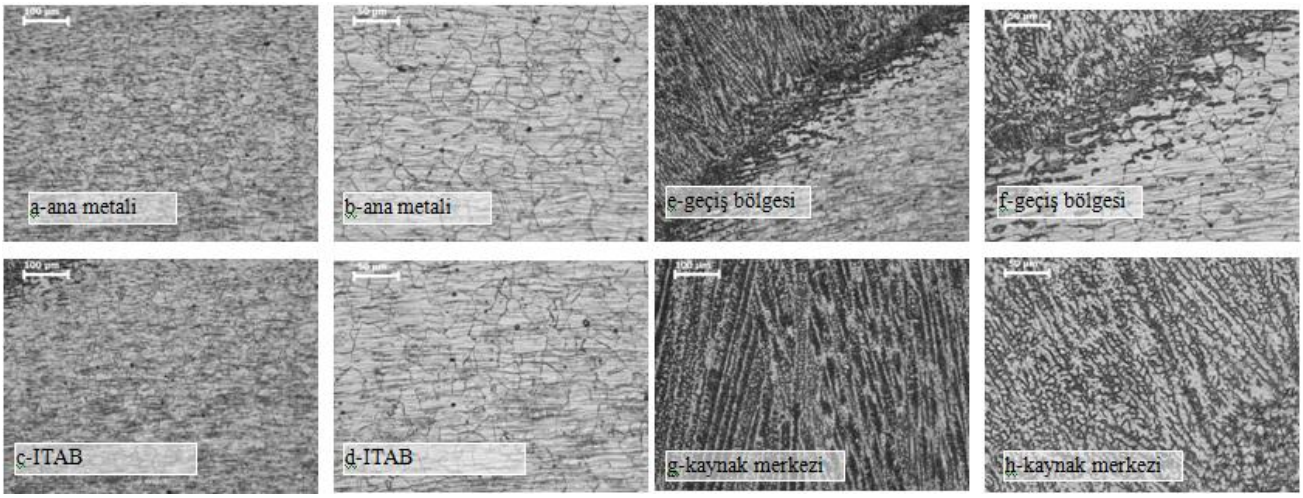
Kaynak metalindeki mikro yapılar soğuma sürecindeki dönüşümün sonucu oluşan yapılardır. Kaynak metalindeki tane yönlenmeleri ana metalden kaynak merkezine doğru olan yönlenmelerdir. Kaynak akımı, voltajı ve hızı, ısı girdisini, ısı girdisi de soğuma sürecini etkilediğinden dolayı kaynak metali mikroyapıları da kaynak parametrelerine bağlı olarak değişim göstermektedir. Isıdan etkilenen bölgenin dışında kalan ana malzeme yapısı ise tipik östenitik paslanmaz çelik mikroyapısıdır. İkizlemelerin ve hadde yönünde oluşmuş inklüzyonların yer aldığı genellikle eş eksenli tane yapısıdır. Deneylerde kullanılan östenitik paslanmaz çelik malzemelerin ısı iletim katsayıları düşük olduğu için ısıdan etkilenen bölge genel yapı çeliklerine göre oldukça dar ve mikroyapı incelemelerinde bu bölgeyi izlemek oldukça zor olmuştur.



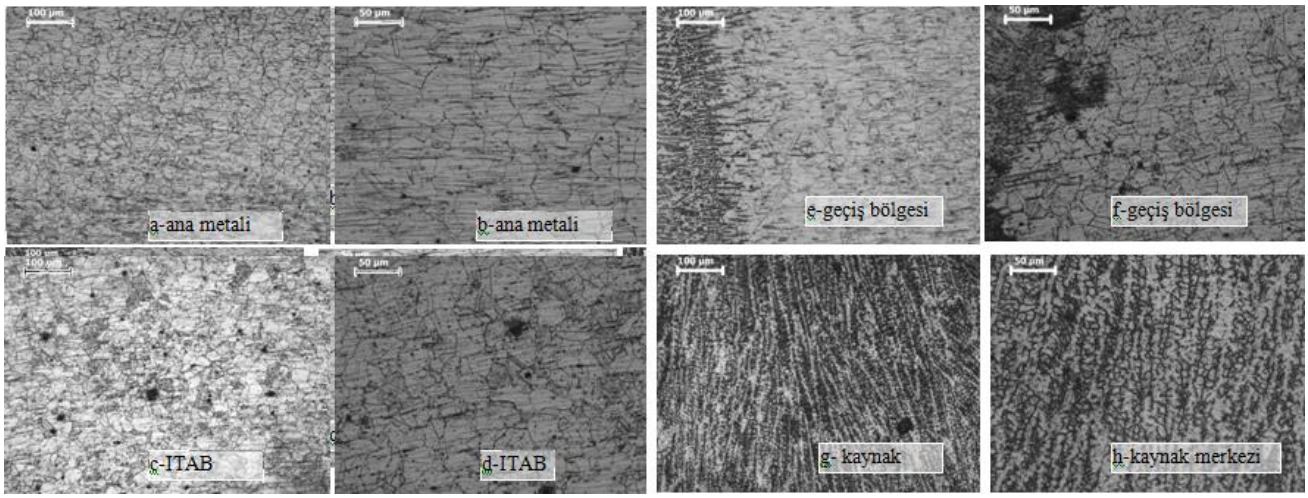
Şekil 3.1 A numunesine ait mikroyapı fotoğrafları (Akım=500, Volt=25, Hız=64 cm/dak)



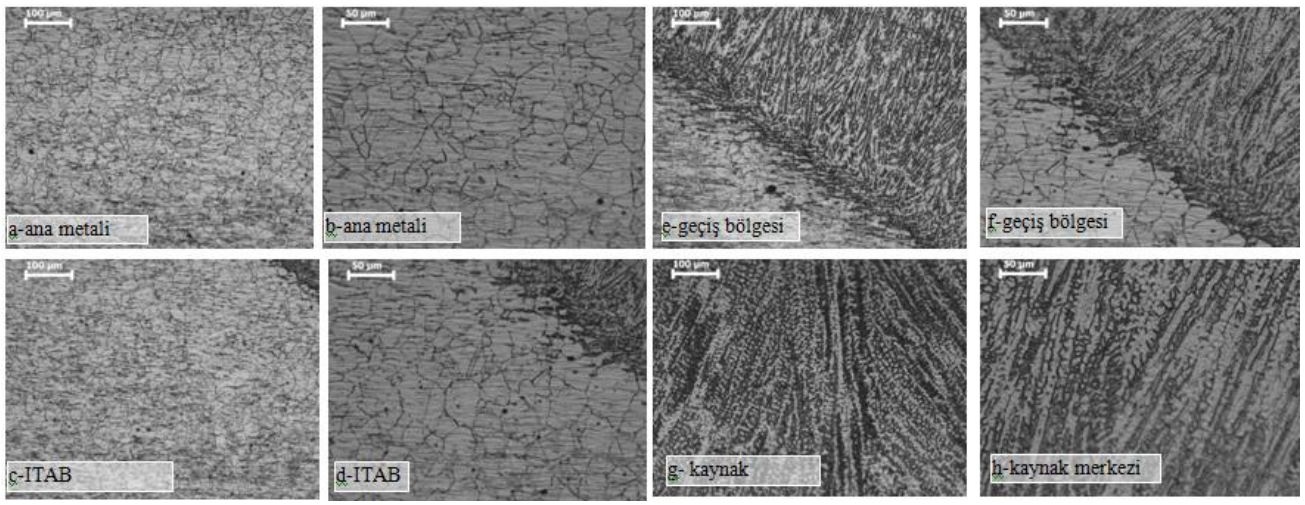
Şekil 3.2. B numunesine ait mikroyapı fotoğrafları (Akım=500, Volt=25, Hız=76 cm/dak)



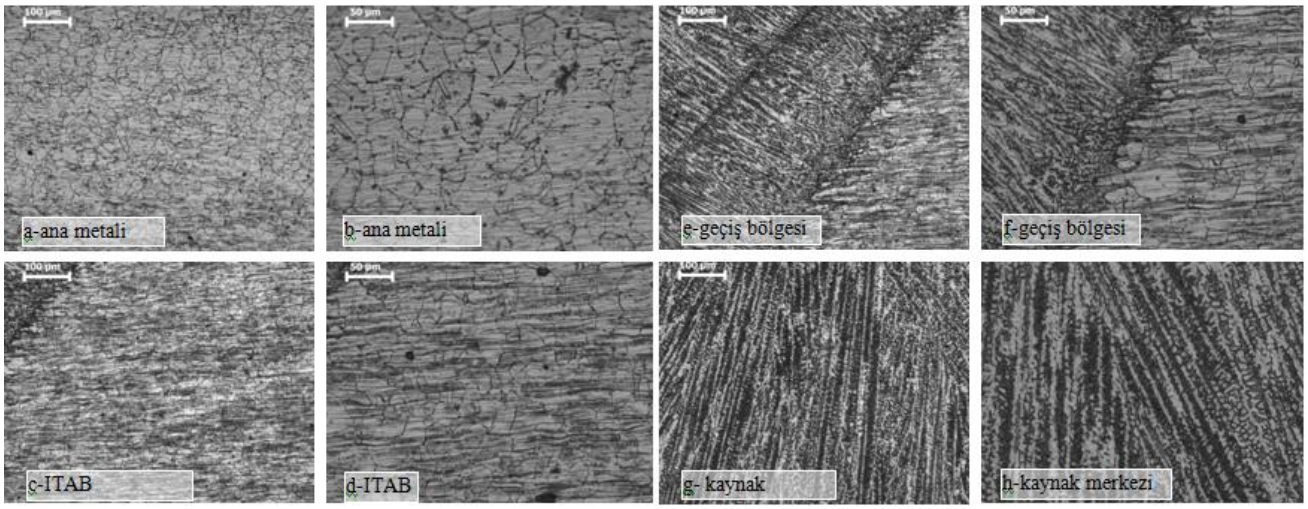
Şekil 3.3 C numunesine ait mikroyapı fotoğrafları (Akım=500, Volt=25, Hız=89 cm/dak)



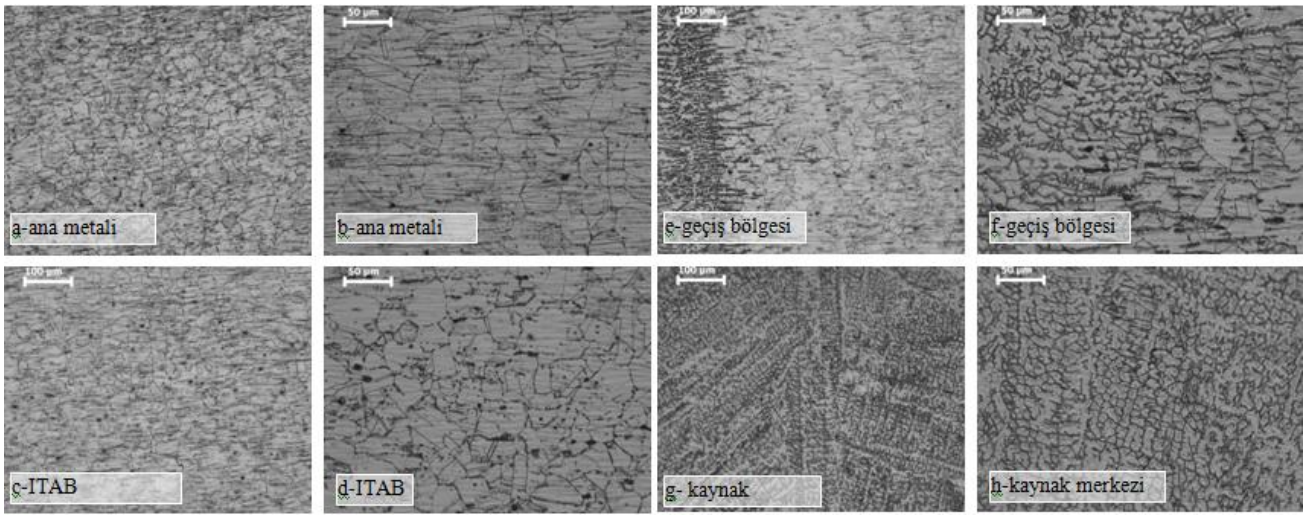
Şekil 3.4 D numunesine ait mikroyapı fotoğrafları (Akım=400, Volt=25, Hız=64 cm/dak)



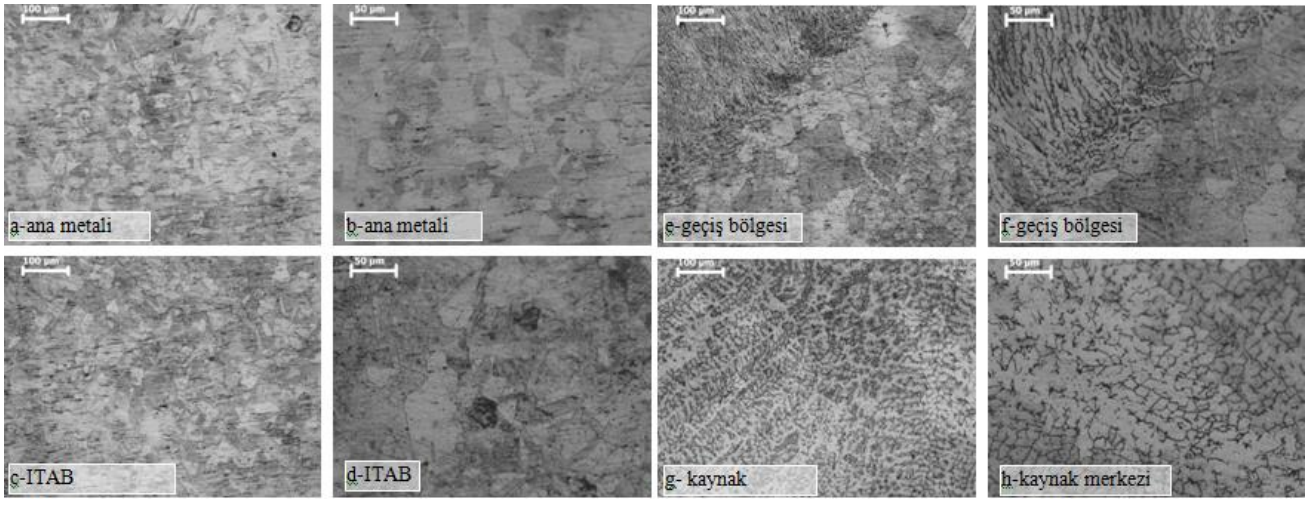
Şekil 3.5. E numunesine ait mikroyapı fotoğrafları (Akım=400, Volt=25, Hız=76 cm/dak)



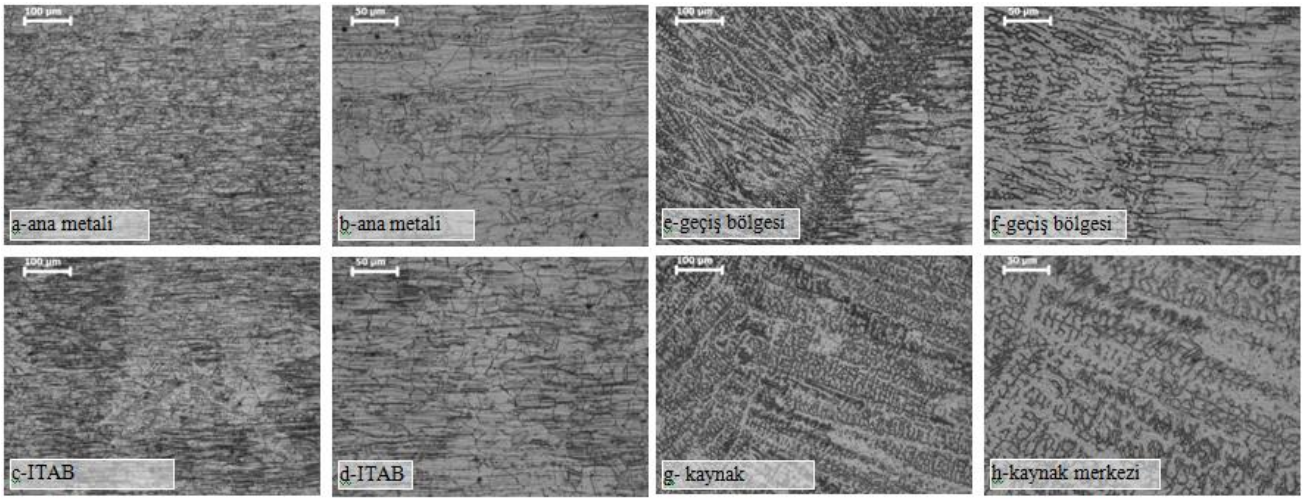
Şekil 3.6 F numunesine ait mikroyapı fotoğrafları (Akım=400, Volt=25, Hız=89 cm/dak)



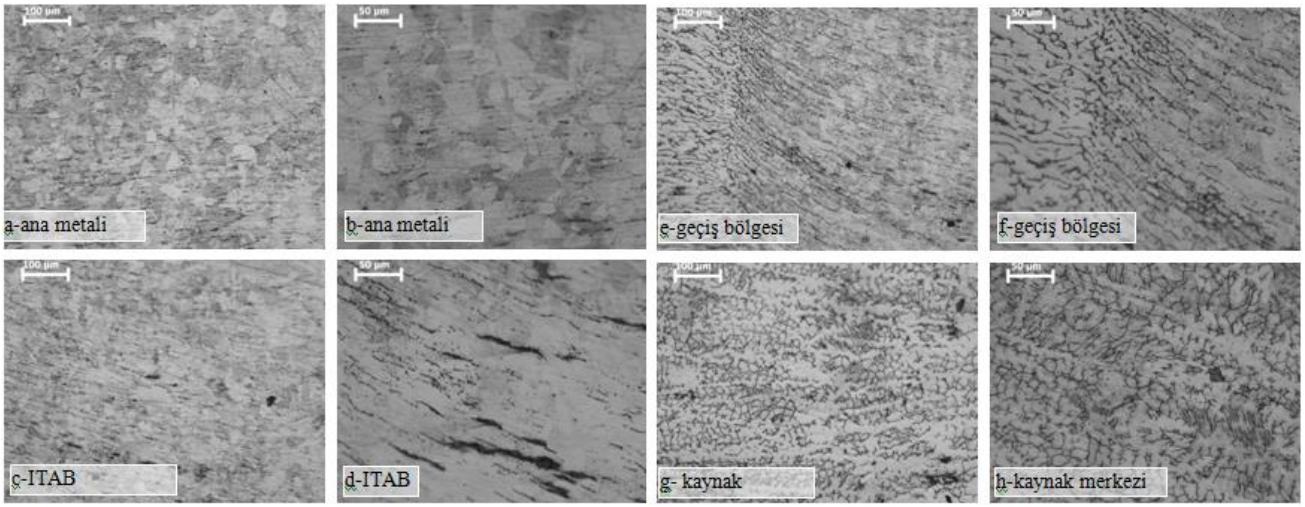
Şekil 3.7 G numunesine ait mikroyapı fotoğrafları (Akım=500, Volt=32, Hız=64 cm/dak)



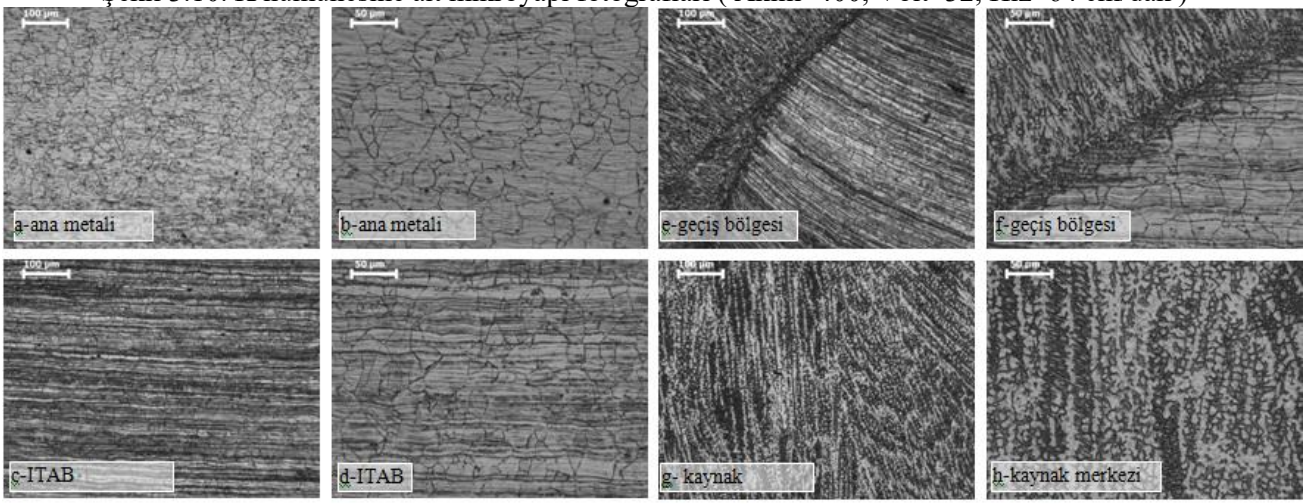
Şekil 3.8. H numunesine ait mikroyapı fotoğrafları (Akım=500, Volt=32, Hız=76 cm/dak)



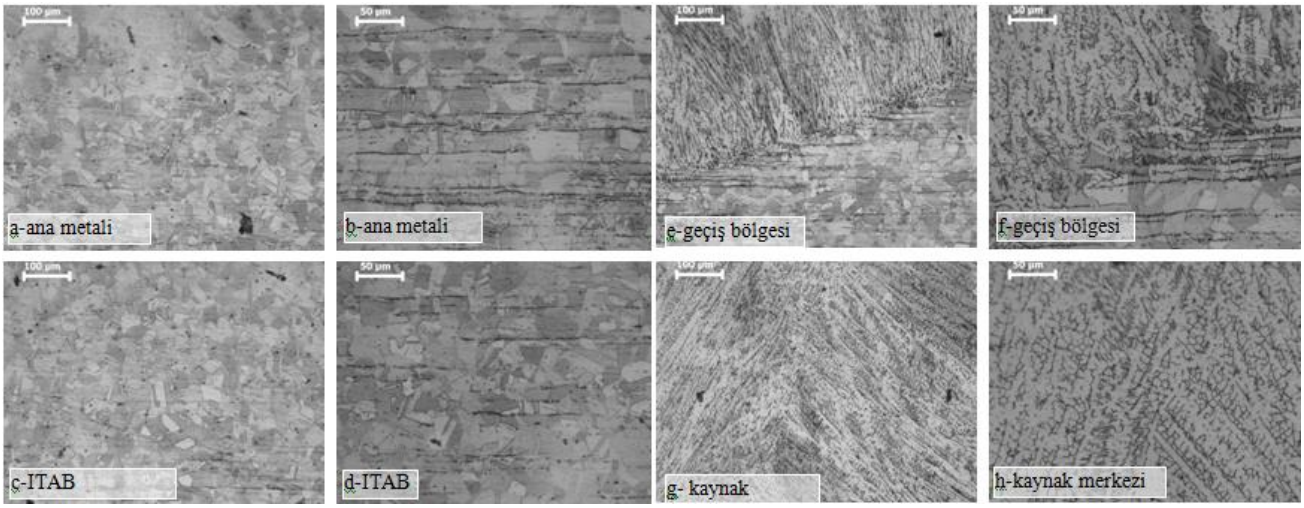
Şekil 3.9. I numunesine ait mikroyapı fotoğrafları (Akım=500, Volt=32, Hız=89 cm/dak)



Şekil 3.10. K numunesine ait mikroyapı fotoğrafları (Akım=400, Volt=32, Hız=64 cm/dak)



Şeki 3.11. L numunesine ait mikroyapı fotoğrafları (Akım=400, Volt=32, Hız=76 cm/dak)



Şekil 3.12. M numunesine ait mikroyapı fotoğrafları (Akım=400, Volt=32, Hız=89 cm/dak)

Mikroyapı görüntüleri tane morfolojisinin daha iyi anlaşılabilmesi açısından X100 ve X200 büyütme olarak verilmiştir. Mikroyapı görüntüleri genel olarak değerlendirildiğinde ITAB'da ana metale göre daha iri taneli bir yapının oluştuğu, tane yapısının eş yapılı homojen durumunu yavaş yavaş yitirmeye başladığı, daha girintili bir tane yapısının oluştuğu görülmektedir. Geçiş bölgesine ait mikroyapının ise ITAB'dan kaynak metaline geçiş hattı net bir biçimde görülmekte ve, ITAB'dan kaynak metaline doğru gidildikçe bu karmaşık yapı yerini, dendritik yapıda olan östenit plakalarına bırakmaktadır. Kaynak metalinin mikroyapı fotoğrafı incelendiğinde ise geçiş bölgesinde ITAB'daki taneler ile birlikte girift yapıda görülen dendritik tanelerin yerini, bu bölgede tamamen homojen olarak dağılmış dendritik tanelerin aldığı görülmektedir. Kaynak metali mikroyapı fotoğrafları incelendiğinde tane yapısının ısı kaçış yönünde, merkezden dışa doğru yönlenmiş olduğu gözlemlenmektedir. Aynı zamanda kaynak esnasında oluşan yüksek türbülansın etkisiyle tanelerin daha homojen bir şekilde ve daha ince bir halde dendritik olarak dağıldığı da net şekilde görülmektedir.

Şekil 3.1,3.2 ve 3.3; 500 amper ve 25 volt akım sabit tutularak sırasıyla 64, 76 ve 89 cm/dak. olarak gerçekleştirilmiş kaynak işlemi mikroyapı görüntüleridir. Akım ve voltajın sabit tutulduğu bu kaynak işleminde kaynak hızı mikroyapı taneleri üzerine etkili olmuştur. Düşük kaynak hızında gerçekleştirilen birleştirme işleminde oluşan kaynak metali (Şekil 3.1 a,b) tane yapısı kaynak hızı arttırıldığında daha ince bir hal aldığı (Şekil 3.3 a,b) gözlemlenmiştir. Kaynak hızı ITAB'ın genişliği ve tane yapısı üzerine etkili olmuş, düşük kaynak hızında gerçekleştirilen kaynak işleminde daha geniş (yaklaşık 2 mm) ve daha iri (Şekil 3.1 c,d) yüksek kaynak hızında ise daha dar (yaklaşık 1 mm) ve daha ince yapılı tanelerden (Şekil 3.3 c,d) oluştuğu tespit edilmiştir.

Şekil 3.4, 3.5 ve 3.6; 400 amper ve 25 volt akım sabit tutularak sırasıyla hızları 64, 76 ve 89 cm/dak olarak gerçekleştirilmiş kaynak işlemi mikroyapı görüntüleridir. Kaynak hızı bu kaynak işleminde de Şekil 3.1, 3.2 ve 3.3'de verilen mikroyapı görüntülerine benzer etki yapmıştır. Burada değişken olarak kullanılan Akım değerinin mikroyapı üzerine etkisi incelenmiştir. Şekil 3.1,3.2 ve 3.3'de verilen 500 amper ile gerçekleştirilen kaynak işlemine ait mikroyapı görüntüleri ile karşılaştırıldığında bu gruptaki mikroyapıların benzerlerine göre daha ince tane yapılarından oluştuğu tespit edilmiştir.

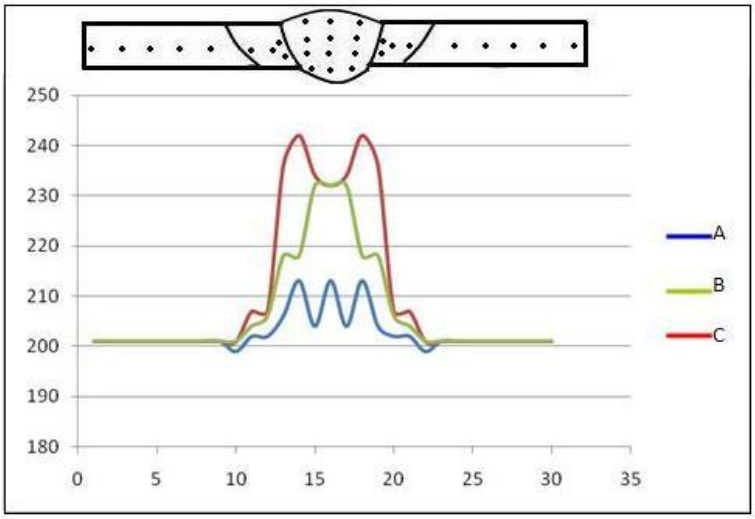
Şekil 3.7, 3.8 ve 3.9; 500 amper 32 volt akım sabit tutularak sırasıyla kaynak hızları 64, 76 ve 89 cm/dak olarak gerçekleştirilmiş kaynak işlemi mikroyapı görüntüleridir. Kaynak işleminde kaynak hızıyla birlikte ark geriliminin de artmasının etkisiyle düşük hızda daha geniş bir ITAB (yaklaşık 3 mm) ve daha iri taneler gözlemlenmektedir.(3.7 c,d) Kaynak hızı arttıkça ITAB da daralma (yaklaşık 1 mm) ve tanelerin daha küçük olduğu görülmektedir (3.9 c,d).

Şekil 3.10, 3.11 ve 3.12; 400 amper 32 volt akım sabit tutularak sırasıyla kaynak hızları 64, 76 ve 89 cm/dak olarak gerçekleştirilmiştir. Kaynak sırasında akımın düşmesi ve ark geriliminin artmasından dolayı Şekil 3.1-

3 deki görüntülere benzer durumlar söz konusudur. Yine kaynak hızına bağlı olarak hız arttıkça ITAB daralmakta, tane boyutları küçülmektedir (Şekil 3.11-12 c,d)

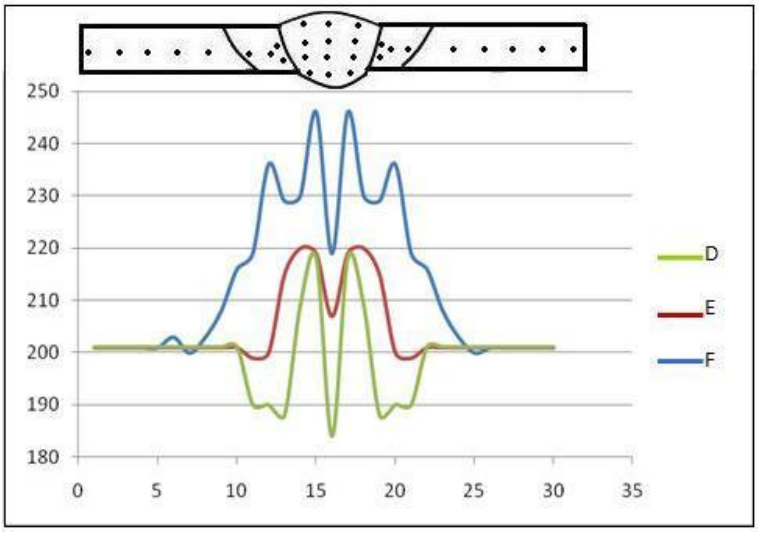
3.2. Sertlik Sonuçları

Tozaltı kaynak yöntemiyle birleştirilen AISI 304 östenitik paslanmaz çelik malzemeden alınan 12 adet numunenin 30 ayrı noktada göstermiş oldukları sertlik değerleri Şekil 3.14, Şekil 3.15, Şekil 3.16 ve Şekil 3.17'de verilmiştir. Sertlik alınan mesafe ana malzeme ile ITAB'ı her iki taraftan ve kaynak metalini kapsayacak şekilde tasarlanmıştır. 30 ayrı noktadan Brinell cinsinden sertlik ölçümü yapılmıştır.



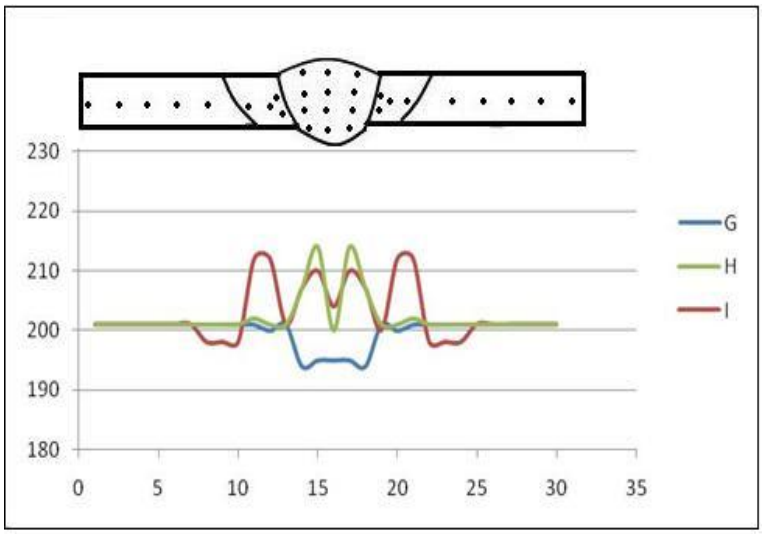
Şekil 3.13. A, B, C numunelerinin sertlik grafikleri

Şekil 3.13'de 500 Amper akım ve 25 Volt gerilim sabit tutularak A numunesi için 64 cm/dak, B numunesi için 76 cm/dak, ve C numunesi için 89 cm/dak kaynak hızlarında kaynak işlemine tabi tutulan AISI 304 östenitik paslanmaz çelik için alınan sertlik değerleri verilmektedir. Sertlik grafikleri incelendiğinde; en düşük sertlik 212 HRB ile 64 cm/dak kaynak hızındaki A numunesinde, en yüksek sertlik ise 233 HRB ile 89 cm/dak hızda gerçekleştirilen C numunesinde, kaynak metalinden alınan noktalarda görülmektedir. Bunun sebebi, düşük kaynak hızı ile yapılan kaynağa ısı girdisinin daha fazla olması ve bu bölgede soğumanın diğer bölgelere oranla daha yavaş gerçekleşmesidir. Soğuma ne kadar yavaş olursa, ana metaldeki sertlik değerlerine o kadar yakın sertlik değerlerine rastlanır. Dolayısıyla soğuma hızının yavaş olduğu bölgelerde düşük sertlik değerleri görülmektedir [7,8]. Kaynak hızının hızlı olması, ısı girdisinin daha düşük seviyede olmasına neden olacağından hızlı soğuma gerçekleşecektir. Hızlı soğuma ile sertlik değerlerinde bir artış söz konusudur. Ayrıca kaynak metalinin merkezinde sertlik değeri, diğer noktalardan alınan (kaynak metalinde) sertlik değerlerinden de düşük olmaktadır. Bunun sebebi ise en fazla ısıl yığılmanın ve yavaş soğumanın bu bölgede görülmesindendir [7,8].



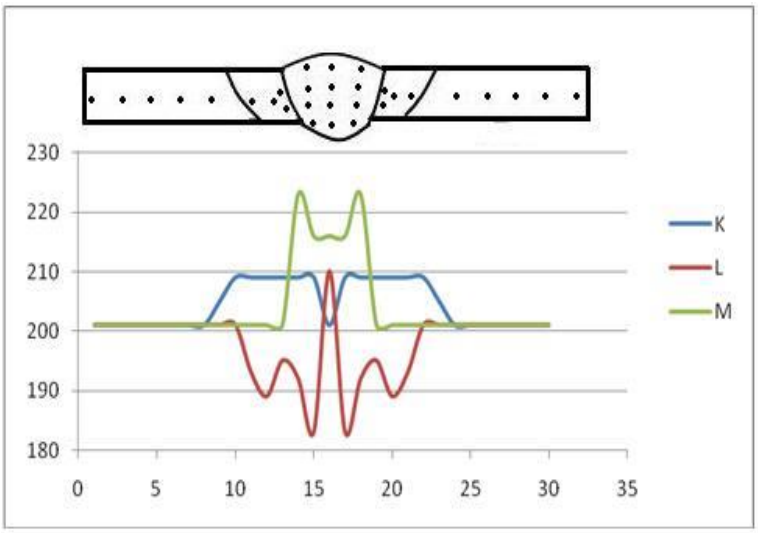
Şekil 3.14. D, E, F numunelerinin sertlik grafikleri

Şekil 3.14'de 400 Amper akım ve 25 Volt gerilim sabit tutularak, D numunesi için 64 cm/dak E numunesi için 76 cm/dak, ve F numunesi için 89 cm/dak kaynak hızlarında kaynak işlemine tabi tutulan numunelerin sertlik değerleri verilmektedir. Sertlik grafikleri incelendiğinde; en düşük sertlik 187 HRB ile 64 cm/dak kaynak hızında kaynatılan D numunesinde, en yüksek sertlik ise 220 HRB ile 89 cm/dak kaynak hızında gerçekleştirilen F numunesinde olduğu görülmektedir. Şekil 3.14'deki grafikte görülen sertlik değerlerinin Şekil 3.13'de görülen sertlik değerlerinden daha düşük olduğu görülmektedir. Buna sebep kaynak akımının daha düşük tutulmasıdır. Kaynak akımı daha düşük tutularak ısı girdisi azaltılmıştır.



Şekil 3.15. G, H, I numunelerinin sertlik

Şekil 3.15'da 500 amper kaynak akımı ve 32 volt gerilim sabit tutularak 64 cm/dak, 76 cm/dak ve 89 cm/dak kaynak hızlarında G, H ve I numuneleri için elde edilen sertlik grafikleri verilmektedir. Grafik incelendiğinde; en düşük sertliğin 195 HRB ile 64 cm/dak (G numunesi) , en yüksek sertlik ise 205 HRB ile 89 cm/dak hızda birleştirilen (I numunesi) kaynak metalinde olduğu görülmektedir. Şekil 3.15'daki grafikte görülen sertlik değerlerinin Şekil 3.13'de görülen sertlik değerlerinden daha düşük olduğu görülmektedir. Daha yüksek gerilim ile birleştirilen numunelerde sertlik değerinin daha düşük olduğu görülmektedir. Bu durumda daha yüksek gerilim ile kaynatılan numunelerde daha düşük sertlik değerlerinin elde edilebildiği söylenilebilir [7,8].



Şekil 3.16 K, L, M numunelerinin sertlik grafikleri

Şekil 3.16'de 400 Amper kaynak akımı ve 32 volt gerilim sabit tutularak 64 cm/dak, 76 cm/dak ve 89 cm/dak kaynak hızlarında K, L ve M numuneleri için elde edilen sertlik grafikleri verilmektedir. En düşük sertlik 200 HRB ile 64 cm/dak kaynak hızında birleştirilen K numunesinde, en yüksek sertlik ise 217 HRB ile 89 cm/dak hızda birleştirilen M numunesinde görülmektedir. Yine burada düşük kaynak hızında yapılan kaynakta ısı girdisinin daha fazla olması ve bu bölgede soğumanın diğer bölgelere oranla daha yavaş gerçekleşmesi nedeniyle sertlik değeri diğer bölgelerden düşüktür. Kaynak hızının hızlı olması burada da ısı girdisinin daha düşük seviyede olmasına neden olacağından hızlı soğuma gerçekleşecektir [7,8]. Hızlı soğuma söz konusu olduğunda sertlik değerlerinde bir artış gözlemlenmektedir. Genel olarak tüm numunelere ait grafikler incelendiğinde ise en düşük sertliğin 187 HRB ile D numunesinde, en yüksek sertliğin ise 233 HRB ile C numunesinde olduğu görülmektedir.

4. Sonuçlar

Yapılan deneysel çalışmalar sonucunda elde edilen genel sonuçlar ve öneriler aşağıda verilmiştir.

1) Kaynak hızı arttıkça kaynak metali ve ITAB de oluşan tane yapısının inceldiği,
2) Ark gerilimi ve amper değeri arttıkça tane irileşmesinin meydana geldiği ve sertliğin azaldığı,
3) Kaynak hızı arttıkça kaynak metali ve ITAB de sertliğinin arttığı, buna karşılık amper ve voltaj değerine bağlı olarak ısı girdisinin artmasıyla kaynak metali ve ITAB'da sertliğin düştüğü,
4) Kaynak hızı arttıkça kaynak bölgesi ve ITAB de çekme mukavemetinin arttığı, buna karşılık amper değeri ve ark gerilimi arttıkça kaynak metali ve ITAB'da çekme mukavemetinin azaldığı görülmüştür.

Kaynaklar

[1] The Miller Electric MFG. CO., The Handbook Of SAW, Rev. 11/85, USA 1-3, 1982.
[2] Chandel, R. S., Seow, H. P. and Cheong, F. L. "Effect of increasing depositionrate on the bead geometry of submerged arc welds", Journal of Materials Processing Technology, volume 14, Number 21, 1998 p. 124–128.
[3] Odabaş, C., ''Paslanmaz Çelikler", Temel Özellikleri, Kullanım Alanları, Kaynak Yöntemleri", Askaynak, İstanbul, 2004 p. 1-68.
[4] Kaluç, E. "Östenitik Krom – Nikelli Paslanmaz Çeliklerin Kaynağı", Gedik Kaynak Dünyası, Sayı:2, 1996 p. 18–21.
[5] Lothongkum G, Viyanit E, Bhandhubanyong P. "Study on the effects of pulsed TIG welding parameters on delta-ferrite content, shape factor and bead quality in orbital welding of AISI 316L stainless steel plate.", J Mater Process Technol, Chulalongkorn University, Thailand, 110(2): 2001 p. 233 –238.

[6] Juang SC, Tarng YS. "Process parameter selection for optimising the weld pool geometry in the tungsten inert gas welding of stainless steel.", J Mater Process, Technol National Taiwan University of Science and Technology, Taiwan, 122(1):2002 p. 33–37.
[7] Durgutlu, A., Kahraman, N., Gülenç, B., Tozaltı ark kaynağında kaynak tozunun mikroyapı ve mekanik özelliklere etkisinin incelenmesi**.** G.Ü. End. San. Eğit. Fak. Dergisi, Yıl 10, Sayı 11, No 11, Ankara 2002 p. 1-8.
[8] Çelik, A., "Tozaltı Kaynak Parametrelerinin Kaynak Dikişine Etkilerinin İncelenmesi", Yüksek Lisans Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir, 1988 p. 2-26.

Ti-6Al-4V MALZEMESİNE KILAVUZ İLE DİŞ AÇMA İŞLEMİNDE KESİCİYE UYGULANAN KRİYOJENİK İŞLEMİN TAKIM ÖMRÜNE ETKİSİ

THE EFFECT OF CRYOGENICALLY TREATED TAPS ON TOOL LIFE DURING THREADING OF Ti-6Al-4V ALLOY

Gültekin Uzun[a], Yakup Turgut[a], İhsan Korkkut[a]
[a] Gazi Üniversitesi Teknoloji Fakültesi İmalat Mühendisliği Bölümü, 06500, Yenimahalle, Ankara, TÜRKİYE
E-posta: *uzun.gultekin@gazi.edu.tr, yturgut@gazi.edu.tr, ikorkut@ gazi.edu.tr

Özet

Kılavuz ile vida açma işlemi diğer kesici takımlar ile yapılan talaş kaldırma işlemlerine göre daha karmaşıktır. Ayrıca işlenebilirliği zor olan Ti alaşımları, süper alaşımlar vb. malzemelerde bu süreç daha da zorlaşmakta ve kesici takım ömrünün azalmasına neden olmaktadır. Bu çalışma, üç farklı özelliğe sahip kesici takım kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Bu takımlar; kriyojenik işlem uygulanmış kaplamasız takım, kriyojenik işlem uygulanmamış kaplamalı (TiAlN) takım ve kriyojenik işlem uygulanmamış kaplamasız takımlardır. Deneyler, Ti-6Al-4V alaşımına açık deliklerde iki farklı tipte kesici (ovalama ve düz kılavuz) kullanılarak, ıslak kesme şartlarında, dört farklı kesme hızı (2, 3, 4 ve 5 m/dak) ve sabit ilerleme değeri (1.25 mm/dev) kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Deneyler sonucunda oluşan takım ömrü kesici takım ve kesme parametrelerine göre değerlendirilmiştir.

Anahtar kelimeler: Ti-6Al-4V, Kılavuz ile diş açma, Kriyojenik işlem, Takım ömrü.

Abstract

Threading operation with taps is more complicated than the other chip removal processes with other cutting tools. Besides, this process is harder to accomplish on hard to cut materials such as Ti alloys, super alloys etc. and also effects tool life negatively. In this study, the experiments were performed with three different featured cutting tools. These cutting tools are; cryogenically treated uncoated, non-cryogenically treated coated (TiAlN) and non-cryogenically treated uncoated. The experiments were carried out in wet conditions by using two different types of cutting tools (rolling and straight taps) in previously drilled holes on Ti-6Al-4V alloy, four different cutting speeds (2, 3, 4 and 5 m/min) and a constant feed rate (1.25 mm/rev). As a result of the experiments, the tool life evaluated from the point of cutting tool and cutting parameters.

Keywords: Ti-6Al-4V, Threading with taps, Cryogenic treatment, Tool life.

1. Giriş

Kriyojenik işlem yoluyla geleneksel imalat yöntemlerindeki olumlu gelişmeler özellikle kesici takımların kriyojenik işlem sonucunda artan sertliği ve aşınma dirençleri ile ilişkilendirilmiştir. Sertlik ve aşınma direnci gibi özelliklere ek olarak kriyojenik işlem sonucunda malzemelerin elektriksel ve termal özellikleri de iyileşebilmektedir. Kriyojenik işlemin, bazı malzemelerde aşınma direncini iyileştirdiği iddia edilmekte, kesici takımlara ve çeşitli iş parçalarına uygulanmaktadır [1]. Kriyojenik işlemin kaplamaların aksine parçanın tüm bölümünü etkileyen, bir defaya mahsus yapılan ucuz ve kalıcı bir işlem olduğu ifade edilmektedir. Kesici takımlara uygulanan kriyojenik işlem ile takım aşınması ve kesme şartlarının iyileştirilebildiği ve takım ömründe %91'den %817'ye varan iyileşmeler sağladığı tespit edilmiştir [2-5].

Talaşlı üretimde vida çekme işlemleri için kılavuz seçimi çok önemlidir. Doğru kılavuz seçimi ve gerekli parametreler (kesme hızı, devir, ilerleme, kesme geometrisi, soğutma sıvısı v.b.) oluşan vida dişinin kalitesini ve üretim ekonomisini etkilemektedir. Makine imalat endüstrisinde vida açma olayı için harcanan toplam

zaman, işlenebilirlik zamanının % 22'sini kapsamaktadır [6]. Beklenmeyen sonuçların da ortaya çıkması bu süreci daha da olumsuz yönde etkilemektedir. Kılavuz ile vida çekerken oluşan yüksek tork, kılavuzun geri tepmesi (yaylanması) ve dönüş zorluğu kılavuzun kırılmasına neden olmaktadır [7]. Bu olumsuzluklar genellikle üretim esnasında görülebilmektedir. Endüstrideki rekabet ve yüksek verimlilik daha kaliteli vida dişi oluşturma ihtiyacı doğurmaktadır [8]. Ovalayarak vida imalatı, keserek vida imalatında olduğu gibi malzemenin koparılarak uzaklaştırılması yerine, parçayı ezerek vida şeklini verme işlemidir. İşlem soğuk olarak yapılır. Bu süreçte başlangıçta ovalanacak yuvarlak malzemenin çapı, açılacak vidanın diş üstü çapından daha küçüktür. Ovalanacak parçanın soğuk olarak akmaya zorlanması, onu daha sağlam ve güçlü kılar. Bu işlemde talaş yoktur, malzeme kaybı olmaz, malzeme sadece yer değiştirir. Ovalama kılavuzları iç vida dişini talaş kaldırmadan açan takımlardır. [9].

Kılavuz ile vida açılması sırasında kesici ve malzeme arasında oluşan olaylar diğer kesici takımlara nazaran daha karmaşıktır. Küçük çaplı kılavuzlarla derin deliklere kılavuz ile vida açılması sırasında sıkça meydana gelen kesici kırılmalarının sebepleri ve çözümlerinin incelendiği çalışmada; titanyum malzemesine kılavuz ile vida açılmasında ortaya çıkan yüksek tork (moment) gösterilmiştir [7]. Yüksek tork, titanyum malzemesinin elastikiyet özelliğinin kesici ile malzeme ara yüzünde daha fazla sürtünme direnci oluşturmasına bağlanmıştır. Diğer bir çalışmada düz oluklu kaplamasız M10 HSS kılavuz ile vida dişi açma sırasında kesme sıvısı kullanımının kılavuzda oluşan çentik ve yanak aşınmalarına etkisi incelenmiştir. Sonuç olarak, en düşük kesme torkunu kuru kesme şartlarında tespit etmişlerdir [10]. M8 kılavuz ile paslanmaz çelik üzerine farklı kaplanmış kılavuzlar kullanılarak, sertlik gibi mekanik özellikler ile abrasiv aşınma direnci ve sürtünme katsayıları belirlenmiştir. TİCN kaplamanın mükemmel abrasiv ve adhesiv aşınma direncinin olduğunu vurgulamışlardır [11]. S.C. Veldhuis ve arkadaşları, kılavuz ile vida açma operasyonları sırasında ultra ince flor katkılı kesme sıvısının takım/iş parçası arasındaki aşınmaya etkilerini incelemişler ve sürtünme katsayısını %18 azalttığı gözlemlemişlerdir. [12]. İşlenmesi çok zor olarak bilinen malzemelerden biri olan beta-tipi titanyum alaşımının kesilmesinde, CBN kaplamalı kılavuzların takım ömrü ve kılavuz çekme dirençlerinin geleneksel kaplamalı kılavuzlardan daha iyi olduğunu vurgulamışlardır [13]. Kılavuz ile vida açma işlemi için pek çok değişken kullanılarak modeller geliştirilmiştir. Bu modellerin deneysel olarak test edilerek kullanılabileceklerini vurgulamışlardır [14-15].

Titanyum alaşımlarının işlenmesinde ortaya çıkan sorunların temelini, bu alaşımların yüksek sıcaklıklarda yüksek dayanıma sahip olmaları oluşturmaktadır [16-17]. Bu tür malzemelerde, kılavuzun verimli olarak kullanılabilmesi için kesme şartlarının (Kılavuz seçimi, kesme parametreleri, vb.) en iyi şekilde belirlenmesi gerekir. Bu çalışmada, Ti-6Al-4V alaşımına, açık deliklerde iki farklı tipte kesici (ovalama ve düz kılavuz) kullanılarak, farklı kesme hızlarında takımların kesme performansları belirlenecektir.

2. Materyal ve Yöntem

Deneylerde titanyum alaşımları içinde endüstride en çok kullanım alanına sahip olan Ti-6Al-4V (α+β-Ti alaşımı) kullanılmıştır. Bu alaşımın endüstriyel uygulamalardaki oranı %45'tir. Ti-6Al-4V alaşımlarının en önemli özellikleri, korozyona karşı yüksek direnci, sertliği ve dayanaklılığıdır. Malzemenin kimyasal bileşenleri Tablo 1'de, verilmiştir. Ti-6Al-4V numune malzemeler 100x80x15 boyutlarındadır.

Tablo1. Ti-6Al-4V alaşımının kimyasal bileşenleri.

Kimyasal İçerik							
Al	V	Fe	O	N	H	C	Ti
5.9%	4.00%	0.09%	0.14%	0.01%	0.002%	0.01%	Denge Miktarı

Deneylerde; imalat sanayisinde yaygın olarak kullanılan standart metrik vidaların açılmasına karar verilmiş ve M8x1.25 anma ölçüsü esas alınmıştır. İmalat sanayisinde, deneylerde Ti-6Al-4V malzemesi için tavsiye edilen eğik ağız bilemeli düz kanallı kılavuz (EADK) ile ovalama kılavuzları (OK) kullanılmıştır (Tablo 2). Bu çalışma, kaplamalı (TiAlN), kaplamasız ve kriyojenik ısıl işlem uygulanmış iki farklı tipte kılavuz ile gerçekleştirilmiştir. Kaplamasız kesici takımların bir kısmına kriyojenik işlem uygulanmıştır. Kesici takımlar oda sıcaklığından -145 °C'ye yaklaşık 1-2 °C/dak soğutma hızı ile kademeli olarak soğutulmuş, bu sıcaklıkta

24 saat bekletildikten sonra yine 1-2 °C/dak ısıtma hızı ile kademeli olarak oda sıcaklığına getirilerek kriyojenik işlem uygulanmıştır. Kriyojenik işlem ile ısıl işlem sonrası kalıntı östenitin martenzite dönüşümü ile kesici takımların aşınma dirençlerinin arttırılması amaçlanmıştır. Tablo 2'de makine kılavuzlarının formları ve bazı özellikleri verilmiştir.

Tablo 2. Kılavuz formları ve tipleri.

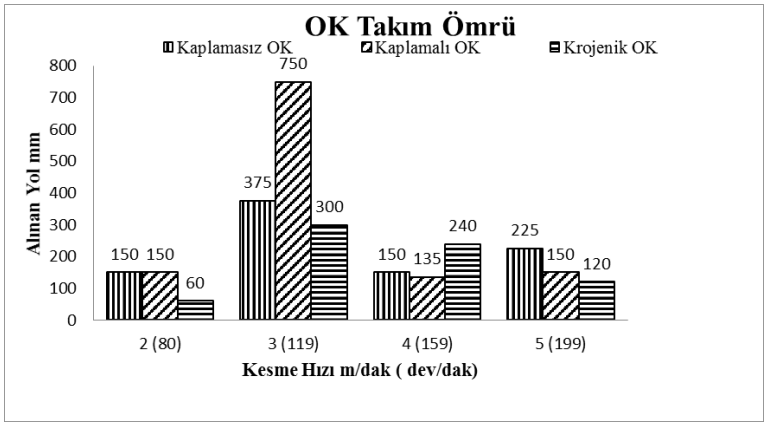
Kılavuz Vida Ölçüsü	Kılavuz Şekli (Formu DIN 371)		Ağız Tipi	Helisel Kanal	Malzemesi	Kısaltma	Kullanılan Matkap Çapı mm
M 8 X 1.25	Form B (3.5-5 Diş)		Eğik R15	Düz	HSS-E	EADK	6,8
	Form C (2-3 Diş) Ovalama kılavuzu		Düz	Yok	HSS-E	OK	7,4

Kılavuz çekilecek delik çapının oluşturulması için iki farklı çapta (6,8 mm ve 7,4 mm) karbür matkap kullanılmıştır (Tablo 2).

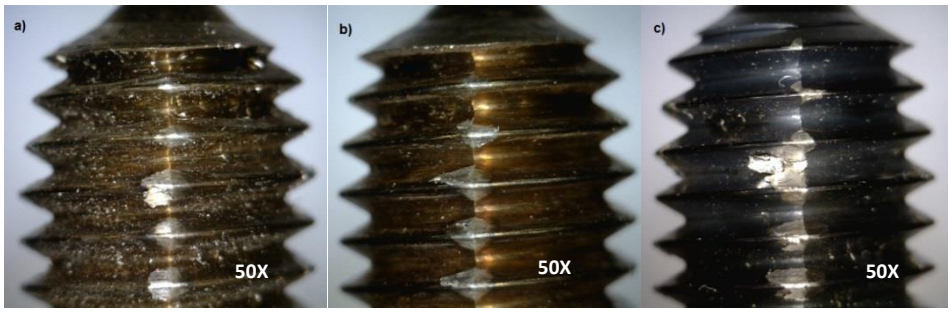
Deneyler, Johnford VMC–550 marka CNC dik işleme merkezinde yapılmıştır. Kılavuz ile vida dişi açma işlemi, CNC dik işleme merkezinde numune delindikten sonra iş parçası kalıptan sökülmeden kılavuz aynı koordinatlara gönderilerek olası bir eksen kaçıklığı önlenmiştir. Deneylerin yapıldığı CNC Freze tezgâhında "rijit tapping" özelliği bulunmadığından, kılavuz çekme başlığı ve emniyetli kılavuz tutucu kullanılarak deneyler gerçekleştirilmiştir. Deneyler ıslak şartlarda gerçekleştirilmiştir. Islak kesme şartlarında %20 emilsiyon kesme sıvısı kullanılmıştır. Deneylerde kesme sıvısı CNC tezgâhına ait soğutma sistemi ile kesici ve iş parçası üzerine püskürtülerek kullanılmıştır. Bu çalışmada dört farklı (2, 3, 4 ve 5 m/dak) kesme hızı ve 1.25 mm/dev ilerleme kullanılmıştır. Kesme hızı, literatürde yapılan çalışmalar ve kesici takım katalogları dikkate alınarak ön deney çalışmaları neticesinde belirlenmiştir. Farklı kesme hızları kriyojenik ısıl işlem uygulanmış, kaplamalı (TiAlN) ve kaplamasız şartlarda ıslak ve kuru şekilde denenerek en iyi kesme sonuçları elde edilmeye çalışılmıştır. Kesici takımlar üzerindeki aşınma ve malzeme yapışmaları AM413ZT Polarize Dijital Mikroskop ile 50X büyütme yapılarak çalışma anında görüntülenmiştir. Deneyler sonucunda kesicilerin SEM cihazında görüntüleri alınarak EDX analizleri yapılmıştır.

3. Deney Sonuçları

Şekil 1 incelendiğinde krojenik ısıl işleminin OK kesici için çok etkisinin olmadığı görülmüştür. Sadece 4 m/dak kesme hızında 250 mm yol alarak kaplamasız takıma göre %38 ve kaplamalı takıma göre ise %44 daha iyi bir performans sergilemiştir. 2 m/dak kesme hızında kaplamalı ve kaplamasız takım ile aynı takım ömrü elde edilmiştir. 3 m/dak kesme hızında kaplamalı takım ile OK kesicisi için en iyi takım ömrü değeri (750 mm) tespit edilmiştir. Kaplamasız takım ile 350 mm yol alınırken, krojenik işlem uygulanmış takım ile 300 mm yol alınabilmiştir. 5 m/dak kesme hızında ise kaplamasız takım en iyi performansı sergilemiştir. OK kesicinin kesme yapmadan malzeme deformasyonu ile diş açmaya çalışması, takım üzerine malzeme yapışmalarının olmasına olanak sağlamaktadır. Bu yapışmalar takım ömrünü etkileyen başlıca sebep olarak belirtilebilir (Resim 1).

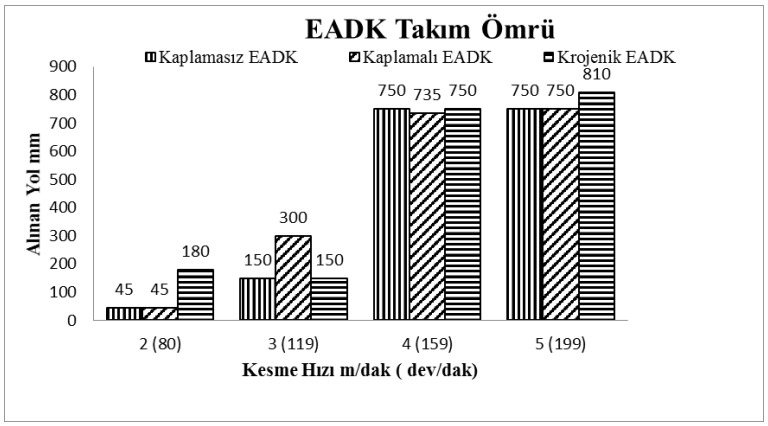


Şekil 1. Kesme hızına bağlı olarak OK kesici için takım ömrü değişimi.

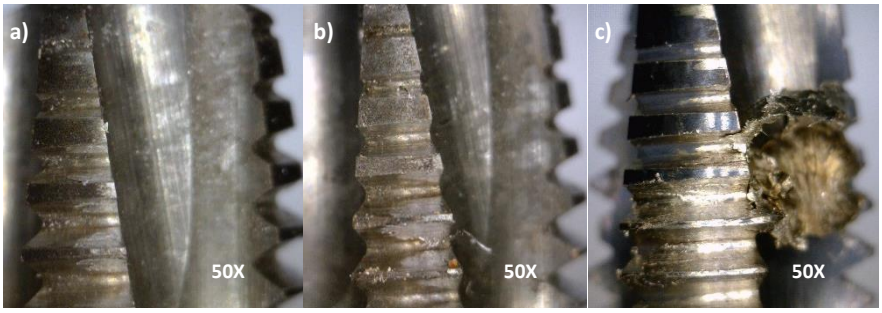


Resim 1. 5 m/dak kesme hızında kullanılan OK kesicilerin 50X büyütme oranında ki resimleri
a) Kaplamasız kesici takım b) Kriyojenik işlem uygulanmış kesici takım c) Kaplamalı kesici takım.

Talaş kaldırma yöntemi ile diş açma işleminde krojenik işlem görmüş takım ile 3 m/dak kesme hızı hariç tüm kesme hızlarında en yüksek takım ömrü değerleri tespit edilmiştir. Özellikle 4 ve 5 m/dak kesme hızlarında en iyi takım ömrü değerleri ölçülmüştür. Kesme hızının artışı ile talaş tahliyesinin daha rahat gerçekleşmesi ile bu durum açıklanabilir. Krojenik işlemin kesici takım mukavemetini artırarak daha iyi bir takım ömrü sergilediği söylenebilir. Yapılan pek çok çalışmada özellikle HSS takımlar üzerinde krojenik işlemin takım ömrünü arttırdığı belirtilmiştir [18-21]. 2 m/dak kesme hızında krojenik işlem görmüş takım diğer takımlara göre 4 kat daha iyi takım ömrü sergilemiştir. 3 m/dak kesme hızında ise kaplamalı takım ile 2 kat daha iyi takım ömrü ölçülmüştür. 4 m/dak kesme hızında takım ömrü değerleri yakın değerlerde ölçülmüştür. 5 m/dak kesme hızında kriyojenik işlem görmüş takım 1,1 kat daha iyi bir takım ömrü sergilemiştir.



Şekil 2. Kesme hızına bağlı olarak EADK kesici için takım ömrü değişimi.



Şekil 4. 5 m/dak kesme hızında kullanılan EADK kesicilerin 50X büyütme oranında ki resimleri a) Kaplamasız kesici takım b) Kriyojenik işlem uygulanmış kesici takım c) Kaplamalı kesici takım.

Kaynaklar

[1] Yong, A.Y.L., Seah, K.H.W., Rahman, M., "Performance of cryogenically treated tungsten carbide tools in milling operations", The International Journal of Advanced Manufacturing Technology, Vol. 32, pp. 638-643, (2007).

[2] Huang, J.Y., Zhu, Y.T, Liao, X.Z., Beyerlein, I.J., Bourke, M.A., Mitchell, T.E., "Microstructure of Cryogenic Treatment of Tool Steel", Materials Science Engineering A, Vol. 339, pp.241-244, (2003).

[3] Collins, D.N., "Deep Cryogenic Treatment of Tool Steels: AReview", Heat Treat. Met., Vol. 23, 1996, pp. 40-42,.

[4] Da Silva, F.J. Franco, D.D., Machado, A.R.,Ezugwu, E.O., Souza Jr, A.M., "Performance of Cryogenically Treated HSS Tools" Wear, Vol. 261, pp. 674-685, (2006).

[5] Mohan Lal, D., Renganarayanan, S., Kalanidhi, A., "Cryogenic treatment to augment wear resistance of tool and die steels", Cryogenics, Vol. 41, pp. 149-155, (2001).

[6] http://www.guhring.com.tr/Upload/Document/document_3c5f4d55a196484184ceedddb32a1341.pdf, 2012.

[7] Kuo, K., "Experimental İnvestigation Of Ultrasonic Vibration-Assisted Tapping", Journal of Materials Processing Technology, Vol. 192–193, pp. 306–311, (2007).

[8] Li, W., Li, D., Ni, J., "Diagnosis Of Tapping Process Using Spindle Motor Current" International Journal of Machine Tools & Manufacture, Vol. 43, pp. 73–79, (2003).

[9] Ay İ., Demircioğlu T.K. "Kesme ve Ovalama Yolu ile Cıvata-Vida Dişi İmalat Yöntemlerinin Kıyaslanması" Makina Magazin Dergisi, Sayı 10, sayfa 64-67, (2005).

[10] Cao T., Sutherland J. W., "Investigation of thread tapping load characteristics through mechanistics modeling and experimentation" International Journal of Machine Tools & Manufacture, Vol. 42, pp. 1527–1538, (2002).

[11] Reiter A.E., Brunner B., Ante M., Rechberger J.," Investigation of several PVD coatings for blind hole tappingin austenitic stainless steel", Surface & Coatings Technology, Vol. 200, pp. 5532–5541, (2006).

[12] Veldhuis S.C., Dosbaeva G.K., Benga G., "Application of ultra-thin fluorine-content lubricating films to reduce tool/workpiece adhesive interaction during thread-cutting operations", International Journal of Machine Tools and Manufacture, Vol. 47, pp.521–528, (2007).

[13] Jin M., Watanabe S., Miyake S., Murakawa M., "Trial fabrication and cutting performance of c-BN-coated taps", Surface and Coatings Technology, Vol. 133-134, pp.443-447, (2000).

[14] Armarego E.J.A., Chen M. N.P., "Predictive Cutting Models for the Forces and Torque in Machine Tapping with Straight Flute Taps" Department of Mechanical and Manufacturing Engineering, The University of Melbourne, Australia, Vol. 51, pp. 75-78, (2002).

[15] Dogra A. P. S., Kapoor S. G., Devor R. E., "Mechanistic Model for Tapping Process With Emphasis on Process Faults and Hole Geometry" Journal of Manufacturing Science and Engineering, Vol. 124, pp. 18-25, (2002).

[16] Schueller, J.K., Tlusty, J., Smith, S., Leigh, E., "Advanced machining techniques on titanium rotor parts", American Helicopter Society, Virginia, 1-7, (2000).

[17] Nabhani, F., "Wear Mechanisms of Ultra – Hard cutting tools materials", Journal of Materials

Processing Technology, Vol. 115, pp.402–412, (2001).
[18] Huang, J.Y., Zhu, Y.T., Liao, X.Z., Beyerlein, I.J., Bourke, M.A., Mitchell, T.E., "Microstructure of Cryogenic Treated M2 Tool Steel", Mater. Sci. Eng. A, Vol. 339, pp. 241-244, (2003).
[19] Collins, D.N., "Deep Cryogenic Treatment of Tool Steels: A Review", Heat Treat. Met., Vol. 23, pp. 40-42, (1996).
[20] Molinari, A., Pellizzari, M., Gialanella, S., Straffelini, G., Stiasny, K.H., "Effect of Deep Cryogenic Treatment on the Mechanical Properties of Tool Steels", J Mater Process Tech., Vol. 118 (5), pp. 350-355, (2001).
[21] Da silva, F.J., Franco, D.D., Machado, A.R., Ezugwu, E.O., Souza Jr, A.M., "Performance of Cryogenically Treated HSS Tools", Wear, Vol. 261, pp. 674-685, (2006).

NANO TİTANYUM OKSİT İLAVESİNİN HİDROKSİAPATİTE ETKİLERİ

THE EFFECTS OF NANO TITANIUM OXIDE ADDITION ON HYDROXYAPATITE

Serdar Pazarlıoğlu, Serdar Salman[1]
[1] Marmara Üniversitesi, Teknoloji Fakültesi, Metalurji ve Malzeme Mühendisliği Bölümü, Göztepe Yerleşkesi, 34722, Kadıköy, İstanbul/TÜRKİYE

Özet

Bu çalışmada, nano titanyum oksit (NT) ilavesinin ticari saflıktaki bir hidroksiapatitin (CSHA) mikroyapısal ve mekanik özelliklerine etkileri incelendi. NT oranları ağırlıkça %0.5, %1.5 ve %2.5 oranlarında seçildi. CSHA-NT karışımları 350 MPa basınç altında preslendi ve 1100-1300ºC arasında 4 saat süre ile sinterlendi. Sinterleme işlemleri sonrası, oluşturulan CSHA-NT kompozitleri ile takviyesiz CSHA' nın mikroyapısal özellikleri X-ışınları difraksiyonu (XRD) ve taramalı elektron mikroskobu (SEM) ile mekanik özellikleri ise yoğunluk, porozite, kısmi yoğunluk, mikrosertlik ve basma dayanımı ölçümleri ile belirlendi. Deneysel çalışmalar neticesinde matris malzemesi olarak kullanılan CSHA' nın basma mukavemeti değerlerinin artan sıcaklıkla azaldığı ve 130 MPa' dan 65 MPa' ya kadar gerilediği, yoğunluk, kısmi yoğunluk ve mikrosertlik sertlik değerlerinin ise 3.06 gr/cm^3, %96 ve 4.8 GPa civarına ulaştığı belirlendi. Porozite oranı ise %2 olarak belirlendi. NT ilavesi ile bahsedilen bu değerlerde %40-%60 arasında değişen oranlarda artışların sağlandığı, optimal sonuçların ise 1200ºC sıcaklıkta sinterlenmiş olan CSHA-1.5NT ikili bileşiminde elde edilebileceği belirlendi. Bu bileşim 187 MPa' lık basma mukavemetine sahip olup, bir biyomalzeme olarak insan vücudunda kullanılabilecek mukavemet değerine sahip olduğu belirlendi.

Anahtar kelimeler: Nano titanyum oksit, Senteteik hidroksiapatit, Basma mukavemeti, Sinterleme

Abstract

In the present study, the effect of nano titanium oxide (NT) additive on the microstructural and mechanical properties of a commercially available synthetic hydroxyapatite (CSHA). NT rate was selected as weight in 0.5%, 1.5% and 2.5%. CSHA-NT composites were pelleted at 350 MPa and sintered between 1100-1300ºC for 4 h. After sintering processes, microstructural properties were determined by X-ray diffraction pattern (XRD) and scanning electron microscope (SEM) and mechanical properties were determined by the measurements of density, porosity, relative density, microhardness and compressive strength for both CSHA-NT composites and pure CSHA. As a result of the experimental studies, it was determined that the compressive strength values of CSHA used as matrix material decreased from 130 MPa to 65 MPa and density, partial density and microhardness hardness values reached to 3.06 gr/cm^3, 96% and 4.8 GPa with increasing temperature. Porosity ratio was determined as 2%. The addition of NT indicated that these values could be increased in the range of 40% to 60%, and the optimal results could be obtained in the binary composition of CSHA-1.5NT sintered at 1200°C. This composition has a compression strength of 187 MPa and has been found to have a strength value that can be used in the human body as a biomaterial.

Key words: Nano titanium oxide, Synthetic hydroxyapatite, Compressive strength, Sintering

1. Giriş

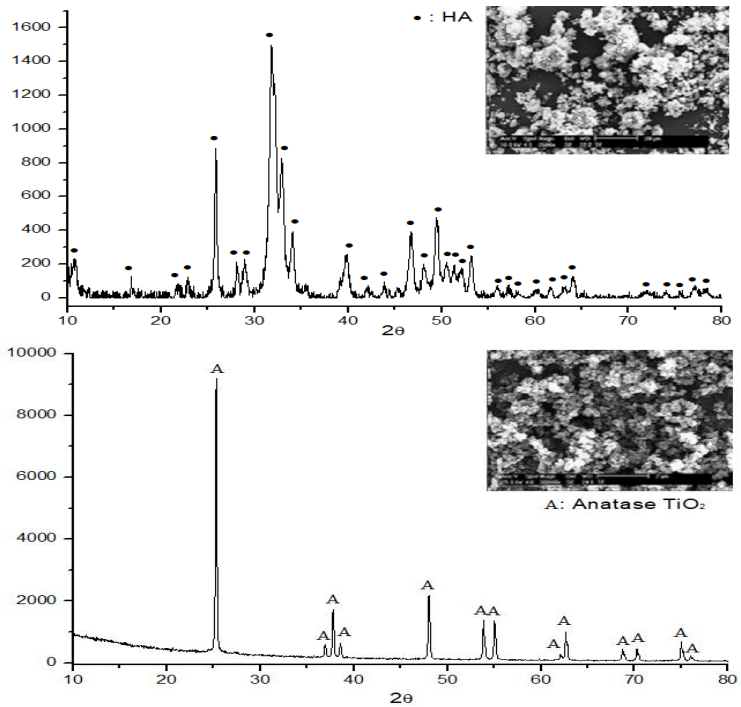
Kemiğin mineral kısmı ile benzerlik göstermesi sebebi hidroksiapatit (HA), kemik implant malzemesi olarak kullanılabilmektedir. Ancak düşük antibakteriyel özelliği, vücut içerisinde düşük oranda çözünürlük göstermesi ve özellikle insan vücudunda yüke dayanım gerektiren yerlerde kullanılabilir nitelikte mekanik özelliklere sahip olmaması nedeni ile kullanımı sınırlıdır [1,2]. Bu nedenle takviyesiz halde herhangi bir enfeksiyona neden olmayan ve deri altına yerleştirilen sürekli veya uzun süreler boyunca kullanılabilen kan basıncı ve vücut sıcaklığını ölçme cihazları [3], orta kulak bölgesinde bulunan çekiç, örs, üzengi

kemiklerinin üretimi [4], kemik tümörünün çıkarılmış olduğu bölgelerde oluşan boşlukların doldurulması, ilgili bölgelerde oluşan kozmetik görünümün iyileştirilmesi ve uzun süreler bu bölgelerde oluşabilecek problemlerin önüne geçilebilmesi [5], kemik oluşumunu kolaylaştırmak amacıyla üretilen implantlar [6], gen iletimi [7], protein saflaştırma [8] diş kökünde ikame malzeme, periodontal cebin, kistik kavitelerin, vücuda yerleştirilen implantların etkileşim halinde oldukları organ veya dokularla ara yüzey bölgelerinin, spinal füzyonların, kontur veya malformasyon hatalarının doldurulması ve uzun kemiklerin birbirlerine kaynaşmasını sağlama [9] ve mikrobiyel filtre malzemesi [10] gibi vücut içinde yüke dayanım gerektirmeyen yerlerde kullanılabilmektedir. HA' nın insan vücudu içerisinde yüke dayanım gerektiren yerlerde kullanılabilmesi amacı ile HAp-alümina, HAp-zirkonya, HAp-biyocam kompozitleri üzerine çok sayıda çalışma yapılmıştır [11]. Ancak bu çalışmalarda; artan ZrO_2, Al_2O_3 ve biyocam oranlarına ve sinterleme sıcaklıklarına bağlı olarak HA' nın dekompoze olma oranında artışa, dekompoze olması sonucu meydana gelen β-TCP' nin gereğinden fazla oranda olması ise bu kompozitlerin mekanik özelliklerinde ve kimyasal kararlılıklarında azalmaya neden oldukları [12,13] belirlenmiştir. Titanya; antibakteriyel, antifungal, hücre çoğalmasını ve osteoblast yapışmasını arttıran ve osteokondüktif özelliklere sahip bir maddedir [14,15] ve nano boyuttaki titanya HA' ya ilave edildiğinde mekanik özelliklerinin artırılmasına katkıda bulunmaktadır [16,17]. Ancak ağırlıkça %5' in üstündeki oranlarda nano titanya ilavesi HA' nın ikincil fazlara dönüşümlerinde artışa ve bu nedenle mekanik özelliklerinde yüksek oranda azalmaya neden olmaktadır [18-21].

Bu çalışmada ticari saflıktaki bir HA tozu ağırlıkça %0.5 ile %2.5 arasında değişen oranda nano boyuttaki TiO_2 ile takviyelendirilip, 1100°C-1300°C arasında 4 saat boyunca sinterlenmiştir. Sinterleme sonrası TiO_2 ilave oranlarına ve sinterleme sıcaklıklarına bağlı olarak mikroyapısal ve mekanik özelliklerdeki değişimler incelenmiştir.

2. Deneysel İşlemler

Bu çalışmada Şekil 2.1' de XRD ve SEM analizi incelemeleri görülmekte olan ve Across Organics (CAS Number: 1306-06-5, Ticari Saflıkta, ortalama tane boyutu 7 μm) firmasından temin edilmiş olan HA ile Sigma Aldrich firmasından temin edilmiş olan TiO_2 (CAS Number: 13463-67-7, Anatase, ortalama tane boyutu 25 nm) tozları kullanılmıştır.

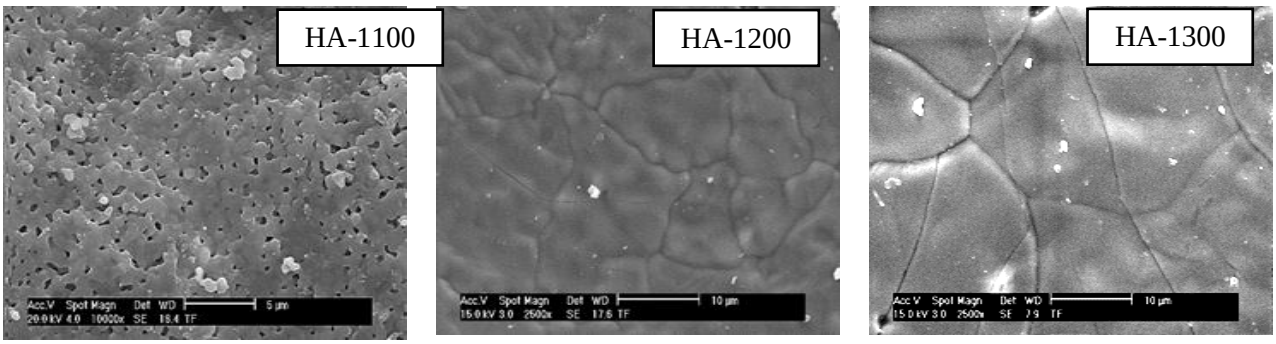


Şekil 2.1. HA ve TiO_2' nin XRD ve SEM analizleri

HA' ya ağırlıkça %0.5, 1.5 ve 2.5 oranlarında TiO_2 ilave edildi ve daha sonraki aşamada ise hazırlanan bu karışımlar Restch PM 100 gezegen tipi değirmende 180 devir/dakika hızda 2 saat süre ile karıştırılarak homojenize edildi. Homojenizasyon işlemleri sonrası oluşturulan karışımlardan, 350 MPa basınç altında British 7253 standartına uygun olacak şekilde numuneler hazırlandı. Hazırlanan numuneler sırasıyla 1100ºC, 1200ºC ve 1300ºC sıcaklıklarda 4 saat boyunca sinterlendi. Sinterleme işlemleri sonrası numunelerin mikroyapısal incelemeleri XRD ve SEM analizleri ile mekanik özellikleri ise yoğunluk, mikrosertlik ve basma mukavemeti testleri ile belirlendi. Sinterleme işlemini takiben, sinterlenmiş olan numunelerden basma testine tabii tutulanlar seramik havanda ezilerek toz haline getirildi ve toz haline getirilmiş olan numuneler, 10-80º' lik 2θ aralığında Philips X'Pert marka XRD cihazında 0.02º' lik ilerleme hızı ile analiz edildi. Sinterleme sıcaklıklarına ve yapılan ilavelere bağlı olarak mikroyapısal değişimler FEI Sirion XL30 marka SEM cihazında tespit edildi. Yoğunluk ölçümleri Arşimet yöntemi ile destile su içerisinde gerçekleştirildi. Sertlik ölçümleri öncesinde her bir gruba ait ölçüm yapılacak olan numuneler sırasıyla 600, 800, 1200 ve 2500 meshlik zımparalarda zımparalandı ve ardından sırasıyla 5 µ, 3 µ ve 1 µ' luk elmas pasta kullanılarak parlatıldı. Mikrosertlik ölçümleri Future Tech FM 310 marka cihazda ölçüldü. Basma dayanımı ölçümleri Devotrans marka universal test cihazında 2 mm/dakikalık hızda gerçekleştirildi.

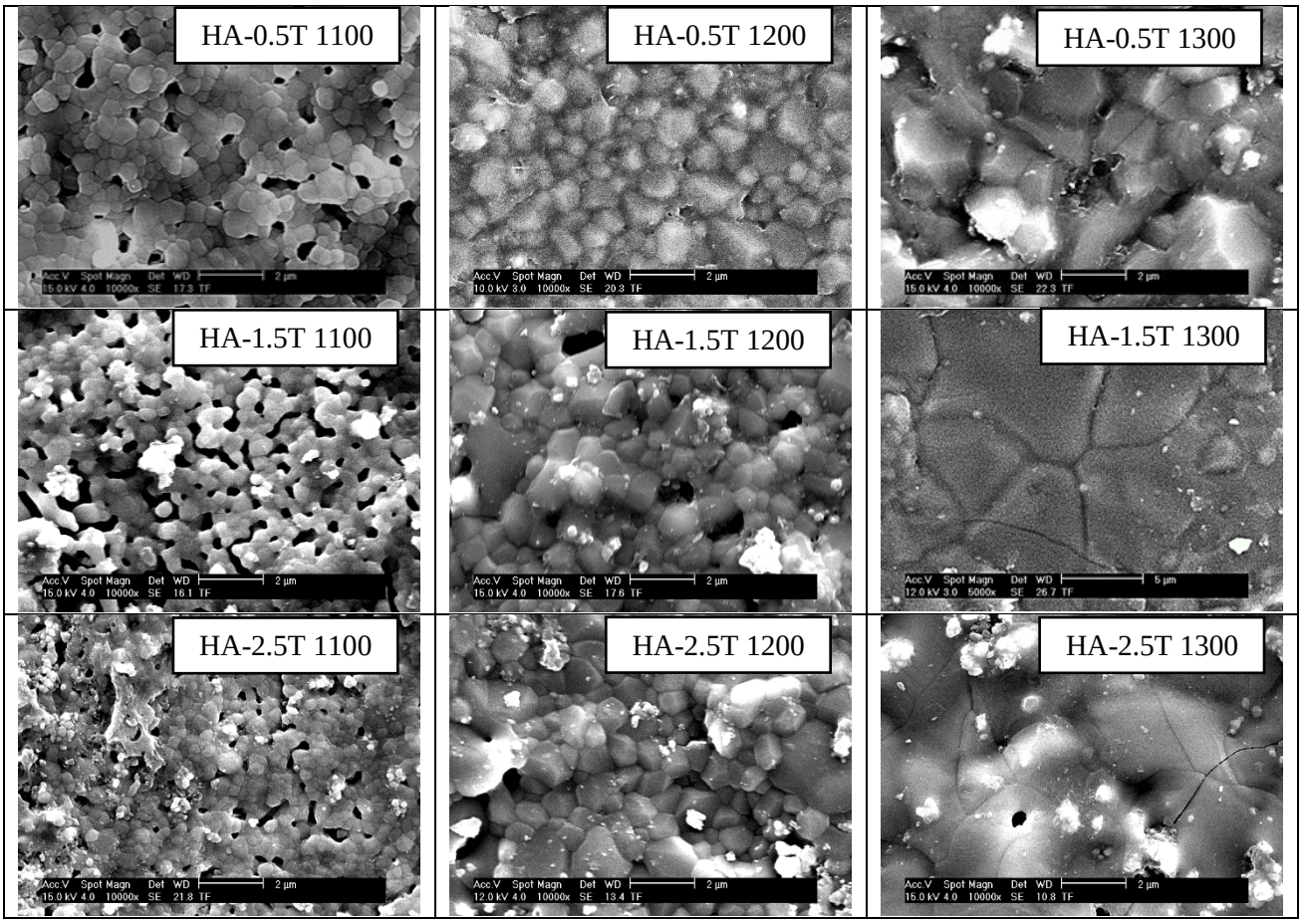
3. Sonuçlar ve Tartışma

Şekil 3.1'de belirtilen sıcaklıklarda sinterlenmiş numunelerin mikroyapı görüntüleri görülmektedir. SEM mikroyapı görüntülerinden de görüleceği üzere; monolitik HA' nın 1100ºC sıcaklıkta sinterlenmesi sonucunda gözenekli, 1200ºC ve 1300ºC sıcaklıklarda sinterlenmesi sonucunda ise aşırı büyümeler göstermiş tanelerden ve tanelerin iç kısımlarında ilerleyecek şekilde mikroçatlak oluşumlarından meydana geldiği belirlendi.



Şekil 3.1. Sinterlenmiş numunelerin mikroyapı görüntüleri

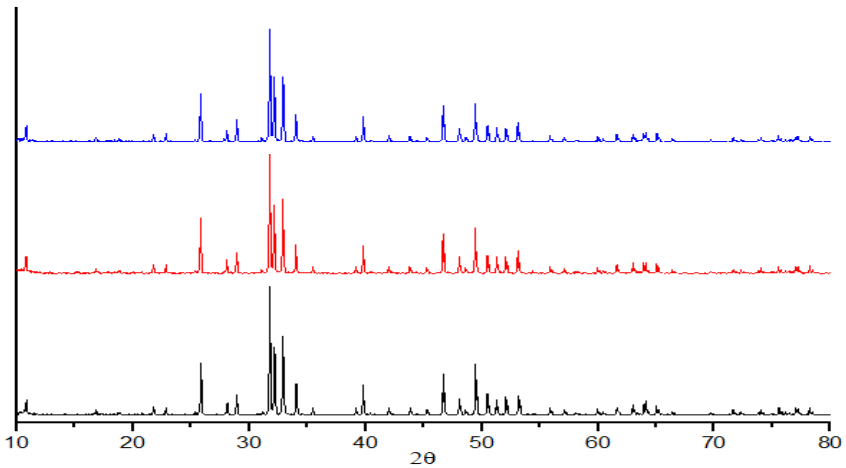
HA-NT ikili bileşimlerinin ise artan TiO_2 oranına bağlı olarak 1100ºC sıcaklıkta gözenek oranlarının artış gösterdiği, artan sinterleme sıcaklıklarında ve artan TiO_2 oranlarında gözenekli yapıların varlığını koruduğu, en homojen dağılıma sahip tane oluşumlarının ise tüm sıcaklıklar için HA-0.5NT bileşimine ait olduğu belirlendi. Ancak monolitik HA' da 1200ºC sıcaklıkta görülen mikro çatlak oluşumlarının HA-NT bileşimlerinde meydana gelmediği, dahası, 1300ºC sıcaklıkta sinterlenmiş olan HA-NT bileşimlerindeki mikroçatlak oluşumların monolitik HA' ya oranla gerek daha düşük oranda gerekse daha düşük boyutlarda olduğu belirlendi (Şekil 3.2).



Şekil 3.2. HA-NT bileşimlerinin SEM mikroyapı görüntüleri

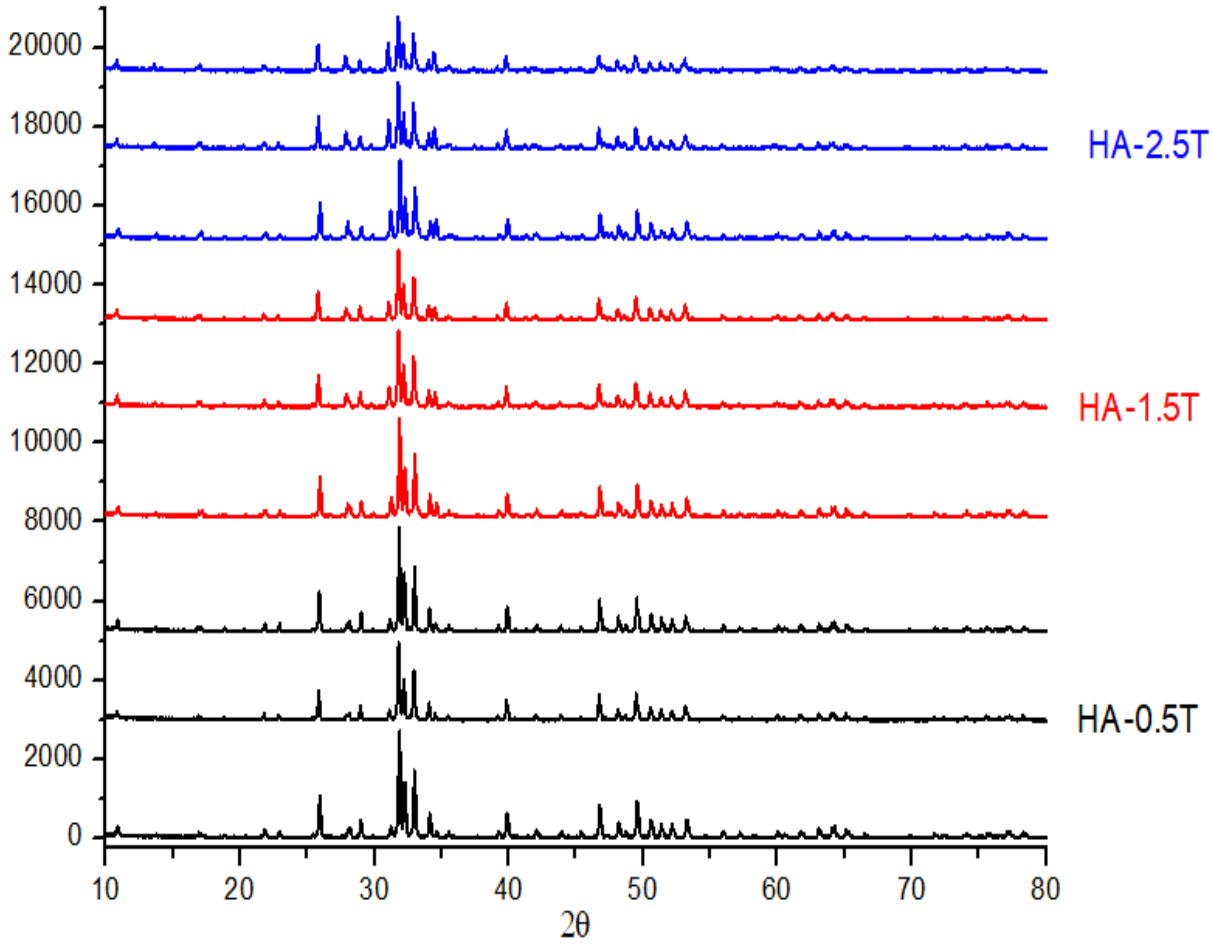
Şekil 3.3'de TiO_2 ilavesi yapılmamış olan HA' ya ait XRD analizi sonuçları görülmektedir. Bu sonuçlardan görüleceği üzere HA; 1100ºC' de yalnızca HA piklerinden oluşmakta iken, 1200ºC' de HA' ya ilaveten XRD kart numarası: 98-007-6896 ile uyumlu olmak üzere β-TCP ($Ca_3(PO4)_2$), 1300ºC sıcaklıkta ise HA ve β-TCP fazlarına ilaveten XRD kart numarası: 98-007-8499 ile uyumlu olmak üzere α-TCP ($Ca_3P_2O_8$) ve XRD kart numarası 98-003-4978 ile uyumlu olmak üzere, CaO fazları tespit edilmiştir. HA' nın bu türden fazları ihtiva edecek şekilde dekompoze olması Reaksiyon 3.1' de görüldüğü üzeredir.

$$Ca_{10}(PO_4)_6(OH)_2 \longrightarrow 2Ca_3(PO4)_2 + Ca_3P_2O_8 + CaO + H_2O \quad (3.1)$$



Şekil 3.3. Monolitik HA' nın XRD analizi neticeleri

Şekil 3.4'de görüldüğü üzere sinterleme sıcaklıklarına ve artan TiO_2 oranına bağlı olarak HA-NT ikili bileşimlerindeki HA' nın kristalitesinde azalmaların yanı sıra HA' nın özellikle β-TCP başta olmak üzere, α-TCP ve TTCP (XRD kart numarası: 98-000-6146) fazlarına bozunma oranlarında ve bu fazlara ait pik şiddetlerinde artışların meydana geldiği belirlendi. HA-NT ikili bileşimlerinde belirtilen bu fazlara ilave olarak ayrıyeten Rutil (XRD kart numarası: 98-003-5254), Anatase (XRD kart numarası: 98-004-0701), $CaTiO_3$ (XRD kart numarası: 98-003-5245), $CaTi_2O_4$ (XRD kart numarası: 98-005-6322), $Ca_3Ti_2O_7$ (XRD kart numarası: 98-002-1204) ve $Ca_4Ti_3O_{10}$ (XRD kart numarası: 98-004-1942) fazları belirlenmiştir.



Şekil 3.4. HA-NT bileşimlerine ait XRD analizi neticeleri

Tablo 3.1'de ilgili malzemelerin fiziksel ve mekanik özellikleri görülmektedir. Monolitik HA' nın ve HA-T ikili bileşimlerinin fiziksel ve mekanik özellikleri artan sinterleme sıcaklıkları ile artış göstermekte iken, monolitik HA için en yüksek basma mukavemeti değerlerinin 1100ºC' de HA-T bileşimleri için 1300ºC' lik sıcaklıkta meydana geldiği belirlendi. Ayrıca HA-T ikili bileşimleri için artan TiO_2 oranına bağlı olarak tüm özelliklerde azalmaların olduğu, ancak yalnızca basma mukavemeti değeri bakımından, en yüksek basma mukavemeti değerinin 187,50 MPa ile HA-1.5T'ye ait olduğu belirlendi. Monolitik HA' nın basma mukavemeti değerindeki azalmalar, artan sinterleme sıcaklığına bağlı olarak ortalama tane boyutu değerlerinin artmasından ve basma yönünde etki eden gerilmelere karşı koyacak tane sınır sayılarının azalmasından ileri geldiği, HA-T ikili bileşimlerinde 1200ºC' deki değerlere kıyasla 1300ºC' deki değerlerin benzer etkiden ve daha fazla oranlarda bozunmaya uğradıklarından kaynaklandığı düşünülmektedir. Monolitik HA' nın artan sıcaklıklarla beraber diğer özellikleri artsa da, basma mukavemeti değerindeki azalmalar literatürde de gözlemlenmiştir [22]. TiO_2, HA' ya oranla daha yüksek basma mukavemeti değerine sahip olduğundan HA-T üçlü bileşimlerine ait 1200 ve 1300ºC' deki değerler daha yüksek oranda çıkmıştır. İnsan femur kemiğinin sertliği 3.43 GPa (Vickers) iken, basma mukavemeti değeri yaşa ve cinsiyete bağlı olarak 100-230 MPa arasında değişmektedir [23]. Belirtilen bu değerlerden HA-1.5T ikili bileşimi mekanik

özellikleri bakımından insan vücudunda femur kemiğine ikame malzemesi olarak kullanılabilecek niteliğe sahip olduğu belirlenmiştir.

Tablo 3.1. Sinterlenmiş numunelerin fiziksel ve mekanik özellikleri

Özellik	T(ºC)	HA	HA-0.5T	HA-1.5T	HA-2.5T
A	1100	26,589	27,081	29,233	32,752
	1200	4,018	0,769	1,345	11,263
	1300	2,912	1,653	0,858	0,687
B	1100	2,316	2,278	2,225	2,101
	1200	3,029	3,031	2,856	2,714
	1300	3,064	3,064	3,053	3,052
C	1100	75,365	72,120	70,241	66,171
	1200	97,817	95,922	90,181	85,480
	1300	98,353	96,964	96,387	96,101
D	1100	1,512	1,159	1,217	0,886
	1200	4,768	4,452	3,182	2,665
	1300	4,871	4,960	4,951	4,487
E	1100	130,20	112,50	102,00	97,50
	1200	101,80	183,50	187,50	155,00
	1300	65,60	127,00	91,25	69,75

A: Porozite (%), **B:** Yoğunluk (gr/cm^3), **C:** Kısmi yoğunluk (%), **D:** Sertlik (GPa), **E:** Basma dayanımı (MPa)

4. Değerlendirme

Bu çalışma neticesinde, aşağıda belirtilen bulgular bulunmuştur.

1- Matris malzemesi olarak kullanılan HA' nın insan vücudunda yüke dayanım gerektiren uygulamalar için yeterli mekanik özelliklere sahip olmadığı,
2- Nano boyutta TiO_2 ilaveleri ile insan vücudundaki kullanımının sağlanabileceği,
3- Matris malzemesi olarak kullanılan HA' nın dekompoze olması nedeniyle 1200 ve 1300ºC' de basma mukavemeti değerlerinin azaldığı,
4- Nano boyutta TiO_2 ilavesi ile yüksek oranlarda tane boyutlarına azalmaya neden olduğundan dolayı mekanik özellik bakımından artışta bulunduğu gözlemlenmiştir.

Kaynakça

[1] Sumathi Shanmugam, Buvaneswari Gopal, Antimicrobial and cytotoxicity evaluation of aliovalent substituted hydroxyapatite, Applied Surface Science 303 (2014) 277-281.
[2] X.F. Xiao, R.F. Liu, Y.Z. Zheng, Characterization of hydroxyapatite/titania composite coatings codeposited by a hydrothermal-electrochemical method on titanium, Surface & Coatings Technology 200 (2006) 4406- 4413.
[3] Fang, Y., Agrawal, D.K., Roy, D.M., Roy, R. (1995) Fabrication of transparent hydroxyapatite ceramics by ambient-pressure sintering. Materials Letters, 23, 147-151.
[4] Khor, K.A., Fu, L., Lim, V.J.P., Cheang, P. (2000) The effects of ZrO2 on the phase compositions of plasma sprayed HA:YSZ composite coatings. Materials Science and Engineering A, 276, 160-166.
[5] Abrahams, I., Knowles, J.C. (1994) Effects of Sintering Conditions on Hydroxyapatite for Use in Medical Applications: A Powder Diffraction Study. Journal of Materials Chemistry, 4(2), 185-188.
[6] Suzukia, O., Kamakura, S., Katagiri, T., Nakamura, M., Zhao, B., Honda, Y., Kamijo, R. (2006) Bone formation enhanced by implanted octacalcium phosphate involving conversion into Ca-deficient hydroxyapatite. Biomaterials, 27, 2671-2681.

[7] Wang, G., Zhao, Y., Tan, J., Zhu, S., Zhou, K. (2015) Arginine functionalized hydroxyapatite nanoparticles and its bioactivity for gene delivery. Transactions of Nonferrous Metals Society of China, 25, 490-496.
[8] Freitag, R., Hilbrig, F. (2012) Isolation and purification of recombinant proteins, antibodies and plasmid DNA with hydroxyapatite chromatography. Biotechnology Journal, 7, 90-102.
[9] Göller, G., Oktar, F.N. (2002) Sintering effects on mechanical properties of biologically derived dentine hydroxyapatite. Materials Letters, 56, 142-147.
[10] Yang, L., Ning, X., Chen, K., Zhou, H. (2007) Preparation and properties of hydroxyapatite filters for microbial filtration. Ceramics International, 33, 483-489.
[11] Shekhar Nath, Rajesh Tripathi, Bikramjit Basu, Understanding phase stability, microstructure development and biocompatibility in calcium phosphate-titania composites, synthesized from hydroxyapatite and titanium powder mix, Materials Science and Engineering C 29 (2009) 97-107.
[12] Rapacz-Kmita, A., Ślósarczyk, A., Paszkiewicz, Z., Paluszkiewicz, C. (2004) Phase stability of hydroxyapatite-zirconia (HAp-ZrO_2) composites for bone replacement. Journal of Molecular Structure, 704, 333-340.
[13] Balamurugan, A., Balossier, G., Kannan, S., Michel, J., Faure, J., Rajeswari, S. (2007) Electrochemical and structural characterisation of zirconia reinforced hydroxyapatite bioceramic sol-gel coatings on surgical grade 316L SS for biomedical applications. Ceramics International, 33, 605-614.
[14] Morteza Farrokhi-Rad, Electrophoretic deposition of fiber hydroxyapatite/titania nanocomposite coatings, Ceramics International 44 (2018) 622-630.
[15] Rasha A. Youness, Mohammed A. Taha, Medhat A. Ibrahim, Effect of sintering temperatures on the in vitro bioactivity, molecular structure and mechanical properties of titanium/carbonated hydroxyapatite nanobiocomposites, Journal of Molecular Structure 1150 (2017) 188-195.
[16] M. Aminzare, A. Eskandari, M.H. Baroonian, A. Berenov, Z. Razavi Hesabi, M. Taheri, S.K. Sadrnezhaad, Hydroxyapatite nanocomposites: Synthesis, sintering and mechanical properties, Ceramics International 39 (2013) 2197-2206.
[17] Emilija Fidancevska, Gordana Ruseska, Joerg Bossert, Yuan-Min Lin, Aldo R. Boccaccini, Fabrication and characterization of porous bioceramic composites based on hydroxyapatite and titania, Materials Chemistry and Physics 103 (2007) 95-100.
[18] Ibticem Ayadi, Foued Ben Ayed, Sintering and the mechanical properties of the tricalcium phosphate–titania composites, Journal of the Mechanical Behavior of Biomedical Materials 49 (2015) 129-140.
[19] A. Farzin, M. Ahmadian, M.H. Fathi, Comparative evaluation of biocompatibility of dense nanostructured and microstructured Hydroxyapatite/Titania composites, Materials Science and Engineering C 33 (2013) 2251-2257.
[20] Wenxiu Que, K.A. Khor, J.L. Xu, L.G. Yu, Hydroxyapatite/titania nanocomposites derived by combining high-energy ball milling with spark plasma sintering processes, Journal of the European Ceramic Society 28 (2008) 3083-3090.
[21] Awatef Guidara, Kamel Chaari, Salma Fakhfakh, Jamel Bouaziz, The effects of MgO, ZrO_2 and TiO_2 as additives on microstructure and mechanical properties of Al_2O_3-Fap composite.
[22] Rodríguez-Lorenzo, L.M., Vallet-Regí, M., Ferreira, J.M.F. (2001) Fabrication of hydroxyapatite bodies by uniaxial pressing from a precipitated powder. Biomaterials, 22, 583-588.
[23] Bunyamin Aksakal, Mehtap Demirel, The effect of Zirconia/Yttria/Silver substitutions on mechanostructure and cell viability of the synthesized bioceramic bone grafts, Ceramics International 43 (2017) 7482-7487.

CANLI VÜCUDUNUN YEDEK PARÇALARI BİYOMALZEMELER

THE SPARE PARTS OF LIVE BODY

Serdar Salman[1*], Esra Altun[2], Mehmet Onur Aydoğdu[2], Serdar Pazarlıoğlu[1]
Marmara Üniversitesi, Teknoloji Fakültesi, Metalurji ve Malzeme Mühendisliği Bölümü, İSTANBUL. ssalman@marmara.edu.tr
Marmara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Metalurji ve Malzeme Mühendisliği Anabilim Dalı, İSTANBUL.

Özet

Bu çalışmanın amacı; biyolojik ortamda çalışmayan dokuları, hasar görmüş organları tedavi etmek ya da onlara destek vermek amacıyla vücutta kullanılan biyomalzemeleri açıklamak ve malzeme bilimindeki yerini ortaya koymaktır. Mısır medeniyeti zamanından günümüze kalabilmiş yapay göz, burun ve dişler ile ortaya çıkmış olan olan biyomalzemeler; ilk metal malzemelerden olan "Vanadyum çeliği" ile kemik kırıklarında plaka ve vida olarak kullanılmıştır. Günümüzde yapay doku iskeletleri, yapay damar, yapay doku ve yapay organların oluşturulması için kullanılabilecek kadar gelişmiş ve bir o kadar da başarılı sonuçlara vesile olmuştur. Bu nedenle biyomalzemeler oldukça popüler, yararlı ve gelecek vaad eden bir konudur.

Anahtar kelimeler: Biyomalzemeler, İnsan vücudu, Malzeme mühendisliği

Abstract

The aim of this study is to explain the biomaterials which are designed to repair biological tissues and harmed organ sor supporting them to help their natural self healing as well as revealing interaction of the biomaterials with the materials science and engineering. In ages of ancient Egypt, it has been know that the few pinoeer samples of biomaterials were manufactued such as artifical eye, nose and tooth. However first indtroduced functional biomaterial is vanadium steel was used as a plate and screw during the treatments of broken bones. Currently, biomaterials are being used to create artifical blood vessels, tissues and even organs. Sınce it has already accomplished significant succes in this field of study, biomaterials can be considered as promising material for future.

Keywords: Biomaterials, Human body, Materials engineering

1. Giriş

Malzeme biliminde amaç malzemeleri iyice tanıyıp, anlayarak yeni malzemelerin keşfini sağlamak ve uygun üretim yöntemleri tasarlayarak malzemelerin insanlığın kullanımına sunmaktır. Sınıflandırma yapmak gerekirse metalik malzemeler demir esaslı metaller ve alaşımları, çelikler, dökme demirler ve demir dışı metaller ve alaşımlarından oluşurken, metal dışı malzemeler grubuna ise polimerler, seramikler ve ahşap malzemeler örnek verilebilir. Biyomalzemeler ise malzeme sınıflandırılmasındaki bir veya birçok malzemeden oluşur.

Biyomalzemeler vücutta kısa ya da uzun sürelerle bulunup işlev görmeyen doku ve organların görevlerini kısmen ya da tamamen yüklenmek üzere tasarlanan, metal, seramik, biyolojik ve sentetik polimerler (güncel kullanımda plastikler), ya da bunların bir araya gelmiş halleri olan kompozitlerdir.

Biyomalzeme kullanımı, eski zamanlara kadar uzanmaktadır. Mısır mumyalarında bulunan yapay göz, burun ve dişler bunun en güzel kanıtıdır. İlk metal malzemelerden olan "Vanadyum çeliği" kemik kırıklarında plaka ve vida olarak kullanılmıştır.

Biyomalzemeler üretilirken belirli amaçlara uygun olarak özelleştirilebilirler. Bu özelleştirme hedef alınan dokuya göre benzerliklerini arttırmak amacıyla çeşitli kategorlierde malzeme seçimi ile yapılabilir. Fakat bir biyomalzemede aranan ortak özellikler; korozyon direnci, biyouyumluluk, mekaniksel ve biyolojik stabilite,

aşınma ve aseptik gevşeme direnci olarak örneklendirilebilir. Biyomalzemeler tıp alanında tedavilerde büyük bir yer edinmiştir. Örnek vermek gerekirse 18 dakikada bir yeni bir hasta biyomalzemelerin varlığı sayesinde daha iyi bir yaşam standartına ulaştırılmaktadır. Günümüzde biyomalzemerin tıp alanında karşımıza en çok çıkan örnekleri implantlar, transplantlar ve protezler olmaktadır.

Örnek vermek gerelirse, kemik dokuya destek vermek istenilen bir durumda bir biyomalzeme tasarlarken, kemiğin doğal iyileşme sürecine ve yeniden modellenmesine katkıda bulunacak bir yapıda olması, arzu edildiği zaman arzu edildiği miktarda kullanılabilmesi, ekonomik olması ve bu bağlamda seri imalata imkân sağlayabilecek olması gibi özellikler önem teşkil etmektedir. Malzeme mühendisliğinde bir biyomalzeme tasarlarken de aynı koşullar farklı durumlar için geçerli olmaktadır [1-4].

2. Biyomalzemelerin Tarihçesi ve Sınıflandırılması

Eski zamanlarda yapılan ilkel yapay göz, burun ve dişlerin ötesinde; ticari anlamda paslanmaz çeliklerin biyomalzeme olarak kullanılmaya başlamaları 1920-1930' lu yıllara uzanmakta olup, çok sayıda paslanmaz çelik türü bulunsa da, ancak bir kaçı biyomalzeme olarak kullanılabilmektedir. Modern anlamda yararlı olabilen biyomalzemelerin ilk örneği, aynı zamanda İnsan vücudunda kullanılmak üzere geliştirilen ilk metal alaşımı, kırık kemik plakalarının ve vidalarının imalinde kullanılan "vanadyum çeliği" dir.

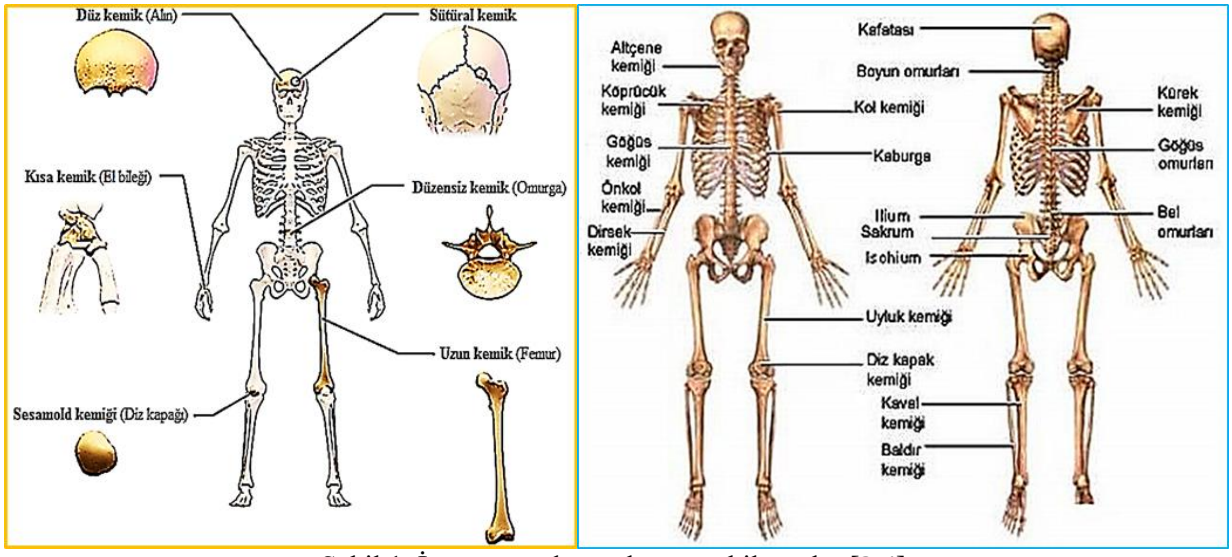
Tarih içinde kullanılan malzemelerden; Altın: Aztek, Roma ve Çin döneminde dişçilik, Demir: Güçlü bir metal olarak femur kırıklarında, Cam: Sert seramik olup, kozmetik göz olarak, Tahta: Doğal materyaldir, protez olarak, Karınca kıskaçları: Kızılderililerde yaraları dikmek için kullanılmıştır [2,3].

Biyomalzemeler $100 milyarlar değerinde bir pazardır ve bu pazar her sene % 5-7 oranında artmaktadır. 11 yetişkinden 1'i diyabetli (415 milyon). Yapay pankreas geliştirildiğinde, ve sadece hastaların %10 una verilmesi halinde; yıllık 230 milyar dolarlık pazar oluştur (50 yaşın üzerinde görülen tüm kronik hastalıkların %50' si kas-iskelet sisteminin dejeneratif (Uluslararası Diyabet Federasyonu (IDF) [5]. Yaşlılığa bağlı hücre bozunması) ve enflamatuar (iltihaplanma) hastalıklarıdır. 2020 yılında kemik hastalıklarından etkilenen insan nüfusunun iki katı artacağı tahmin edilmektedir [6].

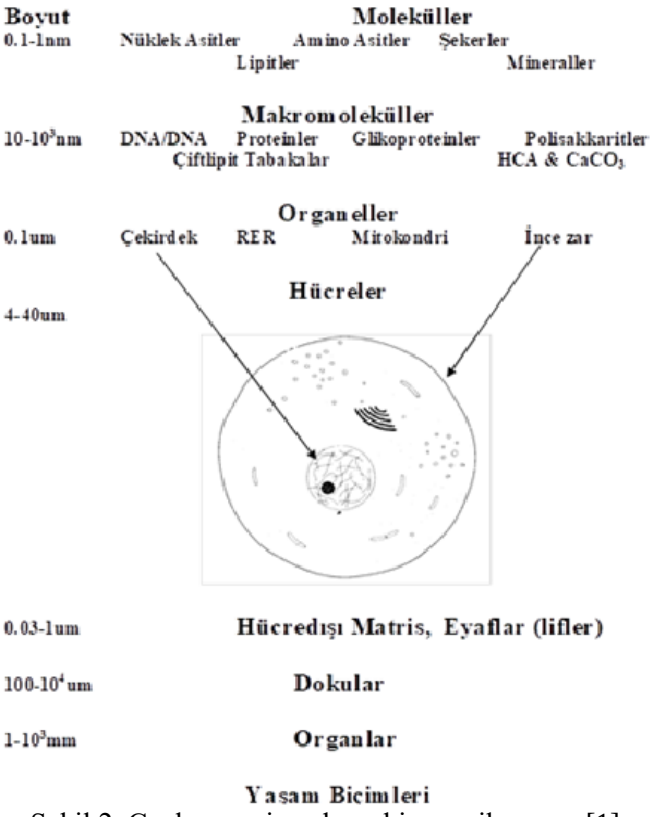
Biyomalzemeler implant edildikleri dokunun verdiği tepkiye göre 3 sınıfa ayrılmaktadır. Bunlar birinci nesil bio-inert malzemeler, ikinci nesil biyoaktif ve biyobozunur malzemeler ve üçüncü nesil moleküler düzeyde özel tepkiler oluşturmak için tasarlanan malzemeler olarak tanımlanabilirler. Birinci nesil biyomalzemeler 1980 yılında icat edilmekle birlikte bu malzemelerde amaç hedeflenen doku ile aynı özeliklere sahip olmak ve mümkün olduğunca en az toksik etki varlığı olarak özetlenebilirler. İkinci nesil biyomalzemeler ise 1980 ve 2000 ler arasında icat edilmişlerdir. Aktif malzemeler ise sarmaladıkları dokunun bağ oluşumunu destekler ve onları büyümeye teşvik etmektedirler. Kullanım amaçları, biyolojik çevre ile etkileşim kurmak, biyolojik tepkiyi ve doku yüzeyi ile bağlanmayı geliştirmek ve dokuların rejenerasyonu ve iyileşmeye başlaması ile malzemenin bozunmaya başlaması olarak özetlenebilir. Üçüncü nesil ise 2002 yılında icat edilmiştir ve Moleküler düzeydeki spesifik hücresel cevapları alabilmek, sinyal ve uyarma üzerine özelleşmiş hücresel aktivite oluşturmak üzerine tasarlanmışlardır [1,2,4] .

3. İnsan Vücudunda Kullanılan Biyomalzeme Örnekleri

İnsan vücudundaki biyomalzemelerin çeşitliliği öncesi, insan vücudunu oluşturan bileşenleri ve onların hiyerarşik yapısını aşağıdaki Şekil 1 ve 2'de görüldüğü gibi anlayabilmekte fayda vardır.

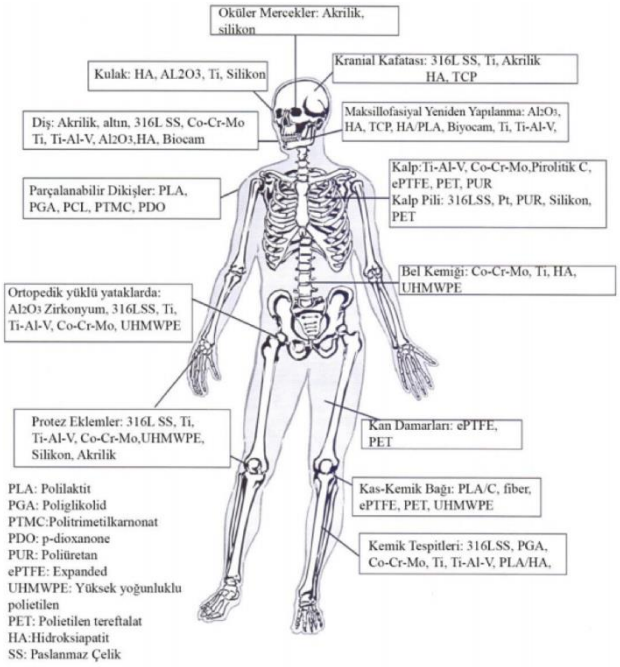


Şekil 1. İnsan vücudunu oluşturan bileşenler [2,4].



Şekil 2. Canlı organizmaların hiyerarşik yapısı [1].

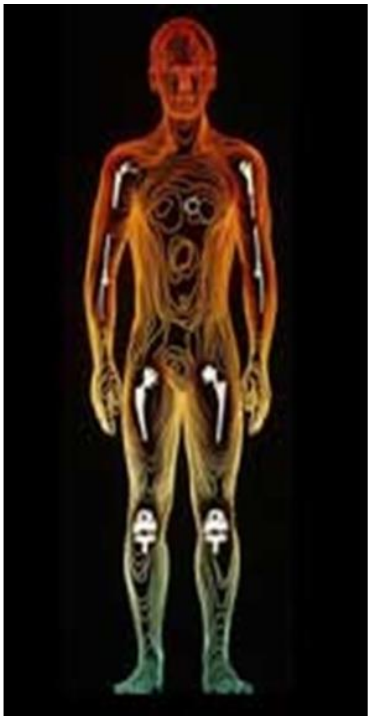
Biyomalzemelerin insan vücudunda birçok yerde kullanımı adete vücüdun yedek parçaları gibi tanımlamayı ortaya çıkarmıştır. Şekil 3'de bu biyomalzemelerin tüm vücutta genel kullanım yerleri görülmektedir.



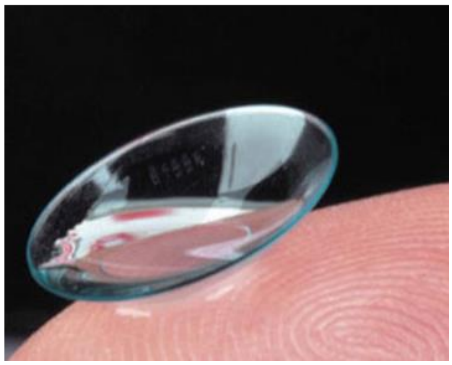
Şekil 3. İnsan vücudununda kullanılan biyomalzemelere genel bakış [1].

Bu biyomalzemeler vücut tarafından kabul edilmesi gibi uzun süreler yanında, çok kısa sürelerde de amacına göre bulunabilir. Şekil 4 ‘de biyomalzemelerin vücutta kalış süreleri görülmektedir.





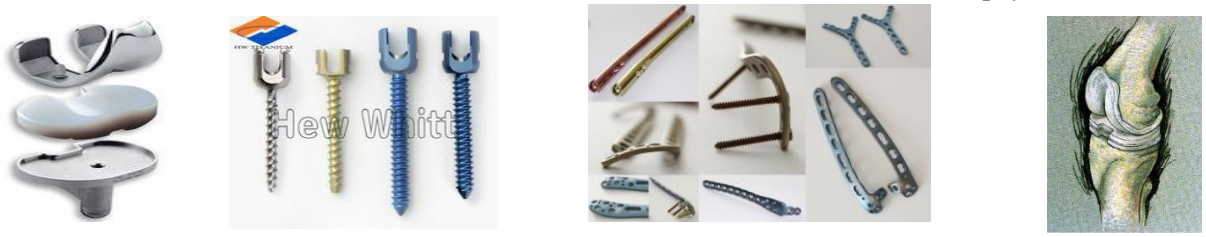
materyal	Temas süresi
Enjektör iğnesi	3-4 saniye
Kontakt lens	12 saat – 30 gün
Kemik vida/plak	3-12 ay
Total kalça protezi	10-25 yıl
Diş dolgu materyali	20 yıl
İntraoküler lens	30+ yıl



Şekil 4. Bazı biyomalzemelerin vücutta kalış süreleri [7-10]

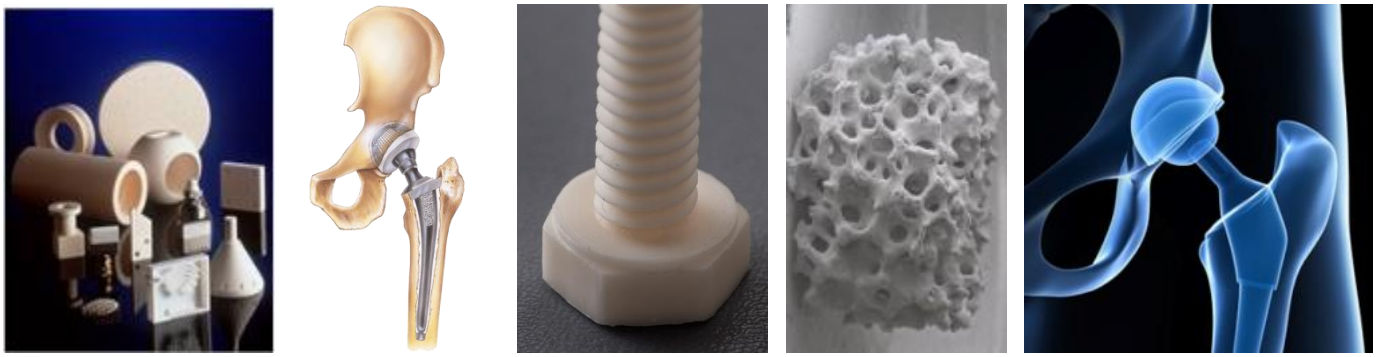
Metaller saf halde değil fakat metal alaşımları şeklinde biyomalzeme olarak insan vücudunda kullanılabilirler. Kolay şekillendirilebilirler, yüksek mukavemete ve aşınma direncine sahiptirler. Biyouyumluluklarının ve korozyon dirençlerinin düşük olması, yoğunluklarının yüksek olması, dokulara göre çok sert olmaları dezavantajlarıdır. Bunlara örnek olarak titanyum içeren alaşımlar örnek verilebilir.

Ti ve Ti Alaşımlar NiTi Şekil Hafızalı Alaşımlar Yapay diz alaşımları



Şekil 5. Metal esaslı biyomalzemeler [4,11]

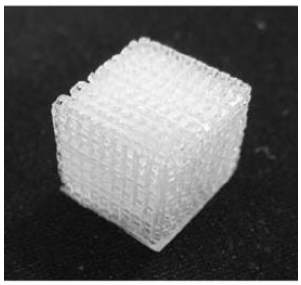
Seramikler ve seramik-metalik malzemeler ise inert veya biyoaktif malzemelerdir. Bu malzemelerin vucut ile verdiği tepkiler Biyoinert,Biyoaktif, Yüzey Aktif, Biyoemilebilir malzeme olarak de 4 e ayrılır Biyouyumlulukları, korozyona ve aşınmaya karşı dirençleri yüksektir. Kırılgan ve işlenmelerini zor olması en önemli dezavantajlarıdır. Aluminyum katkılı biyomalzemeler ise mükemmel biyouyumlululğa ve yüksek aşınma direncine sahip olmakla beraber özellikle kalça protezlerinde kullanılırlar. Zirkonyum içeren biyomalzemeler ise biyoinerttir, düşük sürtünme katsayısına ve yüksek aşınma direncine sahiptirler. Düşük sürtünme katsayısına ve yüksek aşınma direncine sahiptir. Gözenekli yapıları ile önem kazanmış olan Trikalsiyum Fosfat (TCP) ve Hidroksiapatit (HA) biyobozunur ve biyouyumlu biyomalzemeler olarak ön plana çıkıp kemik doku çalışmlalarının vazgeçilmez malzemeleri olmuşlardır. Kemik oluşumu için yapı iskelesi olarak, metal implantlar üzerinde kaplama olarak kulanılmaktadır. Biyocamlar ise silika fosfat, kalsiyum ve soda içeren bir cam karışımıdır. HA ya göre kemik oluşumunda daha iyi olmasına rağmen zayıf mekanik özelliklerinden dolayı ağırlık dayanımı olan yerlerde kullanılamamaktadır. 45S5 olarak formüle edilen ve ağırlıkça %45 SiO_2, %6P_2O_5 , %24.5 CaO ve %24.5 Na_2O içeren bu bileşim biyocam olarak adlandırılır [4,12].



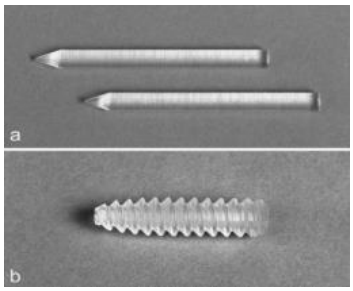
Alüminyumoksit Zirkonyumoksit HAP/TCP Biyocam

Şekil 6. Seramik esaslı biyomalzemeler [1,13]

Polimerler de biyomalzeme olarak kullanılabilirler. Sert, yumuşak, hidrofilik, hidrofobik, esnek, gözenekli, gözeneksiz gibi çeşitli yapılarda olması değişik organlar ile uyum sağlayabilmelerini kolaylaştırmaktadır. Örnek vermek gerekirse, Polimetilmetakrilat polimeri protez komponentlerini kemiğe fikse etmek için kullanılır ve çok büyük fayda sağlar. Aynı zamanda polimerik malzemelerden kolayca doku iskeleti üretimi de yapılabilir [1]. Ultra Yüksek Moleküler Ağırlıklı Polietilen (UHMWPE) ise insan vücudunda kullanılan biyomalzemelere bir başka örnektir. Yük binen yüzeylerde metal veya seramikler ile eklemleşme üzere kullanılır ve çok düşük bir sürtünme katsayısı sağlanmaktadır. Biyoçözünür Polimerler kategorisine ise Polilaktik asid (PLA) ve Poliglikolik asid (PGA) örnek olarak verilebilir. Kırıkların düzeltilmesinde, kemik hatalarının doldurulmasında kullanılmalarının yanı sıra, ilaç taşıma aracı olarak kullanılabilirler. Teflon ise karbon bazlı biyomalzemelere bir örnek teşkil etmektedir ve hidrofobik olmakla beraber ve mükemmel kayganlığa sahiptir.


Polimetilmetakrilat


UHMWPE



Biyoçözünür Polimerler


Teflon

Şekil 7. Polimer esaslı biyomalzemeler [12-14].

4. Biyomalzemelerin Üretiminde Kullanılan Yöntemler

4.1. Geleneksel Toz ve Üretim Metalurjisi Yöntemleri

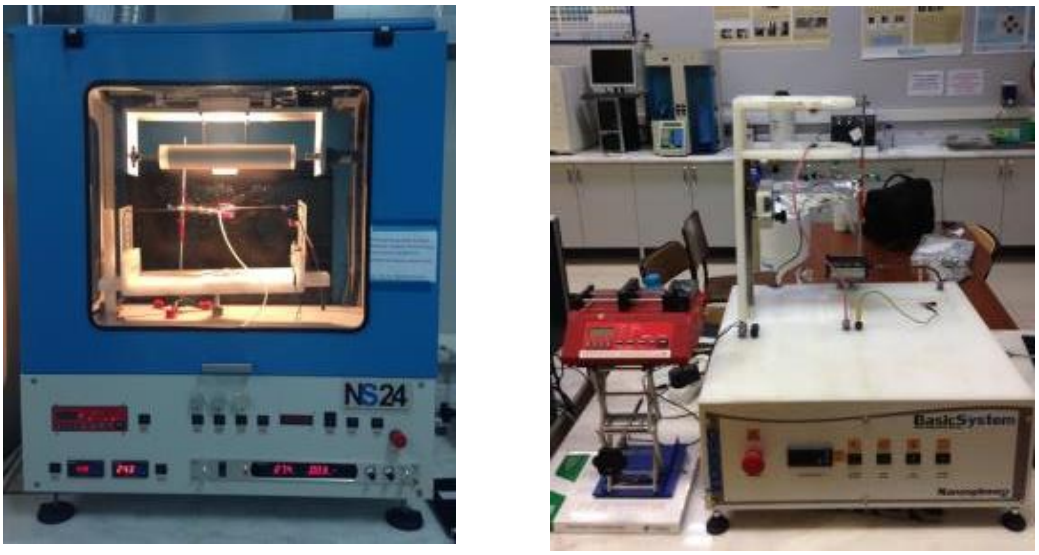
HA yumuşak veya sert dokularla direkt olarak bağ oluşturabilen biyoaktif karakteristiğe sahip seramiklerdendir. Hidroksiapatit (HA), kalsiyum fosfat esaslı biyoseramiklerdendir, sahip oldukları biyouyumluluk ve kemikle benzer kimyasal bileşime sahip olmaları nedeni ile bilim insanları tarafından en çok tercih edilen malzemelerdir[4]. Biyoseramikler inorganik ve metalik olmayan malzemeler olup; antimikrobiyal davranış sergilemeleri, implante edildikleri bölgede meydana gelebilecek pH değişimlerine, asidik ve bazik solüsyonlara ve yüksek sıcaklıklara karşı dirençli olmaları nedeniyle kalça eklemleri, diş ve kemik gibi iskelet sistemini oluşturan sert dokuların onarımı ve değiştirilmesinde yaygın olarak kullanılmaktadır. Kalsiyum fosfat bileşiklerinden birisi olan HA, elde edildiği kaynakça bakımından HA, mineral HA (magmatik kayaçlarda, metamorfik veya tortul kayaçlarda), doğal HA (iskelet sistemini oluşturan kemiklerde veya dişlerde) ve sentetik HA olmak üzere 3 ana gruba ayrılmaktadır[4,14]. Doğal HA' lar hayvan kaynaklı olup, üretim maliyetlerinin düşük oranda olması, kimyasal bileşiminin sentetik HA' larla kıyaslandığında kemiğin inorganik kısmı ile daha fazla oranda benzerlik göstermesi, osteointegrasyona imkân sağlayan bazı eser elementleri bünyelerinde bulundurmaları ve mükemmel biyouyumluluk özelliğine sahip organik maddeler olmalarından dolayı, biyomalzeme üretiminde kullanılmaktadırlar. HA seramiklerle kıyaslandığında elle tutulup ilgili bölgeye yerleştirilmeleri zordur. Bu problemlerin giderilebilmesi için granüler formda HA kullanılmaktadır. Granülasyon işlemi; kontrol altında tutulmuş boyutlara, şekle, yapıya ve fiziksel özelliklere sahip partiküllerin oluşturulabilmesi için bir dizi fiziko-kimyasal ve mekanik işlemleri içerisine almaktadır. Granül halinde HA üretimi; aşağıda belirtilen bir dizi yöntemin kullanılması ile sağlanmaktadır:

1- Sıvı haldeki HA çözeltisinin püskürtülmesi ve bu işlemi takiben kurutulup, soğutulması ile HA üretimi
2- Katı haldeki HA' nın preslenmesi ve ardından öğütülerek arzu edilir tane boyutuna sahip HA granüllerinin üretimi
3- Sıvı ilavesi ile HA partiküllerinin aglomere edilmesi ve takiben peletlenip kompakt hale getirilmesi ve kullanılan sıvının uzaklaştırılması ile
4- Buhar biriktirme ile katı halde HA granüllerinin üretilmesi
5- Buhar-sıvı karışımında kimyasal reaksiyon oluşturulması ile üretilmesi
6- Buhar-sıvı-katı karışımında kimyasal reaksiyon oluşturulması ile üretilmesi [4].

4.2. Elektrospinning Yöntemi

Elektrospinning bir polimer çözeltisinin, kuvvetli bir elektrik alana maruz kaldığında sıvı çözeltinin yüzey geriliminin zıt yönde uygulanan elektriksel kuvvet ile sıvı formdan jet formuna geçmes ve elektrik alan doğrultusunda hareketi sonucu ile çözeltiden kesintisiz ipliksi nanofiberler oluşmasıdır. Çeşitli yöntemler

kullanılarak polimer solüsyonundan ve polimer eriyiğinden mikro metre altındaki boyutlarda elektrospinning ile üretilen fiberlere nanofiber denilmektedir. Bu yöntem ile üretilen doku iskeletleri yüzey alanları geniş olacağından yüksek biyouyumluluk potansiyeline sahiptirler ki bu da bir biyomalzemenin en önemli gerekliliklerinden biridir. Elektrospining methodu Mikrometre boyutundan nanometre boyutuna kadar fiber üretimi, kolaylık, maliyet avantajı, birçok biyopolimer ve sentetik polimerin spin işleminde uygulanabilirliği gibi önemli yönleriyle ön plana çıkmaktadır.

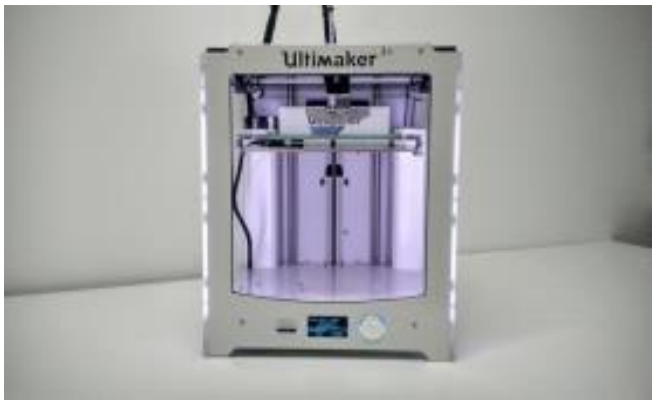


Şekil 8. Çeşitli elektrospinning cihazları [14]

Nanofiberlerden oluşan biyomalzemeler; tekstil, filtrasyon, biomedikal, ilaç sanayi, tarım, ses sitemleri, savunma sanayi, uzay sistemleri, kozmetik gibi birçok alanda kullanılmaktadır.

4.3. Üç Boyutlu Yazım Metodu

3 Boyutlu yazıcılar birçok farklı teknoloji kullanabilirler. Teknolojiler arasındaki farklılıklar genellikle katmanların nasıl oluşturulduğu ile alakalıdır. 3D yazıcıların kullandığı bazı teknojileri sıralamak gerekirse, Seçici Lazer Sinterleme – SLS (Selective Laser Sintering), FDM (Fused Deposition Modelin), Stereolithograhpy en çok kullanılan 3D yazıcı teknolojileri arasındadır. Multifoton Polimerizayson"adı verilen yöntemle birlikte, 3D yazıcılara 'mürekkep' yerine yarı plastik yarı biyomolekül özel bir madde verilebilmektedir. Bu sayede istenilen boyut, ölçü ve yönlendirmede biyomalzeme üretimi olanaklı hale gelmektedir.



Şekil 9. Üç Boyutlu Yazıcı [14]

5. Biyomalzemelerin Karakterizasyonunuda Kullanılan Yöntemler

Üretilen biyomalzemelerin istenilen özelliklere sahip olup olmadıklarını anlamak için birtakım testler yapmak gerekir. Fiziksel, mekanik ve kimyasal testler ardından malzeme özellikleri belirlenir ve istenilen amaca hizmet edip edmeyecekleri böyle ortaya çıkmış olur. Bu testler; üretilen malzemelerin statik yükleme koşulları altında, basma mukavemeti, akma mukavemeti, elastisite modülü,% şekil değişimi,% kesit değişimi gibi mekanik özelliklerini belirlemek amacıyla yapılan basma testi. Malzemelerin yüzeyine batırılan uca karşı gösterdikleri direnci belirleyerek malzemenin plastik deformasyona karşı gösterdiği direnci görmek için yapılan sertlik testi. Bilinmeyen bir maddenin UV sahasındaki spektrumunun elde edilmesi ve bunun bilinen standartlarla karşılaştırılması ile o maddenin tanımlanması testi. Malzemenin morfolojik yapısı hakkında bilgi almak için optik ve taramalı elektron görüntülemeleri. Katı, sıvı, gaz veya çözelti halindeki organik bileşiklerin yapılarındaki fonksiyonel gruplar, yapıdaki bağların durumu, bağlanma yerleri ve yapının aromatik yada alifatik olup olmadığını belirlemek, yani çeşitli organik ve inorganik numunelerin niteliksel ve niceliksel analizlerini gerçekleştirmek adına yapılan fourier dönüşümlü kızılötesi (ftır) spektroskopisi testi örnekleri verilebilir.

Universal Test Cihazı (Basma testi)



Sertlik Ölçme Cihazı



UV- Ölçüm Cihazı





Optik Mikroskop

Taramalı elektron Mikroskobu (SEM)

FTIR Cihazı

Şekil 10. Biyomalzemelerin Karakterizasyonunuda Kullanılan Cihazlar

6. Sonuç

Biyomalzemeler ve onların üretim ve karakterizasyon metotları uzun yıllardır gelişmeler göstererek günümüze kadar gelmişlerdir. Malzeme mühendisliğinin bir alt parçası olan biyomalzemeler, metal ve metal olmayan malzemelerin istenilen amaca uygun sonuçlar taşıyacak şekilde bir araya gelmesi ise uygun üretim metotlarından biri seçildikten sonra insan vücudunda kullanılmak üzere üretilebilmektedirler.

Üretilen biyomalzemeler canlı vücudu için yedek parça olarak kuulanımından önce vitro ve vivo testlerine tabi tutulurlar. Vitro testi vücut dışında vücut benzeri sıvılar ile yapılırken, vivo testleride canlı deneklerin vücudunda yapılmaktadır.

Üretilen malzemelerin karakterizasyonu bir biyomalzemenin özelliklerini doğru şekilde ortaya koymak açısından çok önemlidir. Bu biyomalzemeler ile ameilyatların getirmiş olduğu ekonomik yükümlülük azaltılabilir, yaşlı ve hasta insanların hayat kalitesi önemli ölçüde arttırılabilir. Bu gelişmeleri takip eden

çalışmalar Marmara Üniversitesi, Teknoloji Fakültesi, Metalurji ve Malzeme Mühendisliği Laboratuvarlarında yapılmaktadır. Çalışılan konular şöyle sıralanabilir;

- Doku Mühendisliği Çalışmaları İçin Doku İskeleti Üretimi
- İlaç Taşınım ve Salınım Sistemleri Tasarlanması ve Salınım Çalışmaları
- Çeşitli Hayvansal Kaynaklardan Hidroksiapatit Üretimi ve Kullanımı
- Bakteriden Selüloz Üretimi ve Kullanımı
- Yeni Nesil Gıda Ambalaj Üretimleri
- Yeni Nesil Yüzey Kaplamaları Üretimi
- Antimikrobiyal Doku Örtüsü Üretimi
- Manyetik Özelliğe Sahip Biyomalzeme Üretimi

Kaynaklar

[1] Salman, S., Lisansüstü Biyomalzeme Ders Notları, Marmara Üniversitesi, İstanbul, 2010.
[2] L. Hench, J. Jones, Biomaterials, Artificial Organs and Tissue Engineering, London, 2005.
[3] Ratner, B.D., Hoffman,A.S., Schoen,F.J., Biomaterials Science, Third Edition: An Introduction to Materials in Medicine, USA, 2013.
[4]Pazarlıoğlu, S.S., Farklı Bileşimlerde Hidroksiapatit Esaslı Biyoseramiklerin Üretimi, Mekanik Özelliklerinin ve Vücuda Uyumluluklarının İncelenmesi, Doktora Tezi, Marmara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 2017.
[5] http://www.diabetcemiyeti.org/c/idf-uluslararasi-diyabet-federasyonu
[6] T.C. Sağlık Bakanlığı Türkiye Kas ve İskelet Sistemi Hastalıkları Önleme ve Kontrol Programı 2015-2020, Ankara, 2015.
[7] G.H. Harth, "Metal Implants for Orthopedic and Dental Surgery," MCIC-74-18, Metals and Ceramics Information Center Report. Feb 1974.
[8] M. Hunt, Get Hip with Medical Metals, Mater. Eng., Vol 108 (No. 4), 1991, p 27–30.
[9] D.C. Mears, Metals in Medicine and Surgery, Int. Met. Rev., Vol 22, June 1977, p 119–155.
[10] G. Heimke and P. Griss, Ceramic Implant Materials, Med. Biol. Eng. Comput., Vol 18, 1980, p 503–510.
[11] C-H. Parka, E. K. Kima, L. D. Tijing, A. Amarjargala, H. R. Panta, C. S. Kima and H. K. Shonb: Ceram. Int. Vol. 40 (2014) p. 5049–5054.
[12] K. V. Monfared et al. Application of self-learning evolutionary algorithm for optimal design of a porous PMMA scaffold fabricated by Laser drilling process. Journal of Process Mechanical Engineering, 2013
[13] D. Liang, B. S. Hsiao, B. Chu Functional Electrospun Nanofibrous Scaffolds for Biomedical Applications. Adv. Drug Deliv. Rev. 2007; 59:1392-1412.
[14] C. Mandrycky, Z. Wang, K. Kim, D.H. Kim: Biotechnol. Adv. Vol. 34 (4) (2016) p. 422–434.

Mekatronik Mühendisliği

(Mechatronic Engineering)

BUILDING A HOME SECURITY SYSTEM USING EMBEDDED SYSTEM

GÖMÜLÜ SİSTEMLER KULLANARAK EVLERDE GÜVENLİK SİSTEMİ OLUŞTURMA

Uğur Şansal[1], Feyzullah Temurtaş[2]
[1]İskenderun Teknik Üniversitesi, Hatay, Türkiye, ugur.sansal@iste.edu.tr
[2]Bozok Üniversitesi, Yozgat, Türkiye, feyzullah.temurtas@bozok.edu.tr

Özet

Bu çalışmada kredi kartı büyüklüğünde mini bir bilgisayar olan Raspberry Pi'ı kullanarak bir ev güvenlik sistemi oluşturduk. Bu sistemimiz iki bölümden oluşmaktadır. Birinci bölüm evin 24 saat sensörler ve kameralar vasıtasıyla izlenmesini ve bize geri bildirim vermesini sağlamaktır. İkinci bölümün görevi ise eve herhangi bir hırsız girme durumunda alarm vermektir. Sistemimizin bulunduğu ortamda olan Raspberry Pi'a öncelikle Web Server kurulumu yapıp kameralarımızı bununla ilişkilendirdik. Ardından sensörlerimizin bağlı olduğu Arduino kontrol kartını serial port vasıtasıyla Raspberry Pi'a bağladık. Böylece sistem evin web üzerinden izlenmesini mümkün kıldı. Evin dış kapısı için oluşturduğumuz Arduino şifre kodu ile kapı güvenliğini sağladık. Sistem, hırsızlık şüphesi olan hareketin tespit edildiği alanların fotoğrafını çekip e-posta yoluyla ev sahibine ulaştırmaktadır. Ayrıca Whatsapp uygulaması ile de mesaj göndermektedir. Kapı şifresi doğru girilip kapı açıldığında ise hırsız alarm kısmı pasif olmaktadır.

Bu çalışma sayesinde açık kaynak kodları tarafından desteklenebilen çok işlevsel bir uygulama geliştirildi. Uygulama aynı zamanda küçük kompakt bilgisayar kullanımını mümkün kılıyor.

Anahtar Kelimeler: Raspberry Pi, Arduino, Özgür yazılım, Web Server, Güvenlik

Abstract

In this study, we have built a home security system using a credit card size computer, called Raspberry Pi. The system consists of two parts. First part monitors house for 24 hours through sensors and cameras and thus maintains feedback. The second part's purpose is to alarm in case of break into.Firstly, in the presence of our system we have set up our web Server system in Raspberry Pi and We've associated it with camera. Then we have connected the Arduino control board that our sensors are connected via serial port to Raspberry Pi. Thus, the system has made it possible to monitor the house over the web. We have also provided door security by generating arduino password code for outer door. The security system automatically takes pictures of the areas where a motion monitored which evokes a break into suspicion and sends it to home owner via e-mail. Also it sends message with whatsapp aplication. When the correct password is entered and the door opened the door burglar alarm part changes passive mode.
By means of this study, a very functional application which is supportable by open source codes was developed. Application also makes it possible using compact tiny computers.

Key Words: Raspberry Pi, Arduino, Open Source Code, Web Server, Security

1. Giriş

Gömülü sistem; bir ana yada alt sistem olarak birden fazla işlevin aynı elektronik kart üzerinde entegre hale getirilmesi ile bir mekanik hareketi gerçekleştiren sistemler biçiminde tanımlanabilir. Kayda değer ilk gömülü sistemin MIT Instrumentation Laboratory'de Charles Stark Draper tarafından geliştirilen Apollo Guidance Computer olduğu ileri sürülmektedir. İlk kitlesel gömülü sistemin üretimi 1961 yılında Minuteman Füzesi için yapılan Autonetics D-17 Bilgisayarı oldu. 1966 Yılında Minuteman-II üretildiğinde birimlerin fiyatları 1000 $'dan 3 $'a düşürülmüş ve bu durum ticari faaliyetlerin başlangıcı olmuştur [1].

Akıllı cihazların sayısı günümüzde giderek artmaktadır. Cep telefonlarımız artık sadece iletişim sağlamakla kalmıyor, müzik çalıyor, fotoğraf, video çekiyor, bilgilerimizi saklıyor. Çamaşır makinalarımız bile akıllı artık. Kendi bilgisayarlarını barındırıyorlar. Çevremizdeki cihazlara bir bakarsak artık birçoğunun tamamen olmasa da elektronik birimler barındırdığını görürüz. Neredeyse bütün cihazların içinde birer bilgisayar var dersek çok da yanlış bir şey söylemiş olmayız. Hepsinin içine "gömülmüş" bilgisayarlar var. Gömülü sistemler tabiri de aslında buradan geliyor. "Gömülü sistem" herhangi bir sistemin içinde yer alan ve o sisteme "akıllılık" özelliğini veren elektronik donanım ve yazılımdan oluşan bütünü ifade etmektedir. Burada sözü edilen yazılımlar, bilgisayarımızdaki genel amaçlı yazılımlardan farklı olarak, kullanıcıyla direk değil dolaylı etkileşimde bulunan ve genellikle tek bir görevi yerine getiren yazılımlar [2].

Daha önce akıllı ev olarak isimlendirilen maketten yapılmış bir ev modeli üzerinde çeşitli sensörler (gaz, duman, kapı/pencere, hareket, sıcaklık vb.) kullanılarak gerçekleştirilen bir çalışma yapmışlardır [3].

Akıllı evin kontrolünü gerçekleştirmek üzere bir mikrodenetleyici tabanlı çok fonksiyonlu elektronik kontrol kartı tasarlamışlardır. Akıllı ev kavramına değişik bakış açıları getirerek donanım bazında tasarımları gerçekleştirmişlerdir. Sistemin GSM temelli yapısı prototip olarak tasarlamışlar ve hayata geçirmişlerdir [4].

Bu uygulamada gömülü sistem kartı olarak Raspberry Pi'ı tercih edilmiştir. Güvenlik sistemlerine olan ilginin zamanla daha önemli bir hâl aldığını da düşünürsek, hem bu konuya daha dikkat çekilmesi, hem de gömülü sistemlerin ve bunların geliştirilebilir yapısı, bu ve benzer uygulamalar yapmamızı gerekli kılmıştır.

Çalışmamız genel olarak 2 bölümden oluşmaktadır. Birinci bölümde, ev Arduino Ethernet Shield üzerine kurmuş olduğumuz web server sayesinde internet üzerinden istediğimiz bir anda evin içerisini ve dışını kamera ile izleyebilmeyi, sensörlerin o anki durumunu da gözlemleyebilmemize olanak sağlamaktadır. İkinci bölüm de, evde herhangi bir hırsızlık veya izinsiz girişe karşı oluşturulmuş olan kısımdır. Bütün bunlar ortamda sunucu olarak kullandığımız Raspberry Pi sayesinde izlenebilmekte, kayıt edilebilmekte ve uzaktan kontrol edilebilmektedir. Yazılım olarak da özgür yazılım olan Python dili kullanılmıştır.

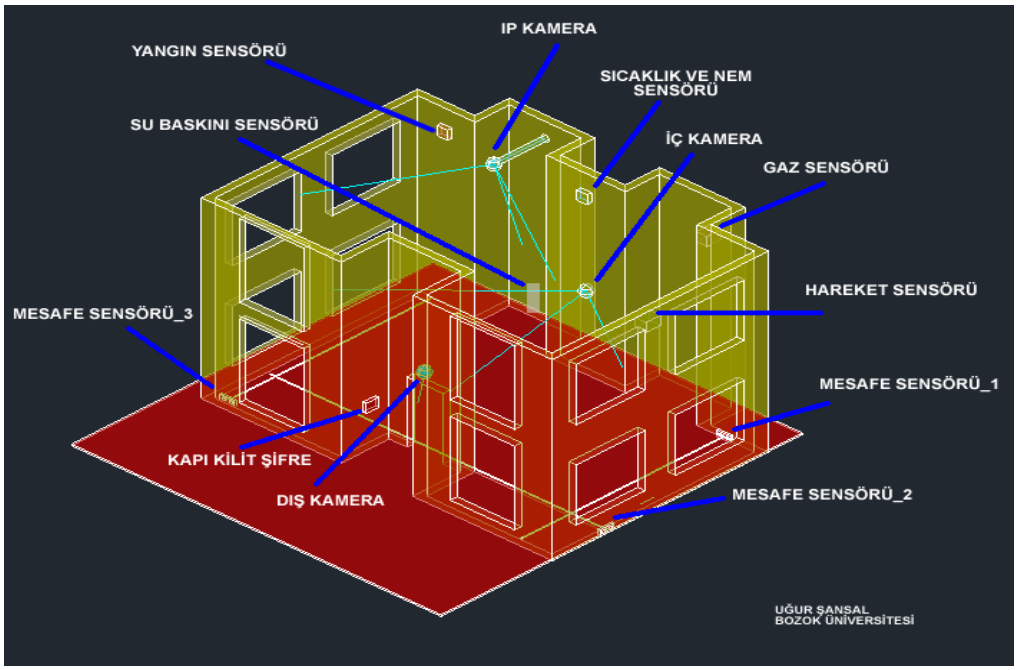
2. Sistemin Tasarlanması ve Uygulanması



Şekil 2.1. Sistemin Genel Şeması

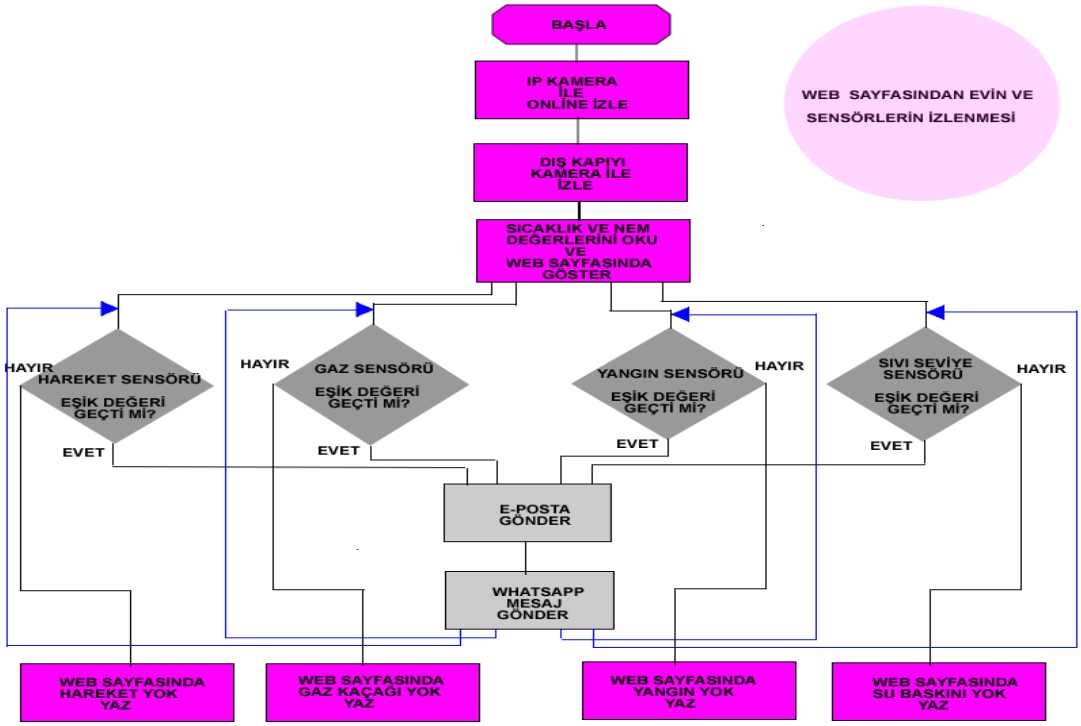
Sistemimizde gömülü sistem kartları olarak raspberry pi ve arduino kartları kullanılmıştır. Sunucu olarak raspberry pi kartını mikrodenetleyici kartı olarak da arduinodan yararlanılmıştır.

Sistemimiz genel olarak 2 bölümden oluşmaktadır. İlk bölümde 7/24 Evin ve Sensor Durumlarının Web Üzerinden İzlenmesi kısmı, diğer bölümde ise Hırsız Alarm, Resim ve Video Kayıt kısmından oluşmaktadır.



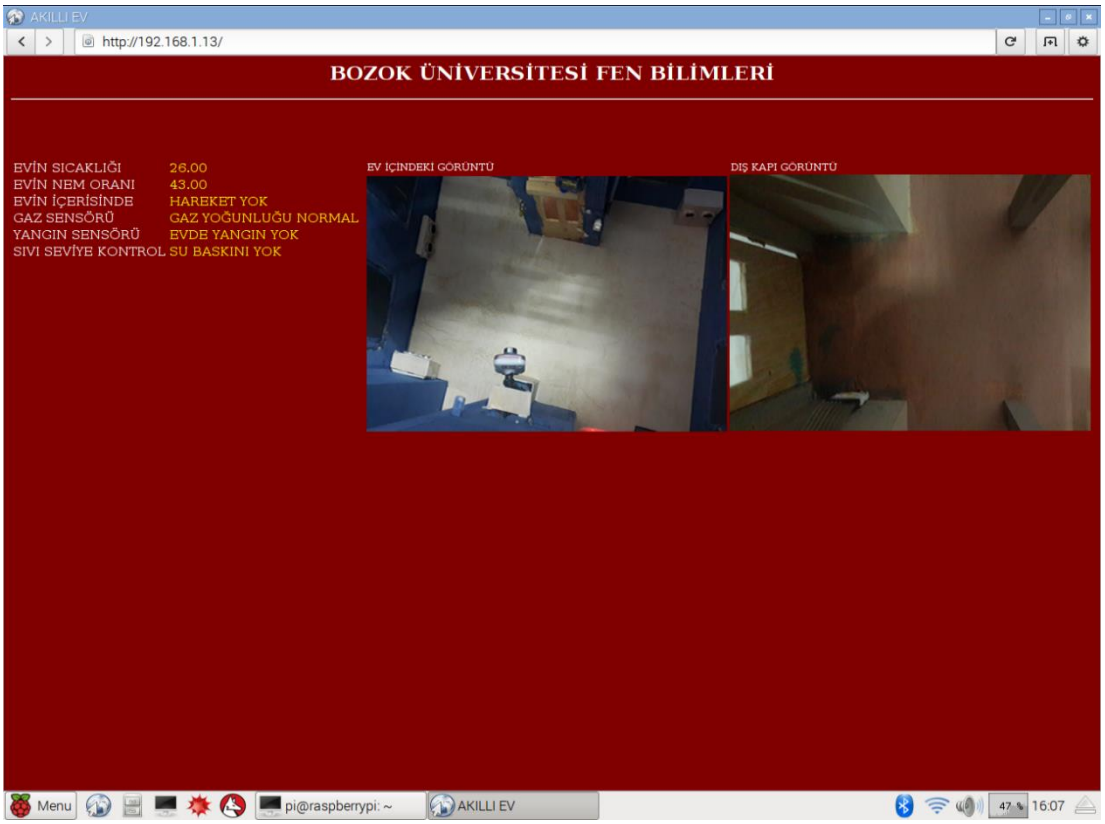
Şekil 2.2. Oluşturulan Sisteme Sensörlerin Yerleşimi

2.1. Evin ve Sensörlerin Web Üzerinden İzlenmesi



Şekil 2.3. Evin ve Sensörlerin Web Üzerinden İzlenmesi Şeması

Arduino Ethernet Shield üzerine kurmuş olduğumuz web server sayesinde internet üzerinden istediğimiz bir anda evin içerisini ve dışını kamera ile izleyebilmeyi, sensörlerin o anki durumunu da gözlemleyebilmemize olanak sağlamaktadır. Bu kısımda (DHT11) Sıcaklık ve Nem Sensörü, MQ-4 Gaz Sensörü, Yangın Sensörü, Sıvı Seviye Kontrol Sensörü, PIR Hareket Sensörü, evin iç kısmında gece görüşlü IP kamera, evin dış kısmında kapı önünde ise bir adet webcam bulunmaktadır. Evin dışındaki kamera sürekli kayıt halinde olup Raspberry Pi'ye görüntü kaydedilmektedir. Sensörlerdeki olumsuz bir durumda Raspberry Pi'ye gelen bilgi burada oluşturduğumuz Ptyhon kodları ile bize E-Posta olarak ve Whatsapp uygulamasını kullanarak mesaj gönderilmektedir.

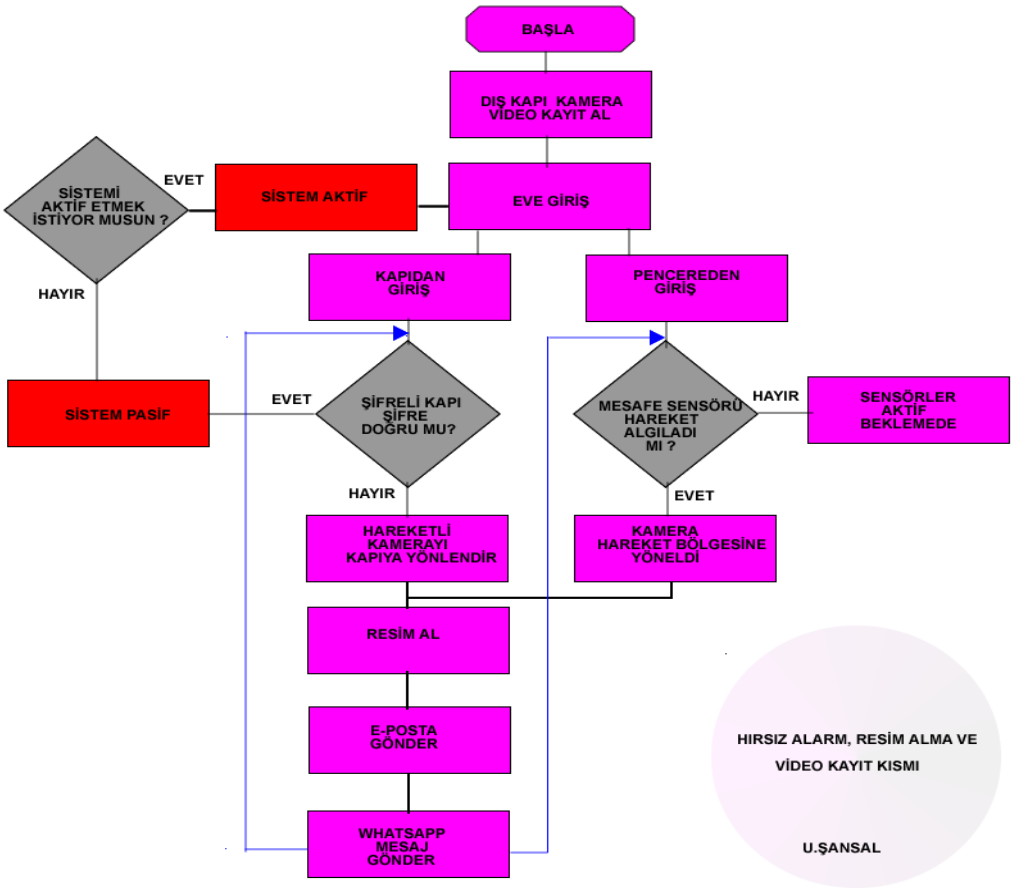


Şekil 2.4. Web Üzerinden Evin ve Sensör Durumlarının Görüntülenmesi

2.2. Hırsız Alarm, Resim ve Video Kayıt Kısmı

Bu kısımda evin dışında bulunan keypad ile şifreli kapı giriş sistemi oluşturulmuş ve hemen kapının üzerine de sürekli kayıt alan bir kamera yerleştirilmiştir. Bu kayıtlar sunucu bilgisayarımızda kayıt altına alınmaktadır.

Evin içine ise mesafe sensörleri konumlandırılarak iç kısmın güvenliği sağlanmaktadır. Sistem aktif iken mesafe sensörlerine olumsuz bir sinyal geldiğinde servo motor ile bağlantısı oluşturulmuş webcam kamera, sinyalin geldiği noktaya yönelerek o alanın resimlerini almaktadır. Bu resimleri de bize gönderip evdeki durum hakkında bilgi sahibi olmamızı sağlamaktadır. Sistemi evin içine yerleştirdiğimiz bir buton sayesinde aktif ya da pasif edebilmekteyiz. Sistemi aktif etme butonuna bastıktan 15 sn sonra sistem otomatik olarak aktif olacaktır. Pasif olması için ise eve giriş için şifreli kapıdan doğru şifre ile girmek yeterli olmaktadır. Ayrıca kontrol edebilmek için yedek bir pasif butonu konulmuştur. Bu buton sayesinde de istediğimiz zaman sistemi pasif edebiliriz. Sistemimizin 2.kısmı Şekil 2.5'te ifade edilmiştir.



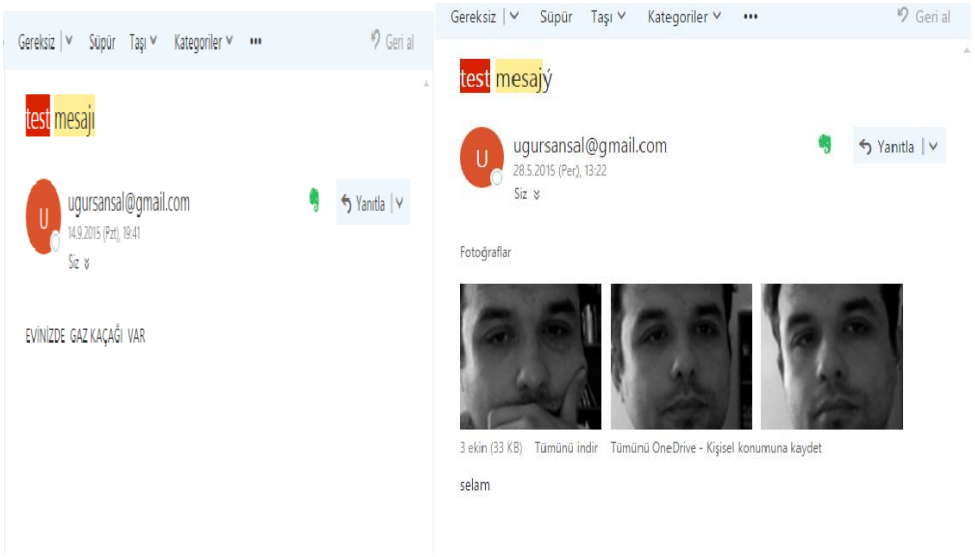
Şekil 2.5. Hırsız Alarm, Resim ve Video Kayıt Kısmı Şeması



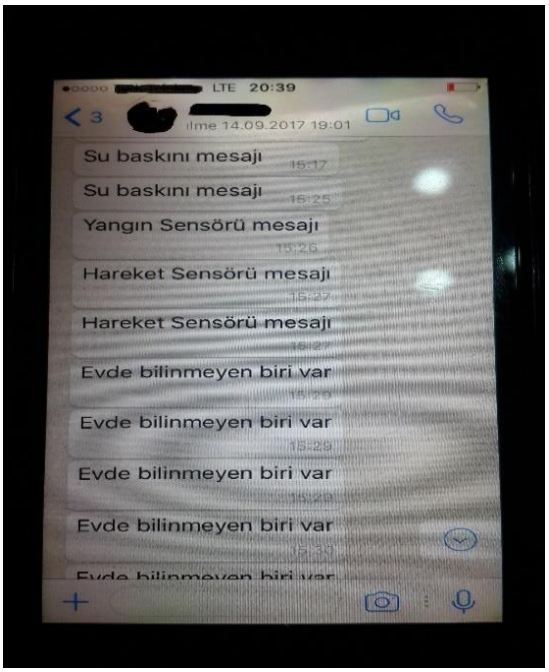
Şekil 2.6. Evden Bölümler

2.3. E-Posta ve Whatsapp Mesajı Gönderme

Ev içindeki sensörlerden ve hırsız alarm kısmındaki sensörlerden gelen bilgiler ışığında sistemimiz, yöneticiye e-posta ile mesaj ve resim göndermekte, whatsapp uygulaması üzerinden ise mesaj göndermektedir. Böylece yönetici sensörlerden sürekli haberdar olmaktadır. Şekil 2.7 ve Şekil 2.8 de gönderilen e-posta ve whatsapp mesajları gösterilmiştir.



Şekil 2.7. E-Posta ile Mesaj ve Resim Gönderme



Şekil 2.8. Whatsapp ile Mesaj Gönderme

3. Sonuçlar ve Öneriler

Yapmış olduğumuz sistemi bir senaryo kümesine bağlı olarak test ettiğimizde Tablo 1.1 ve Tablo 1.2'de ki veriler elde edilmiştir. Öncelikle sistemimiz 2 bölümden oluştuğu için 2 ayrı senaryo şeklinde test edilmiştir. İlk kısım şifreli kapı giriş ile hırsız alarm kısmıdır. Bu kısımda eve hırsızın girme olasılığı pencerelerden veya kapıdaki şifreyi etkisiz hale getirerek girme ihtimali olabilir. Bunun için en az 25 defa her sensör için durum denemesi yapılmıştır. Sonuçlar Tablo 1.1'de ki gibidir.

Tablo 1.1. Şifreli Kapı, Hırsız Alarm Kısmı Durum Değerlendirme Tablosu

(+)Olumlu (-)Olumsuz

	İLGİLİ SENSÖR VE ÇALIŞAN ELEMANLAR				
GİRİŞ YÖNTEMİ	Mesafe Sensörü_1	Mesafe Sensörü_2	Mesafe Sensörü_3	Kapı Kilit Şifre Sistemi	Kamera ile Resim Alıp Gönderme
Kapı Şifresi Etkisiz Hale Getirilerek		24(+) 1 (-)		25(+) 0 (-)	23(+) 2 (-)
Pencerelerden İzinsiz Eve Girerek	24(+) 1 (-)	21(+) 4 (-)	24(+) 1 (-)		24(+) 1 (-)
% Başarı	%96	%90	%96	%100	%90

2.kısımda 24 saat evde çalışan bir güvenlik sensörleri kümesidir. Bu sensörlerin oluşturulan durumlar karşısında verdiği sonuçlar Tablo 1.2'de ki gibi elde edilmiştir.

Tablo 1.2. 24 Saat Aktif Ev Güvenlik Kısmı Durum Değerlendirmeleri

(+)Olumlu (-)Olumsuz

	İLGİLİ SENSÖR VE ÇALIŞAN ELEMANLAR						
GİRİŞ YÖNTEMİ	Sıcaklık ve Nem Sensörü	Gaz Sensörü	Yangın Sensörü	Su Baskını Sensörü	Hareket Sensörü	Web Üzerinden Durum ve Görüntü Alma	E-posta, WhatsApp Mesaj Gelme
Ortam Sıcaklığının Artırılması	24(+) 1 (-)					23(+) 2 (-)	22(+) 3 (-)
Ortama Doğalgaz Verilmesi		22(+) 3 (-)				23(+) 2 (-)	21(+) 4 (-)
Ortamda Ateş Çıkarma			23(+) 2 (-)			21(+) 4 (-)	20(+) 5 (-)
Ortama Su İlave Edilmesi				24(+) 1 (-)		24(+) 1 (-)	20(+) 5 (-)
Ortamda Hareket Etme					20(+) 5 (-)	21(+) 4 (-)	19(+) 6 (-)
% Başarı	%96	%88	%92	%96	%80	%89.6	%81.6

Bu tercihler ışığında geliştirilen sistemdeki bütün elemanların bağlantısı gerçekleştirilerek sistemin çalışma durumu test edilmiştir. Evlerde, iş yerlerinde veya başka bir ortamda bulunan, güvenliğinden emin olmak istediğimiz, ortam hakkında sürekli bilgi sahibi olabileceğimiz bir uygulama gerçekleştirilmiştir. Oluşturduğumuz sistem bize 24 saat sensörler vasıtasıyla çeşitli güvenlik tedbirleri için geri bildirim sunmakta, aynı zamanda da kameralar ile anlık izleme, video kaydı ve resim çekme işlemleri gerçekleştirmektedir. Bununla birlikte izinsiz eve girişlerde kamera vasıtasıyla resim alıp bize e-posta ile göndermekte ve whatsapp uygulaması ile de mesaj atarak durumdan haberdar etmektedir.

İnsanoğlunun varoluşundan bu yana sürekli önem arz eden güvenliğin, gömülü sistemlerin ve açık kaynak yazılımların kullanımının yaygınlaşmasıyla birlikte daha kompakt, güvenilir, kullanılabilir, anlık bilgi ve görüntüler alınabilen güvenlik alanları oluşturmaya katkı sağlayacağı kanaatindeyim.

Kaynakça

[1] Kaya, A. Gömülü Sistemler ve Uygulama Alanları. Akademik Bilişim 2008 Çanakkale On Sekiz Mart Üniversitesi, Çanakkale, 2008.
[2] Taşdemir, C. Neden Gömülü Sistemler. Erişim Tarihi: 02.09.2017 http://coskuntasdemir.net/neden-gomulu-sistemler , 2016.
[3] Ertunç,H,M. Erdil, A. Bayer,S.E. Yenal, Ç. ve Kuzu.C. Akıllı Ev Otomasyonu Tasarımı Ve Evin Web Üzerinden Denetimi, KOU BAPB-Proje no: 2004/55, 2004.
[4] Yıldız, M ve Karaboğa, N, "Genişletilebilir Ev Güvenliği Ve Otomasyonu," Elektrik-Elektronik-Bilgisayar Mühendisliği 11. Ulusal Kongresi ve Fuarı, İstanbul, 2005.

Otomotiv Mühendisliği

(Automotive Engineering)

STAINLESS STEEL REGENERATOR APPLICATIONS IN STIRING ENGINE DISPLACER PISTON

STİRLİNG MOTORUNUN YER DEĞİŞTİRME PİSTONUNDA PASLANMAZ ÇELİK REJENERATÖR UYGULAMASI

Yaşar Önder Özgören
Afyon Kocatepe Üniversity, Afyonkarahisar, Turkey, yasarozgoren@aku.edu.tr

Özet

Bu makale beta tipi Stirling motorunda değişik rejeneratör malzemeleri ve termal bariyer kaplamaların kullanıldığı çok kapsamlı bir çalışmanın bir bölümünü oluşturmaktadır. Bu çalışmada beta tipi bir Stirling motoru imal edilmiştir. Bu motorun yer değiştirme pistonunun içine rejeneratör bölümü konulmuştur. Paslanmaz çelik tellerden imal edilmiş rejeneratör malzemesi sayesinde motor güç ve performansının artırılması amaçlanmıştır. Deneylerde karşılaştırma yapılması için birinci olarak içinde rejeneratör olmayan displacer, ikinci olarak içinde rejeneratör bölgesi bulunan ve içi boş rejeneratörlü displacer kullanılmış ve üçüncü olarak da rejeneratör bölgesi içinde paslanmaz çelik tel hasır örgü bulunan displacer ile deneyler yapılmıştır. Gerçekleştirilen deneylerde en yüksek motor torku ve gücüne paslanmaz çelik tel hasır örgülü rejeneratör malzemesinin yapıldığı deneylerde ulaşılmıştır. Bu deney şartlarında elde edilen en yüksek motor torku 5 bar şarj basıncında ve 575 d/dk'da 1,5 Nm olarak ölçülmüştür. En yüksek motor gücü ise 5 bar şarj basıncında ve 815 d/dk'da 106,48 W olarak ölçülmüştür.

Anahtar Kelimeler: Stirling motoru, Paslanmaz çelik rejeneratör

Abstract

This article is part of a very comprehensive study of the use of different regenerator materials and thermal barrier coatings on the beta type Stirling engine. In this study, a beta type Stirling engine was manufactured. This engine has a regenerator section installed in the displacement piston. It is aimed to increase engine power and performance thanks to the regenerator material made of stainless steel wires. For comparison in the experiments, firstly, the displacer without regenerator and secondly the regenerator displacer with regenerator region are used and thirdly, experiments were carried out with displacer with stainless steel wire mesh in the regenerator zone. In the tests carried out, the highest engine torque and power were achieved in experiments with stainless steel wire mesh regenerator material. The highest engine torque obtained under these test conditions was measured 1.5 Nm at 5 bar charge pressure and at 575 rpm. The highest engine power was measured 106.48 W at a charging pressure of 5 bar and at 815 rpm.

Keywords: Stirling engine, Stainless steel regenerator.

1. Giriş

En iyi enerji dönüştürme sistemlerinden biri de Stirling motorudur [1]. Stirling motoru Robert Stirling tarafından 1816'da ilk kez tasarlandı. Stirling motorları farklı tiplerde üretilmiş olup, bir çok alanda kullanılmaktadır [2, 3, 4]. Stirling motorlarında değişik çalışma maddeleri 19. Yüzyılın sonlarından itibaren kullanılmaya başlanmıştır [5]. Soğutucu olarak hava motorlarıyla yapılan uygulamalarda, Philips, iş gazı olarak hava, hidrojen ve helium gazını kullanmıştır. Hava ile çalışan soğutma makinesinde soğuk silindir tarafında havayı soğutmak için ısı iletimi etkin bir şekilde sağlanmıştır [6].

Stirling motorunda önemli ısıl kayıplardan birisi de yetersiz rejenerasyondur. Kongtragool ve Wongwises tarafından yapılan çalışmada, sıcak, soğuk ve rejeneratördeki ölü hacimlere bağlı olarak Stirling motorunda yetersiz rejenerasyon için izotermal bir model geliştirmiştir. Motorun net işi ölü hacmin artması ile

azalmaktadır. Isı girişi rejeneratör etkinliğinin azalması ve ölü hacimlerin artmasına bağlı olarak artarken, motorun verimi azalmaktadır [7]. Timoumi ve arkadaşlarının yaptıkları çalışmada, Stirling motorunun rejeneratör boyu, çapı ve gözeneklilik özelliğinin motor güç ve performansına olan etkilerini incelenmiştir [8]. Le'an ve arkadaşları, V tipi bir Stirling soğutucu sisteminde farklı rejeneratör boyutlarının soğutucu performansına olan etkilerini araştırmışlardır. Rejeneratörde kullanılan malzeme 0,1 mm kesitinde paslanmaz çelikten yapılmış ince tel örgüdür [9]. Park ve arkadaşları, ince dairesel tel kesitli rejeneratör elemanının rejeneratör verimine etkilerini bir bilgisayar simülasyonu çalışmasıyla araştırmışlardır. [10]. Andersen ve arkadaşları, sıkıştırılabilir akış meydana getiren makinelerde gaz salınımlarının kontrol hacim temeline dayanan modellemesini gerçekleştirmişlerdir. Buna göre rejeneratör kullanımının çalışma verimliliğini artırdığını bildirmişlerdir [11]. Scollo ve arkadaşları, 140 W gücünde ürettikleri Stirling motorunun termodinamik analizini gerçekleştirmişler ve dizayn parametrelerinin motor performansına olan etkilerini araştırmışlardır. Motorda, 73 mm uzunluğunda, 83,7 mm çapında rejeneratör kullanılmıştır. Rejeneratör malzemesi olarak 0,26 mm çapında paslanmaz çelik teller kullanılmıştır. Isıtıcı ve soğutucu bölgeler arasına yerleştirilen rejeneratörde birbiri içerisine örülmüş 138 kattan oluşan rejeneratör malzemesi yerleştirilmiştir [12].

Literatürde bahsedilen rejeneratörlü Stirling motorlarında rejeneratör bağlantıları çöğunlukla ince kanallı borularla sağlandığından bu bağlantı nedeniyle ölü hacim oranları fazladır. Ancak borulu sistemde boruların sıcak bölge içinde yer alması sebebiyle çalışma akışkanına ısı enerjisinin verilmesi etkili bir şekilde gerçekleşebilmektedir. Parlak ve arkadaşları tarafından imalatı ve testleri gerçekleştirilen gama tipi Stirling motorunda, Sıcak ve soğuk bölgelerle rejeneratör bağlantısı ince borularla sağlanmıştır. Boruların ısıtıcı içerisinde bırakılması çalışma akışkanına daha fazla ısı enerjisinin verilmesini de sağlamaktadır. Bu yönden düşünüldüğünde boruların, etkili ısı iletiminde katkısının olduğu söylenebilir [13]. Abduljalil ve arkadaşları, bir termoakustik motorunun rejeneratöründe rejeneratör malzemesi olarak gözenekli seramik ve değişik sarım şekillerine sahip paslanmaz çelik tel örgüler kullanmıştır [14]. Tao ve arkadaşları, bir süper soğutucuda kullanılacak rejeneratörde basınç düşmesini sayısal yöntemle incelemişlerdir. Yaptıkları çalışmada rejeneratör malzemelerinin yoğunluğunun artışına bağlı olarak ısıl kapasitelerinde artış belirlenmiş ancak basınç düşmesinde de artış belirlenmiştir [15]. Puech ve arkadaşları, izotermal bir model yardımıyla yapmış oldukları analizde rejeneratör ölü hacmindeki artışın rejenerasyonda bozulmaya neden olduğunu belirlemiştir [16]. Eid, Beta tipi bir Stirling motorunda displacer yüzeyinde değişik sıklıkta örülmüş rejeneratör malzemelerinin motorun performansına olan etkilerini Schimit analiz temelli bir model yardımıyla incelemiştir. Elde edilen sonuçlara gore 0,20 mm gözenekli yapıda daha küçük gözenekli yapılara gore daha yüksek motor gücü değerleri elde etmiştir [17].

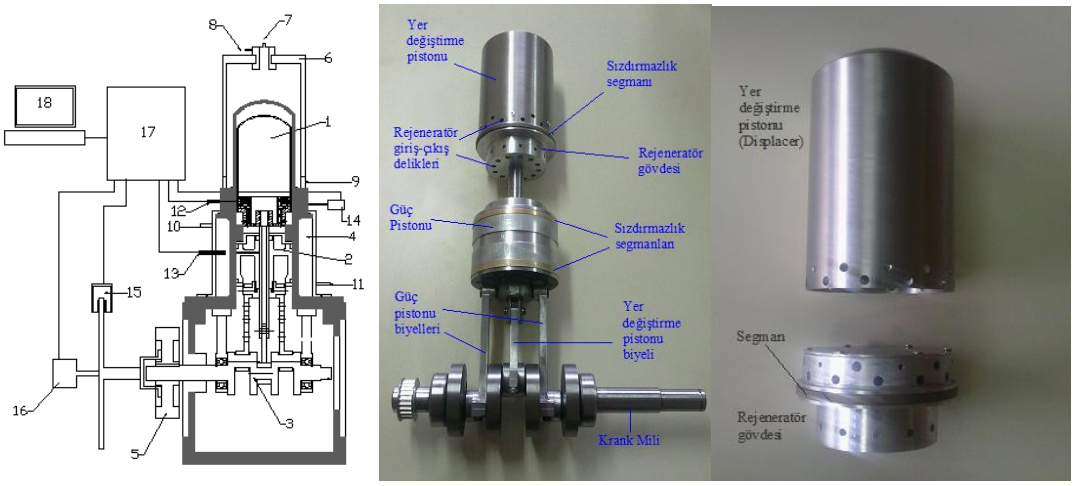
Bu çalışma sayesinde rejeneratör bağlantısında borular kullanılmayacağından ölü hacmin sebep olduğu güç ve performans düşüklüğü azaltılmış olacaktır. Stirling motorlarında rejeneratörle sıcak ve soğuk bölgeler arasında boruların kullanılması ölü hacmin artışına neden olmakla beraber çalışma akışkanına olan ısı geçişini kolaylaştırmaktadır. Ancak ölü hacim artışının motor güç ve performansına olan olumsuz etkileri boruların sağladığı ısı kazancından daha fazla olabilmektedir.

2. Malzemeler ve Yöntem

Üretimi gerçekleştirilen beta tipi Stirling motorunun özellikleri Çizelge 1'de verilmiştir. Motor deney düzeneği ve motorun ana parçaları şekil 1'de görülmektedir. Motor genel özellikleri yönüyle üzerinde birçok değişiklikler yapılabilecek bir yapıya sahiptir. Bunlardan birincisi yer değiştirme silindiri, displacer ve rejeneratörünün kolayca sökülüp takılabilmesidir. Ayrıca yer değiştirme pistonunun ve içinde yer alan rejeneratör malzemelerinin kolayca değiştirilmesi de deneylerde kolaylık sağlayabilmektedir.

Çizelge 1. Beta tipi Stirling motorunun özellikleri

Motor İpi	Beta-β	Güç pistonu çapı	94 mm
Skıştırma oranı (ε)	1,583	Yer değiştirme pistonu çapı	94 mm
Güç pistonu süpürme hacmi (V_2)	270,54 cm^3	Güç pistonu kursu	40 mm
Yer değiştirme pistonu (Displacer) süpürme hacmi (V_1)	277,59 cm^3	Yer değiştirme pistonu kursu	40 mm
Süpürme hacim oranı (K= V_2/ V_1)	0,97	Toplam ölü hacim	171,91 cm^3
REJENERATÖR			
Rejeneratör malzemesi		Paslanmaz çelik tel örgü	
Tel çapı		0,35 mm	
Sarım sayısı		12 sarım	
Rejeneratör doluluk oranı		%20	



Şekil 1. deney düzeneği ve motorun ana parçaları: 1-Yer değiştirme pistonu, 2-Güç pistonu, 3-Krank mili, 4-Soğutucu, 5-Volan, 6-Isıtıcı, 7-Gaz girişi, 8-Hava girişi, 9-Egzoz çıkışı, 10-Soğutma suyu girişi, 11-Soğutma suyu çıkışı, 12-Sıcak bölge ısı algılayıcısı, 13-Soğuk bölge ısı algılayıcısı, 14-Basınç sensörü, 15-Prony fren dinamometresi, 16-Motor devir ve konum ölçücüsü, 17-Merkezi elektronik ünite, 18-Bilgisayar

Yer değiştirme pistonu ve rejeneratör gövdesi vidalı bağlantılarla sökülebilir-takılabilir şekilde imal edilmiştir. Yer değiştirme pistonu ve rejeneratör parçaları rahatlıkla değiştirilebilecek şekilde üretilmiştir. Displacer 303 kalite paslanmaz çelik içi dolu malzemeden üretilmiştir.

Şekil 2'de üretilen iki çeşit rejeneratör kabı ve paslanmaz çelik rejeneratör malzemesi görülmektedir. Rejeneratör gövdesi içinde bulunan rejeneratör malzemesi sıcak ve soğuk silindirler arasında bulunan geçiş bölgesindedir. Segman yardımıyla sıcak ve soğuk hacim bölgelerinde yer değiştiren çalışma gazı rejeneratör üzerinden geçecektir. Sıcak hacimden soğuk hacme geçişte çalışma gazı ısı enerjisinin bir bölümünü rejeneratöre bırakacak ve daha sonra soğuk bölgeden sıcak bölgeye geçişte rejeneratöre bıraktığı ısı enerjisinin bir bölümünü geri alacaktır. Bu sayede Stirling motorunun güç değerinde artış olabilecektir.



Rejeneratörlü Kap | Rejeneratörsüz Kap | Paslamaz Çelik Tel Örgü Rejeneratör Malzemesi

Şekil 2. Rejeneratör kabı ve paslanmaz çelik rejeneratör malzemesi

Isının verilip alınması rejeneratörün etkinliği ile doğru orantılıdır. Rejeneratör içinde bulunan rejeneratör malzemesi üzerinde konvektif ısı iletim şartları ne kadar iyi bir şekilde sağlanırsa rejeneratör etkinliği de o derecede artış gösterecektir. Ayrıca rejeneratör içindeki akış kayıpları da rejeneratör etkinliğini etkileyen önemli unsurlardan bir tanesidir. Akış kayıplarının en aza indirilmesi ve etkinliğin artırılması amacıyla rejeneratör doluluk oranı %20 oranında seçilmiştir. Rejeneratörsüz displacer'in dış tarafında çalışma akışkanının sıcak ve soğuk bölgeler arasında yer değiştirmesine olanak tanımak amacıyla displacer silindiri ile çapta 2 mm, yarıçapta ise 1 mm boşluk olacak şekilde sekmansız bir geçiş boşluğu sağlanmıştır. Rejeneratörlü displacer ise çalışma akışkanının sıcak ve soğuk bölgeler arasında sadece rejeneratör içindeki bölgeden geçmesi için displacer'in dış tarafı displacer silindiri ve displacer arasında bronzlu-teflon sekmanla sızdırmaz hale getirilmiştir.

Paslanmaz çelik telli rejeneratör malzemesi sert olduğundan piyasadan hazır örgü şeklinde temin edilmiştir. Tellerin hasır yapısı ve hacmi doldurabilme durumları göz önünde bulundurularak %20 doluluk oranı seçilmiştir. En uygun doluluk oranı belirlenirken farklı doluluk oranları denenmiştir. Doluluk oranının %10'un altına düştüğü durumda rejeneratör malzemesi termal yönden etkili olamayacağından bu oran seçilmemiştir. %20 doluluk oranının üzerine çıkılmak istendiğinde ise örneğin %30 doluluk oranında rejeneratör malzemeleri rejeneratör boşluğuna yerleştirilememiştir.

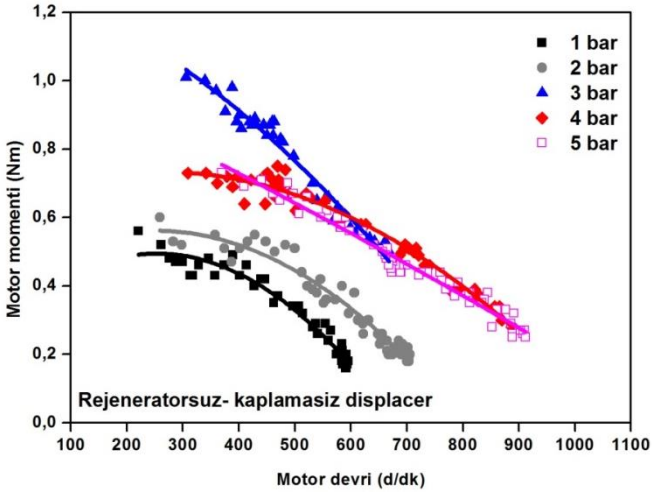
3. Deney Verileri ve Tartışma

Şekil 3 ve Şekil 4'de sırasıyla Rejeneratörsüz ve kaplamasız displacerli motorun değişik motor devirlerinde motor momenti ve motor gücü eğrileri görülmektedir. Şekil 3'deki motor devri-motor momenti eğrilerinde motor momenti devir arttıkça azalmaktadır. Değişik şarj basınçları değerlendirildiğinde 1-2 bar şarj basıncındaki moment değerlerinin diğerlerine göre daha düşük çıktığı görülmektedir. 3 bar şarj basıncındaki moment değerlerinin diğerlerine göre yüksek olduğu söylenebilir. Ancak 3-4-5 bar şarj basınçlarındaki değerler nispeten birbirine yakın çıkmıştır. 200-900 d/dk'lık devir aralığında her bir şarj basıncında ölçülen moment değerleri arasında yaklaşık %20-%40 dolaylarında bir değişim vardır. Aslında bu durum motor momentinin devir değişimine göre fazla değişmediğini göstermektedir.

Benzer sonuçlar Karabulut ve arkadaşlarının yapmış oldukları çalışmada da açıklanmıştır. Motor momentinin motor devirlerine göre çok az oranda değişmesi motorun yük altında direnme kabiliyetini artırmaktadır [18]. Rejeneratörsüz-kaplamasız displacer'in kullanıldığı test şartlarında en yüksek motor momenti 3 bar şarj basıncında 305 d/dk'lık motor devrinde 1,01 Nm olarak ölçülmüştür. Test şartlarında ısıtıcı sıcaklığındaki %10 civarındaki değişimlerin bile momentte aynı test şartlarında küçük değişimlere neden olduğu düşünülmektedir.

Motor devri arttıkça motor momentinin düşmesi mekanik ve viskoz sürtünmelerin artması, ısıtıcıdan çalışma akışkanına olan ısı transferinin azalması ve çalışma akışkanının yükselen motor devrine göre sıcak ve soğuk bölgeler arasındaki yer değiştirme oranının azalmasına bağlıdır. Motor devrinin artışına bağlı olarak displacer'in üst ve alt tarafı arasındaki basınç farkı artmaktadır. Yani motor devrinin artışına bağlı olarak akış kayıpları ve buna bağlı olarak basınç kayıpları da artmaktadır. Akış ve basınç kayıplarının artışı

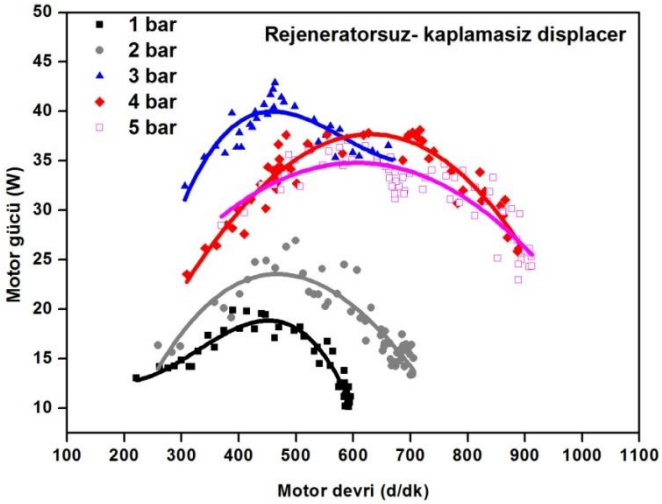
displacer yüzeyindeki konvektif ısı taşınım değerini azaltmakta dolayısıyla motor momentinin de azalmasına neden olmaktadır.



Şekil 3. Rejeneratörsüz-kaplamasız displacer'in kullanıldığı durumda motor devri-motor momenti değişimleri

Motor devri-motor gücü değişimlerinde motor gücünün belli bir devre kadar arttığı ve sonra tekrar azaldığı görülmektedir. Bu durum termik motorların ortak bir özelliğidir [18]. Motor gücünün belirlenmesinde kullanılan iki temel büyüklükten birisi motor devri diğeri ise motor momentidir.

Motor devrinin düşük olduğu durumda motor moment değerlerinin nispeten yüksek olması ve devir arttıkça momentin azalması güç değişimini oluşturmaktadır. Motor momentlerinin değişimlerine bağlı olarak motor güçleri de şekilde görüldüğü gibi değişmektedir.

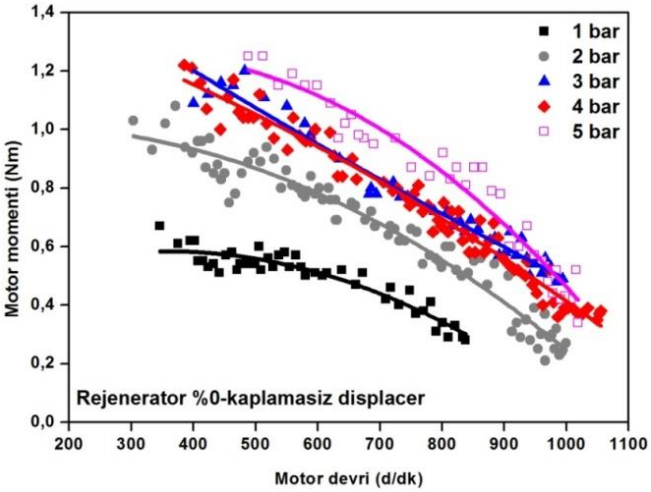


Şekil 4. Rejeneratörsüz-kaplamasız displacer'in kullanıldığı durumda motor devri-motor gücü değişimleri

En yüksek motor gücü 3 bar şarj basıncında 463 d/dk'lık motor devrinde 42,9 W olarak ölçülmüştür. Diyagramdaki maksimum motor güçleri özellikle 3-4-5 bar basınç değerleri için karşılaştırıldığında aralarında çok büyük farkların olmadığı görülmektedir.

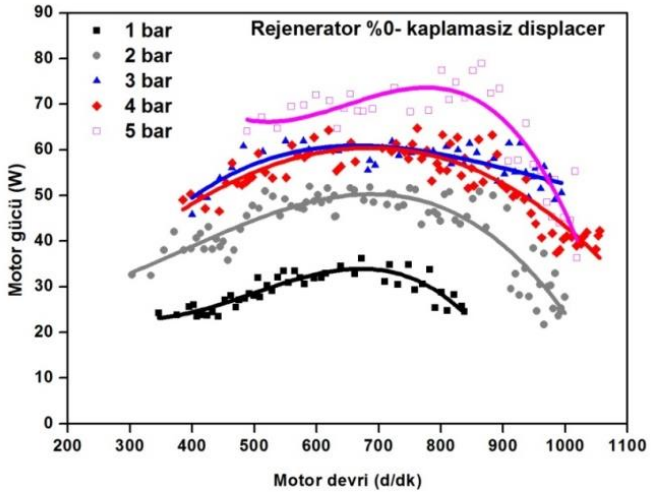
Şekil 5 ve Şekil 6'da Rejeneratörlü (%0-boş)-kaplamasız displacer'in kullanıldığı durumda motor devri-motor momenti ve motor devri-motor gücü değişimleri görülmektedir. Motor momenti eğrilerinde şarj basıncının artışına bağlı olarak motor momenti değerlerinin arttığı görülmektedir. Motor devrinin artına göre motor momenti değerleri tüm şarj basınçlarında azalmaktadır. Şarj basıncının artışına bağlı olarak motorun

devir aralığı genişlemektedir. Örneğin 5 bar şarj basıncında 1000 d/dk civarında maksimum motor devrine ulaşılabilmektedir. 1 bar şarj basıncında ise maksimum 840 d/dk'ya kadar çıkılabilmiştir.



Şekil 5. Rejeneratörlü (%0-boş)-kaplamasız displacer'in kullanıldığı durumda motor devri-motor momenti değişimleri

Motor momenti değişimlerine göre en yüksek motor momenti 500 d/dk'lık motor devrinde 1,25 Nm olarak ölçülmüştür. Rejeneratörsüz ve kaplamasız deneylerden elde edilen sonuçlarla karşılaştırıldığında %20 civarında moment değerlerinde bir artış sağlanmıştır. Farklı şarj basınçlarında moment değerlerinde bu artışların oluşturulan rejeneratör boşluğundan kaynaklandığı düşünülmektedir. Displacer üzerindeki rejeneratör hacmi ölü hacim oluştursa da çalışma gazına depoluk görevi yapmaktadır. Buna göre çevrim içinde daha fazla kütleye sahip çalışma gazı bulunduğundan daha fazla iş yapılabilmektedir. Rejeneratördeki ölü hacmin motor momentini azaltıcı bir etkisinin olmadığı görülmektedir.



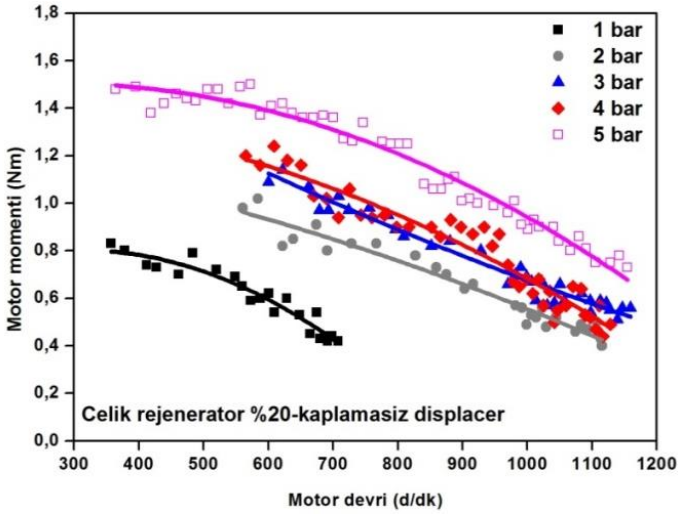
Şekil 6. Rejeneratörlü (%0-boş)-kaplamasız displacer'in kullanıldığı durumda motor devri-motor gücü değişimleri

Motor gücü değişimleri incelendiğinde, termik motorların özelliğine uygun olarak artan motor devrine göre önce artış daha sonra da azalış eğilimi göstermiştir. En yüksek motor güçleri 5 bar şarj basıncında elde edilmiştir. Bu diyagrama göre en yüksek motor gücü 5 bar şarj basıncında 880 d/dk motor devrinde 79 W olarak ölçülmüştür.

Şekil 7'de paslanmaz çelik tel rejeneratör ve kaplamasız pistonun birlikte kullanıldığı durumdaki motor momenti değişimleri görülmektedir. Şarj basıncının artışına bağlı olarak motor moment değerlerinin arttığı özellikle 5 bar şarj basıncında diğerlerine göre daha yüksek değerde olduğu görülmektedir. Moment

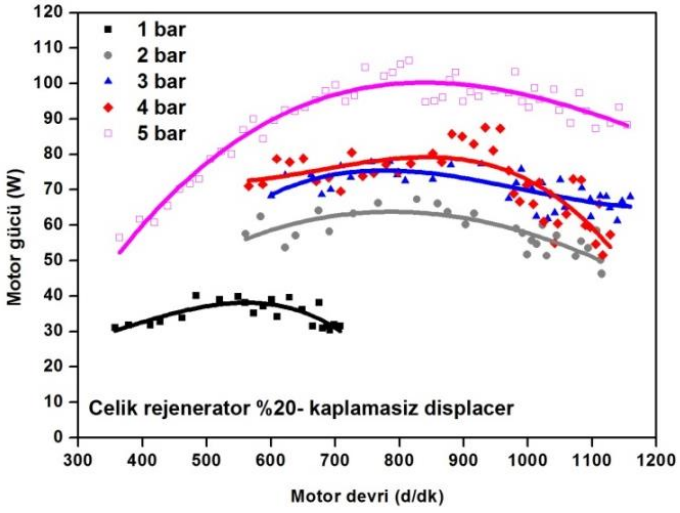
değerleri 3-4 bar şarj basınçlarında birbirine yakındır. Özellikle 4 bar şarj basıncında alınan moment değerlerinin 1000 d/dk'lık motor devrinden sonra 3 bar değerinde alınan moment değerlerinin biraz altına düştüğü görülmektedir. Bunun motordaki ısıtma şartlarının bu devir aralığında yetersiz kalmasından kaynaklandığı düşünülmektedir.

Motor devrinin artışına bağlı olarak moment değerleri çok ani bir düşüş sergilememmiş daha az eğimde azalmıştır. Maksimum ve minimum moment değerleri arasında aynı şarj basınçları için ortalama %30-%40 arasında bir oran bulunmaktadır. Bu test şartlarında elde edilen maksimum motor momenti 5 bar şarj basıncında ve 575 d/dk'da 1,5 Nm olarak ölçülmüştür.



Şekil 7. Rejeneratörlü (%20 paslanmaz çelik tel)-kaplamasız displacer'in kullanıldığı durumda motor devri-motor momenti değişimleri

Şekil 8'de paslanmaz çelik tel rejeneratör ve kaplamasız pistonun birlikte kullanıldığı durumdaki motor gücü değişimleri görülmektedir. 3 ve 4 bar şarj basıncındaki motor güçleri birbirine yakın değerde olmakla birlikte 5 bar şarj basıncında daha yüksek olduğu görülebilir. 3 ve 4 bar şarj basıncı değerlerinde alınan güçlerdeki bu düzensizlik moment değerlerinin değişiminden kaynaklanmaktadır.



Şekil 8. Rejeneratörlü (%20 paslanmaz çelik tel)-kaplamasız displacer'in kullanıldığı durumda motor devri-motor gücü değişimleri

Bu test şartlarında elde edilen maksimum motor gücü 5 bar şarj basıncında ve 815 d/dk'da 106,48 W olarak ölçülmüştür. Bu değer yaklaşık olarak, rejeneratörsüz testlerden elde edilen maksimum motor gücünden %64

ve %0 boş rejeneratörlü güç değerlerinden %26 daha yüksektir. Bu değerler paslanmaz çelik tel rejeneratörün motor momenti ve gücünü artırdığını göstermektedir.

4. Sonuçlar ve Öneriler

Motorun deney parametreleri olarak belirlenen rejeneratörsüz displacer, rejeneratörlü %0-boş displacer ve %20 doluluk oranındaki paslanmaz çelik tel rejeneratörlü displacer ile yapılan testlerden elde edilen sonuçlar değerlendirildiğinde en yüksek motor momenti ve gücünün paslanmaz çelik tel rejeneratörlü testlerden elde edildiği görülmektedir.

Rejeneratör malzemesi olarak kullanılan tel hasır örgüler daha ince tellerden ve daha sık dokuda örüldüğü takdirde rejeneratörün doluluk oranı artabilecek ve ısıl kazanç yükselecektir. Ancak rejeneratör doluluk oranı artırılırken rejeneratörde oluşacak basınç kayıpları göz önünde bulundurulmalıdır. Konvektif ısı taşınım katsayısı değerleri yüksek olan rejeneratör malzemelerinin seçilmesi sayesinde ısıl kazancın artması sayesinde daha yüksek motor güçleri elde edilebilecektir.

Teşekkür

Bu çalışma, TÜBİTAK'ın 1001 destek programı kapsamında 109M172 no'lu proje olarak desteklenmiştir. TÜBİTAK'a desteklerinden dolayı teşekkür ederim.

Kaynaklar

[1] Cinar C. and Karabulut H., "Manufacturing and testing of a gamma type Stirling engine", Renewable Energy, 30:57–66, (2005).
[2] Finkelstein T., Air engines, The Engineer, 492- 497, (1959).
[3] Dros A., "An industrial gas refrigerating machine with hydraulic piston drive" Philips Tech Rew., 297-308., (1965).
[4] Karabulut H., Yücesu S. and Koca A., "Manufacturing and testing of a V-type Stirling engine", Turkish J. Eng. Environ Sci., 24:71-76, (2000).
[5] Hoehn F., McDaugal A., "Design of a prototype Stirling laboratory research engine", 13th. Intersociety Energy Conversion Engineering Conference, San Diego, 1-2, (1978).
[6] Walker G., Stirling Engines, Oxford, Clarendon Pres, (1980).
[7] Kongtragool B. and Wongwises S., "Thermodynamic analysis of a Stirling engine including dead volumes of hot space, cold space and regenerator", Renewable Energy, 31(3): 345-359, (2006).
[8] Timoumi_Y., Tlili I. and Nasrallah S.B., "Performance optimization of Stirling engines", Renewable Energy, 33: 2134–2144, (2008).
[9] Le'an S., Yuangyan Z., Liansheng L. and Pencheng S., "Performance of a prototype Stirling domestic refrigerator", Applied Thermal Engineering, 29: 210-215, (2009).
[10] Park M.P., Chang H. and Shin H.D., "Unsteady thermak flow analysis in a heater regenerator with spherical particles", International Journal of Energy Research, 27:161-172, (2003).
[11] Andersen S.K., Henrik Carlsen H. and Thomsen P.G., "Control volume based modelling in one space dimension of oscillating, compressible flow in reciprocating machines", Simulating Modelling Practice and Theory, 14: 1073-1086, (2006).
[12] Scollo L., Valdez P. and Baron J., "Design and construction of a Stirling engine prototype", International Journal of Hydrogen Energy", 33: 3506-3510, (2008).
[13] Parlak N., Wagner A., Elsner M. and Soyhan H.S., "Thermodynamic analysis of a gamma type Stirling engine in non-ideal adiabatic conditions", Renewable Energy, Volume 34(1): 266-273, (2009).
[14] Abduljalil A.S., Yu Z. and Jaworski A.J., "Selection and experimental evaluation of low-cost porous materials for regenerator applications in thermoacoustic engines", Elsevier, Materials and Design, 32: 217–228, (2011).

[15] Tao Y. ., Liu Y.W., Gao F., Chen X.Y. and He Y.L., "Numerical analysis on pressure drop and heat transfer performance of mesh regenerators used in cryocoolers", Elsevier, Cryogenics, 49: 497–503,(2009).
[16] Puech P. and Tishkova V., "Thermodynamic analysis of a Stirling engine including regenerator dead volume", Renewable Energy, 36: 872-878, (2011).
[17] Eid E., "Performance of a beta-configuration heat engine having a regenerative displacer", Renewable Energy, 34: 2404–2413, (2009).
[18] Karabulut H., "Doğal Gazla Çalışan Bir Stirling Motorunun Tasarımı, İmalatı ve Testleri", TÜBİTAK Proje Raporu, Proje No: 105M256, (2008).

DETERMINING THE OPTIMAL MASS MOMENT OF BETA TYPE STIRLING ENGINE WITH CRANKSHAFT-CONNECTING ROD DRIVING MECHANISM

KRANK MİLİ BAĞLANTILI BETA TİPİ STİRLİNG MOTORUNDA OPTİMUM KÜTLE ATALET MOMENTİNİN BELİRLENMESİ

Yaşar Önder Özgören
Afyon Kocatepe Üniversity, Afyonkarahisar, Turkey, yasarozgoren@aku.edu.tr

Özet

Beta tipi Stirling motorlarında, motor tarafından üretilen güç, motor boyutlarıyla ilgilidir. Bu çalışmada mekanizmanın dinamik bir modeli geliştirilmiş ve sıcak-ilk hareket periyodunda motorun anlık davranışını öngörmek için termodinamik model geliştirilmiştir. Volan ve krank mili tahrik mekanizmasının farklı kütle atalet momentlerinin etkileri üzerine kapsamlı bir parametrik çalışma yapılmıştır. Krank mili-volan mekanizmasının kütle atalet momenti 0.025-0.05 kgm^2 arasında değişen aralıkta kabul edilebilir titreşim değerleri elde edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Stirling motoru, Kütlesel atalet momenti

Abstract

In beta type Stirling engines the power generated by the engine is related to engine dimensions. In this study a dynamic model for the mechanism was developed and incorporated within the thermodynamic model in order to predict the instant behaviour of the engine in the hot-start period. An extensive parametric study of the effects of different mass inertia moments of the flywheel and crankshaft-connecting rod drive mechanism has been performed. Acceptable values of vibration were obtained in the interval where the mass moment of inertia of the crankshaft-flywheel mechanism ranged between 0.025–0.05 kgm^2.

Keywords: Stirling engine, Mass inertia moment

1. Giriş

Sıcak hava motorları 19. yüzyılın sonlarına kadar değişik tiplerde imal edilerek mekanik güç elde etmede kullanılmıştır. Stirling motorları, sıcak hava motoru veya sıcak gaz motoru olarak ya da tasarlayanların isimleri ile adlandırılmıştır [1]. İlk defa 1816 yılında Robert Stirling tarafından yapılmış ve sıcak hava motoru olarak adlandırılmış olan Stirling motorları, 19. yüzyılın sonlarından itibaren çok değişik tiplerde üretilmiş ve değişik alanlarda kullanılmıştır [2,3].

Stirling motorlarından daha fazla güç elde etmek ve performanslarını artırmak amacıyla araştırmacılar motorlar ile ilgili birçok analiz yöntemi geliştirmişler ve bu analizler sonucunda motor güç ve performanslarını artırmayı başarmışlardır. Motorun dinamik yapısındaki değişimler motorun yüklü ve yüksüz çalışma durumu, hız değişimleri ve ilk harekete geçişteki titreşimini etkilemektedir. Motor titreşimlerinin de motor performansı üzerinde etkileri olduğu söylenebilir.

Stirling motorlarıyla ilgili yapılan çalışmalarda kinematik yapıya sahip olanlarda örneğin krank-biyel, rhombic ve lever tiplerinde piston kollarına gelen yükler krank açısının değişimi ve piston üzerine gelen yüklere bağlı olarak sürekli bir değişim göstermektedir. Bu mekanizmalar içinde özellikle krank-biyel mekanizmasında, pistonları silindirlere doğru yaslayan kuvvetler, sürtünme ve atalet yükleri motorun gücünü olumsuz yönde etkilemektedir. Stirling motorları içinde serbest pistonlu tiplerde güç ve yer değiştirme pistonlarına sadece hareket düzlemi doğrultusunda yükler etkide bulunmaktadır [4]. Krank-biyel

mekanizmalı içten yanmalı motorlar ve krank-biyel mekanizmalı Stirling motorlarının dinamik yapıları birbirine oldukça benzemektedir. Krank biyel mekanizmasının hareket şekilleri ve oluşan kuvvetlerin yön ve doğrultuları da benzemektedir. Piston sürtünmeleri krank-biyel mekanizmalı motorlarda oldukça önemlidir. Motorlarda sürtünen piston, silindir ve segman yüzeylerinin sürtünme özellikleri ve boşluk değerlerinin yanında biyelin pistona uyguladığı yükler de önemlidir. İçten yanmalı motorların piston-silindir ve krank mili sürtünmesi de tahmin edilemeyen etkilere sahiptir. Livanos ve Kyrtatos, bir dizel motoru silindiri ve piston bağlantısındaki güç kaybını incelemiştir. Çalışmalarında motor yükü sırasıyla % 20,% 50 ve% 75 iken, pistonlu güç kayıpları 3.41, 3.83 ve 4.35 kW olarak belirlenmiştir [5]. Turhan ve koser, krank milinin uzantısında ataletten kaynaklanan kararlılığı incelemiştir. Yaptıkları çalışmada, krank mili mekanizmasının milin stabilitesi üzerinde olumsuz bir etkisi olduğunu bildirmiştir [6]. Chalhoub ve arkadaşları, krank mili mekanizmasının anlık sürtünme momentinde yapısal bozulmanın etkileri üzerine bir analiz yapmışlardır. Bu çalışmaya göre, üst ölü noktada yüksek sürtünme momentinin etkili olduğunu belirlemişlerdir [7]. Wenzhi ve Zhiyong, jeneratör milinin torsiyon titreşimleri üzerinde çalışmışlardır [8]. Brusa ve arkadaşları, kararsız atalet momentinin krank mili olan makineler üzerindeki etkilerini araştırmışlardır. Bu çalışmada, mekanik sistemin bileşenlerinin doğal frekansları belirlenmiştir. Farklı atalet momentlerindeki doğal frekans değişimi incelenmiştir [9].

Motorun krank mili mekanizması ile ilk hareketin başlangıcından itibaren kararlı bir motor devrine ulaşmak için belli bir süre gerekir. Dönen parçaların atalet momentinin uygunluğu kararlı bir devir artışı sağlamaktadır. Zweiri ve arkadaşları, MATLAB-SIMULINK kullanarak tek silindirli bir dizel motorunun dinamik bir modellemesini yapmışlardır. Motor devri ilk hareketin başlangıcından itibaren artmıştır. Yaklaşık 2.5 saniye sonra, motor kararlı bir hız aralığında (yaklaşık 2000 dev / dak) çalışmaktadır [10]. Özellikle, motor bloğunun bağlantı noktalarında meydana gelen yay ve sönümleme etkileri, motorun blok titreşimi ve krank milinin burulma titreşimi açısından önemlidir [11]. Sadece motorun kararlı çalışma aralığı göz önüne alındığında, motorun tüm çalışma fazlarının tam bir göstergesini elde etmek mümkün değildir. Cheng ve Yu, sayısal bir yöntem kullanarak krank mili bağlantı mekanizmalı beta tipi bir Stirling motorunun termodinamik ve dinamik modellemesini gerçekleştirmişlerdir [12].

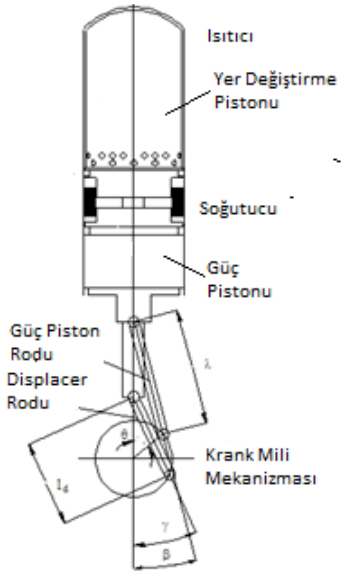
Bu çalışmada, krank mili mekanizmasına sahip beta tipi bir Stirling motorunun dinamik analizi yapılmıştır. Bu analizde, krank mili ve volanının kütlesel atalet momentleri değiştirilerek kararlı ilk harekete geçiş özellikleri araştırılmıştır. Buna bağlı olarak, motorun yüklü ve boşta çalışma durumlarındaki açısal titreşim genliği ile krank milinin başlangıç fazından itibaren açısal hızındaki değişiklikler incelenmiştir.

2. Malzemeler ve Yöntem

2.1. Krank-biyel mekanizmalı Beta tipi Stirling motorunun Modeli

Krank-biyel mekanizmasına sahip β tipi Stirling motorunun yapısı ve ana bölümleri Şekil 1'de görülmektedir. Mekanik özellik yönünden krank-biyel mekanizmasında denge ağırlıkları bulunmamaktadır. Güç pistonu ve displacer pistonu ile bağlantılarında sızdırmazlık segmanları kullanılmıştır. Displacer ve piston kol muylusu yarıçapları birbirine eşittir.

Motorun boyutlandırılmasında sıkıştırma oranı ve süpürme oranı önemlidir. Sıkıştırma oranı maksimum ve minimum hacimler arasındaki oran, süpürme oranı ise güç pistonu süpürme hacmi ile displacer süpürme hacimleri arasındaki orandır. Walker, Stirling motorlarında sıkıştırma oranının 2,5/1 değerinden daha fazla artırılmasında güçlüklerin olduğunu, aerodinamik ve mekanik sürtünmeler nedeniyle ve özellikle ısı transferi ve basınç kayıplarının artması nedeniyle sıkıştırma oranının daha fazla artırılmasının güç kaybına neden olacağını bildirmiştir [13]. Ayrıca, Özgören ve Çetinkaya yapmış oldukları bir çalışmada beta tipi bir Stirling motorunda değişik sıkıştırma oranlarının motor performansına olan etkilerini araştırmıştır. Sıkıştırma oranının 1,36/1 ile 1,42/1 arasında olduğu bölgede motor güç değerlerinin maksimum olduğunu belirtilmiştir [14]. Motorun geometrisi ve ölü hacim değeri dikkate alındığında sıkıştırma oranı 1,573 olarak belirlenmiştir.



Şekil 1. Krank-biyel mekanizmalı Stirling motorunun modeli ve bölümleri

Süpürme oranı da önemli bir değerdir ve bu konuda yapılmış birçok çalışmada değerlendirilmiştirTablo 1.'de motora ait değerler görülmektedir

Tablo 1. Motora ait değerler

Motor tipi	Beta-β	Güç pistonu çapı	94 mm
Sıkıştırma oranı (V_{max}/V_{min})	1,573	Displacer çapı	94 mm
Güç pistonu süpürme hacmi (V_2)	270,54 cm^3	Güç pistonu stroğu	40 mm
Yer değiştirme pistonu (Displacer) süpürme hacmi (V_1)	277,59 cm^3	Displacer stroğu	40 mm
Süpürme hacim oranı (K= V_2/ V_1)	0,974	Güç pistonu kütlesi	0,7 kg
Toplam ölü hacim	171,91 cm^3	Yer değiştirme pistonu kütlesi	0,7 kg
Çalışma gazı	Hava	Krank milinin kütlesi (çelik)	2,26 kg
Gaz sabiti	288 J/kgK	Volanın kütlesi (çelik)	4,15 kg
Soğuk bölge sıcaklığı	300 K	Güç pistonu biyelinin kütlesi (1060 aluminyum alaşımı)	0,20 kğ
Sıcak bölge sıcaklığı	1000 K	Yer değiştirme pistonu biyelinin kütlesi (1060 aluminyum alaşımı)	0,07 kg
Çalışma gazı kütlesi	$0{,}5.10^{-3}$ kg	Krank ve volanın toplam kütle atalet momenti	0,030 m^2kg
Şarj basıncı	5 bar	Motor bloğunun kütlesi (Üzerinde sabit olarak bulunan tüm parçalarıyla birlikte)	43,76 kg

Senft yapmış olduğu bir çalışmada, süpürme hacim oranının artışına bağlı olarak, mekanik verimde azalma belirlenmiştir. Süpürme hacim oranının 0,2/1'den başlayıp 0,8/1'e kadar arttığı bölgede özgül motor çıkış gücünün arttığı, süpürme hacim oranının 0,8/1'den 1,9/1'e kadar arttığı bölgede ise özgül motor çıkış gücünün azaldığı sonucuna varılmıştır [15]. Özgören ve Çetinkaya, süpürme hacim oranının 0,34/1 ile 0,5/1 olduğu aralıkta motor gücü değerlerinin sabite yakın bir değişim gösterdiği, 0,71/1 ile 1,12/1 değerleri aralığında ise motor çıkış gücü değerlerinin azaldığını belirtmiştir [20]. Motorun boyutlandırılmasında süpürme hacim oranını 0,97 olarak belirlenmiştir.

2.2 Dinamik analiz

Dinamik analiz çözümlemelerinde yöntemi olarak taylor serilerinin çözüm yöntemi kullanılmıştır. Bu seriler FORTRAN bilgisayar programı yardımıyla çözülmüştür. Dinamik sistemin modellenmesinde yukarıdaki bölümde bahsedilen kinematik eşitlikler kullanılarak çalışma gazının basınç ve hacim değişimleri hesaplanmıştır.

Pistonun x ve y doğrultusunda yaptığı ötelemeler:

$$x = x_c + \left(R\cos\theta + \lambda\cos\beta\right)\sin\varphi \qquad (1)$$

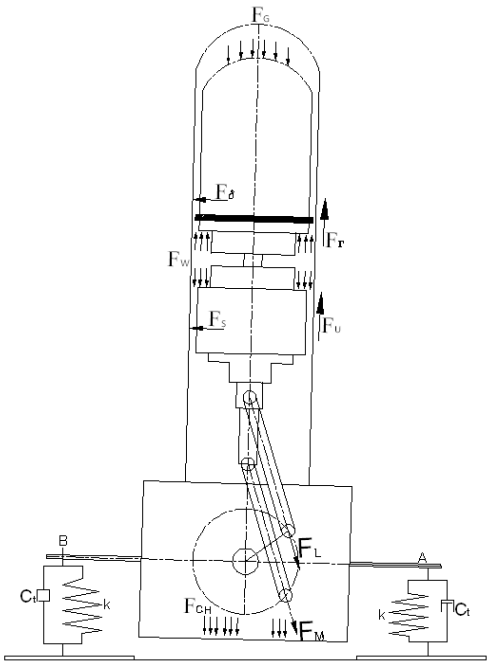
$$y = R + \lambda + y_c - \cos\varphi\left(R\cos\theta + \lambda\cos\beta\right) \qquad (2)$$

Yer değiştirme pistonunun χ ve Υ düzlemindeki yer değiştirmesi;

$$\chi = x_c + [Rcos(\theta+\eta) + l_d cos\gamma]sin\varphi \qquad (3)$$

$$\Upsilon = R + l_d + y_c - \cos\varphi[Rcos(\theta+\eta) + l_d cos\gamma] \qquad (4)$$ şeklinde ifade edilebilir.

Şekil 2'de. Bloğun anlık bir pozisyonu ve bloğun açısal momentum denklemine katkı yapan kuvvet ve momentler görülmektedir. Motor bloğuna y_c doğrultusunda silindir içi gaz basıncı, blok basıncı, ana yatak kuvvetleri ve takoz kuvvetleri etkimektedir. Ana yatak kuvvetleri; kranktaki dengesizliklerden ve kranka biyel tarafından iletilen kuvvetlerden oluşmaktadır. Krank ile blok arasında bir boşluk olmadığı kabul edilmiş ve bunun sonucunda kranka iletilen kuvvetin bloğa aynı büyüklükte iletildiği sonucuna varılmıştır.



Şekil 2. Bloğun anlık bir pozisyonu ve bloğun açısal momentum denklemine katkı yapan kuvvet ve momentler

Krank milinin dönme hareket denklemi,

$$\frac{d^2\theta}{dt^2} = \frac{d^2\varphi}{dt^2} - \frac{R}{I_{CR}}cos(\beta+\theta)F_\beta + \frac{R}{I_{CR}}cos\left[\frac{\pi}{2} - (\beta+\theta)\right]F_L - \frac{M_Q}{I_{CR}} + \frac{M_S}{I_{CR}} - \frac{M_\mu}{I_{CR}} - \frac{R}{I_{CR}}cos(\gamma+\theta+\eta)F_\gamma + \frac{R}{I_{CR}}cos\left[\frac{\pi}{2} - (\gamma+\theta+\eta)\right]F_M \quad (5)$$

Krank mili merkezinin y doğrultusundaki hareket denklemi

$$\frac{d^2y_c}{dt^2} = \left[\frac{1}{m_e}F_L cos(\beta-\varphi) + \frac{1}{m_e}F_{CH}cos\varphi - \frac{1}{m_e}F_W\cos\varphi\right] + \left[\frac{1}{m_e}F_M cos(\gamma-\varphi) + \frac{1}{m_e}F_{CH}cos\varphi - \frac{1}{m_e}F_G\cos\varphi\right] - \left[\frac{1}{m_e}F_u cos\varphi + \frac{1}{m_e}F_r cos\varphi\right] + \frac{1}{m_e}cos\Omega m_u\omega^2 R_u + \frac{1}{m_e}\cos\Omega m_0\omega^2 R_0 - \frac{K_y}{m_e}y_c - \frac{C_y}{m_e}\frac{dy_c}{dt} \quad (6)$$

Motor bloğunun dönme hareket denklemi

$$\frac{d^2\varphi}{dt^2}I_c = -\frac{C_c}{I_c}\frac{d\varphi}{dt} - \frac{K_c}{I_c}\varphi - (Rcos\theta + \lambda cos\beta)\frac{F_s}{I_c} - [Rcos(\theta+\eta) + l_d cos\gamma]\frac{F_\delta}{I_c} + \frac{M_\mu}{I_c} + \frac{M_v}{I_c} + \frac{M_h}{I_c} - \frac{M_s}{I_c} \quad (7)$$

Olarak yazılır.

Bloğun dönme miktarı ile takozlardaki yer değiştirme ilişkisi

$$\varphi = \frac{y_A - y_B}{\overline{AB}} \quad (8)$$

Krank göbeğinin yer değiştirmesi

$$y_c = \frac{y_A - y_B}{2} \quad (9)$$

Son iki eşitlikten A ve B destek noktalarındaki yer değiştirmeler

$$y_A = y_C + \frac{\overline{AB}}{2}\varphi \quad (10)$$

$$y_B = y_C - \frac{\overline{AB}}{2}\varphi \quad (11)$$ Şeklinde yazılabilir.

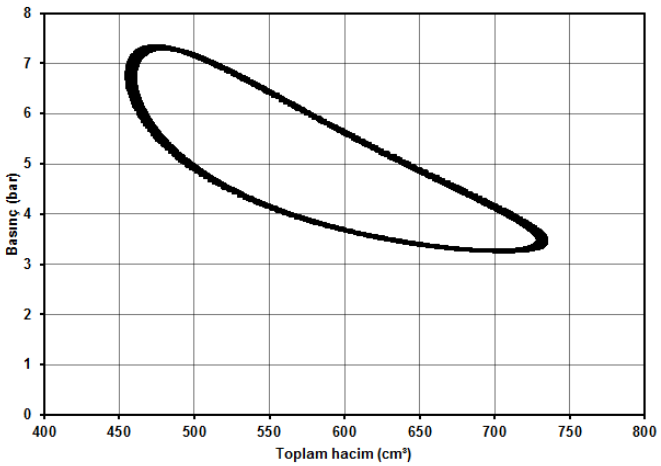
3. Analiz Verileri ve Tartışma

Şekil 3'de krank-biyel mekanizmalı beta tipi Stirling motorunun basınç-hacim değişimleri görülmektedir. Yapılan termodinamik analizde öncelikle hacim değişimlerine bağlı olarak sıcak ve soğuk kaynak sıcaklıklarına ve şarj basıncına bağlı olarak basınç değişimleri hesaplanmıştır. Bu sayede dinamik analizde kullanılacak basınç değerleri elde edilmiştir. Bu basınç değerlerine göre güç pistonu ve yer değiştirme pistonuna gelen gaz kuvvetleri hesaplanmıştır.

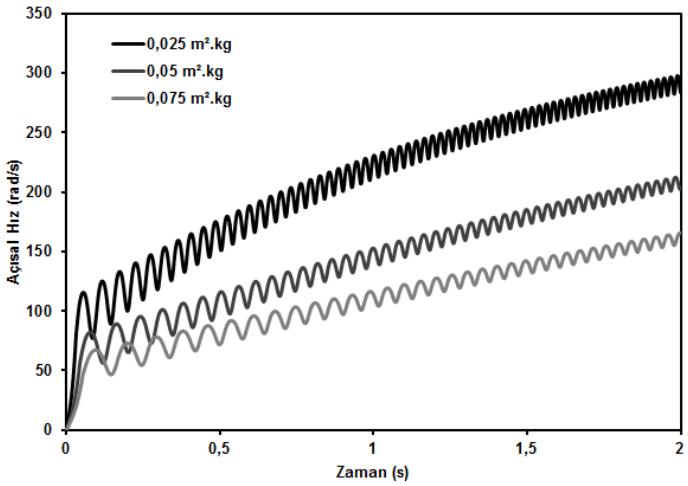
Motorun maksimum hacmi 734,54 cm^3, minimum hacmi ise 464 cm^3 olarak belirlenmiştir. Motorda gerçekleşen çevrimde maksimum basınç 7,35 bar minimum basınç 3,2 bar civarındadır.

Şekil 4'de yüksüz konumda farklı krank-volan kütle atalet momentlerinde zamana göre belirlenmiş krank mili açısal hız değişimleri görülmektedir. İlk hareketten sonra 0-0,2 saniyelik aralıkta açısal hızda hızlı ve genlik seviyesi yüksek olan bir değişim görülmektedir. Şekildeki eğriler 0,025-0,05-0,075 m^2kg toplam kütle

atalet momentine sahip krank mili mekanizması ve volan için çizilmiştir. Yüksüz konumda en çabuk hızlanma 0,025 m^2kg'lık kütle atalet momentinde görülmektedir. Açısal hız genliği en az 0,075 m^2kg'lık kütle atalet momentine sahip krank-volan mekanizmasında görülmektedir. Kütle atalet momenti arttıkça açısal hız titreşiminin genlik seviyesi azalmaktadır.



Şekil 3. Krank-biyel mekanizmalı beta tipi Stirling motorunun basınç-hacim değişimleri

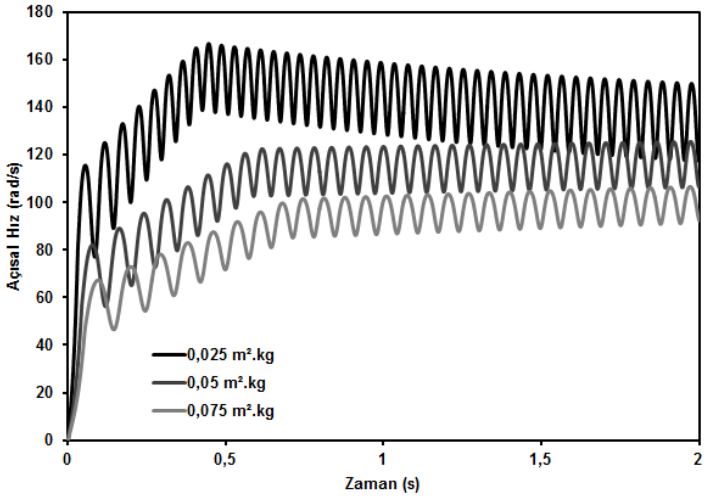


Şekil 4. Yüksüz konumda farklı krank-volan kütle atalet momentlerinde zamana göre belirlenmiş krank mili açısal hız değişimleri

Şekil 4'deki grafikte sistem statik konumda iken, güç pistonu piston üst ölü noktada bulunmaktadır ve sistem sabit sıcaklıkta genişleme sürecinin başındadır. Sisteme harici yük uygulanmadığında krank milinin hızlanması devam etmektedir. Yükleme yapılmayacak olursa krank milinin hızı 2 saniye içerisinde 0,025 m^2kg kütle atalet momentine sahip krank volan mekanizmasında 300 rad/s'ye yaklaşmakta ve lineerden biraz küçük bir hız artışı görülmektedir. Artışın lineerden biraz küçük olmasının nedeni viskoz sürtünmelerin yol açtığı enerji kaybıdır. Wenzhi ve Zhiyong, şaft ve rotorlarda torsiyonal kontrol sistemi ile ilgili yapmış oldukları çalışmada ilk hareketten itibaren zamana bağlı olarak dönen milin açısal hız torsiyonal titreşim enerji grafiği şekil 4'de belirtilen eğrilere yakın bir değişim göstermektedir. Bu araştırmaya göre, ilk 4 saniyelik zamanda torsiyonal titreşim enerjisi hızlı bir artış göstermiş ve sonraki zaman peryodunda sabite yakın bir değer almıştır [8]. Şekil 4'de görülen eğrilerde de benzer bir durumu görmek mümkündür.

Şekil 5'de 4,0 Nm'lik harici yükle yüklü durumda farklı krank-volan kütle atalet momentlerinde zamana göre belirlenmiş krank mili açısal hız değişimleri görülmektedir. Sisteme 4,0 Nm'lik bir harici yük uygulandığında krank milinin hızlanmadığı ve sabit hızda dönmeye devam ettiği görülmektedir. Krank milinin hızındaki çevrimlik dalgalanmaların hem krank-volan kütle atalet momentine, hem de hıza bağlı olarak değiştiği görülmektedir.

Krank-volan kütle atalet momentinin 0,025 m^2kg olduğu durumda ilk hareketten itibaren 0,5 saniyelik süre geçinceye kadar açısal hızda belirgin bir artış görülmektedir. Daha sonraki peryotta ortalama 10 rad/s'lik bir azalma ile dengeye kavuşmakta ve yaklaşık 140 rad/s'lik bir açısal hızda krank mekanizması dönmeye devam etmektedir. Bu noktadan itibaren açısal hız 15 rad/s'lik bir titreşim genliğinde devam etmektedir. Kütle atalet momentinin 0,05 m^2kg olduğu durumda 0,6 saniyelik bir zamandan sonra açısal hız dengeye kavuşmakta ve ortalama 110 rad/s'lik bir açısal hızda dönme devam etmektedir. Bu durumda açısal hızın genliği 10 rad/s'dir.

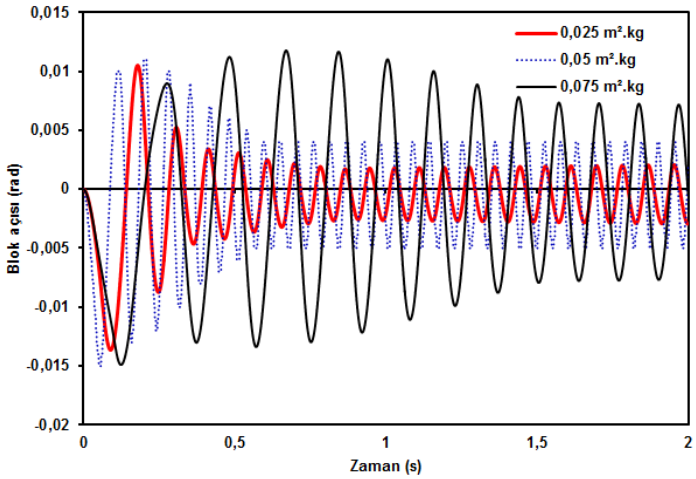


Şekil 5. 4,0 Nm'lik harici yükle yüklü durumda farklı krank-volan kütle atalet momentlerinde zamana göre belirlenmiş krank mili açısal hız değişimleri

Krank ve volan kütle atalet momentinin 0,075 m^2kg olduğu durumda açısal hız yaklaşık olarak 0,7 saniye sonra dengeye ulaşmıştır. Dengeye ulaştıktan sonra ortalama 80 rad/s'lik krank mili açısal hızı görülmektedir. Bu durumda açısal hızda meydana gelen titreşim genliği 8 rad/s civarındadır.

Kütle atalet momentinin aldığı üç farklı değere göre bir karşılaştırma yapıldığında krank-volan toplam kütle atalet momentinin 0,025 m^2kg olduğu durumda açısal hız titreşim genliğinde yaklaşık 15 rad/s gibi bir dalgalanma görülmektedir. Kütle atalet momentinin 0,075 m^2kg olduğu durumda ise açısal hız genliğindeki dalgalanmalar nispeten az olmakla birlikte açısal hız ortalama 80 rad/s seviyesinde kalmaktadır. Kütle atalet momentinin 0,05 m^2kg olduğu durumdaki ortalama açısal hız değeri kütle atalet momentinin 0,075 m^2kg olduğu değerden daha yüksektir. Bu değerlere göre toplam kütle atalet momenti 0,025 ile 0,05 m^2kg değerleri arasında değerleri alabileceği sonucuna varılabilir.

Şekil 6'da bloğun açısal titreşim genlik değerlerinin değişimleri görülmektedir. Krank mili ve volanın toplam kütle atalet momenti değerlerinin 0,025 ve 0,050 m^2kg olduğu durumlarda ilk hareket anında en büyük genlik titreşimi oluşmakta, zaman ilerledikçe genlik düzgün bir şekilde azalarak belirli bir değerde sabitlenmektedir. Kütle atalet momentinin 0,075 m^2kg olduğu durumda 0-2 saniyelik aralıkta genlik dalgalanmalarının düzenli hale geçene kadar 0-0,5 s aralığında azaldığı 0,5-1s 'lik zaman peryodunda arttığı ve daha sonra düzenli hale gelene kadar azaldığı görülmektedir. Bu değişim ve blok açısı genliğindeki fazlalık blok titreşiminin diğer kütle atalet momentlerine göre oldukça yüksek olduğunu göstermektedir.



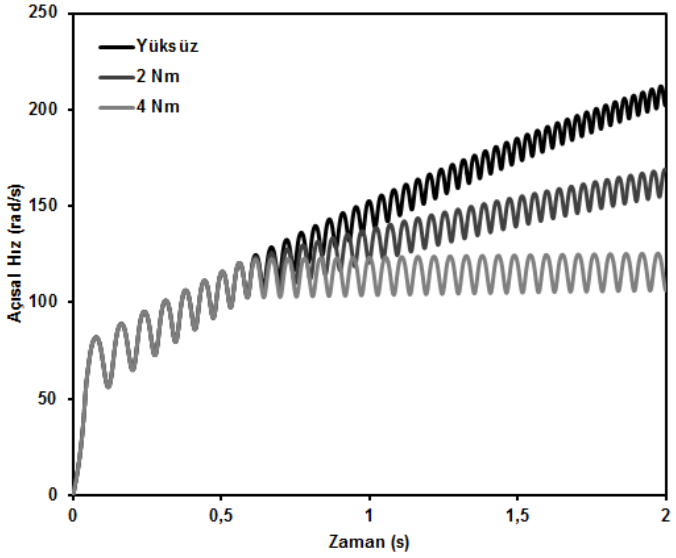
Şekil 6. Bloğun açısal titreşim genlik değerlerinin değişimleri

Blok titreşimi 0,025 ve 0,05 m^2kg'lık kütle atalet momentlerinde ilk hareketten itibaren 0-0,5 saniye aralığında düzensiz daha sonraki zamanda düzenli hale gelmektedir. 0,075 m^2kg 'lık kütle atalet momentini sağlayacak krank-volan mekanizması blok titreşimini artırmaktadır. Krank-volan kütle atalet momentlerinin 0,025 ile 0,05 m^2kg olduğu aralıkta krank-volan mekanizmasının ilk hareketten hemen sonra 0,01 radyan değerinde düzgün olarak devam eden bir açısal titreşim sağlamaktadır. Boysal ve Rahnejat'ın yapmış olduğu çalışmada, hareket eden parçaların atalet momentlerinin torsiyonal titreşime olan etkileri ve krank mili ana yataklarındaki yanal titreşim değişimleri açıklanmıştır [11]. İlk hareket anında tork titreşimi genliğinin yüksek olduğu daha sonra tork titreşimlerinin azalarak dengeye kavuştuğu belirtilmiştir. Bu durum Şekil 6'da belirtilen zamana bağlı blok açısı değişimleriyle benzerlik göstermektedir.

Elde edilen analiz sonuçlarına göre krank ve volan mekanizmasına ait kütle atalet momentinin artışına bağlı olarak krank mili dönüş hızının titreşim genliğinde azalma olduğunu ve daha uzun bir zaman sonra motor devrinin kararlı hale geldiği belirtilmiştir. Şekil 5'e bakıldığında kütle atalet momentinin artmasıyla krank mili açısal hızındaki dalgalanmaların genlik değeri azalmakta ve diğer kütle atalet momentlerinin eğrileri ile karşılaştırıldığında ise daha uzun bir zamanda kararlı hale geldiği görülmektedir. Genliğin düzgün biçimde azalması ve bütün titreşimlerin şekil olarak aynı olması yay ve damper sabitlerinin uygun seçildiğini göstermektedir. Tek takozun yay sabiti 250000 N/m ve tek takozun sönümleme sabiti 2000 Ns/m'dir.

Şekil 7'de değişik harici momentlerde açısal hızın zamana bağlı değişimi görülmektedir. Öncelikle belirtilecek olursa, harici yük motorun çıkış miline uygulanan direnç sayesinde oluşturulmaktadır. Başka bir deyişle motora dinamometre tarafından uygulanan yük şeklinde düşünülebilir. Yaklaşık 0,6 saniye sonra harici momentler uygulanmaya başlandığında krank mili açısal hızının yüksüz konuma kıyasla artışının sona erdiği ve sabit bir devre doğru yöneldiği görülmektedir. Harici yüklerden 2,0 ve 4,0 Nm karşılaştırıldığında 4,0 Nm'lik harici momentte 2,0 Nm!lik momente göre krank mili açısal hızının daha çabuk bir şekilde azaldığı görülmektedir.

Krank mili açısal hızının titreşim genlik değerleri karşılaştırıldığında en fazla genliğin 4,0 Nm'lik harici momentte oluştuğu görülmektedir. Yükün artışına bağlı olarak güç pistonu üzerine etki eden gaz kuvvetleri, sürtünmeler ve hareket eden parçaların kütle atalet momentleri etkide bulunmaktadır.



Şekil 7. Değişik harici momentlerde açısal hızın zamana bağlı değişimi

4. Sonuçlar ve Öneriler

Beta tipi Stirling motoruyla ilgili yapılan bu çalışmada hareket iletim yöntemi olarak krank-biyel mekanizması kullanılmıştır. Motorun kinematik yapısına bağlı olarak motordaki krank açısının değişimine bağlı hacim ve basınç değişimleri hesaplanarak dinamik modelde kullanılmıştır. Motorun dinamik modelinde hareket eden parçaların kütle atalet momentleri, damping ve yay sabitleri, kuru ve yağlı sürtünmeler, dış yük ve atalet yükleri göz önünde bulundurulmuştur. Parçalara ait sabit katsayılar literatürün incelenmesi sonucunda ve hesaplamalar sonucunda motor için ortalama değer olarak belirlenmiştir. Dinamik analizde krank ve volanın kütle atalet momentleri değiştirilerek motorun ilk hareketten başlayarak yüksüz ve yüklü durumlarda krank mili açısal hız değişimleri ve bloğun açısal titreşim genlik değerleri incelenmiştir.

Blok titreşimi 0,025-0,05-0,075 m^2kg'lık kütle atalet momentleri için bulunmuştur. İlk hareketten itibaren 0-0,5 saniye aralığında düzensiz daha sonraki zamanda düzenli hale gelmektedir. 075 m^2kg 'lık kütle atalet momentini sağlayacak krank-volan mekanizması blok titreşimini artırmaktadır. Yukarıdaki bölümde seçilen 0,05 m^2kg'lık kütle atalet momentini sağlayacak krank-volan mekanizmasının ilk hareketten hemen sonra 0,01 radyan değerinde düzgün olarak devam eden bir açısal titreşim sağlamaktadır. Elde edilen krank mili ve blok titreşim değerlerine bağlı olarak en iyi titreşim değerleri Krank-volan mekanizması kütle atalet momentinin 0,025-0,05 m^2kg olduğu aralıkta elde edilmiştir. Tasarlanan motorun krank-volan kütle atalet momenti 0,030 m^2kg'dır. Dış yüklemeyi gerçekleştirecek mekanizmanın eklenmesi ile 0,04 m^2kg civarında olması tahmin edilmektedir. Bu şartlarda krank ve volan için 0,025-0,05 m^2kg'lık değerler arasındaki kütle atalet momentleri üretim için uygun olarak kabul edilebilir.

Teşekkür

Bu çalışma, TÜBİTAK'ın 1001 destek programı kapsamında 109M172 no'lu proje olarak desteklenmiştir. TÜBİTAK'a desteklerinden dolayı teşekkür ederim.

Semboller

C_C	Burulma sönümleme sabiti (Nms/rad)	m_u	Dengeleme ağırlıklarının kütlesi (kg)
C_y	Bloğun y_c doğrultusundaki titreşiminin yay sabiti (Ns/m)	M_v	Güç pistonu biyeli viskoz sürtünme kuvvetinin krank merkezine göre momenti (Nm)
F_β	Güç pistonu biyelinin piston pimi etrafındaki	M_μ	Ana muyluda oluşan hidrodinamik sürtünme

dönmesini sağlayan kuvvet(N)
F_{CH} Karter basınç kuvveti (N)
F_G Sıcak bölgedeki gaz kuvveti (N)
F_L Güç pistonu rodundaki kuvvet (N)
F_M Displacer biyel kuvveti (N)
F_S Güç pistonu yan yüzey kuvveti(N)
F_δ Displacer yan yüzey kuvveti (N)
F_U Güç pistonu-silindir arası kuru sürtünme kuvveti (N)
F_γ Displacer biyelinin piston pimi etrafındaki dönmesini sağlayan kuvvet (N)
F_W Silindir içi gaz kuvveti (N)
I_C Bloğun krank ekseni göre toplam kütlesel atalet momenti (m^2kg)
I_{CR} Total mass moment of inertia of the crankshaft-flywheel (kgm^2)
K_C Burulma yay sabiti (Nm/rad)
K_y Bloğun doğrusal titreşiminin yay sabiti (Ns/m)
l_d Displacer-biyel uzunluğu (m)
m_e Motorun toplam kütlesi (kg)
M_h Displacer biyeli viskoz sürtünme kuvvetinin krank merkezine göre momenti (Nm)
M_Q Dış yük (moment olarak) (Nm)
M_S İlk hareket momenti (Nm)
momenti (Nm)
R Krank yarıçapı (m)
R_U Dengeleme ağırlıklarının krank merkezinden uzaklığı (m)
Ω Açısal hız (rad/s)
x Güç pistonun x doğrultusundaki yer değiştirmesi (m)
χ Yer değiştirme pistonunun x doğrultusundaki yer değiştirmesi (m)
x_C Krank merkezinin x doğrultusundaki yer değiştirmesi (m)
y Güç pistonunun y doğrultusundaki yer değiştirmesi (m)
y_A A takozundaki yer değiştirme (m)
y_B B takozundaki yer değiştirme (m)
y_C Krank merkezinin y doğrultusundaki yer değiştirmesi (m)
β Biyelin silindir ekseni ile yaptığı açı (rad)
Υ Yer değiştirme pistonunun y doğrultusundaki yer değiştirmesi (m)
η Güç pistonu ve displacer muyluları arasındaki faz farkı (rad)
γ Displacer biyelinin silindir ekseni ile yaptığı açı (rad)
φ Bloğun statik silindir ekseni ile yaptığı açı (rad)
θ Krank milinin silindir ekseni ile yaptığı açı (rad)
λ Biyel uzunluğu (m)
Ω Dengeleme ağırlıklarının merkezkaç kuvvetinin y_C ekseni ile yaptığı açı (rad)

Kaynaklar

[1] Finkelstein T., Air engines, The Engineer, 492-497, (1959).
[2] Dros A., "An industrial gas refrigerating machine with hydraulic piston drive", Philips Tech. Rew., 297-308, (1965).
[3] Karabulut H., Yücesu S. and Koca A., "Manufacturing and testing of a V-type Stirling engine", Turkish Journal of Engineering and Environmental Sciences, 24(2); 71-76, (2000).
[4] Karabulut H., "Dynamic analysis of a free piston Stirling engine working with closed and open thermodynamic cycle", Renewable Energy, 36, 1704-1709, (2011).
[5] Livanos G.A. and Kyrtatos, N.P., "Friction model of a diesel engine piston assembly", Tribology International, 40, 1441-1453, (2007).
[6] Turhan O. and Koser K., "Parametric stability of continuous shafts, connected to mechanisms with position-dependent inertia", Journal of Sound and Vibration, 277, 223–238, (2004).
[7] Chalhoub N.G., Nehme H. and Henein N.A., "Effects of structural deformations of the crank-slider mechanism on the estimation of the instantaneous engine friction torque", Journal of Sound and Vibration, 224(3); 489-503, (1999).
[8] Wenzhi, G. and Zhiyong, H., "Active control and simulation test study on torsional vibration of large turbo-generator rotor shaft", Mechanism and Machine Theory, 45, 1326-1336, (2010).
[9] Brusa, E., Delprete, C. and Genta, G., "Torsional vibration of crankshafts: Effects of non-constant moments of ınertia", Journal of Sound and Vibration, 205(2); 135-150, (1997).

[10] Zweiri Y.H., Whidborne J.F. and Seneviratne L.D., "Numerical inversion of the dynamic model of a single-cylinder diesel engine Commun.", Numer. Meth. Engng,; 16, 505-517, (2000).
[11] Boysal, A. and Rahnejat H., "Torsional vibration analysis of a multy-body single cylinder internal conbustion engine model", Appl. Math. Modelling, 21, 481-493, (1997).
[12] Cheng, C.H. and Yu Y.J., "Dynamic simulation of a beta-type Stirling engine with cam-drive mechanism via the combination of the thermodynamic and dynamic models", Renewable Energy, 1-2, (2010).
[13] Walker G., Stirling Engines, Oxford, Clarendon Pres, (1980).
[14] Özgören Y.Ö. and Çetinkaya S., "Effect of compression ratio on the power of a beta type Stirling engine", 5. International Advanced Technologies Symposium, IATS '09, Karabük, Türkiye, May 13-15, (2009).
[15] Senft J.R., "Optimum Stirling engine geometry", Int. J. Energy Res., 26, 1087-1101, (2002).

Tekstil Bilimleri ve Mühendisliği

(Textile Science Engineering)

DETERMINATION OF RADIATION SHIELDING OF BARITE-COATED FABRICS BY IMAGE PROCESSING METHOD

BARİT KAPLANMIŞ KUMAŞLARIN GÖRÜNTÜ İŞLEME YÖNTEMİ İLE RADYASYON TUTUCULUKLARININ TESPİTİ

Şemsettin Kılınçarslan[a], İskender Akkurt[b], İ. Serkan Üncü[c], Feyza Akarslan[d]
[a]Süleyman Demirel Üniv. İnşaat Müh. Bölümü, Isparta, Türkiye
[b]Süleyman Demirel Üniv. Nükleer Fizik. Bölümü, Isparta, Türkiye
[c]Süleyman Demirel Üniv. Elektrik-Elektronik Müh. Bölümü, Isparta, Türkiye
[d]Süleyman Demirel Üniv. Tekstil Müh. Bölümü, Isparta, Türkiye

Özet

Tekstil üretim işlemlerinde, tüketici ihtiyaçlarını karşılamak ve geleceğe yönelik yeni kullanım alanları geliştirmek amacıyla; tekstil malzemelerinin fonksiyonel ve performans özelliklerinin kazandırılmasında kaplama ve laminasyon teknolojileri kullanılmaktadır. Barit; içerdiği zengin baryum elementi dolayısıyla zararlı radyasyonu zırhlama özelliğine sahiptir. Baritin bu özelliği kumaş ile birleştirilerek, zararlı ışınları absorblayan koruyucu giysi elde edilmesi mümkün olmuştur. Radyasyon bakımından riskli ortamlarda çalışanlar veya bu ışınlara karşı ek koruma önlemi almak isteyen kişiler günlük hayatta giydikleri elbiseler yerine bu koruyucu giysileri giyerek radyasyon kaynaklı kanser riskini minimize edeceklerdir. Görüntü alma teknolojisin gelişmesi, görüntü işleme metotlarının ölçüm ve gözlem yöntemi olarak çeşitli disiplinlerde kullanımını arttırmış ve birçok endüstriyel alanda uygulama alanı bulmuştur.

Bu çalışmada günlük hayatta çok kullanılan penye kumaş türü kaplama yöntemi ile farklı oranlarda barit ile kaplanmıştır. Kumaşların radyasyon tutuculuğu deneysel olarak tespit edilmiştir. Ayrıca kumaşların radyasyon tutuculuklarını belirlemek için röntgen filmleri çekilmiştir. Röntgen filmleri özel olarak hazırlanan program ile görüntü işlemeye tabii tutulmuş, geliştirilen görüntü işleme programı ile kumaşların radyasyon tutuculuk sayısal değerleri elde edilmiştir. Elde edilen görüntü işleme değerleri, deneysel olarak elde edilen değerler ile karşılaştırılmıştır. Karşılaştırma sonucu deneysel ve görüntü işleme değerleri arasında uyum olduğu görülmüştür. Çalışma ile, kumaşların radyasyon tutuculuk değerlerinin görüntü işleme yöntemi ile tespit edilebileceği sonucuna ulaşılmıştır.

Anahtar kelimeler: Kumaş, Penye, Radyasyon, Görüntü işleme, Barit

Abstract

In textile production processes, in order to meet consumer needs and develop new usage areas for the future, coating and laminating technologies are used to improve the functional and performance properties of textile materials. Barite has harmful radiation shielding feature, because it contains the rich barium element. By combining this feature of barite with fabric, it was possible to obtain protective clothing that absorbs harmful rays. People who work in risky environments in radiation care or who want to take additional protective measures against these rays will minimize the risk of radiation-induced cancer by wearing these protective clothing instead of the clothes they wear in their daily lives. The development of image acquisition technology has increased the use of image processing methods in various disciplines as a measurement and observation method and has found application areas in many industrial fields.

In this study, barite was coated at different ratios by using the coating method on the combing fabric type which is widely used in everyday life. The radiation absorption of the fabrics has been experimentally determined. In addition, X-ray films were shot to determine the radiation absorption of the fabrics. X-ray films were subjected to image processing with a specially prepared program and numerical values of radiation absorption of the fabrics were obtained with the developed image processing program. The obtained image processing values were compared with the values obtained experimentally. The comparison results show that

there is agreement between experimental and image processing values. The study concluded that image processing methods can be used to determine the radiation shielding values of fabrics.

Keywords: Fabric, Combing, Radiation, Image processing, Barite

1. Giriş

Tıbbi, zirai ve endüstriyel amaçla kullanılan X ışınları ve yapay radyoaktif maddeler, nükleer bomba denemeleri sonucu meydana gelen nükleer serpintiler, çok az da olsa nükleer güç üretiminden salınan radyoaktif maddeler ile bazı tüketici ürünlerinde kullanılan radyoaktif maddeler bilinen başlıca yapay radyasyon kaynaklarıdır. Ayrıca insanoğlu, teknolojik gelişim gereği, bazı radyasyon kaynaklarını yapay yollarla üretme ihtiyacı duymuştur. Bu kaynaklar, birçok işin daha iyi, daha kolay, daha çabuk, daha ucuz ve daha basit yapılmasına olanak sağlar [1-2].

Radyasyon, doku ve organın büyümesinde aksaklıklara veya doku ve organın ölümüne sebep olur. Radyasyon hasarları, ışınlanan doku veya organların radyasyona karşı duyarlılıklarına ve bu doku ve organların vücutta gördükleri fonksiyonlarına bağlıdır. Maruz kalınan toplam radyasyon dozu, bu dozun alındığı süre, vücudun ışınlanan bölgesi ile paralel olarak değişebilen somatik etkiler, akut ve kronik olmak üzere ikiye ayrılabilir. Erken dönem etkiler kanda geçici hafif değişikliklerden ani ölüme kadar değişebilir [3]. Günümüzde radyasyonun değişik alanlarda kullanımının genişlemesi, nükleer santrallerinin sayısının artması, radyasyon yayan cihazlardaki artış göz önüne alındığında radyasyon ışınlarından korunma önemi ortaya çıkmıştır. Bütün canlılar radyasyonla birlikte yaşamakta, hayatın bir parçası olarak dış uzay ve güneşten gelen kozmik ışınlar, yerkabuğunda bulunan radyoizotoplar dolayısıyla toprak ve yapı malzemeleri, su ve gıdalar gibi doğal kaynaklardan ve bunlara ilave olarak da yapay kaynaklardan ışınlanmaktadır. Bu yollarla alınan dozun; yaklaşık %87'si doğal kaynaklardan, %12'si tıbbi uygulamalardan, geri kalan kısmı ise mesleki ışınlamalar ve diğer yapay kaynaklardan meydana gelmektedir [4]. Radyasyona karşı korunmada ana fikir, tolere edilebilen dozları bilmek ve radyasyon çalışanları ile çevre halkının bunun üstünde doz almasını önlemektir [5]. Radyasyon korunmasının hedefi ise; doku hasarına sebep olan etkileri önlemek ya da bu etkilerin meydana gelme olasılıklarını kabul edilebilir düzeyde sınırlamaktır. İnsanların radyasyondan etkilenmesinin biyolojik zararları olduğu bilindiği için maruz kalınacak dozun sadece izin verilen seviyelerin altında kalması yeterli olmayıp, olabildiği kadar düşük tutulmalı ve bunun için gerekli her türlü tedbir alınmalıdır [6-7].

Kumaşlarda kaplama yöntemi kullanılarak sıradan kumaşlara istenilen özellikler eklenebilmektedir [8]. Kaplama işleminde temel amaç, kumaşın her bir bölgesini eşit miktarda kaplanmasıdır [9]. İnsan vücuduna sayısız zararı olan bu radyoaktif ışınlardan korunmak son derece önemlidir [10]. Zırh kıyafetleri günümüzde genel olarak kurşun plakalardan üretilmekte olduğu için çok ağır olmakta ve kullanımda zorluk çekildiğinden dolayı tercih edilmemektedir. Bu da insanoğlunu radyasyon zırh özelliği taşıyan, sağlığa zarar vermeyen alternatif olgulara yönlendirmiştir [11]. Barit ($BaSO_4$) radyasyon tutma özelliği taşıyan en bilinen baryum elementinden oluşmaktadır [12]. Bu çalışmanın temel amacı; barit ile kaplanmış penye kumaşın röntgen filmi yardımı ile radyasyon geçirgenliğini test ederek görüntü işleme programında radyasyon geçirme sayısal değerinin belirlenmesidir.

2. Materyal ve Metot

2.1. Kumaş

Bu çalışmada kaliteli elbise, bluz, gömlek, tişört, iç çamaşırı ve ev tekstil ürünlerinde kullanıldığı için penye kumaş tercih edilmiştir. Penye pamuk ipliği, tarama işleminden geçirilmiş olan uzun ve ince kalitede pamuk elyafından, en ince iplik numaralarından üretilir. Penye ipliği, karde pamuk ipliğine göre daha kaliteli olup düzgün görünümlü ve homojendir. Dayanıklılığı da karde ipliğine göre % 10-15 daha fazladır. Bu ipliklerden üretilen kumaşlar, daha yumuşak tutumlu, daha sağlam, daha düzgün yüzey görünümlü, daha temiz ve parlaktır [13].

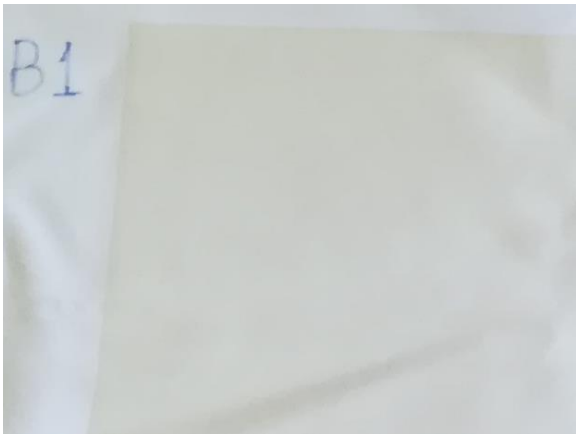
2.2. Barit Kaplamaların Hazırlanması

Bu çalışmada üretilecek barit Isparta ilinden temin edilmiştir. Penye kumaşı kaplamak üzere Çizelge 1'de gösterildiği gibi farklı barit oranları kullanılmıştır.

Çizelge 1. Kullanılan barit oranları

Kaplama Kodu	Barit (%)
A	60
B	50
C	40

Penye kumaşa barit kaplamak için bıçak yöntemi ile sıvama işlemi gerçekleştirilmiştir. Öncelikle kumaşa homojen bir kaplama kalınlığında kaplama işlemini gerçekleştirebilmek amacıyla ipek ve tül şablon kullanılarak farklı oranlarda mikron boyutunda toz barit ile hazırlanan hamur, kumaş üzerine yerleştirilen şablon ve rakle vasıtasıyla kumaşa düzgün ve eşit bir şekilde nüfusu sağlanmıştır. Daha sonra 100^0 C kurutma ve 120^0 C sıcaklıkta fikse işlemleri yapılarak uygulama tamamlanmıştır. Şablon kodu olarak ipek şablona 1, tül şablona 2 kodu verilmiştir. Toplam 3 farklı barit oranı ve iki farklı şablon kullanılarak 6 adet penye kumaşa barit kaplama uygulanmıştır. Elde edilen barit kaplanmış B1 kodlu kumaş Şekil 1'de gösterilmiştir.



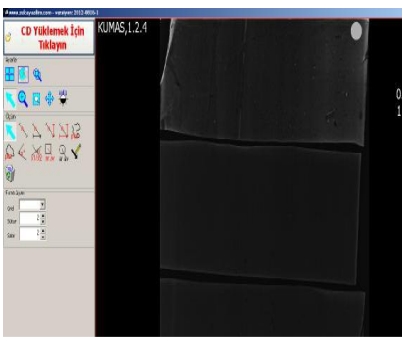
Şekil 1. Barit kaplanmış kumaş görüntüsü

2.3. Görüntü İşleme Deneyleri

Kaplama yöntemiyle barit nüfuz ettirilerek hazırlanmış olan numunelerin dijital röntgen filmleri sağlıkta röntgen filmlerinde teşhis için en çok kullanılan 60 kV enerji seviyesinde Meddem Hastanesinde uzman radyologların gözetiminde çekilmiştir. Şekil 2'de çekim görüntüsü, Şekil 3'de de dijital röntgen film görüntüsü bulunmaktadır.



Şekil 2. Penye kumaşın röntgen film çekim işlemi



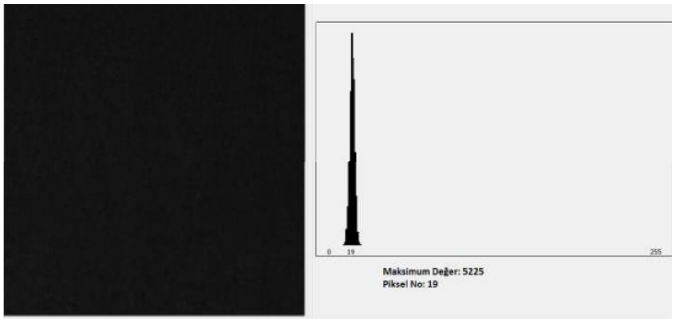
Şekil 3. Barit kaplanan penye kumaşların dijital röntgen filmi

Elde edilen röntgen filmi görüntüleri Matlab programının Imaging Processing Toolbox'ı kullanılarak işlenmiştir. Kumaşlara ait röntgen filmlerinden röntgeni temsil edecek şekilde 3 ayrı noktadan bölümler alınmıştır. Alınan resimler Matlab programı sayesinde sayısallaştırılmıştır. Sayısallaştırılmış resimler 200 satırdan ve 200 sütundan oluşan 40.000 elemandan oluşan bir matristir. Elde edilen resimler Grayscale'da 8 bitlik resimler olup sadece 0–255 arasında renk değeri alabilmektedir. 0 değeri siyah renge, 255 değeri de beyaz renge karşılık gelmektedir. Rengin 0 değerine yakın olması X ışınını tutamadığını, 255 değerine yakın olması X ışınını tuttuğunu göstermektedir [14-15]. Program ile Radyasyon Tutuculuk Görüntü İşleme Sayısal Değeri (RTGİSD) hesaplattırılmıştır. Programda RTGİSD ve değerleri ekranda gösterilmiştir. Görüntü İşleme Sayısal Değeri; hazırlanan bir program ile, grafiklerdeki piksel değerindeki ve piksel sayısal ölçüm değer sayısı kullanılarak denklem 1 ile elde edilmiştir [16].

$$\text{RTGİSD} = \frac{\sum(a).(b)}{\sum(a)} \quad (1)$$

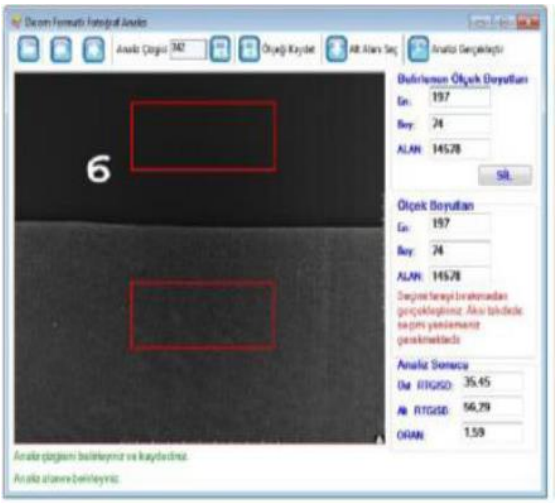
a: Piksel değerleri
b: Piksel sayısal ölçüm değeri

Şekil 4'de penye kumaşa ait çekilen röntgen filmleri ve bu filmlerden elde edilen histogramlar görülmektedir.



Şekil 4. Penye kumaşa ait dijital röntgen film görüntüsü ve histogram eğrisi

Kumaşların radyasyon tutuculuk oranlarını belirlemek ve karşılaştırma yapmak için C# programlama dilinde program hazırlanmıştır. Program sekiz adımdan oluşmaktadır. Program; kumaşlara ait röngen filmlerinden elde edilen görüntüler kullanılarak barit kaplama ile kumaşa ne oranda radyasyonu tutuculuk özelliği kazandırdığı Şekil 5'de görüldüğü gibi oransal olarak hesaplamaktadır.

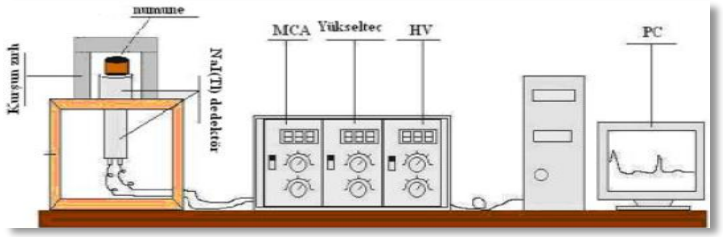


Şekil 5. Değerlerin görüntülenmesi ve oran (katsayı) elde edilmesi

RTGİSD seçilen alandan bağımsız olması için bu değer programın hesapladığı görüntü alanına bölünerek Radyasyon Tutuculuk Görüntü İşleme Katsayısı (RTGİK) elde edilir.

2.4. Radyasyon Tutuculuk Deneyi

Gama spektrometresi gamma ışınlarını enerjilerine göre spektral olarak ayırabilen bir sistemdir. Spektrometrede detektör olarak NaI(Tl) kullanılmakta ve elektronik aygıtlar yardımı ile gamma ışınları ölçülebilmektedir. Sistem sırası ile resim olarak Şekil 6'da gösterilmiştir.



Şekil 6. Gama spektroskopi sistemini oluşturan detektör ve elektronik aygıtlar

Deneysel çalışmalar için üretilen numunelerin radyasyon tutuculuk deneyleri Şekil 7'de görüldüğü gibi yapılmıştır.



Şekil 7. Kumaşların radyasyon soğurma deneyi

Hazırlanan kumaşlar Fen Edebiyat Fakültesi Fizik Bölümü Gamma Spektroskopi Laboratuarında radyasyon deneylerine tabi tutulmuştur. Spektrometrede detektör olarak NaI (Tl) kullanılarak ve elektronik aygıtlar yardımı ile gamma ışınları ölçülebilmiştir.

Lineer soğurma katsayısı (μ) değeri aşağıdaki denklem vasıtası ile hesaplanmıştır [17].

$$I = I_o e^{-\mu x} \quad (2)$$

Burada,

I_o madde ile etkileşim öncesi radyasyonun şiddeti,

I madde ile etkileşim sonrası radyasyon şiddeti,

χ maddenin kalınlığını,

 lineer soğurma katsayısı olarak ifade edilir.

3. Bulgular

3.1. Görüntü İşleme Deneyi Bulguları

Hazırlanan görüntü işleme yazılımı ile üç bölgeden alınarak elde edilen Radyasyon Tutuculuk Görüntü İşleme Sayısal Değeri (RTGİSD) ve Radyasyon Tutuculuk Görüntü İşleme Katsayısı (RTGİK) sonuçları Çizelge 2'de verilmiştir.

Çizelge 2. Kaplama uygulanmış penye kumaşlara ait RTGİSD ve RTGİK değer sonuçları

Kumaş Kod	RTGİSD Ölçüm 1	RTGİSD Ölçüm 2	RTGİSD Ölçüm 3	RTGİSD Ortalama	RTGİK
A1	119,84	120,96	147,75	129,51	1,6
A2	112,36	111,52	112,39	119,56	1,48
B1	111,79	119,97	104,5	112,09	1,38
B2	110,16	112,75	110,36	111,09	1,39
C1	115,76	101,97	100,52	106,08	1,31
C2	121,8	110,31	99,07	110,03	1,29

RTGİK'nin yüksek çıkması X ışınlarını tuttuğu ve karşı yüzeye geçirmediğinin göstergesidir. Çizelge 2 incelendiğinde A barit oranı ile üretilen barit kaplanmış kumaşın RTGİSD değerinin en yüksek, C barit oranı ile üretilen barit kaplanmış kumaşın RTGİSD değerinin en düşük olduğu belirlenmiştir.

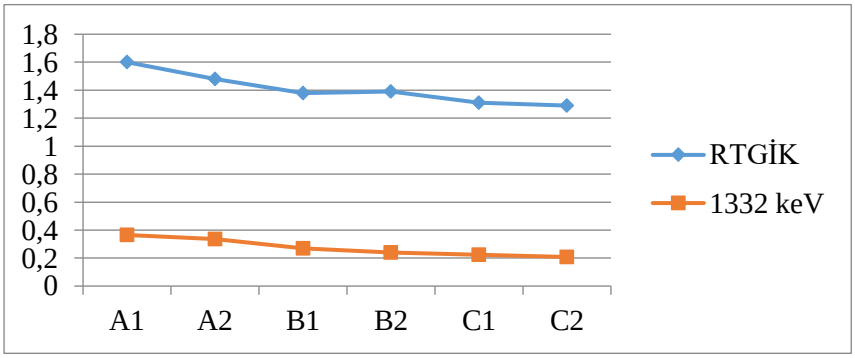
3.2. Radyasyon Tutuculuk Deneyi Bulguları

Radyasyon tutuculuk deneyi sonucunda elde edilen 1332 keV enerji düzeyine göre gama radyasyonu soğurma katsayı (μ) değerleri Çizelge 3'de verilmiştir.

Çizelge 3. Kaplama uygulanmış penye kumaşlara ait radyasyon soğurma katsayıları (μ)

Kumaş Kod	μ (cm^{-1}) (1332 keV)
A1	0,3651
A2	0,3351
B1	0,2692
B2	0,2387
C1	0,2228
C2	0,2078

Elde edilen radyasyon tutuculuk katsayılarının, radyasyon tutuculuk görüntü işleme katsayıları ile karşılaştırılması Şekil 8'de verilmiştir.



Şekil 8. Radyasyon tutuculuk katsayılarının RTGİK ile karşılaştırılması

4. Sonuç ve Tartışma

Kanser vakaları ile teknolojide, sağlıkta ve endüstride kullanılan radyasyon kaynakları arasında bir ilişkinin bulunduğu bilinmektedir. Radyasyondan korunma: zaman, uzaklık ve zırh olmak üzere üç temel yolla yapılır. Bu üç yoldan en etkili yol zırhlama olduğu için bu alanlarda çalışan insanların sağlıklarını korumak amacıyla radyasyon ışınlarını iyi soğuran zırh kıyafetleri giymeleri gerekmektedir. Bu genellikle başta kurşun olmak üzere ağır elementler sayesinde yapılmaktadır. Ancak kurşun gibi ağır elementler ekonomik, fonksiyonel

olmamakta hem de sağlık açısından riskler taşımaktadır. Bu yüzden özellikle radyasyon kullanılan merkezlerde giymek için alternatif giysilerin düşünülmesi gereği doğmuştur.

Üretilen kumaşların Süleyman Demirel Üniversitesi Fen-Edebiyat Fakültesi Fizik Bölümü Nükleer Fizik Anabilim Dalı Gama Spektroskopi Laboratuarında endüstride ve tıpta en çok kullanılan sezyum ve kobalt kaynaklarından elde edilen 1332 keV'lık enerji düzeyine göre gama radyasyonu katsayıları tespit edilmiştir.

Kumaşın dijital röntgen film görüntü rengi koyu ise yani siyaha yakın ise röntgen (X) ışınlarını tutamadığı yani radyasyonu geçirdiği anlamına gelmektedir. Renk ne kadar beyaza yakın olursa röntgen (X) ışınlarını tuttuğu yani radyasyonu geçirmediği anlamına gelmektedir. Bu değerin yüksek çıkması radyasyon tutuculuk özelliğinin yüksek olduğu yani radyasyonu geçirmediğini gösterir. Şekiller incelendiği zaman koyu dijital röntgen film görüntülerinin RTGİK değeri düşük, açık gri dijital röntgen film görüntülerinin RTGİK değeri yüksek olduğu görülmektedir. Bu film dijital röntgen film görüntülerinin homojen dağılımda olması ise kaplamanın başarılı şekilde uygulandığı, baritin her noktaya uniform kaplandığı anlamına gelmektedir.

1332 keV için en yüksek radyasyon soğurma değerinin A1'e ait olduğu, en düşük radyasyon soğurma değerinin ise C2'ye ait olduğu görülmektedir. Bu sonuçlara göre, kaplamada kullanılan barit oranının artmasıyla birlikte radyasyon tutuculuk değerleri de artmıştır. Kullanılan şablonun çok az etkili olduğu 1 ve 2 serilerine ait değerlerin birbirlerine çok yakın olduğu ancak yine de ipek şablon kullanımının radyasyon tutuculuk değerini olumlu yönde artırdığı görülmektedir.

Geliştirilen yazılım ile elde edilen RTGİK ve ölçüm sonucu elde edilen radyasyon soğurma değerlerin uyumlu olduğu görülmüştür. Çalışmamız sonucu, belirlenen penye kumaşlara barit nüfus ettirilmek sureti ile baritli kumaşların üretimi gerçekleştirilebilmiştir. Yapılan deneyler sonucunda, barit nüfus ettirilmesi ile radyasyon soğurulma kabiliyetlerinin yüksek oranda artırıldığı, radyasyon soğurulmasının barit oranı ile radyasyon zırhlamasını artırdığı görülmüştür. Geliştirilen yazılım ile elde edilen RTGİK ve ölçüm sonucu elde edilen radyasyon soğurma değerlerin uyumlu olduğu görülmüştür. Çalışma sonucunda, kumaşların görüntü işleme yöntemi ile radyasyon tutuculuk değerlerinin tespit edilebileceği sonucuna ulaşılmıştır.

Teşekkür

Bu çalışma 112M373 nolu TUBİTAK projesi ile desteklenmiştir. Yazarlar, desteklerinden dolayı TUBİTAK'a teşekkür ederler.

Kaynaklar

[1] Karadağ, Ç., Gülsaç, I.I., Ersöz, A. ve Çalışkan, M., "Çevre Dostu ve Temiz: Yenilenebilir Enerji Kaynakları'', TUBITAK Bilim ve Teknik, 498, 24-27, (2009).

[2] Togay, Y.E., Radyasyon ve Biz, TAEK, Ankara, (2002).

[3] Bozbıyık, A., Özdemir, Ç., Hancı, H., "Radyasyon Yaralanmaları ve Korunma Yöntemleri", STED, 11(7), 272-274, (2002).

[4] TAEK, http://www.taek.gov.tr/ Erişim tarihi: 08.10.2017

[5] Kılınçarslan, Ş., Başyiğit, C., Molla, T., Sancar, S., "Radyoaktif Işınlardan Korunaklı Ekolojik Yapılar'', Politeknik Dergisi, 14(2): 93-99, (2011).

[6] McGinley, P.H., Shielding Techniques, Radiation Oncology Facilities, 184, (2002).

[7] Kılınçarslan, Ş., Başyiğit, C., Akkurt, İ., "Barit Agregalı Ağır Betonların Radyasyon Zırhlama Amacıyla Kullanımının Araştırılması", Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi, 22(2): 393-399, (2007).

[8] Horrocks, A.R., Anand, S.C., Handbook of Technical Textiles, The Textile Institute, CRC Pres, England, (2000).

[9] Bulut, Y., Süar, V., "Kaplama veya Laminasyon Teknikleri ile Üretilen Kumaşların Genel Özellikleri ve Performans Testleri", The Journal of Textiles and Engineer, 15(70): 5-16, (2008).

[10] Kaplan, E., Koç, E., "Teknikleri ve Kaplanmış Kumaş Özelliklerinin İncelenmesi", II. Tekstil Teknolojileri ve Tekstil Makineleri Kongresi, Gaziantep, (2007).

[11] Kılınçarslan, Ş., Akkurt, İ., Üncü, İ.S., Akarslan, F., "Determination of Radiation Shielding Properties of Cotton Polyester Blend Fabric Coated with Different Barite Rate", Acta Physicia Polonicia A 129(4): 878-879, (2016).

[12] Akkurt, İ., Başyiğit, C., Kılınçarslan, Ş., Mavi, B., "The shielding of γ-rays by concretes produced with barite", Progress in Nuclear Energy,46(1): 1-11, (2005).

[13] Çoban, S., Genel Tekstil Terbiyesi ve Bitim İşlemleri, E.Ü. Tekstil ve Konfeksiyon Araştırma Uygulama Merkezi Yayını, İzmir, (1999).

[14] Kılınçarslan, Ş., Molla, T., Akarslan, F., Akkurt, İ., "Investigation of Different Orgin Type Fabrics of Radiation Shielding" 7th International Advanced Technologies Symposium (IATS'13), Istanbul, Turkey, (2013).

[15] Çomak, B., Beycioğlu, A., Başyiğit, C., Kılınçarslan, Ş., "Beton Teknolojisinde Görüntü İşleme Tekniklerinin Kullanımı", 6th International Advanced Technologies Symposium (IATS'11) Elazığ-Turkey, 16-18, (2011).

[16] Molla, T., "Radyasyon Zırhlanmasında Kullanılacak Baritli Kumaş Üretimi Ve Özellikleri" Yüksek Lisans Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Isparta, (2011).

[17] Akkurt, İ., Başyiğit, C., Kılınçarslan, Ş., Mavi., B., "Radiation shielding of concretes containing different aggregates", Cement and Concrete Composites, 28(2): 153-157, (2006).

TEKSTİL ATIK SULARININ TERBİYE İŞLEMLERİNDE TEKRAR KULLANIMI

RE-USE OF TEXTILE WASTEWATER IN FINISHING PROCESSES

Ahmet Özgür Ağırgan[1a], Rana Yılmaz[2b]
[a] Namık Kemal Üniversitesi, Çorlu Mühendislik Fakültesi, Tekstil Mühendisliği, Tekirdağ, TÜRKİYE, aoagirgan@nku.edu.tr
[b] Kırklareli Üniversitesi, Lüleburgaz Meslek Yüksekokulu, Tekstil Giyim Ayakkabı ve Deri Bölümü, Kırklareli, TÜRKİYE, rana.yilmaz@klu.edu.tr

Özet

Dünyada ki hızlı nüfus artışı ve endüstrileşme su kaynaklarının kapasitesinin çok daha üstünde bir atık su üretimine neden olmaktadır. Özellikle yerleşim yerlerine yakın olarak kurulmuş olan kimya, tekstil, deri ve kağıt fabrikalarının oluşturduğu atıksular, yüzey sularını evsel atıklarla birlikte kirleten en önemli kaynaklardır. Tekstil terbiye işletmeleri, bu fabrikalar arasında çok yüksek miktarda su kullanımı ve yüksek kirlilik yükü oluşturması nedeniyle kirletme potansiyeli en fazla olan endüstriler arasında yer alır. Yoğun su tüketimine sahip olan tekstil endüstrisinden kaynaklı atık suları ileri arıtma prosesleri ile büyük oranda geri kazanmak ve proseste tekrar kullanmak mümkündür. Bu çalışmamızda tekstil atık sularının nasıl değerlendirildiği ve geri dönüştürülüp tekrar nerelerde kullanıldığı incelenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Atık su, tekstil endüstrisi, Arıtma, Terbiye işlemleri, Yeniden kullanım

Abstract

Rapid population growth and industrialization in the world cause a wastewater production much higher than the capacity of water resources. The wastewater generated by chemical, textile, leather and paper factories, especially located close to the settlements, are the most important sources that pollute surface waters together with domestic wastes. Textile finishing enterprises are among the industries with the greatest potential for pollution due to the high water use and high pollution load among these factories. It is possible to recycle wastewater from the textile industry, which has intensive water consumption, by means of advanced treatment processes and to use it again in process. In this study, it was examined how textile waste water is evaluated and where it is recycled and re-used again.

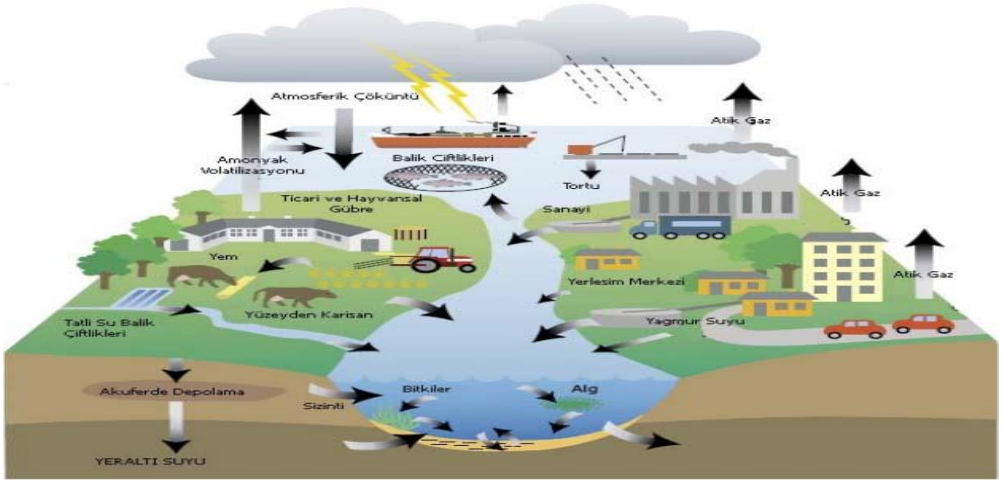
Key words: Wastewater, Textile industry, Treatment, Finishing, Re-used

1. Giriş

Dünyada nüfusun artması ile beraber endüstrinin de gelişmesi ile suyun yerküre üzerindeki doğal yapısı olumsuz yönde bozulmaktadır. Su kirliliği, kaynak suyunun veya herhangi bir yerde kullanılan doğal suyun kimyasal, fiziksel, biyolojik veya radyoaktif etkilerle bozulmasından doğar. Suyun kalitesini kötüleştirecek miktar ya da konsantrasyonlar da suya endüstriyel faaliyetler ve tarımsal faaliyetler sonucu oluşan atıkların, kanalizasyon suyunun ve diğer istenmeyen ve zararlı maddelerin ilave edilmesiyle su kirlenir. Hayvan ve insan sağlığını, bitkilerin gelişip büyümesini tehdit edici unsur olarak suyun özelliği bozulur. Canlıların yaşamasını zorlaştıracak hatta sona erdirecek, ekosistem dengesini alt üst edip bozacak her şey doğrudan veya dolaylı su kirliliği olarak karşımıza çıkar. Suyun bulunduğu ortama insanlar tarafından madde veya enerji aktarımıyla su kirlenir. Yani enerjinin ve maddenin değişimi kirlenmeye neden olur. İnsan faaliyetleri ile su devamlı olarak kirletilir. İnsan ve hayvan atıkları suyu biyolojik olarak kirletir. Suyun içerisine karışan atıklardaki organik maddeler bazı bakterilerin de yardımı etmesi ile biyo yükseltgenmeye uğrar ve zararsız duruma dönüştürülür. Bu durumun meydana gelebilmesi için bazı bakteri gruplarının ve fazla miktarda çözünmüş oksijenin suda bulunması gerekir. Akarsulara göllere ve denizlere boşaltılan organik, anorganik ve zehirli maddelerin oldukça fazla olması durumunda sudaki oksijen azalmaktadır. Oksijen azalmasıyla birlikte bulunması gereken bakteriler ölmekte ve su kaynakları fazlasıyla kirlenmektedir [1].

Dünya sağlık örgütü (WHO) tarafından verilen su kaynaklarında kirlilik oluşturan parametreler şöyledir:

- Bakteriler, virüsler ve diğer hastalık yapıcı mikrobiyolojik canlılar,
- Organik maddeler,
- Endüstri atıkları (fenol, arsenik, siyanür, krom, vb. toksît maddeler, kimyasal
- bileşikler),
- Yağlar ve benzeri maddeler (Petrol ve petrol ürünleri),
- Sentetik deterjanlar (fosfat kirlenmesi, ötrofikasyon),
- Radyoaktivite (Nükleer atıklar, silah deneyleri),
- Pestisitler (Yapay organik maddeler, tarım ilaçlan)
- Yapay organik kimyasal maddeler (kozmatik, petrokimya zirai kimya endüstri
- ürünleri)
- Anorganik maddeler ve tuzlan (yüksek dozlarda) (metaller, ağır metaller),
- Tarımsal gübreler (azot ve fosfor kirlenmesi)
- Atık ısı (sıcaklığın artması ile oksijen tüketilmesi atar) [2].



Şekil 1. Su kaynaklarında kirlilik oluşturan parametreler

Tekstil endüstrisi doğal ve yapay lifleri kullanarak üretim yapan bir endüstri dalıdır. Türkiye ‘de gelişmiş ve son zamanlarda daha da gelişmekte olan tekstil endüstrisi kullanılan hammaddelerin, uygulanan yöntemlerin çeşitliliği ve bu yöntemlerle elde edilen mamüllerin tesisten tesise farklılık göstermesi ile oluşan atık suyun miktarında, kirleticilerin türlerinde ve konsantrasyonların da farklılıklara neden olmaktadır [3].

Tekstil endüstrisinde Türkiye genelinde tüketilen su miktarı 2000 yılında 72.546.000 m3/yıl, 2004 yılında 9.196.000 m3/yıl ve 2008 yılında 167.290.000 m3/yıl olarak en çok su tüketimi yapan endüstriler arasında yer almaktadır. Tekstil endüstrisinde Türkiye genelinde oluşan atıksu miktarı 2000 yılında 57.831.000 m3/yıl, 2004 yılında 76.724.000 m3/yıl ve 2008 yılında 131.315.000 m3/yıl’dır. Tekstil endüstrisinde oluşan atıksuların yaklaşık %60’ı arıtılabilmektedir [4].

Resmi Gazetenin 14.12.2011 tarihli ve 28142 sayılı Tekstil sektöründe entegre kirlilik önleme ve kontrol tebliği tekstil sektörü faaliyetlerinin çevreye olabilecek olumsuz etkilerinin en aza indirilmesine, çevreyle uyumlu yönetiminin sağlanması için üretim sırasında suya, havaya ve toprağa verilecek her türlü emisyon, deşarj ve atıkların kontrolü ile hammadde ve enerjinin etkin kullanımına ve temiz üretim teknolojilerinin kullanımına ilişkin usul ve esasları düzenlemektir. Haşıllama, yıkama, haşıl sökme, merserizasyon, ağartma, boyama-baskı, apre ve diğer terbiye işlemlerinin gerçekleştirildiği kurulu kapasitesi 10 ton/gün üzerinde olan tekstil tesisleri bu Tebliğ hükümlerine tabidir.



Şekil 2: ÇED Rehberi

Bu Tebliğin uygulanması için öngörülen esaslar şunlardır:

- Bütün canlıların ortak varlığı olan çevrenin, sürdürülebilir kalkınma ilkeleri doğrultusunda korunmasının sağlanması için kirliliğin kaynağında engellenmesi,
- Her türlü faaliyet sırasında doğal kaynakların, hammaddenin ve enerjinin verimli kullanımının sağlanması için temiz üretim teknolojilerinin teşvik edilmesi,
- Meydana gelen her türlü emisyon, deşarj ve atıkların oluşumunu engelleyen, kaynağında azaltan ve/veya geri kazanımını sağlayan çevre ile uyumlu teknolojilerin kullanılması,
- Herhangi bir ürünün, üretim aşamasında çevreye zarar vermeyecek veya bunun mümkün olmaması durumda en az zarar verecek şekilde tasarlanarak imal edilmesi,
- Yeni kurulacak ve kapasite artırımı yapılacak tesisler için yürütülen Çevresel Etki Değerlendirmesi (ÇED) sürecinde, hammadde kullanımı, doğal kaynak ve enerji tüketimi konusunda değerlendirme yapılırken, önceliğin temiz üretim tekniklerine verilmesinin sağlanması,
- Hazırlanacak temiz üretim planlarında, her tesisin birim üretim başına; su tüketimi, enerji tüketimi, atıksu miktarı, kirlilik yükü, hammadde tüketimi, çamur miktarı, hammadde değişikliği ve üretim tekniklerinde yapılacak değişiklikler gibi hususlarda izlenebilir temiz üretim hedeflerine yer vermesi,
- Tesislerin temiz üretim planlarında yer verdikleri temiz üretim hedeflerine ne ölçüde ulaştıklarını bu Tebliğde belirtilen süreler içerisinde sunacakları gelişme raporlarında ve bir sonraki temiz üretim planlarında göstermesidir.

Bu Tebliğin uygulanması için Bakanlığın görev ve yetkileri şunlardır:

- Tekstil sektöründen kaynaklanan her türlü emisyon, deşarj ve atıkların çevreyle uyumlu bir şekilde yönetimini sağlayan program ve politikaları belirlemek,
- Bu Tebliğin uygulanmasına yönelik işbirliği ve koordinasyonu sağlamak,
- Tekstil sektörünün çevreyle uyumlu bir şekilde faaliyetini sağlamaya yönelik teknoloji ve yönetim sistemlerinin kurulmasında ulusal ve uluslararası işbirliğini sağlamak.

Tekstil üreticilerinin yükümlülükleri:

Tekstil üreticilerinin entegre kirlilik önleme ve kontrol yaklaşımı çerçevesinde, gerek üretim gerekse her türlü emisyon, deşarj ve atıkların yönetimi süreçlerinde bu Tebliğin uygulanmasına ilişkin yükümlülükleri aşağıda belirtilmiştir.

- Temiz üretim planlarını hazırlamak/hazırlatmak ve onaylatmak,
- Her türlü emisyon, deşarj ve atıkların kontrolünü sağlamak ve mevcut en iyi teknikleri uygulamak,
- Hazırlanan temiz üretim planlarının uygulanmasına ait gelişme raporlarını, formata göre hazırlamak ve İl Müdürlüklerine sunmak,
- Gelişme raporlarında sunacakları her türlü analiz ve ölçümleri Bakanlık tarafından yetkilendirilmiş laboratuvarlarda yaptırmak,
- Temiz üretim teknikleri uygulamalarını bu Tebliğde belirtilen usul ve esaslara göre yapmak [5].

2. Tekstil Endüstrisinden Kaynaklanan Atıksuların Özellikleri

Tekstil endüstrisi doğal ve yapay elyafları kullanarak tekstil malzemesi üreten tesisleri kapsayan bir endüstri dalıdır. Tekstil endüstrisi doğal ve yapay ipliklerin hazırlanması; dokuma, örme veya başka yöntemler aracılığıyla kumaş elde etmesi, örgü kumaş ve dokunmuş kumaşa boya, baskı, apre gibi terbiye işlemlerinin uygulanmasını kapsamaktadır. Yün, pamuk, sentetik ve örme kumaşların yapımında kullanılan liflerden, kumaş veya herhangi bir tekstil ürünü üreten endüstri dalı olarak da tanımlanabilir [6]. Bu endüstrinin faaliyetleri arasında tabi ve fabrikasyon ipliklerin hazırlanması, dokuma, örme veya başka metotlarla kumaş, triko, halı gibi tekstil ürünleri haline getirilmesi iplik ve kumaşlara boya, baskı, apre gibi terbiye işlemlerinin uygulanması tekstil endüstrisinin faaliyetleri arasındadır.

Tekstil endüstrisinin bu geniş yelpazede üretim yapması sonucu endüstrinin atıksuları da faklı özelliklere sahiplerdir. Tekstil endüstrisi çok su tüketen bir endüstri dalıdır. Tekstil endüstrisinde su kullanımı, flotte oranına bağlı olarak belirlenmektedir. Flotte oranı, kullanılan birim su hacmi başına işlenen tekstil kütlesi olarak tanımlanmakta ve ton kumaş / m^3 su birimiyle ifade edilmektedir. Yıkama ve durulama işlemlerinde flotte oranı 1: 5- 1: 50 arasında değişmekte genellikle 1: 10 seviyesinde olmaktadır. İşleme ile apre ve ikmal işlemleri ise, ya kesikli olarak yıkama ve durulama işlemlerindeki flotte oranları kullanılarak kesikli; ya da sürekli sistemler de 1: 1 flotte oranı ile gerçekleştirilmektedir . Yıkama ve durulama işlemlerinde çok miktar da suya gereksinim duyulduğundan tekstil endüstrisindeki su kullanımı oldukça fazladır. Kullanılan su miktarı, işlenilen elyaflara veya alt kategorilere göre farklılık göstermektedir. Hatta aynı elyafın işlendiği veya aynı alt kategorinin yer aldığı farklı işletmeler de kullanılan su miktarının aynı olmadığı görülmektedir. Prosesler de uygulanan yöntemlerin, kullanılan ekipmanların ve kimyasal maddelerin farklılığına bağlı olarak su kullanımı bazen geniş aralıklar da değişmektedir [3].

Tüm bu sebeplere bağlı olarak da kirlilik yükü yüksek günlük ve mevsimsel olarak çok değişken atıksular oluşmaktadır. Pamuklu, yünlü ve sentetik üretim yapılan proseslerde, kimyasal madde ve bitim işlemlerinin farklı oluşu, atıksuların karakterinin de bir tekstil tesisinden diğerine çok değişmesine sebep olmaktadır [7].
Tekstil endüstrisi atıksuları; yüksek konsantrasyonda renk verici madde, biyokimyasal oksijen ihtiyacı (BOİ), kimyasal oksijen ihtiyacı (KOİ) ve askıda katı madde (AKM) gibi kirleticileri barındırmaktadırlar [8].
Bunların dışında özellikle, kullanılan boya ve diğer kimyasal maddelere bağlı olarak biyolojik olarak zor ayrışan organik maddeler, renk, toksik maddeler ve inhibitör bileşikler, adsorplanabilir klorlu bileşikler (AOX), pH ve tuzlar, ağır metal olarak çok sayıda kirletici de atıksularda bulunmaktadır [9].

Her geçen gün azalmakta olan yeraltı suyu seviyeleri ve Avrupa Birliği'ne uyum süreci sırasında sıkı çevre mevzuatı nedeniyle, atık suyun yeniden kullanımı, atık su arıtımının yanı sıra güncel bir konu haline gelmiştir. [10].

3. Tekstil Atık sularının Arıtım Yöntemleri

Tekstil endüstrisinde atık su için kirletici konsantrasyonları azaltmak veya ortadan kaldırmak için fiziksel, kimyasal ve biyolojik arıtma yöntemleri kullanılır [10].

3.1. Fiziksel Arıtma Yöntemleri

Adsorbsiyon: Biyolojik olarak ayrışamayan çözünmüş organik maddelerin giderilebilmesi için ,adsorbsiyon arıtma yönteminden faydalanılmaktadır. Adsorbsiyon işleminde en etkili olan adsorbent aktif karbon olarak bilinmektedir [11]. Karbonun belirli bazı kimyasal tuzları ile yüksek sıcaklıklara çıkılarak aktive edilmesiyle elde edilir. Aktif karbon büyük bir yüzey alanına sahiptir. Bir çok adsorbente göre yüksek adsorblama kapasitesi vardır, fakat 2 nm den daha küçük mikropor yapısı olduğu için büyük miktarlardaki boyalı atıksularda etkili değildirler ve oldukça pahalıdırlar [12]. Aktif karbonun elde edilmesi karbon kökenli bir çok farklı materyalin (linyit, hindistan cevizi kabuğu, kömür, odun) yüksek sıcaklıklarda (315-925°C) oksitleyici gazlarla ile karbona yüksek por yapısı kazandırılması ile olur [13].

Renk gideriminde en verimli işlemlerden biri aktif karbon adsorbsiyonudur.. Aktif karbon ya temel arıtma yöntemlerinden sonra bir yatak içerisinde bir son işlem olarak uygulanmaktadır, ya da havalandırma havuzuna aktif çamur sisteminde ilave edilmektedir. Bir son işlem olarak uygulama yapıldığında, filtrasyondan geçirilen sularda kalan artık organik maddeler ile renk giderimini sağlamaktadır; aktif çamur sistemine ilave edildiğinde ise, renk giderimini yapması yanında aktif çamurun organik maddeleri giderme verimini de arttırmaktadır [11]. Kırmızı çamurun, atık hacmini, depolama dolumunu, su ve toprak kirliliğini ve aynı zamanda doğal kaynakların harcanmasını azaltmak için kullanıldığı, çevre sağlığı ve ekonomik refahı için de önemli etkilere sahip olduğu bilinmektedir [14].

Aktif karbon adsorbsiyonu ile boyarmaddelerin giderimi katyonik ve asit boyalar için etkiliyken, reaktif, direkt, pigment ve dispers boyaları için daha az bir verim elde edilir. Adsorbsiyon kapasitesi atıksuyun tipine ve kullanılan karbona göre değişiklik gösterir. Karbonun yenilenmesi, verimin de düşüşe neden olur. Bu durumda karbon kullanımının artırılması gerekebilir ve buda maliyeti artıracağı için önemli bir dezavantajdır [15].

Biyolojik adsorbanlar olarak, pirinç kabuğu, mısır koçanı, ve tahta gibi sorbentlerin kullanılmasının, bazik boya gideriminde asit boyalara göre daha etkili olduğu gözlenmiştir. Bazik boyalarda etkili olmasının sebebi, adsorbanın negatif yüzeyi ile boyanın pozitif yüklü iyonları arasındaki Coulombic etkileşimden kaynaklanmaktadır. Tekstil endüstrisinde, bazik boyaların kullanımı çok yaygın olmadığı için, biyolojik sorbentler kullanarak renk giderim işlemi azdır ve oldukça sınırlı kalmaktadır. Tekstil boyama atıksularında bulunan ve tekstil endüstrisinde yaygın kullanılan reaktif boyaların giderimi için, en uygun adsorban olarak yüksek adsorbsiyon kapasitesine sahip olan aktif karbon adsorbsiyonudur [11].

İyon değişimi: Tekstil atıksuların arıtılmasında iyon değiştiricilerin kullanılması yaygın değildir. Bunun en büyük nedeni, iyon değiştiricilerle arıtılarak iyi sonuç alınan boyarmadde sınıfının sınırlı olmasıdır. Bu yöntemin avantajları, rejenerasyon ile adsorban kaybının meydana gelmemesi, çözücünün kullanıldıktan sonra yeniden iyileştirilebilmesi ve çözünebilir boyaların etkili bir şekilde giderilebilmesidir. En büyük dezavantaj ise yöntemin maliyetinin çok yüksek olmasıdır. Organik çözücüler fazlası ile pahalıdır, ayrıca iyon değişimi metodu özellikle dispers boyarmaddeleri için çok etkili değillerdir [16].

Membran prosesler: En önemli membran ayırma prosesleri ultrafiltrasyon, nanofiltrasyon, elektrodiyaliz ve ters osmozdur. Ultrafiltrasyon ve ters osmoz prosesinde, çapraz akışlı filtrasyon yöntemi kullanılmaktadır. Basınçlı ortamda çalışan membranların içinde filtrasyon gerçekleşmektedir. Uygun bir membran ile temiz su ve atıksu birbirlerinden ayrıldığında, temiz su tarafından safsızlık olan yöne doğru akış olmaktadır. Bu akış osmotik basınç dengeye gelene kadar devam etmektedir. Ters yönde basınç uygulandığı zaman akış yönü tersine çevrilirse, su molekülleri de geri dönmeye başlarlar. Bir süre sonra basınç uygulanan yönde sadece ve

sadece konsantre kalır. Böylece basınç altında polimerik bir membran tarafından sıvının bileşenlerine ayrılması gerçekleşir [13].

3.2. Kimyasal Arıtma Yöntemleri

Kimyasal oksidasyon: Kimyasal oksidasyon prosesi kimyasal maddeler arasında elektronların taşınması ile oluşur. Bu proses aynı zamanda indirgenme yükseltgenme prosesi olarak da bilinir. Kimyasal oksidasyonun amacı, su içerisinde bulunan bir maddenin kimyasal olarak oksitlenerek kararsız son ürüne dönüştürülmesidir. Oksitlenme proses işlemlerinde oksitleyiciler ile boyarmaddenin biyolojik olarak parçalanabilir hale dönüştürülmesi sağlanmaktadır. Klor, sodyum hipoklorit, ozon ve hidrojen peroksit gibi spesifik oksitleyiciler yükseltgen madde olarak kullanılmaktadır [13].

Kimyasal çöktürme: Sudaki çökemeyen kollaidal maddelerin alüminyum ve demir tuzları gibi koagülantların ilavesi ile çökelebilir flokların oluşturulması işlemidir. Bazen oluşan bu flokların hava kabarcıkları yardımıyla yüzeyde toplanması işlemine ise flotasyon denir. Koagülasyon işlemi esnasında kolloidal taneciklerin etrafındaki elektriksel çift tabakanın nötralizasyonu ile kolloidlerin yük dengesi bozularak birbirleriyle çarpışması sonucu daha büyük çökelebilen flokların oluşturulması sağlanır. Flokülasyon ise stabilliği bozulmuş kolloidlerin bir araya getirilip yumak teşkili ve yumakların büyütülmesi işlemidir [13].

Bu yöntemde floklaşma ve çökelme kimyasal maddeler yardımıyla sağlanır. Atıksuya katılan kimyasal maddeler yardımıyla meydana gelen floklaşma ile çözünmüş maddeler ve kolloidler giderilirler. En çok kullanılan kimyasallar arasında, Al2(SO4)3, FeCl3, FeSO4 ve kireç sayılabilir. Kimyasal çöktürme yönteminde inşaat masraflarından ziyade işletme masrafları önem taşımaktadır. Özellikle floklaşma maddeleri ve meydana gelen çamurun bertaraf edilmesi, giderlerin önemli bir kısmını teşkil etmektedir [16].

3.3. Biyolojik Arıtma Yöntemleri:

Boyar madde içeren atıksuların aerobik olarak arıtılmasında kullanılan konvansiyonel aktif çamur sistemleri için bir çok boya bileşiği biyolojik olarak indirgenmeye karşı dirençlidirler. Atıksuda çözünmüş halde bulunan bazik, direkt ve bazı azo boyar maddeler mikroorganizmalar tarafından indirgenememektedir ancak bakteri üzerine boyar maddelerin bir kısmı adsorbe olup giderilebilmektedir. Fakat bu durum fiziksel bir durumdur. Azo boyar maddelerin mikrobiyal parçalanmaya karşı dirençli olmasının nedeni, renklerinin solmamasını sağlayacak şekilde üretilmelerindendir. Böylece boyar maddenin ürün üzerindeki kalıcılığı artmış olmaktadır [17]. Farklı tipte 87 boyar madde üzerinde yapılan kısa süreli biyolojik parçalanma deneysel çalışmalarında, bu boyar maddelerin biyolojik arıtmaya karşı dayanıklı olduğu ve renk gideriminin adsorpsiyon mekanizması ile gerçekleştiği belirlenmiştir.

Genel olarak tekstil endüstrisi atıksularında aktif çamur prosesi ile renk giderimi boyar maddenin aktif çamura adsorpsiyonu ile gerçekleşmektedir [13].Boyar maddelerin anaerobik parçalanması, özellikle aerobik ortamda parçalanamayan reaktif azo boyar maddelerde etkili olmaktadır. Anaerobik olarak renk gideriminin olabilmesi için fazladan karbon kaynağına ihtiyaç vardır. İlave karbonun metan ve karbondioksite dönüşmesi neticesinde elektronlar açığa çıkar. Bu elektronlar son elektron alıcısı olarak reaktif boyayı kullanır ve azo bağının indirgenmesini sağlar. Bu işlem oksijenin varlığında gerçekleşememektedir. Bu nedenle aerobik prosesten önce anaerobik şartlarda azo bağının kırılması sağlanmalıdır [15].

Boyarmadde içeren atıksuların arıtımı için genellikle biyolojik arıtma sistemlerinden uzun havalandırmalı aktif çamur prosesleri kullanılmaktadır. Fakat alışılagelmiş biyolojik arıtma sistemleri istenilen ölçüde renk gideriminde başarılı olamamaktadır. Ancak boyarmaddeleri parçalayabilen aerobik ve anaerobik bakteri türlerinin izole edilmesiyle biyolojik yöntemler tekrar önem kazanmaktadır. Özellikle beyaz çürükçül mantarlarla yapılan renk giderimi çalışmalarından yüksek renk giderim verimleri elde edilmektedir.Kimyasal koagülasyon ve biyolojik arıtma yöntemleri, ön arıtma proseslerini takiben, atıksu içerisinden toksik maddelerin eliminasyonu sağlandığı hallerde esas arıtma yöntemleridir [18].

Biyolojik aktif çamur arıtma sistemleri, günümüzde en yaygın kullanım alanına sahip arıtma yöntemi olmakla beraber damlatmalı filtreler ile döner diskler de, tekstil atıksularının arıtımında yaygınlık kazanmaktadır; bu sistemlerin alan ve enerji gereksinimlerinin aktif çamur sistemine oranla daha düşük olması, önemli bir avantaj olarak nitelendirilmektedir. Biyolojik arıtım için yeterli azot ve fosforun atıksudabulunmaması durumunda, diamonyum fosfat ve üre gibi ucuz kimyasal maddelerin ilavesiyle bu eksikliğin giderilmesi amaçlanmaktadır. Atıksu alkali karakterde ise, fosforik asit ilave edilebilmektedir. [11].

4. Tekstil Atık Sularının Yeniden Kullanımı

Tekstil süreçlerinin optimizasyonu ve ekonomik bir şekilde kullanılması, suyun tekrar kullanımı için önemlidir. Çünkü optimize edilmiş bir proses daha az atık su üretir ve böylece atık suyun geri dönüşümü için maliyetler düşürülmüş olur. Tekstil endüstrisinde atık suyun direkt olarak yeniden kullanımı mümkündür ve çok uygun maliyetlidir. Ancak çoğunlukla düşük oranda kirlenmiş tekstil atıklarıyla sınırlandırılmıştır. Düşük oranda kirlenmiş atık su çoğunlukla tekstil ürünlerinin durulama ve yıkama işlemlerinde kullanılır.
Bir tekstil şirketinde su geri dönüşümünü düşünmede ilk adım her zaman suyun tüketimine ilişkin ayrıntılı bir bakış sağlayan sistem analizi olmalıdır. Sistem analizi ile, en çok su tüketen prosesler, toplam su talebi ve atık su çıkışı, ayrıca farklı su geri dönüşüm teknikleriyle ilgili su akıntıları tespit edilebilir. Bu verilere dayanarak atık su arıtımı ve ekonomik su geri dönüşümü için entegre bir sistem tasarımı gerçekleşebilir. Bir sistem analizi, su tüketiminin hesaplanması ve ölçülmesi ile yapılır. Su tüketimi ve atık su üretimi miktarı, boyama, durulama ve terbiye işlemlerinde kullanılan makinelere daha da fazla bağlıdır.

Bazı tekstil atık su geri dönüşüm işleme şirketlerinde yapılan benzer sistem analizleri ile, suyun % 30'unun doğrudan doğruya yeniden kullanımının gerçekçi olduğu belirlenmiştir. İyileştirme için ise önceden herhangi bir işlem yapılmamaktadır. Yıkama ürünlerinden çıkan % 20 oranında kir içeren su, yeniden boyalı malzemenin durulama sonucunu olumsuz etkilemeksizin doğrudan kullanılabilir.

Atık suyun bireysel olarak yeniden kullanılması, çok sayıda tampon tankı ve geri dönüşüm cihazı gerektirmektedir. Bu nedenle, ilgili atık sular merkezi tampon tanklarında toplanmalı ve renk yükleri ve iletkenliklerine göre farklı su kalitesinde sınıflandırılmalıdır. Çünkü bu iki parametre temel olarak tekstil işleminde atık suların daha fazla kullanılabilirliğini belirlemektedir.

Tekstil endüstrisinde su geri kazanımı ve yeniden kullanılabilirlik uygulamaları bir çok tekstil firmasında gerçekleştirilmektedir. Geri kazanılmış su çoğunlukla durulama ve yıkama için kullanılır, ancak boyama süreçlerinde de kullanımı yapılmaktadır [19].

5. Sonuçlar

Günümüzde birçok tekstil şirketi, çevre dostu üretimin ilk ve en önemli adımı olan optimizasyon stratejilerini ve entegre üretim teknolojisini benimsemektedir. Süreç optimizasyonu ve az kirletilmiş suyun doğrudan kullanımı ile, en azından % 50'lik bir su tasarrufu, ılımlı yatırım ve çok kısa geri ödeme zamanı (çoğunlukla birkaç ay) ile tekstil ıslak işlemleri gerçekleştirilebilir. Bu gibi proseslerin yeniden düzenlenmesi ve modifikasyonu kendi başına çevresel ve ekonomik gereklilikleri karşılaması gerekmektedir. Bugün tekstil atıkları için ispatlanmış ve belgelendirilmiş bir geri dönüşüm teknolojisi vardır. En çok membran teknolojisini kullanarak atık suyun geri dönüşümü sağlanmaktadır. Membran teknolojisi, tekstil endüstrisinde kapalı su ilmekleri kurulmasında kilit bir teknoloji olarak kabul edilmektedir. Yatırımlar da nispeten daha yüksek ve geri ödeme zamanı da tekstil üretiminde kabul görecek şekilde tahmin edilmektedir. [19].

Tekstil mamullerinin boyanması sonrası oluşan atık su ciddi kirliliklere neden olur ve ekosistemin dengesizliğine yol açar. Dahası içme sularının da kirlenmesine sebep olur. Son yıllarda tekstil boyama atıksuyunu fizikokimyasal, biyokimyasal, kombine arıtma işlemleri ve diğer teknolojileri de içeren ekonomik ve etkili bir şekilde arıtılması için birçok teknik geliştirilmiştir. Bu teknolojiler genellikle tekstil boyama atık suyu için oldukça etkilidir.Bu konuda hukuki sınırlarda mevcuttur. [20]

Kaynaklar

[1] Tan, A., " Atık Sularda Bazı Kirlilik Parametrelerinin İncelenmesi " Yüksek Lisans Tezi, Trakya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Edirne, 2-3 (2006).

[2] arsiv.mmo.org.tr/pdf/10097.pdf

[3] Üner, H., "Bir Tekstil Endüstrisi Boya Atık Sularının Kimyasal Arıtılabilirliği" Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Endüstrisi, İstanbul, 21-22 (2002).

[4] www.tuik.gov.tr, 2012

[5] www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2011/12/20111214-6.htm

[6] EPA (1997) Birleşik Devletler Çevre Koruma Ajansı

[7] Zylla, R., Sojka-Ledakowicz, J., Stelmach, E., Ledakowicz. S., "Coupling of membrane filtration with biological methods for textile wastewater treatment" Elsevier, Desalination 198 316–325 (2006).

[8] Kayacan, B.B., "Pamuklu Tekstil Endüstrisi Atıksularının Membran Proseslerle Geri Kazanımının Araştırılması" Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Endüstrisi, İstanbul, 3 (2010).

[9] Şen, S., Demirer, G.N., "Anaerobic treatment of real textile wastewater with a fluidized bed reactor" Elsevier, Water Research, 37 ,1868‑1878 (2003).

[10] Kaykıoglu, G., Ata, R., Töre, G.Y., Ağırgan, A.Ö., "Evaluation of effects of textile wastewater on the quality of cotton fabric dye" Membrane Water Treatment 8, 1-18, (2017).

[11] Baburşah, S., "Tekstil Endüstrisi Atıksularının Geri Kazanımı ve Yeniden Kullanılması" Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Endüstrisi, İstanbul, 15-16 (2004).

[12] Nakagawa, K., Namba, A., Mukai, S. R., Tamon, H., Arıyadejwanıch, P., Tanthapanıchakoon, W., "Adsorption of Phenol and Reactive Dye from Aqueous Solution on Activated Carbons from Solid Wastes" Elsevier, Water Research 38, 1791-1798, (2004).

[13] Bayraktar, İ., "Tekstil Boya Banyosu Atıksularının Ozon, Persülfat ve Peroksimonosülfat Oksidasyon Prosesleri İle Arıtımı" Yüksek Lisans Tezi, Namık Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Endüstrisi, Tekirdağ, 12-13 (2012).

[14] Yıldız, A., Öztaş, M., Karakaya, N., Evrendilek. F., Akyıldız. A., Ağırgan, A.Ö., Tınmaz-Köse, E., Şişman, C. B., Kaykıoğlu, G., Özden-Çelik, S., "Novel Uses Of Red Mud In Textile Wastewater Treatment, Dyeing, And Concrete Production", Environmental Engineering and Management Journal 14, 1171-1181, (2015).

[15] Robınson, T., Mcmullan, G., Marchant, R., Nıgam, P., "Remediation of Dyes in Textile Effluent: A Critical Rewiev on Current Treatment Technologies With a Proposed Alternative." Elsevier, Bioresource Technoloy 77, 247-255 (2001).

[16] Kocaer, F. O., Alkan, U., "Boyar madde _İçeren Tekstil Atıksularının Arıtım Alternatifleri", Uludag Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi Bursa., Cilt 7, Sayı 1, 47-55 (2002).

[17] Willmott, N., Guthrie, J., Nelson, G., "The Biotechnology Approach to Colour Removal from Textile Effluent", Journal of the Society of Dyers and Colorists, 114,2, 38-41 (1998).

[18] Vandevivere, P. C., Bianchi. R., Verstraete. W., **"**Treatment and Reuse of Wastewater From The Textile Wet-Processing Industry", Journal of Chemical Technology and Biotechnology, 72,4, 289-302 (1998).

[19] Schneider, R., "Recycling in textiles", Edited by Youjiang Wang, Germany, 73-92, (2006).

[20] Wang, Z., Xue, M., Huang, K., Liu, Z., "Advances In Treating Textile Effluent" Edited by Peter J. Hauser, Hırvatistan, 91-117 (2011).

BAST FIBERS REINFORCED BIOCOMPOSITES

BİTKİ GÖVDESİ (BAST) LİFLERİ TAKVİYELİ BİYOKOMPOZİTLER

Ahmet Özgür Agırgan[a] , Mehtap Ağırgan[b]
[a] Namık Kemal Üniversitesi Çorlu Mühendislik Fakültesi, Tekirdağ, aoagirgan@nku.edu.tr
[b] Kırklareli Üniversitesi Lüleburgaz Meslek Yüksek Okulu, Kırklareli, mehtapagirgan@klu.edu.tr

Özet

Günümüzde, petrol ve türevlerinden elde edilen polimerlerin çevresel etki ve sürdürebilirlik sorunları, malzeme biliminde yeşil kompozitler olarak adlandırılan, doğal kaynaklardan elde edilen biyokompozitlerin geliştirilmesine ve çeşitli endüstriyel alanlarda kullanılmasına yol açmıştır. Üretim ve enerji maliyetleri, biyolojik olarak bozunabilir olmaları, düşük yoğunlukları ve yıpranma özellikleri biyokompozitlerin geleneksel materyallere göre önem kazanmalarına neden olmuştur. Bir biyokompozitin özellikleri, lif türü, yetişme koşulları, taşınması ve depolanması, ön ve son modifikasyon işlemleri olmak üzere çeşitli değişkenlerden etkilenir. Bitki gövdesinden elde edilen lifler, biyokompozit üretiminde en çok kullanılan takviye elemanları olup, hem doğal, hem de sentetik matris malzemeleriyle farklı özellikte ve yöntemlerle üretilmektedir.

Çalışmada, gövde esaslı biyokompozitlerin, tarihsel gelişimleri, takviye ve matris malzemeleri, fiziksel ve kimyasal özellikleri, lif ve reçine modifikasyonları, üretim metodları, kullanım yerleri, hakkında bilgi verilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Bitki gövdesi lifleri, Biyokompozitler, Üretim yöntemleri, Özellikler, Kullanım yerleri

Abstract

Today, the environmental impact and sustainability problems of polymers derived from petroleum and its derivatives have led to the development of biocomposites from natural sources, called green composites in material science, and their use in various industrial fields.

Production and energy costs, biodegradability, low densities and wear properties have made biocomposites more important than traditional materials. The properties of a biocomposite are influenced by several variables, including fiber type, growing conditions, transport and storage, pre and post-modification processes. The fibers obtained from the plant body are the most used reinforcement elements in the biocomposite production and are produced with different properties and methods with both natural and synthetic matrix materials.

In the study, information was given on the history of flax biocomposites, reinforcement and matrix materials, physical and chemical properties, fiber and resin modifications, production methods, end-uses

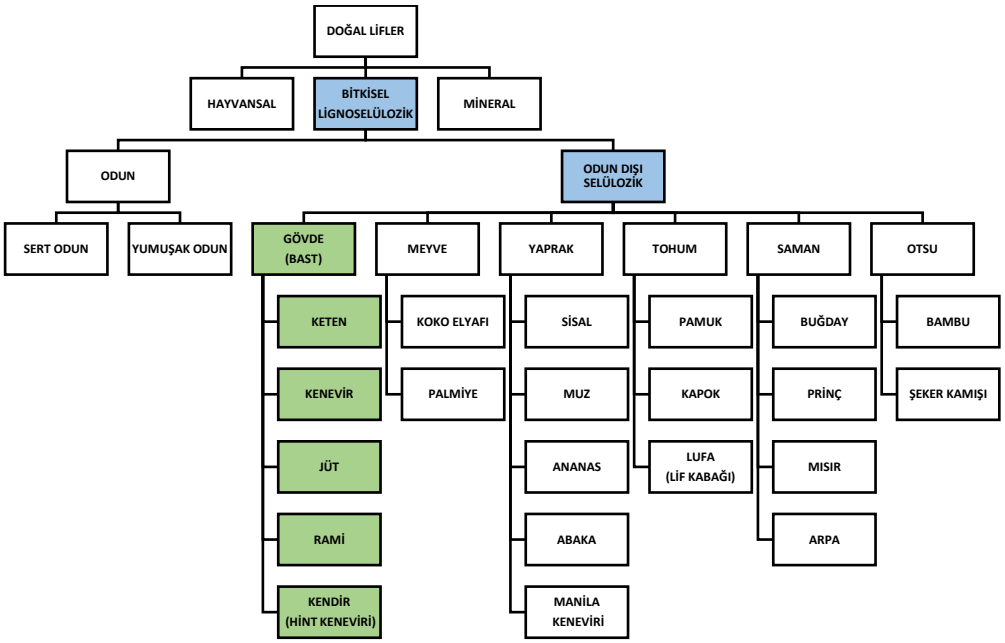
Key words: Bast fibers, Biocomposites, Production methods, Properties, End-uses

1. Giriş

İstenen özelliklerin sağlanabilmesi için, çeşitli faz ve miktarda birden fazla malzemenin bir araya getirilmesiyle oluşan çok fazlı ve üstün performanslı kombinasyonlar olarak tanımlanan kompozit malzemeler, ilk olarak M.Ö.3400 lü yıllarda Mezapotamya'da killi çamur ve samandan yapılan, inşaat ta kullanılan "Tuğla" olarak insanlık tarihine girmiştir. Metal, Seramik veya polimer esaslı olan kompozit malzemeler, sağlıktan inşaata, spor aletlerinden uzay mekiklerine kadar birçok uygulamada kullanılan ve sürekli büyüyen bir pazar oluşturmaktadır. Günümüzde, petrol ve türevlerinden elde edilen polimerlerin çevresel etki ve sürdürebilirlik sorunları, malzeme biliminde yeşil kompozitler olarak adlandırılan, doğal kaynaklardan elde edilen "biyokompozitlerin" geliştirilmesine yol açmıştır.

Doğal kaynaklardan elde edilen ve biyolojik olarak bozunabilme özellikleri olan bu malzemeler tarımsal atıklardan oluşan biyo kütle, mikroorganizmalardan ve petrol ürünlerinden biyo polyesterlerden üretilen matris ile doğal ve/veya rejenere lif takviye elemanlarından oluşmaktadır. Düşük maliyet ve yoğunluk, yenilenebilir, hidrofil yapıda, yüksek termik ve akustik izolasyon sağlayan, hafif, düşük CO_2 salınımı, solunum esnasında sağlık riski olmayan, canlı organizmalar tarafından bozunabilen malzemeler olan lif takviyeli biyo kompozitler, endüstriyel alanda ilk olarak, 1938 yılında Ford tarafından soya bazlı reçine araba gövdelerinde kullanılmıştır.

Doğal lifler, düşük maliyetle, geri dönüşümlü biyolojik olarak parçalanabilir, kolay işlenebilir ve çok düşük bir yoğunluğa sahip olduklarından biyokompozitlerde, takviye olarak kullanılması önümüzdeki birkaç yıl içinde artacağı düşünülmektedir. Lucintel'in [1] teknik raporuna göre, doğal elyaf kompozitlerindeki küresel pazar 2010 yılında 289,3 milyon $ ulaştığı ve 2005 yılından itibaren% 15'lik bir büyüme oranı elde edildiği, 2016 yılına da ise, yaklaşık 550 milyon $ a ulaşacağı öne sürülmüştür. Uygulamalar açısından, doğal lifler öncelikle bitkisel, hayvansal ve mineral kökenli olmak üzere sınıflandırılır. Bitkisel lifler küresel pazar da ahşap ve odun dışı (lignoselülozik) lifler olarak ikiye ayrılmıştır [2]. Lignoselülozik lifler, Şekil1. de sınıflandırılmıştır.



Şekil 1. Lignoselulozik Lifler [3].

Lifleri üreten bitkiler birincil veya ikincil olarak, bir fonksiyon olarak görülebilir veya bitkide lifin rolü. Jüt, kenevir, kenaf veya sisal gibi birincil bitkiler, endüstriyel kullanım için elyaf temin etme amacına yönelik olarak yetiştirilmektedir. İkincil bitkiler (örn., ananas, yandan hurma veya kaba yemiş), insan gıda kaynağı olarak farklı bir amaca sahiptir. Genel olarak, lingoselülozik doğal lifler, örneğin keten, kenevir, hınquen, sisal, hindistancevizi, jüt saman, palmiye, bambu, pirinç kabuğu, buğday, arpa, yulaf, termoset ve termoplastik reçine kompozitlerinde takviye olarak çavdar, baston (şeker ve bambu), kamış, kenaf, rami, yağ palmiyesi, mantar, muz lifi, ananas yaprağı, papirüs, odun veya kağıt kullanılmaktadır. Dünya genelinde ençok üretilen ve ticari olarak kullanılan lifler Tablo 1. de verilmiştir [4].

Tablo 1. Dünya genelinde yıllık üretim açısından en ticari olarak kullanılan doğal lifler [4].

LİF CİNSİ	DÜNYA ÜRETİMİ (MİLYON TON)	Yetiştirilen Ülke
ŞEKER KAMIŞI	75000	Brezilya,Hindistan,Çin
BAMBU	30000	Hindistan,Çin, Endonezya
JÜT	2.300	Hindistan,Çin, Bangaldeş
HİNT KENEVİRİ	970	Hindistan,Çin, ABD
KETEN	830	Kanada,Belçika,Fransa
SİSAL	378	Tanzanya Brezilya
KENEVİR	214	Çin,Fransa Filipinler
KOKO ELYAFI	100	Srilanka,Hindistan
RAMİ	100	Çin ,Brezilya Filipinler,Hindistan
ABACA	70	Ekvator,Kostarika, Filipinler

Dünyada ve Türkiye'de odun dışı yıllık bitki kökenli lignoselülozik maddelerin yaklaşık potansiyeli Tablo 2'de gösterilmiştir [5].

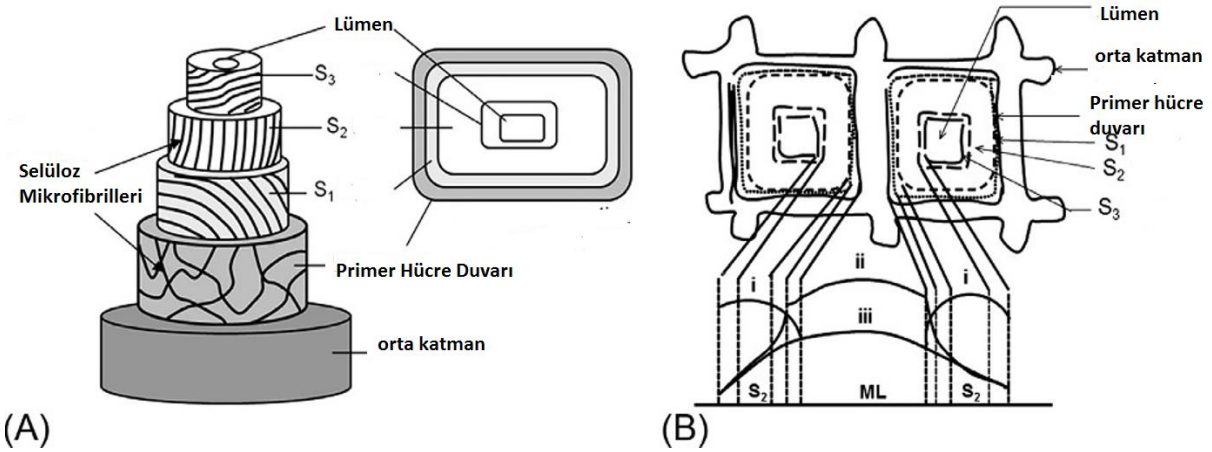
Tablo 2. Dünya ve Türkiye lif kaynakları Potansiyeli[5].

Dünya Lif Kaynakları	Dünya Yıllık Bitki Sapı (Ton)	Türkiye Lif Kaynakları	Türkiye Yıllık Bitki Sapı (Ton)
Tahıl Sapları	1145 000 000	Buğday Sapı	18 000 000
Diğer Saplar	970 000 000	Arpa Sapı	8 000 000
Şeker Kamışı	75 000 000	Pamuk Sapı	3 000 000
Göl Kamışı	30 000 000	Mısır Sapı	2 500 000
Bambu	30 000 000	Ayçiçeği Sapı	2 500 000
Pamuk Lifi	15 000 000	Kendir-Kenevir	2 000 000
Jüt, Kenaf, Kendir	10 900 000	Tütün Sapı	300 000
Papirus	5 000 000	Çavdar Sapı	240.000
Pamuk Linteri	1 000 000	Pirinç Sapı	200 000
Esparto Otu	500 000	Göl Kamışı	200 000
Sisal ve Abaca yaprakları	480 000	Pamuk Linteri	100 000
Sabai out	200 000	Pamuk Şiti	580 000
Odun	1 750 000 000	Asma Çubuğu	600 000
Toplam	**4 033 080 000**		**38 220 000**

2. Lignoselülozik Lifler

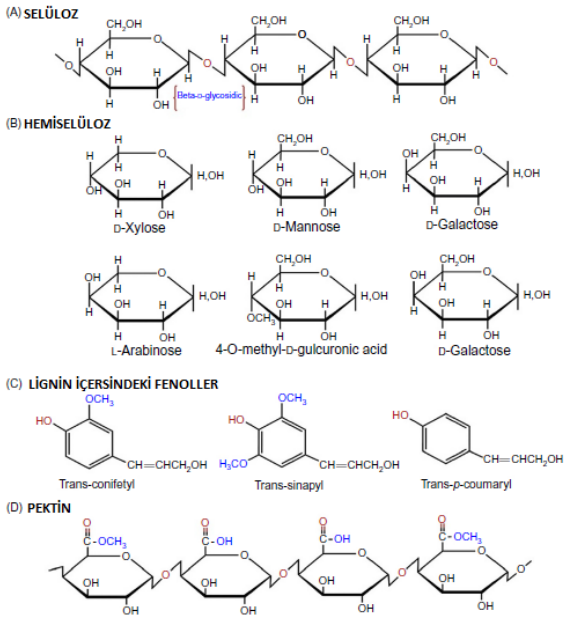
2.1. Genel Özellikleri

Bast lifleri arasında keten, kenevir, jüt, kenaf, rami gibi, dikotiledonlu bitkilerin saplarının iç kabuğundan toplanır [6]. Tek bir bitki elyafı 1-50 mm uzunluğundadır ve çapı 10-50 μm civarındadır.



Şekil 2. Xylem hücresinin ikinci duvarının 3boyutlu yapısı (A), odun hücresinin kesitinde selüloz, hemiselüloz ve lignin (B)

Şekil2, merkezi lümenin hücre duvarları ile çevrelendiği tek bir lifin yapısını göstermektedir. Lifin hücre duvarı, birincil bir duvar ve bir ikincil duvardan oluşur. Primer hücre duvarı, büyüme hızını ve yönünü, hücre-hücresi etkileşimlerini kontrol eder ve mekanik mukavemet yanında yapısal destek sağlar. İkincil hücre duvarı, S1, S2 ve S3 olmak üzere üç tabakadan oluşur ve fibre mekanik mukavemet sağlar. (Pamuk hariç) bitki liflerinin çoğu ahşap veya odun dışı olmaksızın doğada lignoselüloziktir ve hücre duvarları Bu liflerin çoğu ana bileşenler olarak lignin, selüloz ve hemiselülozdan oluşur. Bu bileşenlerin miktarı, yaşa, türe bağlı olarak bitkiden bitkiye değişiklik gösterir ve bitkilerin farklı bölümlerinde de değişebilir [7]. Farklı bitki liflerinin kimyasal bileşimi Tablo 1.2'de verilmektedir. 10-30 nm çapında selüloz mikrofibriller, hemiselüloz / lignin matrisinde gömülmüş kalır ve liflere mekanik mukavemet sağlamaktan sorumlu olan takviye gibi davranırlar. Bu mikrofibriller, selüloz elyaflarını oluşturmak üzere birbirine bağlanır. Selüloz (çoğunlukla α-selüloz), bitki liflerinin çoğunun ana bileşenidir. 100'den 10,000'e kadar polimerizasyon derecesine sahip doğrusal makromoleküldür. Zincirler, d-anhidroglükoz ($C_6H_{11}O_5$) tekrar birimlerini içerir ve β-1,4-glikosidik bağlantılar ile birbirine bağlıdır. Her tekrarlama biriminde üç hidroksil grubu bulunmaktadır. Bu hidroksil grupları ve bunların hidrojen bağlama kabiliyeti, selülozdaki kristalin ambalajı kontrol eder ve ayrıca fiziksel özelliklerini de yönetir [2,3,5,9]. Hemiselüloz, bitkide bulunan ikinci en bol biyopolimer bileşendir. hücre duvarları [8]. Glikanlar, mannalar, galaktanlar, arabinenler ve ksilanlar gibi bir grup heterojen polisakkarit topluca hemiselüloz olarak adlandırılır. Bazen doğrusal olmayan hemiselüloz molekülleri, selüloz, pektin, lignin ve bitki hücre duvarındaki diğer bileşenlere hidrojen bağlanır ve lif hücresinin ana yapısal bileşeni olarak düşünülen selüloz / hemiselüloz ağını oluşturan bir matris gibi hareket eder. Lignin, bitki hücresi duvarının diğer bir önemli bileşeni olup, mukavemet, sağlamlık, ve bitki liflerinin hücre duvarlarının mikrobik patojenlere karşı korunması. Polifenilpropanoid kompleksi, alkollerden, örneğin p-kumaril, koniferil ve sinapilden gelmektedir [9]. Pektin, bitki hücre duvarlarıyla ilişkili diğer bileşentir. Galakturonik asitler birçok pektinde ana bileşendir. Bitki liflerinde pektin miktarı genellikle düşüktür, ancak pektin elyaf işlemede önemli bir rol oynamaktadır [10]. Yağlar, mumlar ve lipidler, çeşitlendirilmiş fonksiyonlara sahip bitki liflerinin diğer unsurlarıdır [11]. Birçok organizmada, yağ ve yağlar, enerjinin başlıca saklama biçimidir. Lipitler, enzim kofaktörleri, elektron taşıyıcıları ve ışık absorbe eden pigmentler gibi davranırken, fosfolipidler ve steroller zarların yapısal bileşikleridir. Mumlar, uzun zincirli alkollerin esterleridir (karbon 14 ve karbona 50'den büyük). Manikür üzerine balmumu birikimi, bitkiler üzerindeki kuruma ve mikrobik saldırıya karşı koruyucu bir katman sağlar [. Bu bileşikler, pirinç saman ve pirinç kabuğu hariç, bitki liflerinin çoğunda nispeten düşük miktarda bulunurlar [10]. Lifteki balmumu içeriği, ıslanabilirlik ve arayüzey elyaf / matris yapışmasını etkilemek suretiyle kompozit işlemede önemli bir rol oynamaktadır. Bitki lifi bileşenlerinin kimyasal yapıları Şekil3'de gösterilmektedir.



Şekil3. Lif hücresi duvarındaki temel bileşenlerin yapısal formülleri:
(A) selüloz, (B) hemiselüloz, (C) lignin içinde fenolik bileşikler ve (D) pektin.

Bitki liflerinin özellikleri, mikrofibrillerin açısı, hücre boyutları ve kusurları, kimyasal bileşimi, coğrafi konumu bitkiler ve bitkinin liflerin ekstrakte edildiği kısmı gibi çeşitli faktörlere bağlıdır.Elyaf üretiminin her aşamasında farklı faktörlerden etkilenme gelişebilir [7]. Liflerin yoğunluğu, mekanik özelliklerin değiştirilmesinde önemli bir rol oynamaktadır, örneğin yüksek yoğunluklu lifler daha düşük yoğunluklu liflere göre çok daha katı ve daha güçlüdür [10]. Bitki liflerinin mukavemeti kimyasal bileşimlerle de değişir ve bu nedenle kenaf lifinin yüksek kuvveti ve lif lifinin düşük mukavemeti selüloz içeriği ile açıklanabilir [7]. Benzer şekilde daha yüksek mekanik özellikler, liflerin küçük fibriler açılarına, fiber çaplarına ve yüksek en-boy oranlarına da atfedilebilir. Mekanik özelliklerini etkileyen diğer bir faktör, gözenek hacimleri, kimyasal bileşim, bağıl nem ve bitki liflerinin kristalliği ile ilgili nem içeriğidir. Farklı bitki liflerinin fiziksel ve mekanik özellikleri Tablo.3'de verilmektedir.

Tablo 3. Bitki liflerinin fiziksel ve mekanik özellikleri

Lif	Yoğunluk (g/cm^3)	Uzunluk (mm)	Çap (µm)	Gerilme Direnci (MPa)	Gerilim Modülleri (GPa)	Modül Özellikleri (Yaklaşık)	Uzama (%)	Selüloz (Ağırlıkça) %	Hemiselüloz (Ağırlıkça) %	Lignin (Ağırlıkça) %	Pektin (Ağırlıkça) %	Wax Ağırlıkça %	Micro fibriler açısı (derece)	Nem içeriği (Ağırlıkça) %
E-Cam	2.5-2.59	-	<17	2000-3500	70-76	29	1.8-4. 8	-	-	-	-	-	-	-
Abaca	1.5	-	-	400-980	6.2-20	9	1-10	56-63	20-25	7-13	1	3	-	5-10
Alfa	0.89	-	-	35	22	25	5.8	45.4	38.5	14.9	-	2	-	-
Küspe	1.25	10-300	10-34	222-290	17- 27. 1	18	1.1	32-55. 2	16.8	19-25. 3	-	-	-	-
Bambu	0.6- 1. 1	1.5-4	25-40	140-800	11-32	25	2.5-3. 7	26-65	30	5-31	-	-	-	-
Muz	1.35	300-900	12-30	500	12	9	1.5-9	63- 67. 6	10-19	5	-	-	-	8.7- 12
Hindistan cevizi	1.15-1.46	20-150	10-460	95-230	2.8-6	4	15-51	32- 43. 8	0.15-20	40-45	3-4	-	30-49	8
Pamuk	1.5- 1. 6	10-60	10-45	287-800	5.5- 12. 6	6	3-10	82.7-90	5.7	<2	0-1	0.6	-	7.85- 8. 5
Keten	1.4- 1. 5	5-900	12-600	343-2000	27.6-103	45	1.2-3. 3	62-72	18.6-20. 6	2-5	2.3	1.5-1. 7	5-10	8-12
Kenevir	1.4-1.5	5-55	25-500	270-900	23.5-90	40	1-3. 5	68- 74. 4	15- 22. 4	3.7-10	0.9	0.8	2- 6. 2	6.2-12
jüt	1.3-1.49	1.5-120	20-200	320-800	8-78	30	1- 1. 8	59- 71. 5	13.6-20. 4	11.8-13	0.2- 0. 4	0.5	-	-
Isırgan	-	-	-	650	38	-	1.7	86	10	-	-	4	-	11- 17
Palm Yağı	0.7- 1.55	-	150-500	80-248	0.5- 3. 2	2	17-25	60-65	-	11-29	-	-	42-46	-
Rami Sisal	**1-1.55 1.33-1.5**	**900-1200 900**	**20-80 8-200**	**400-1000 363-700**	**24.5-128 9- 38**	**60 17**	**1.2-4 2-7**	**68.6-85 60-78**	**13-16. 7 10-14. 2**	**0.5- 0. 7 8-14**	**1.9 10**	**0.3 2**	**7.5 10-22**	**7.5-17 10- 22**

Tablo 4. Bitki liflerinin Kimyasal Özellikleri[14].

Lif	Selüloz (%)	Hemiselüloz (%)	Lignin (%)	Diğerleri (%)	Kül (%)	Suda Çözünürlüğü (%)
Pamuk	82.7	5.7	-	6.3	-	1.0
Jüt	64.4	12	11.8	0.7	-	3.9
Keten	64.1	16.7	2.0	1.5- 3.3	-	3.9
Rami	68.6	13.1	0.6	1.9- 2.2	-	5.5
Sisal	65.8	12.0	9.9	0.8- 0.11	-	1.2
Palmiye Yağ Lifleri	56.0	27.5	20.5	4.4	2.4	-
Abaca	56- 63	20- 25	7- 9	3	-	1.4
Kenevir	74.4	17.9	3.7	0.9- 1.7	-	-
Hint Keneviri	53.4	33.9	21.2	-	4.0	-
Hindistan Cevizi Lifi	32-43	0.15- 0.25	40-45	-	-	-
Muz	60-65	19	5-10	4.6	-	-
Bambu	73.9	12.5	10.2	3.2	-	-
Sert Odunsu	31-64	25- 40	14-34	0.1- 7.7	<1	-
Yumuşak Odunsu	30- 60	20-30	21- 37	0.2- 8.5	<1	-

Çoğu bitki türünde ekstrakt içermeyen kuru maddenin yaklaşık% 45-50'si selülozdur ve hacim ve ahşabın özellikleri üzerindeki etkisi açısından lif hücre duvarında tek önemli bileşentir [15]. Selüloz molekülleri, (1-4) -glikozidik bağlarla bağlantılı olan β-d-glikopiranoz birimlerinden oluşan homo-polisakkaridin uzun doğrusal zincirlerinden oluşur. Kimyasal özelliklerinin çoğu, her bir monomer ünitesindeki hidroksil gruplarına ve glikozidik bağlara bağlı olabilir. Glikozidik bağlar kolayca kırılmaz, bu nedenle selülozun çok çeşitli koşullar altında stabil kalmasına neden olur. Bununla birlikte, selüloz içerisindeki hidroksil grupları kolayca oksitlenebilir, esterleştirilebilir ve eterlere dönüştürülebilir.

Düşük sıcaklıklarda (300 ° C'nin altında) selülozik liflerin termal bozunması selülozik lifler ısı, hava etkilerine maruz kaldığında selülozun glikosil birimlerinin su ve nem, karbondioksit ve karbon monoksitin gelişmesi ile ayrışmasına neden olur[16]. Bu reaksiyon ürünleri bozunma sürecini hızlandırabilir. Selüloz, süper moleküler yapının birçoğundan sorumlu olduğu gibi, selülozun fiziksel ve kimyasal davranışından sorumlu intra ve molekül içi hidrojen bağları oluşturmaya güçlü bir eğilim gösterir. Hücre duvardaki mikrofibriller içinde selüloz, doğal (veya inceltilmemiş) odunda 7.000-10.000 polimerizasyon derecesine ve değişen derecelerde kristalleşme gösteren bölmelere yerleştirilir. Çeşitli bitki kökenli selülozlar (ahşap ve odun dışı), kimyasal saldırı ve faydalılığa karşı direncini büyük ölçüde etkileyen geniş bir kristalite aralığı (% 20 ila% 90 oranında) sergilemektedir [17].

2.2. Gövde (Bast) Lifleri

2.2.1. Keten

Keten (Linum usitatissimum) esasen üretilen bir gıda ve elyaftır. Kanada, Fransa ve Belçika. Günümüzde çoğunlukla elyaf ve keten tohumu yağı için yetiştirilmekte ve 830 × 103 ton'dur. En eski elyaf ürünlerinden olup, elyafı tekstile dönüştürülen ve dokunan ilk hammaddelerden biridir. Keten elyaflarının M.Ö. 5000'den önce Mısır ve Gürcistan'da pek çok uygulamada kullanıldığını iddia ediyor [18,19]. Yüksek dereceli uzun lifler genellikle tekstiller için iplikler haline getirilir ve düşük dereceli elyaflar kompozitlerdeki takviye / dolgu maddesi olarak kullanılır. Ortalama keten bitkisi boyu 90 cm'ye kadar büyür ve gövde boyunca kabuk, dal, ksilem ve merkez boşluktan oluşan güçlü liflere sahiptir [20]. Fiber demetleri ve hiyerarşik organizasyonu görmek için makro ve mikroskobik analizler yapılmıştır [20,21]. Keten liflerinin kimyasal bileşimi, kullanılan keten liflerine yüksek bağımlılığın altını çizen farklı .yazarlara göre değişir [22,23-25]. Keten lifi, yüksek

selüloz içeriğine ve daha güçlü ve sertleşen yüksek bir kristallik derecesine sahip olduğu için takviye için düşünülür. Lifin çekme mukavemeti 345 ila 1100 MPa arasındadır. Elyaf modülü 27.6 GPa'dır ve lifin uzama oranı% 2.7 ila 3.2 arasındadır. Kaliteli keten lifi diğer lif liflerine kıyasla en iyi gerilme özelliklerine sahiptir. Keten liflerinin gerilme özelliklerinin değişimi bir kök, bitki çeşidi ve ekim yerindeki lif konumuna dayanarak incelenmiştir. Kökün ortasından çekilen liflerin en yüksek mukavemet ve modüle sahip olduğunu göstermiştir [20,26-29]. Keten lifleri, çevresel ve ekonomik faydalarından ayrı olarak, çekme özelliklerinin iyi olması nedeniyle, , çeşitli doğal elyaf kompozit uygulamalarında takviye olarak kullanılırlar [30-32].

2.2.2. Kenevir

Kenevir (Cannabis sativa) ayrıca ağırlıklı olarak Çin'de ve Fransa'da lif, yağ ve tohum ekimi yapılan bir esansiyel lif tir. Kenevir ailesi bitkileri Orta Asya'ya özgü olup, Demir Çağı'nda Avrupa'ya ulaştığı düşünülmektedir. Bugün, Şili, Kuzey Kore, Hindistan, Japonya ve birçok Avrupa Birliği (AB) gibi ılıman iklim bölgelerinde yaygın olarak yetiştirilmektedir [33]. Günümüzde kenevir tekstil elyafı, kağıt, kompozit lif, tohum yağı, yağ, mum, reçine, hamur, biyoyakıt vb. Gibi birçok uygulamada kullanılmaktadır ve kullanımı esas olarak kenevir bitkisinin derecesine / kalitesine bağlıdır.12,55 Kenevir bitkisi, narkotik madde esrar için az miktarda tetrahidrokanabinol (THC) salgılar. Kenevirde mevcut THC miktarı% 0.2'den düşük olduğu için Kenevir sativa'nın diğer çeşitleri gibi ilaç olarak kullanılamaz. En eski kenevir dokumanın M.Ö. 8000 yılına dayandığını göstermektedir. 1971-1993 yılları arasında Kenevir lifi ekimi kısaca yasaklandı ve kötüye kullanımı önlendi ve yasaklamanın kaldırılmasıyla katlanarak arttı. Kenevir lifi toplam doğal elyaf üretiminin% 0,5'inden az: 214 × 103 ton Endüstriyel kenevirin ortalama yüksekliği 10 fit yüksekliğindedir ve genişlik normalde çok dar dır. Ortalama lif demetinin çapının 25 μm olduğu ve ortalama lif demetinin uzunluğunun 25 mm olduğu bildirilmiştir [34]. Selüloz içeriği% 70.2'den% 74.4'e değişmektedir. Kenevirde birçok uygulama olmasına rağmen, yüksek mukavemet ve sağlamlık nedeniyle kenevir lifi, biyokompozitlerdeki takviye olarak da kullanılır [35]. Birkaç faktöre bağlı olarak kimyasal bileşimindeki değişim, kenevir liflerinin mekanik özelliklerinde değişkenliğe neden olur. Lifin gerilme mukavemeti yaklaşık 690 MPa ve modül 30 ve 60 GPa arasındadır. Uzamma yüzdesi yaklaşık% 1.6'dır. Çekme testi ile elde edilen gerilme-şekil değiştirme eğrisi, jüt liflerine benzer bir eğilim sergilemiştir. Çekme özelliklerinin değişimi açıktır ve tüm doğal elyaflar için ortaktır ve bu, büyük ölçekli bir takımda kontrol edilemeyen birkaç faktör olduğu gibi devam eder [36]. Kenevir liflerinin gerilme özellikleri, bakıldığında tam olarak olgunlaşmış bir bitkinin kısmen olgunlaşmış bitkiye göre daha iyi gerilme mukavemetine sahip olduğu bulundu; test parametresinin ve ölçme uzunluğunun kenevir lifinin gerilme mukavemetini etkilediği tespit edilmiştir [37]. Ünlü Alman otomotiv şirketi, BMW kenevir lifinden kompozitleri otomobillerinde kullanmıştır [32].

2.2.3. Jüt

Jüt (Corchorus capsularis / Corchorus olitorius) ağırlıklı olarak lifinden ve pamuktan sonra en önemli doğal liflerden biridir[38]. Tropikal bölgelerde yetişen en ucuz liflerden biridir. Jüt tarihi M.Ö. 206'ya kadar uzanır; Jüt kağıdı, Çin'in Gansu Eyaletindeki Dunhuang şehrinde keşfedildi ve Batı Han Hanedanlığı döneminde üretildiğine inanılıyordu[39]. Hint kökenli jüt liflerinin ağırlıklı olarak Hindistan'daki Mugal İmparatoru Akbar döneminde (1542-1605) kullanıldığını gösteriyor [40].

İngiliz Doğu Hindistan Şirketi Hindistan'dan jüt sattı. O zamandan beri, kullanım, tüketim, üretim ve kullanılabilirlik bakımından başlıca endüstriyel bir lif olarak kullanılmış, 1800'lü yıllarda özellikle İskoçya'da gelişmiştir [40]. Jüt liflerinin küresel üretimi yaklaşık 2300 × 103 ton olup bunun büyük kısmı Hindistan, Çin ve Bangladeş'ten sağlanmaktadır. Jüt bitkisinin yükseklik aralığı 2-4 m arasındadır ve lifler çürütme işlemiyle elde edilir. Jüt liflerinin kimyasal bileşimi çeşitli araştırmacılar tarafından incelenmiş ve % 61-71.5 arasında selüloz içeridiği. Jüt lifinin büyük miktarlarda bulunması, Alman otomotiv üreticileri arasında popüler bir takviye oluşturuyor [41]. Jüt liflerinin gerilme mukavemeti 393 MPa'dan 773 MPa'ya değişir Lifin modülü 13-26.5 MPa'dır ve uzama% 1.2-1.5'dir. Jüt lifleri, en çok su emen liflerde bulunur.Takviye için en çok araştırılan liflerden biridir; epoksi kompozitler, [42]. PLA kompozitler, [43], polyester amid kompozitler, [44] fenolik kompozitler, [45,46] vb. Jüt liflerinin su alımı ve morfolojik analizi yapılmıştır. Jüt esaslı kompozitlerdeki darbe dayanımı lif uzunluğu bağımlılığı bağlı olduğu tespit edilmiştir[46]. 1996 - 1999 yılları arasında

otomobil kapı panelleri için jüt liflerinin% 500'den fazla büyümesi (4000'den 21000 ton'a kadar% 110 artmıştır [41].

2.2.4. Hint Keneviri

Hisbiscus cannabinus, ağırlıklı olarak lif ve tohum yağı için tropik bölgelerde yetiştirilmektedir. Öncelikle bir orta Afrika ve güney Asya ürünü olarak kabul edilir ve bugün esas olarak Hindistan ve Bangladeş'te yetiştirilmektedir. ABD'de yeni bir ürün ve biyo-kompozit uygulamalarda iyi bir potansiyel gösterdi. M.Ö. 4000'den beri yetiştirilmektedir. Ortam koşullarında bitki 10 cm / gün büyür ve 3 ayda olgunlaşır [36, 47] Hızla büyüyen bir ürün olduğu için yıllık olarak 10000 kg / ha'ya kadar verim sağlayabilir ve en son çeşitleri yılda 30000 kg / hg verebilir. Ortalama bitki 3-5 cm genişliğinde odunsu bir taban çapıyla 3 metre boyunda büyür. Kabuk, elyafın ekstrakte edildiği bitkinin yaklaşık% 40'ını oluşturur ve geri kalan kısım ise çekirdek ahşaptır[48]. Kabuk, yüksek kristal lif yönelimine sahipken çekirdek ahşap ise amorf bir şekle sahiptir. Sap çapı genellikle 1-2 cm'dir. Çevresel ve ekonomik avantajlar; 1 kg kenaf üretmek için enerji tüketimi 15 MJ iken cam elyafları için 54 MJ alır ve elyafların maliyeti oldukça düşüktür.101Kenaf lifinin özellikleri jüt liflerine benzer ve kenaf lifi yapısı diğer doğal liflerle aynıdır. Kenaf liflerinin kimyasal bileşimi en düşük selüloz içeriği (% 31-39) ve en yüksek linyin içeriğine (% 15-19) sahiptir. Birçok yazar, üstün tokluğundan ötürü kenaf fiberin kompozitlerdeki takviye olarak kullanılmasını önermektedir[49,50]. Hint keneviri liflerinin çekme özelliklerini sırasıyla yaklaşık 930 MPa ve 53 GPa'lık olup, iyi bir gerilme mukavemetine ve modülüne sahiptir. Uzamma yüzdesi yaklaşık% 1.6'dır. Termoset ve termoplastik matriste takviye edilmesiyle çeşitli kompozitler yapılmıştır [51-55]. Bu kompozitleri elektronik uygulamalar için kabul etmiştir [56].

2.2.5. Rami

Ramie (Boehmeria nivea), Asya'ya özgü ve bugün ağırlıklı olarak Çin ve Brezilya'da üretilen liftir. Pek çok yüzyıl boyunca Çin'de yetiştirildi ve yaygın olarak "Çin Çimeni" olarak bahsedilmektedir. Nettle ailesine ait otsu, uzun ömürlü bir bitkidir ve yılda 3-6 kez hasat edilebilir. Bitki yaklaşık 7-20 yıl sürer ve 1-2.5 m boyunda büyür.

Kabukta sakız, pektin ve diğer maddelerin bulunması, kimyasal işlemin liflerin kullanımından önce yapılmasını zorunlu kılar. Lifler kaba ve kalın duvarlara sahiptir [57]. Bu liflerin küresel üretimi yaklaşık 100 × 103 ton ile en iyi lifler arasında en düşüktür. Rafine lifi, lif liflerinde (% 0.6-0.7) en az miktarda lignin içeriğine ve yaklaşık% 68.6-76.2 selüloz içeriğine sahiptir. Bitkinin düşük üretim ve saf olmayan doğası onu büyük ölçekte kompozit malzemeler için takviye olarak kullanımını güç kılmaktadır. Gerilme mukavemeti ve modülü sırasıyla 400-938 MPa ve 61.4-128 GPa'dır. Uzama yaklaşık% 1.2-3.8'dir. Rami lifleri, gövde lifleri arasında en sert maddedir. Rami liflerinden birçok termoset ve termoplastik reçinelerde takviye edilerek biokompozitler üretilmiştir [58-61].

3. Bast bitkilerinden Lif Eldesi

3.1. Çürütme(Havuzlama) ile Lif Eldesi

Lifler, bitki hasatından sonra elyaf bitkilerinin odunsu dokusundan ayrılmalı ve ekstrakte edilmelidir. Ticari uygulamalarda kullanılan bitki elyafları, çoğunlukla ömür lifleri, çürütme(havuzlama) işlemi ile elyaf bitkilerinden ayrılmıştır. Çürütme, elyaf demetlerini elyaf bitkilerindeki odunsu dokudan lifleri gevşeterek ayıran bir süreçtir. Lif ekstraksiyonu, lif verimini, lif kalitesini, kimyasal bileşimi, yapısı ve lifin özelliklerini etkiler. Biyolojik, mekanik, fiziksel ve kimyasal gibi dört ana ayırma sürecine ayrılabilir. Çevredeki bakteri ve mantar gibi mikroorganizmaların biyolojik etkinliği, lif olmayan doku ve ayrılmış elyaf demetlerinden pektik polisakkaritlerin bozunmasında önemli bir rol oynamaktadır. [62].Tablo 5 te gövde liflerine uygulanan lif eldesi işlemleri detaylandırılmıştır.

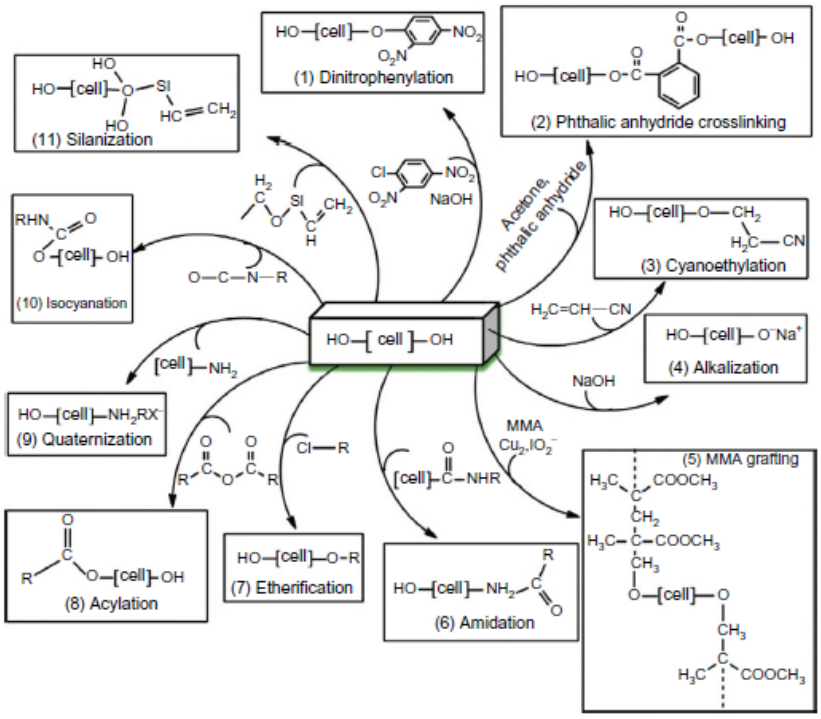
Tablo 5. Gövde(Bast) liflerine uygulanan lif eldesi işlemleri[63].

ÇÜRÜTME TİPİ	TANIM	AVANTAJ	DEZAVANTAJ	SÜRE	GÖVDE LİFİ TİPİ
ÇİĞ	Bitki sapları kesilir veya biçilir, tarlada bırakılarak çürütülür	Pektin maddesi bakteriler tarafından kolaylıkla uzaklaştırılabilir	Düşük mukavemet, düşük ve tutarsız kalite; belirli iklim değişikliğinde kısıtlama ve toprak kirlenmiş ürün	2-3 Hafta	Keten ,jüt
SU	Bitki sapları suya (nehirler, havuzlar, tanklar) daldırılır ve sık izlenir (mikrobial çürütme)	Lif üreticileri için, daha yüksek istikrar ve kalite	Bitki anaerobik bakteriyel fermantasyondan kaynaklanan yoğun koku ve kirlilik, yüksek maliyet ve koku, çevre sorunları ve düşük seviyeli lif. Yüksek su arıtımı bakımını gerektirir.	7-14 Gün	Keten, Jüt, Kenevir, Hint keneviri
ENZİMATİK	Pektinaz, ksilanazlar gibi enzimler; sakızı ve pektin maddesine saldırmak için kullanılır. İşlem, enzim türüne göre kontrollü koşullar altında yürütülür	Özellikle odun hamuru eldesinde daha kolay rafine edilir ve farklı uygulamalar için seçici özellikler sağlar. selülozik elyafı elyaftan-olmayan dokulardan ayıran bileşenlerin parçalanarak parçalanmasına neden olur .Daha temiz ve hızlı işlem sağlar.	Düşük lif mukavemeti eldesi	12-24 Saat	Keten
KİMYASAL	Kaynar da veya normal olarak NaOH, H_2O_2, C7-H5-O2-Na(sodyum benzonat) uygulanması	Temiz üretim ve bast liflerinden uzun düzgün yüzeyli lif eldesi için oldukça uygun	lif,% 1 NaOH'den daha fazla havuzlamaya tabi tutulurken gerilme mukavemeti azalır. Olumsuz renk ve yüksek işleme maliyeti	75 dk 1 saat	Hint Keneviri, jüt, keten
MEKANİK	Liflerin dövücü ve soyucu (kabuk çıkartıcı) ile ayrılmasıdır.	Kısa zamanda en iyi kalitede kısa lif elde edilir.	Yüksek maliyet ve düşük lif mukavemeti	1-2 dk	Hint Keneviri

3.2. Yüzey Modifikasyonu

Bitki liflerinin varlığı nedeniyle oldukça hidrofilik yüzey özellikleri vardır. Çok sayıda hidroksil grubu ve sadece kimyasallarla iyi etkileşime sahip olabilir. hidrojen bağlarının oluşturulması yoluyla fenolik veya poliüretan gibi hidrofilik reçineler. Fakat hidrofobik reçinelerle arayüzdeki elyaf / matris uyumluluğu önemli bir sorundur ve elyaf ıslanabilirliği zayıftır ve bu da ara yüzey kusurlarına neden olur ve bu da son olarak kompozitlerdeki gerilme konsantratörleri ve arıza noktaları gibi davranır. Bu nedenle, elyafın ıslanabilme kabiliyetini ve ara yüzeylere yapışmayı arttırma yöntemleri kesinlikle biyolojik bileşiklerin performansını artırmak için gerekli. Cam elyafları için, standart silan birleştirici ajanlar, farklı polimer matrisleri ile arayüzey

uyumluluğu kazandıran fiber üreticileri tarafından uygulanmaktadır. Fakat bitki lifleri için, endüstriyel ölçekte kullanılabilen bu tür birleştirme ajanları veya yüzey işleme yöntemleri henüz tanımlanmamıştır. Çeşitli fiziksel ve kimyasal yolları kullanarak biyo-kompozitlerde elyaf / matris arayüzey yapışmasını çeşitli yüzey modifikasyon yöntemleri akademik çalışmalarda incelenmiş fakat endüstriyel ölçek için uygulanabilirlikleri henüz bilinmemektedir. Piyasada bulunan bitki lif takviyeleri genellikle yüzeylerinde herhangi bir kaplin ajanı içermez [65].



Şekil 4. Selülozik liflere Uygulanan kimyasal yüzey modifikasyon İşlemleri [64-65]

4. Biyokompozit Üretimi

4.1. Biyo Bağlayıcı Matris malzemeleri

Genellikle biyopolimer olarak bilinen biyo bağlayıcılar, doğal kaynaklardan elde edilen bileşiklerdir ve biçimsel yapılara kovalent olarak bağlanan monomerik birimlerden oluşurlar. Biyo bağlayıcılar, erime akış endeksleri, darbe özellikleri, sertlik, buhar geçirgenlik özellikleri, sürtünme katsayısı ve ayrışma arasında değişir. Çekme mukavemeti, gerilme modülü, Eğilme mukavemeti ve yoğunluğu. Biyo-bağlayıcıların su emmesi de biyo-bağlayıcı işlem koşullarının vs. kimyasına bağlı olarak değişecektir (Tablo 6.). Biyo bağlayıcılar, ilaç dağıtım sistemi, yara iyileşmesi, gıda kapları, ziraat filmleri, atık poşetleri, toprak tutma örtüsü, filtrasyon, hijyen ve koruyucu giysiler ve otomobil endüstrileri ve benzeri gibi birçok alanda birçok uygulama bulurlar.. Birçok biyolojik bağlayıcı türü vardır ve bunların arasında en yaygın biyolojik bağlayıcılar aşağıda özetlenmiştir.

4.1.1. Poli laktik asit (PLA)

Polilaktik asit, laktiklerin halka açma polimerizasyonu yoluyla doğal kaynaklardan (yenilenebilir kaynaklardan) elde edilen biyolojik olarak parçalanabilir bir polimerdir, burada laktik asit molekülleri fermantasyon prosesi yoluyla elde edilir. PLA'nın biyolojik olarak parçalanabilir nitelikte olması nedeniyle, PLA'nın yıllık talebi her geçen gün artmaktadır. Halen, PLA üretiminde bir dizi sanayi yer almaktadır ve çoğunlukla ABD, Almanya Çin yer almaktadır. .

4.1.2. Polihidroksialkanoatlar (PHA)

Polihidroksialkanoatlar, çok çeşitli mikroorganizmalar tarafından karbon ve enerji rezervleri olarak sentezlenen biopolysterlerdir. Polihidroksialkanoatlarda sıklıkla polihidroksi bütirat (PHB) kullanılır, bunlar 3- hidroksibutirik asit. PHB'nin tamamen biyolojik olarak bozunabilir doğasından ötürü, ambalaj malzemesi, tek kullanımlık ürünler ve özel cihazlar biçimsel uygulama amacıyla pazarda yüksek talep vardır. Halen Imperial Chemical Industries (ICI) Bu biyolojik olarak parçalanabilir polimer, Biopol ticari adı altında büyük ölçekte üretilir. Biopol, polihidroksi bütirat (PHB) ve polihidroksitvariate (PHBV) kopolimeridir.

4.1.3. Polikaprolaktone

Polikaprolakton, kaprolaktonun halka açma polimerizasyonu ile hazırlanır ve petrol kaynaklarından elde edilir. Polikaprolakton ayrıca biyolojik olarak parçalanabilir niteliktedir ve ilaçların ve ambalajlamanın kontrollü salımında kullanılır. Sanayi ve ilaç şirketi Solvay, Union karbür vb farklı ticari amaçlar için polikaprolakton kullanır. Önemine rağmen, Polikaprolakton ve karışımları hakkında çok az şey bilinmektedir. Biyo bağlayıcıların mekanik özellikleri aşağıda verilmiştir..

4.2. Biyo Bağlayıcıların Özellikleri

Karışık malzemeler, çeşitli uygulamalar için kullanılır ve yoğunluk belirli bir uygulama için malzemeyi dikkate alan önemli parametrelerden biridir. Ticari olarak bulunan biyo-polimer yoğunluğu 0.25-1.26 g / cm3 arasında değişmektedir

Tablo 6. Biyolojik bağlayıcıların mekanik Özellikleri[67]

Biyolojik Bağlayıcı tipi	Yoğunluk (g/cm^3)	Gerilme Direnci (MPa)	Gerilim Modülleri (GPa)	Uzaması (%)
1.PLA	1.26	5.9-72	1.08-3.61	2.1- 30.7
2.Polyhydroxyalkanoates Poly-3-hydroxybutyrate -CO -3- hydroxyvalerate (P-3-Hb-3-Hv)	0.22-2.25	23-40	3.5	1.6-20
3.Polycaprolactone (PCL)	1-13	16-23	0.4	>700

Tablo7. Liflerle zenginleştirilen biyolojik bağların mekanik özellikleri[67]

Polimer Çeşitleri	Gerilme Direnci (MPa)	Gerilim Modülleri (GPa)	Bükülme Mukavemeti (MPa)	Eğilme Modülü (GPa)	Uzama (%)	Darbe Dayanımı (kj/m^2)
PLA/Kenevir (PLAHF)	73	5.89-12	102	5.78	3	14
PLA/Keten (PLAFF)	50-55	6.3-6.5			1	10-69
PLA/Sisal (PLASF)	56-68	20	80-100	18-19		3-3.5
PLA/JÜT (PLAJF)	55.2-72	1.7-8.5	75.9-84	7-7. 3	1.5- 4. 7	15-80

4.2. Üretim Yöntemleri

Doğal Elyaf Kompozitleri İçin İmalat Metodları Elyaf takviyeli plastik, imal edilecek parçanın şekline bağlı olarak çeşitli yöntemlerle imal edilmiştir. Bütün bu yöntemler polimerizasyon prensibi altındadır. Polimerizasyon katı bir yapı oluşturmak için çok sayıda sentetik molekülün bir araya getirilmesi işlemidir. Aşağıda Tablo 7'de verilen bazı önemli imalat prosesi verilmiştir.

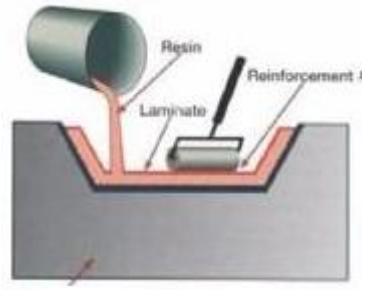
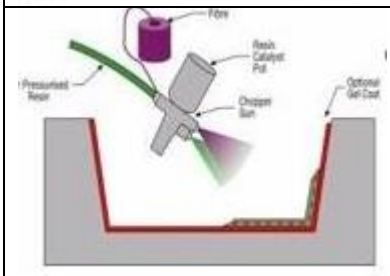
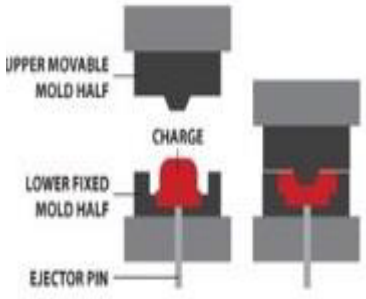
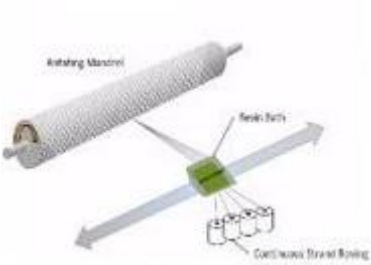
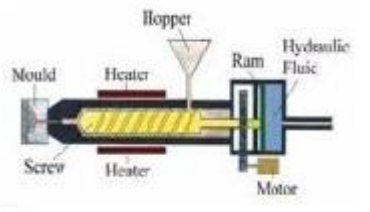
El Yatırması

El yatırma, elyaf takviyelerinin el ile konumlandırıldığı bir kalıplama yaklaşımım olup, polimer reçinesi lif takviyesine döküldü. Fiber takviyelerinin ikinci katmanı polimer reçine yüzeyinde bulunur ve katmanlar arasındaki havanın önüne geçmek için bir silindir takviyeli lif üzerine küçük bir gerilme ile hareket ettirilir. Bu işlem, uygun katmanlar istiflenene kadar her polimer reçinesi ve lif için tekrarlanır. Bu, oda sıcaklığında 24-48 saat civarında bir basınç altında tutuldu. Bu işlem daha düşük hacim için uygundur. Reçinelerde viskozitede düşük yoğunluk olması gerekir; elle işlenebilir hale getirilmesi, yüksek seyreltici / stiren seviyelerine duyulan ihtiyaç nedeniyle malzemenin mekanik özelliklerini azaltır. Bu işlem daha düşük hacim için uygundur. Bu yalnızca yan tarafta iyi yüzey kaplaması sağlar. Malzeme tasarımında daha fazla esneklik vardır. Bu işlem materyali üretmek için daha fazla döngü alır [67].

Püskürtme Yatırma

Püskürtme yatırma işlemi aynı zamanda el yatırma yönteminin uzantısı olan elle serme teknolojisinden biridir. Bu yöntemde, basınçlı reçine ve kesikli lifler şeklindeki takviye maddesinin püskürtülmesi için bir püskürtme tabancası kullanılır. Matris malzemesi ve takviye aynı anda veya aynı anda püskürtülebilir. Rulo içine sıkışan havayı çıkarmak için bir silindir püskürtülmüş yüzey üzerinde küçük bir gerinme ile haddelenir. Gerekli kalınlığa kadar püskürtmeden sonra, bu işlemden sonra oda sıcaklığında kürleme işlemi yapılır ve malzeme kalıptan çıkarılır. Bu yöntemde, bu mekanik özellikler nedeniyle düşük viskoziteli reçineler de kullanılır. Bu işlem daha düşük hacim için uygundur. Bu yalnızca yan tarafta iyi yüzey kaplaması sağlar. Malzemenin üretilmesi için daha düşük maliyet [66].

Tablo 7. Biyokompozitlerin ÜretimYöntemleri ve Örnek Uygulamalar [67].

Çalışma Prensibi	Yöntem	Biyokompozit Uygulaması
	**El Yatırması**	Çift Yönlü Jütlü Elyaf Epoksi Kompozitler
		Sisal-Jüt-Cam Elyaf Takviyeli Polyester Kompozitleri
		Hibrid Cam Fiber-Sisal / Jüt Güçlendirilmiş Epoksi Kompozitleri
		Muz Elyaf Takviyeli Polimer Kompozitleri
		Calotropis Gigentea Meyve Elyaf Takviyeli Polyester Kompozitleri
	**Püskürtme Yatırma**	Sisal ve Jütlü Elyaf Kompozitleri
		PLA Tabanlı Yeşil Kompozitler
		Hindistan Cevizi Kılıf Elyaf Takviyeli Epoksi Kompozitleri
		Nano Silikon Dioksit Ve Farklı Keten Yapılar
		Otsu lif li tarımsal bitki atıklı kağıt kutusu prototipi
	**Sıkıştırmalı Kalıplama**	Kısa Doğal Elyaf Takviyeli Polietilen ve Doğal Kauçuk Kompozitler
		Polyester ve Epoksi Reçine Matrisleri ile Jüt Elyaf Takviyeli Kompozitler
		Banana / Sisal Güçlendirilmiş Hibrit Kompozitler
		Polilaktik Asit (PLA) Kompozitlerinde Güçlendirici Olarak Doğal Lifler
		Şeker kamışı Bagasse Fiberleri Takviyeli Polipropilen Kompozitler
	**Filament Sarma**	Yenilenebilir Polimer Matrisli Selüloz Aseto-Butirat (CAB) ve Doğal Kauçuk (NR).
		Ramie Fiber İplik Takviyeli Kompozitler
		Jüt İplik-Biopol Kompozitleri
		Özelleştirilmiş Intervertebral Disk Protezleri
		İçin Çok Bileşenli Fiberle Güçlendirilmiş PHEMA Tabanlı Hidrojel kompozit
	**Enjeksiyon Kalıplama**	Dokuma Sisal Elyaflar Ve Doğal Kauçuk Modifiye Epoksi Reçine
		Bambu-Cam Elyaf Takviyeli Polimer Matris Hibrid Kompozitleri
		Vetiver-Polipropilen Kompozitleri
		Şeker kamışı Bagasse Fiberleri Takviyeli Polipropilen Kompozitler
		Polipropilen Güçlendirilmiş Palmiye Elyafları Kompozitler

Sıkıştırma Kalıplama

Sıkıştırılmış kalıplama sıkıştırılmamış kıyılmış fiberli termoplastik matrisler için veya rastgele yönlendirilmiş veya hizalanmış kısa veya uzun lifli hasırlar için kullanılır ancak termoset matrisleri ile de kullanılabilir. Lifler

sıklıkla termoplastik matris tabakaları ile sırayla stres ve sıcaklık uygulanmadan önce istiflenirler. Sıkıştırma kalıplama, genellikle önceden ısıtılmış kalıplama malzemesinin, açık, ısıtılmış bir dişi ve erkek kalıp boşluğunda [67] yer aldığı bir kalıplama tekniğidir.

Filament Sarma

Filament sargı, esasen açık veya kapalı uç yapıları üreten üretim sürecidir. Sistem, filamentleri dönen bir mandrel üzerine gergin altına sarmayı gerektirir. Mandren, bir taşıyıcı üzerinde bir nakliye gözü dönen mandrelin ekseni ile adım adım şekilde yatay olarak geçtiği, tercih edilen numunenin içinde elyaflar döşendiğinde bile milin etrafında veya perspektifinde döner. Düşük viskoziteli reçineler tipik olarak, bunların devam eden azaltılmış mekanik, sağlık ve güvenlik özellikleriyle birlikte kullanılmasını istemektedir [67].

Enjeksiyon kalıplama

Eleman için malzeme granülleri bir hazneden ısıtılmış bir hazneye beslenir, ısıtıcı şeritler kullanılarak eritilir ve karşılık gelen bir vidalı namluun sürtünme hareketi yapılır. Plastik, daha sonra, bir ağızlıktan sağa doğru soğutulduğu ve boşluğun konfigürasyonuna kadar sertleştiği bir kalıp oyuğu boşluğuna enjekte edilir. Küf aracı hareketli bir plakaya yerleştirilir - parça katılaştığında plaka açılır ve bileşen ejektör pimleri kullanılarak dışarı atılır. Bu işlem iyi bir yüzey finişi verir. Bu, daha yüksek hacimler için uygundur. Bu işlem çoğu termoset sisteminden daha düşük gerilme mukavemeti sağlar [67].

5. Sonuç

Doğal fiber kompozitler son on yılda sanayi ve araştırmacılar tarafından , inşaat, taşıtlar, paketleme ve diğer alanlarda büyük ilgi gördü. Bu, düşük maliyet, düşük yoğunluk (ve dolayısıyla yüksek spesifik özellikler), ekolojik kolaylık, işleme avantajları ve tüm yaşam döngüsü boyunca CO2 emisyonlarının azaltılması gibi bazı istenen özelliklerden dolayıdır. Bu gerçeklere rağmen, düşük mekanik özellikler , tokluk, özelliklerdeki değişiklikler, sıcaklık duyarlılığı, nem ve UV radyasyonu ve zayıf yangın direnci gibi bazı kısıtlamalar bulunmaktadır. Bu sınırlamalardan bazıları açık hava uygulamalarında kısa ömürlerine neden olur. Bitki elyafları çok yaygın olarak kullanılmaktadır ve farklı fiziksel ve mekanik özelliklere sahip çok çeşitli ürünler mevcuttur. Bugüne kadarki araştırmaların çoğu, bu materyallerin endüstri uygulamaları için kullanılmasının fizibilitesine ve gelecek vaat eden sonuçlara odaklanmaktadır. Bu çalışmada, gövde esaslı biyokompozitlerin, tarihsel gelişimleri, takviye ve matris malzemeleri, fiziksel ve kimyasal özellikleri, lif ve reçine modifikasyonları, üretim metodları,ve kullanım yerleri hakkında bilgi verilmiştir. Bu bilgiler ışığında Türkiye'nin tarımsal atık potansiyeline uygun bitkisel lifler seçilerek bunların biyokompozitlerde takviye malzemesi olarak kullanılabilirliğinin araştırılması ve böylelikle ülke ekonomisine katma değeri yüksek malzemeler planlanmaktadır.

Kaynaklar

[1] http://www.lucintel.com/lucintelbrief/potentialofnaturalfibercomposites-final.pdf Erişim tarihi: Ekim 2017.
[2] Faruk, O., Bledzki, A.K., Fink, H.P., and Sain, M.(2012) "Biocomposites reinforced with natural fibers: 2000–2010.", *Progress in Polymer Science* 37:1552–1596.
[3] Kozlowski R., Kicin´ska-Jakubowska A. and Muzyczek M. (2009), 'Natural fibres for interior textiles', in T. Rowe (ed.), Interior Textiles Design and Development, Woodhead Publishing Ltd, UK.
[4] Varghese, S., Kuriakose, B., and Thomas, S. 1994. Stress relaxation in short sisal fiber-reinforced natural rubber composites. Journal of Applied Polymer Science 53:1051–1060.
[5] Kaymakçı A., Ayrılmış N., Akbulut T. (2014), "Dış cephe Kaplamalarına Ekolojik bir Yaklaşım: Ahşap Polimer Kompozitler", 7. Ulusal Çatı & Cephe Sempozyumu 3– 4 Nisan 2014 Yıldız Teknik Üniversitesi Beşiktaş – İstanbul.
[6] Cook GJ, editor.(2001) Handbook of textile fibres. Cambridge: Woodhead Publishing Ltd.
[7] Ramamoorthy S, Skrifvars M, Persson A.(2015), "A review of natural fibers used in biocomposites:plant, animal and regenerated cellulose fibers". Polym Rev 2015;55:107–62.

[8] Deblois S, Wiegel J. Hemicellulases in lignocellulose degradation. In: Akin DE, Ljungdahl LG, Wilson JR, Harris PJ, editors. Microbial and plant opportunties to improve lignocellulose utilization by ruminants. New York, NY: Elsevier; 1990. p. 275–87.
[9] Sarkanen KV, Ludwig CH. Lignins: occurrence, formation, structure, and reactions. New York, NY: Wiley-Interscience; 19711–18.
[10] Mussig J, editor., (2010)Industrial applications of natural fibres: structure, properties and technical applications. Chichester: Wiley & Sons, Ltd.; 2010.
[11] Nelson DL, Cox MM. (2000)Lehninger principles of biochemistry. 3rd ed. New York, NY: Worth Publishers.
[12] Dittenber, D.B., and GangaRao, H.V.S. (2012). Critical review of recent publications on use of natural composites in infrastructure. Composites: Part A 43:1419–1429.
[13] Barbero, E.J. (2011). Introduction to Composite Materials Design. Boca Raton, FL: Taylor & Francis.
[14] Jawaid, M. and Abdul Khalil, H.P.S.(2011). Cellulosic/synthetic fiber reinforced polymer hybridcomposites: A review. Carbohydrate Polymers 86:1–18
[15] Rowell, R.M., Young, R.A., and Rowell, J.K. (1997). Paper and Composites from Agrobased Resources. Boca Raton, FL: CRC Press.
[16] Rowell, R.M. and Clemons, C.M. (1992). Chemical modification of wood fiber for thermoplasticity, compatibilization with plastics and dimensional stability. Paper presented at the International Particleboard/Composite Materials Symposium, Pullman, WA.
[17] TAPPI Test Methods. (2002). TAPPI Press: Atlanta, GA.
[18] Dewilde, B. (1983) 20 Eeuwen Vlas in Vlaanderen; Lannoo, Teilt, Bussum, 1983.
[19] Kvavadze, E.; Bar-Yosef, O.; Belfer-Cohen, A.; Boaretto, E.; Jakeli, N.; Matskevich, Meshveliani.(2009) "30,000-year-old wild flax fibers", Science 2009, 325(5946), 1359.
[20] Charlet, K.; Baley, C.; Morvan, C.; Jernot, J. P.; Gomina, M.; Breard, J.(2007) "Characteristics of hermes flax fibres as a function of their location in the stem and the properties of the derived unidirectional composites", Composites Part: A 2007, 38(8), 1912–1921.
[21] Baley, C.(2002) "Analysis of the flax fibres tensile behavior and analysis of the tensile stiffness increase", Composites Part: A 2002, 33(7), 939–948.
[22] Dittenber, D. B.; Gangarao, H. V. S.(2012) "Critical review of recent publications on use of naturalcomposites in infrastructure", Composites Part A: Applied Science and Manufacturing 2012,43(8), 1419–1429.
[23] Lilholt, H.; Toftegaard, H.; Thomsen, A. B.; Schmidt, A. S. "Natural composites based on cellulosic fibres and polypropylene matrix. Their processing and characterization", In: Proceedings of ICCM 12, Paris, France, 1999.
[24] Cristaldi, G.; Latteri, A.; Recca, G.; Cicala, G. "Composites Based on Natural Fibre Fabrics", Woven Fabric Engineering 2010, 317–342.
[25] Khalil, A.;Rozman, H. D.;Ahamd, N. N.; Ismail, H. "Acetylated plant-fibre-reinforced polyester composites: A study of mechanical, hydrothermal and ageing characteristics", Polymer Plastics Technology Engineering 2000, 39(4), 757–781.
[26] Pillin, I.;Kervoelen, A.;Bourmaud, A.;Goimard, J.; Montrelay, N.;Baley,C. "Could oleaginous flax fibres be used as reinforcement for polymers?" Industrial Crops and Products 2011, 34(3), 1556–1563.
[27] Alix, S.; Philippe, E.; Bessadok, A.; Lebrun, L.; Morvan, C.; Marais, S. "Effect of chemical treatment on water sorption and mechanical properties of flax fibres", Bioresource Technology 2009, 100(20), 4742–4749.
[28] Charlet, K.; Jernot, J. P.; Gomina, M.; Breard, J.; Morvan, C.; Baley, C. "Influence of an Agatha flax fibre location in a stem on its mechanical, chemical and morphological properties", Composites Science and Technology 2009, 69(9), 1399–1403.
[29] Charlet, K.; Jernot, J. P.; Breard, J.; Gomina, M. "Scattering of morphological and mechanical properties of flax fibres", Industrial Crops and Products 2010, 32(3), 220–224.
[30] Yan, L., Chouw, N., Jayaraman, K. (2014)"Flax fibre and its composites: A review", Composites Part B: Engineering 2014, 56, 296–317.
[31] Faruk, O.; Bledzki, A. K.; Fink, H. P.; Sain, M.(2012) "Biocomposites reinforced with natural fibers: 2000–2010", Progress in Polymer Science 2012, 37(11), 1552–1596.

[32] Shahzad A.(2012) "Hemp fiber and its composites: A review", Journal of Composite Materials 2012, 46(8), 973–986.
[33] Barber, E. J. W. (1991)Prehistoric Textiles: The Development of Cloth in the Neolithic and BronzeAges with Special Reference to the Aegean; PUP: Princeton, NJ, 1991.
[34] Olesen P. O.; PlackettD.V. (1999)"Perspectives on the performance of natural plant fibers", In: Natural Fibres Performance Forum – Plant Fibre Products – Essentials for the Future, Copenhagen, Denmark, May 27–28.
[35] Kandachar, P.; Brouwer, R.(2001) "Applications of bio-composites in industrial products", MaterialResearch Society Proceedings. 2001, 702, 101–112.
[36] Nishino, T. "Natural fiber sources", In: Green Composites: Polymer Composites and the Environment; Baille, C., ed.; Woodhead Publishing: UK, 2004, pp 49–80.
[37] Pickering, K. L.; Beckermann, G.W.; Alam, S. N.; Foreman, N. J. "Optimising industrial hemp fiber for composites", Composites Part A: Applied Science 2007, 38(2), 461–468.
[38] Pan, N. C.; Day, A.; Mahalanabis, K. K. Properties of jute. Indian Textile Journal 2000, 110(5), 16–23.
[39] Guo-Qing, L. "Archeological evidence for the use of 'chu-nam' on the 13th century Quanzhou ship, Fujian Province, China", International Journal of Nautical Archaeology 1989, 18(4), 277–283.
[40] Chakrabarty, D. Rethinking Working-Class History: Bengal, 1890–1940; Princeton University Press: Princeton, NJ, 2000.
[41] Lewington, A. Plants for People; Transworld Publisher: London, 2003.
[42] Mishra, H. K.; Dash, B. N.; Tripathy, S. S.; Padhi, B. N. "A study on mechanical performance of jute-epoxy composites", Polymer-Plastics Technology and Engineering, 2000, 39(1), 187–198.
[43] Khondker, O. A.; Ishiaku, U. S.; Nakai, A.; Hamada, H. "A novel processing technique for thermoplastic manufacturing of unidirectional composites reinforced with jute yarns", Composites Part A: Applied Science and Manufacturing 2006, 37(12), 2274–2284.
[44] Mohanty, A. K.; Khan, M. A.; Hinrichsen, G. "Influence of chemical surface modification on the properties of biodegradable jute fabrics-polyester amide composites", Composites Part A: Applied Science and Manufacturing 2000, 31(2), 143–150.
[45] Singh, B.; Gupta, M.; Verma, A. "The durability of jute fibre-reinforced phenolic composites", Composites Science and Technology 2000, 60(4), 581–589.
[46] Razera, I. A. T.; Frollini, E. "Composites based on jute fibers and phenolic matrices: Properties of fibers and composites", Journal of Applied Polymer Science 2004, 91(2), 1077–1085.
[47] Aziz, S. H.; Ansell, M. P.; Clarke, S. J.; Panteny, S. R. "Modified polyester resins for natural fiber composites", Composites Science and Technology 2005, 65(3), 525–535.
[48] Lee, S. A.; Eiteman, M. A. "Ground kenaf core as a filteration aid", Industrial Crops and Production 2001, 13(2), 155–161.
[49] Karnani, R.; Krishnan, M.; Narayan, R. "Biofiber–reinforced polypropylene composites", Polymer Engineering & Science 1997, 37(2), 476–483.
[50] Nishino, T.; Hirao, K.; Kotera, M.; Nakamae, K.; Inagaki, H. "Kenaf reinforced biodegradable composites", Composites Science and Technology 2003, 63(9), 1281–128
[51] Shibata, S.; Cao, Y.; Fukumoto, I. "Lightweight laminate composites made from kenaf and polypropylene fibres", Polymer Testing 2006, 25(2), 142–148.
[52] Liu, W.; Drzal, L. T.; Mohanty, A. K.; Misra, M. "Influence of processing methods and fiber length on physical properties of kenaf fiber reinforced soy based biocomposites", Composites Part B: Engineering 2007, 38(3), 352–359.
[53] Cho, D.; Lee, H. S.; Han, S. O. "Effect of fiber surface modification on the interfacial and mechanical properties of kenaf fiber–reinforced thermoplastic and thermosetting polymer composites", Composite Interfaces 2009, 16(7–9), 711–729.
[54] Kasolang, S.; Ahmad, M. A.; Ghazali, F. A.; Azmi, A. M. "Preliminary study of dry sliding wear in kenaf epoxy and carbon epoxy composites", Applied Mechanics and Materials 2011, 52, 464–469.
[55] Ochi, S. "Mechanical properties of kenaf fibers and kenaf/PLA composites", Mechanics of Materials 2008, 40(4–5), 446–452.
[56] Serizawa, S.; Inoue, K.; Iji, M. "Kenaf-fiber-reinforced poly(lactic acid) used for electronicproducts", Journal of Applied Polymer Science 2006, 100(1), 618–624.

[57] Batra, S. K. Other Long Vegetable Fibers: Abaca, Banana, Sisal, Henequen, Flax, Ramie, Hemp, Sunn and Coir; CRC Press: Boca Raton, FL, 2007, pp. 453–520.
[58] Nam, S.; Netravali, A. N. "Green composites. II. Environment-friendly, biodegradable composites using ramie fibers and soy protein concentrate (SPC) resin", Fibers and Polymers 2006, 7(4), 380–388.
[59] Yu, T.; Ren, J.; Li, S.; Yuan, H.; Li, Y. "Effect of fiber surface-treatments on the properties of poly(lactic acis)/ramie composites", Composites Part A: Applied Science and Manufacturing 2010, 41(4), 499–505.
[60] Kim, J. T.; Netravali, A. N. "Mechanical, thermal and interfacial properties of green composites with ramie fiber and soy resins", Journal of Agricultural and Food Chemistry 2010, 58(9), 5400–5407.
[61] Ramamoorthy S.K., Skrifvars M., Presson A., "A Review of Natural Fibers Used in Biocomposites: Plant, Animal and Regenerated Cellulose Fibers", Polymer Reviews, 55:107–162.
[62] Mohanty,A.K.;Misra,M.;Drzal,T. (Eds.) Natural Fibers, Biopolymers, and Biocomposites; CRC Press: Boca Raton, FL, 2005
[63] Tahir, P.Md., Ahmed A.B., SaifulAzry S.O.A, Ahmed Z., (2011), Review of Bast retting" BioResources 6(4), 5260-5281.
[64] Gurunathan T, Mohanty S, Nayak SK. A review of the recent developments in biocomposites based on natural fibres and their application. Compos Part A 2015;77:1–25, Elsevier.
[65] Ray, D., (2017), Biocomposites for High-Performance Application, 2017 Elsevier Ltd.
[66] Asokan P., Firdoous M., Sonal W., (2012),CSIR-Advanced Materials and Processes Research Institute, Habibganj Naka, Bhopal-462064, India Received: January 30, 2012.
[67] Srinivas K., Naidu A.L.,Bahubalendruni MVA, (2017), A Review on Chemical and Mechanical Properties of Natural Fiber Reinforced Polymer Composites , International Journal of Performability Engineering, Vol. 13, No. 2, March 2017, pp. 189-200.

YALOVA MESLEK YÜKSEKOKULU TEKSTİL TEKNOLOJİSİ PROGRAMI ÖĞRENCİLERİNİN ÖĞRENME STİLLERİNİ ÖLÇMEYE DAYALI BİR ARAŞTIRMA

Recep Özcimder[1], İsmail Bayraktar[2]
Yalova Üniversitesi, Türkiye

1. Giriş

Bu çalışmada, Öğrenme ve öğretme kavramlarıyla ilgili çok büyük değişimler olmaktadır. Gelişen teknoloji bilgiyi algılama, bilgiye ulaşma, program çözme gibi kavramları etkilemektedir. Buna bağlı olarak da pek çok öğrenme stili ortaya konmaktadır.

Öğrenme stilleri, her bireyde doğuştan var olan ve bireylerin öğrenme süreçlerini etkileyen önemli karakteristik özelliklerdir. Öğrenme stilleri; görsel, işitsel, kinestetik ve dokunsal olmak üzere dört gruba ayrılmıştır. Çevremize baktığımızda da bazı bireylerin görerek, bazılarının da duyarak daha kolay öğrendiklerini görebiliriz. Bazıları ise dokunarak ve deney yaparak daha kalıcı öğrenirler. Bunların hepsi bireylerde hangi öğrenme stilinin daha baskın olarak kullanıldığı ile ilgilidir.

Bu çalışmanın amacı Yalova Üniversitesi Yalova MYO Tekstil Teknolojisi Programı 1. ve 2. Sınıf öğrencilerinin öğrenme stillerini tespit ederek, öğretme yöntemlerine önerilerde bulunmaktadır.

Bu çalışmada öğrenme stillerini ölçen 33 soruluk bir anket Yalova Üniversitesi Yalova MYO Tekstil Teknolojisi Programı 1. ve 2. Sınıf öğrencilerinden oluşan 105 kişilik bir gruba uygulanmıştır. Çalışma sonucu istatistiki olarak değerlendirilmiş ve öğrenciler görsel, işitsel, dokunsal ve kinestetik ağırlıklar olarak gruplara ayrılmıştır.

2. Öğrenme Stilleri

Çağımızın bilgi çağı olması ve öğrenmede kazanılması gereken bilgi, beceri, tutum ve davranışların gün geçtikçe artması, bireyin etkin öğrenmeyi bilmesini zorunlu hale getirmektedir. Eğer bireylerin öğrenme stillerinin ne olduğu belirlenirse, bu bireylerin nasıl öğrenebileceği ve onlara yönelik nasıl bir öğretim planlanacağı da daha kolay bir biçimde kestirilebilir.

Öğrenme Stilleri her bir öğrencinin yeni ve zor bilgiyi öğrenmeye hazırlanırken, öğrenirken ve hatırlarken farklı ve kendilerine özgü yollar kullanmasıdır. Öğrenme stillerimiz doğuştan var olan karakteristik özelliğimizdir. Yaşamımızın her anında ve her boyutunda davranışlarımızı etkiler. Yürürken, yatarken, otururken, konuşurken, oynarken, yazarken bizi etkiler ve bu özelliğimize göre bu eylemleri yaparız.

Üç çeşit öğrenme stili vardır: GÖRSEL, İŞİTSEL, KİNESTETİK. Çoğunlukla biri ağırlıklı olmak üzere her üç öğrenme stiline de sahip olabiliriz. Bir öğrenme stili bir diğerinden iyi veya kötü değildir. Herkes yaşamı boyunca tüm stilleri kullanmakta ancak bir tanesini daha fazla tercih etmektedir.

2.1. Görsel Öğrenme Stili

Görsel yaklaşımı tercih eden insanlar çoğunlukla baş ve vücutları dimdik ve gözleri yukarılara bakar şekilde ayakta du-rurlar veya otururlar. Derin derin nefes alma eğiliminde değiller-dir. Genelde, normalden yüksek bir ses tonuyla hızlı hızlı konuşurlar ve konuşma esnasında düşünceleri de çok hızlıdır. Onların bir özelliği olarak sandalyelerinde öne doğru oturacaklardır ve düzenli, titiz ve itinalı görüneceklerdir. Görsel insanlar bir şeyleri resimleri görerek hafızalarında tutarlar ve onlar için sesler kolay kolay ne dikkat çeker ne de ilgi uyandırır. Sözlü yönlendirmeleri hatırlamak konusunda çoğu zaman sıkıntıları vardır çünkü zihinleri başıboş dolaşma eğilimindedir. Görsel kelimeleri veya yüklemleri kullanma eğilimindedirler. Görsel insanlar, görüntüyle bir

şeylerin nasıl göründüğü ile ilgileneceklerdir. Nüfusumuzun yüzde atmış civarı bu gruptadır. Bunda televizyonun payı vardır. Görüntülerle düşünürler ve bu ışık hızı gibidir. Büyük bilim adamları keşiflerini en ince detaylarına varana kadar hayallerinde canlandırabiliyorlardı. Bu gruptaki insanlar işitsellere göre duygularına göre daha uzaktadırlar. Görseller düşünürken şekiller çizerler kağıtlara, düşüncelerini şekillere dökerler. Belgesellere tutkuludurlar. Neden sonuç soruları akıllarını kurcalar, aletlerin nasıl çalıştıklarını hep merak ederler. Resme yetenekleri vardır. Rüyaları renkli hatırlarlar. Birisinin göz bebeklerinin büyümesi ve odaklanmamış bir şekilde ileriye bakması onun zihninde resimler oluşturduğunu gösterir. Görseller omuz kaslarını çok gerdikleri için omuz kaslarını gevşetici egzersizler yapmaları kendi yararlarına olur.

Ders çalışma Stili: Gördüğünü hatırlar. Metin ve çizimleri takip eder. İnsanları eşyaları, resimleri gözlem yoluyla tanır/kavrar.

Öğrenme Stili: Bilgisayar grafiklerini, Görsel yapboz haritaları, posterleri, grafikleri, şemaları, karikatürleri, ilan panolarını inceleyerek ve çizerek öğrenir.

En iyi okumayı öğrenme: Sessiz okuma, resimli romanlar, yazılı posterler.

Güçlü Yanları: Görülen ve okunan şeyler hatırlanır. Net ve güçlü görürler. Renkleri güçlü görürler ve renklerle düşünürler. Resimlerle veya sözcüklerle düşünmeye yatkındırlar. Bir şeylerin görüntüsüne veya konumuna yatkındırlar. Yüzleri iyi hatırlarlar. Raporların anlatılmasındansa yazılı olmasına yatkındırlar. Planlı ve programlı olurlar.

2.2. İşitsel Öğrenme Stili

İşitsel yaklaşımı tercih eden insanlar düşündükleri zaman gözlerini yanlarına doğru kaydırırlar. Göğüslerinin ortasından nefes alıp verirler. Gürültü kolaylıkla dikkatlerini dağıtabilir. Kendi kendilerine sessizce konuşurlar ve bunu yaparken bazen dudakları hareket eder. Görsel insanlar kadar yüksek perdeden olmamakla birlikte konuşurken yankılanan bir ses tonları vardır. Sesleri ritmik ve hatta musikilidir. Söylenen şeyleri kolaylıkla size tekrar edebilirler ve dinleyerek öğrenirler. Genellikle müzik-ten ve telefonda konuşmaktan hoşlanırlar.

Adım adım ve belli bir sıraya göre ezberlerler. İşitsel bir kişi, konuşma esnasındaki geribildirimlerden, belli bir ses tonundan veya kararlılığı bildiren sözlerden oluşmuş cevaplardan hoşlanır. "Kulağa hoş geliyor ”gibi işitsel yüklemleri kullanma eğilimindedirler. İyi dinleyiciler olarak konuşma sesinden hoşlanırlar. İşitsel kişiler siz konuşurken size bakmak yerine kulaklarını size doğru çevirirler. Sizse göz kontağı kurmadığı için ona kızabilirsiniz. Söylediklerinizi harfi harfine dinliyordur.

İşitseller nüfusun yüzde yirmisini oluşturuyor. Geçmişte radyonun yaygın olduğu dönemlerde bunun daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Konuşmaları ritmik ve melodiktir. Gözler sağa ve sola giderken, baş da genellikle dinlenilen kişinin tarafına doğru eğilir. Dinlemeyi bilen insan sayısının az olduğu dünyamızda en iyi dinleyiciler işitsellerden çıkıyor. İşitseller başkalarıyla olduğu kadar kendileriyle de baş başa kalmaktan, kendileriyle konuşmaktan zevk alır.

Yürüyüşleri de konuşmaları gibi ritmiktir işitsellerin. Onunla iletişimi koparmak istiyorsanız monoton bir sesle konuşmaya başlayın ya da konuşurken hızla hareket edin. Çenesi düşükler de işitsellerden çıkar.

Görseller için gözden uzak olan gönülden de uzak olabilir, görüntü çabucak kaybolabilir ama ses ışıktan daha yavaş olduğu için işitseller duyguların frekansına görsellerden daha yakındır. Bu nedenle arkadaşlıklar kolay kolay ölmez. Bir söz, bir şarkı hafızalardan yıllarca silinmez. Aşk acısı çeken işitsel arkadaşınız, ayrılığın üzerinden uzun zaman geçtiğinde bile size hala sevgilisiyle yaptıkları konuşmaları değişik yorumlarla tekrar tekrar anlatıyordur.

İşitsel arkadaşınız duygularını kolaylıkla dile getirdiği için, bu duygu ve iç görüleri paylaşım ihtiyacı onu özellikle bir başka işitselle kolaylıkla arkadaşlık kurmaya yönlendirir. Dinlemeyi de bildiği için de bu

arkadaşlık sürer. Eğer frekansının tuttuğu bir arkadaşı yoksa ya da içe dönük bir yapıya sahipse bu kez de yazar.

Güzel yazma onların işi değildir, ancak güzel konuşma tam onlara göredir. Yabancı dilde o dilin ahengine kendilerini kaptırırlar ve o dili çok çabuk telaffuz ederler. İşitseller her konuyu tartışmak isterler. Müziğe duyarlıdırlar. İş yaparken radyo dinlemeyi severler.
Ders çalışma Stili: İşittiklerini hatırlar. Sözel ifadeleri takip eder. Dinleyerek ve konuşarak öğrenir.

Öğrenme Stili: Konuşarak, mülakat yaparak, panellere katılarak, soru sorarak ve cevap vererek

En iyi okumayı öğrenme: Seslendirme, yüksek sesle okuma, masal kitapları ve kasetlerini dinleme, olay ve öyküler hakkında sohbet etme.

Güçlü yanları: İşittiklerini hatırlarlar yazarken konuşurlar (bunun bazen dezavantaj olduğu da söylenebilir). Uzun anlatımlarda bile anlatılanların içerisinde kaybolmazlar. İyi bir hatip olabilirler Müzik hatırlamalarını kolaylaştırır. Pek çok kişi için bir anlam ifade etmeyen ses, ritim, melodi onların pek çok şeyi hatırlamalarını sağlar.

2.3.Kinestetik Öğrenme Stili

Kinestetik yaklaşımı tercih eden insanlar ciğerlerinin en dibinden nefes alıp verirler ve onlar nefes alıp verirken midelerinin inip kalktığını görürsünüz. Düşünürken aşağıya ve sağa bakma eğilimindedirler. Çoğunlukla oldukça derinden gelen bir sesleri vardır. Sözlerini tartarak ve sözleri arasında sessiz boşluk bırakarak yavaş yavaş konuşurlar. Onlar görsel bir insana göre daha yavaş düşünüyor ve konuşuyor görünürler.

Fiziksel ödüllere ve dokunmaya cevap verirler. Aynı zamanda kinestetik insanlar konuşma esnasında görsel bir kişiye göre konuştukları insana daha yakın durma eğilimindedirler. Yaparak veya bir doğru yürüyerek ezberlerler. Kinestetik his yüklemleri kullanma eğilimindedirler. Bir şeylerin nasıl hissedildiği konusuyla ilgilidirler. Çocukluğunda dokunulan, kucaklanan, okşanan, sevildiği kendisine her yolla ifade edilen çocuklarda sıklıkla görülür. Hatırlamak ve tasarlamak için hep aşağıya bakarlar. Yapacakları işleri olayın içinde hissettikleri şekilde düşünürler. Giyeceği elbiseyi düşünürken onun içinde nasıl hissettiği akıllarına gelir. Yemeğin lezzeti, dondurmanın içindeki çikolata tanelerinin dilindeki kayganlığı hatırlarına gelir. Bu kişiler dokunarak ve yaparak öğrendikleri için onlar ayakta yürürken sizi dinlerler.

Ders çalışma Stili: Yaşadıklarını hatırlar. Fiziksel etkinlikler içinde öğrenir. Yaptıkları ilgilendirir.

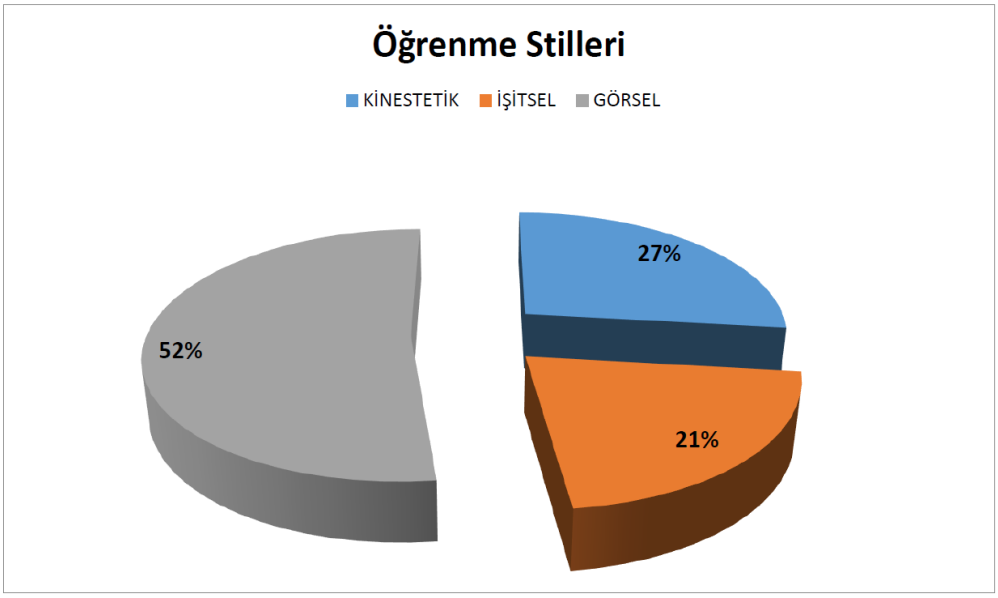
Öğrenme Stili: Yer oyunlarını oynayarak, eşyaları yapıp bozarak, maket veya model yaparak, hoplama zıplama veya hareketli eylemler.

En iyi okumayı öğrenme: Pandomim, oyunlarda rol alma, kondisyon bisikleti çevirirken dinleme gibi. Ve ayrıca dokunsal öğrencilerde, Dokunduklarını hatırlarlar. Dokundukları ve yazdıklarını takip eder. Karalayarak, eskiz yaparak ve model inşa ederek kabartma yazılar kullanarak öğrenirler. Deney kurarak, iz sürerek öğrenirler. Yazma, inşa etme, bir eylem gerçekleştirme vs.

Güçlü yanları: Yapılanı hatırlarlar. Dokunma ve hareket önemlidir. Oyunlara bayılırlar. Ya eğlendirmelidirler ya da eğlenmelidirler. Taklit ederek ve deneyerek öğrenirler. Dokunarak anlam çıkarmaya çalışırlar. Rahat giyinmeyi severler. Hissettiklerinden konuşmayı severler. Sportif olmaya müsaittirler. Hareketi içeren etkinlikleri severler; dans etmeyi, koşmayı, yüzmeyi, yemeyi, yemek pişirmeyi, gezmeyi. Bu öğrenciler laboratuvar ortamlarında çok başarıdırlar.

3. Sonuç

Yalova Meslek Yüksekokulu Tekstil Teknolojisi öğrencisi olan 105 öğrenciye 33 soruluk bir anket uygulanmıştır. Anket sunucu değerlendirilmiş ve aşağıdaki grafik elde edilmiştir.



Grafikten de görüldüğü gibi öğrencilerin büyük bir çoğunluğu görsel öğrenme stiline sahip öğrencilerdir. Öğretim görevlisi arkadaşlarla bu bilgiler paylaşılmış ve öğrenme materyalleri buna uygun olarak desteklenmiştir.

3 BOYUTLU DOKUMA KUMAŞLAR VE GELİŞMELER

Recep Özcimder[1], İsmail Bayraktar[2]
Yalova Üniversitesi, Türkiye

Özet

Bu çalışmada, uzay, inşaat, giyim, askeriye, denizcilik, tıp gibi birçok sektörde kullanılan ve kullanımı giderek artan 3 boyutlu dokuma kumaşların üretim yöntemleri ve son gelişmeleri incelenmiştir.

3 boyutlu kumaşlar örme, dokusuz yüzey, braiding ve dokuma olarak üretilmektedir. İncelemede bu üretim yöntemlerinden dokuma 3 boyutlu kumaş yapıları, çeşitleri, üretim yöntemleri ve son gelişmelere yer verilmiştir. Üretimi ve kullanımı son yıllarda hızlıca artan bu konuda yapılan çalışmalar örneklerle açıklanmaktadır.

Bu çalışmanın amacı üretim ve kullanımı giderek artan bu konuda sektörü bilgilendirmek ve bu konulara yönelmelerini sağlamaktır. Çünkü katma değeri diğer tekstil alanlarına göre çok yüksek olan bu sektördeki gelişmeleri takip etmek ve bu konularda çalışmalar ve üretim yapmak hem Türk tekstil sektörüne hem de Türk ekonomisine katkı sağlayacaktır.

Anahtar Kelimeler: 3 boyutlu kumaşlar, Örme, Dokusuz yüzey, Braiding dokuma

1. Giriş

Üç boyutlu dokuma kumaşlar, iplik veya kumaş tabakaları tarafından oluşturulan kalınlıkları yönünde; belirli bir boyuta sahip olan yapılardır. Üç boyutlu dokuma kumaşlar kalınlıkları yönünde yüksek mekanik karakteristik göstermektedir. Entegre bir yapı halde kalınlık değerine sahip olmaları iki boyutlu kompozit malzemelerde gözlenen delaminasyon problemini tamamen ortadan kaldırmaktadır.

2. Üç Boyutlu Kumaşlar

Üç boyutlu dokuma kumaş üretim yöntemleri, yüksek modüllü liflerin x, y ve z yönlerinde düşük kıvrım oranı ile yapıya dâhil edilebilmelerini mümkün kılmaktadır. Liflerde kıvrım oranının düşmesi; yapının lif/hacim oranının artmasını sağlamaktadır dolayısıyla kumaşlarda elastisite modülü yükselmekte, mukavemet artışı gözlemlenmektedir.

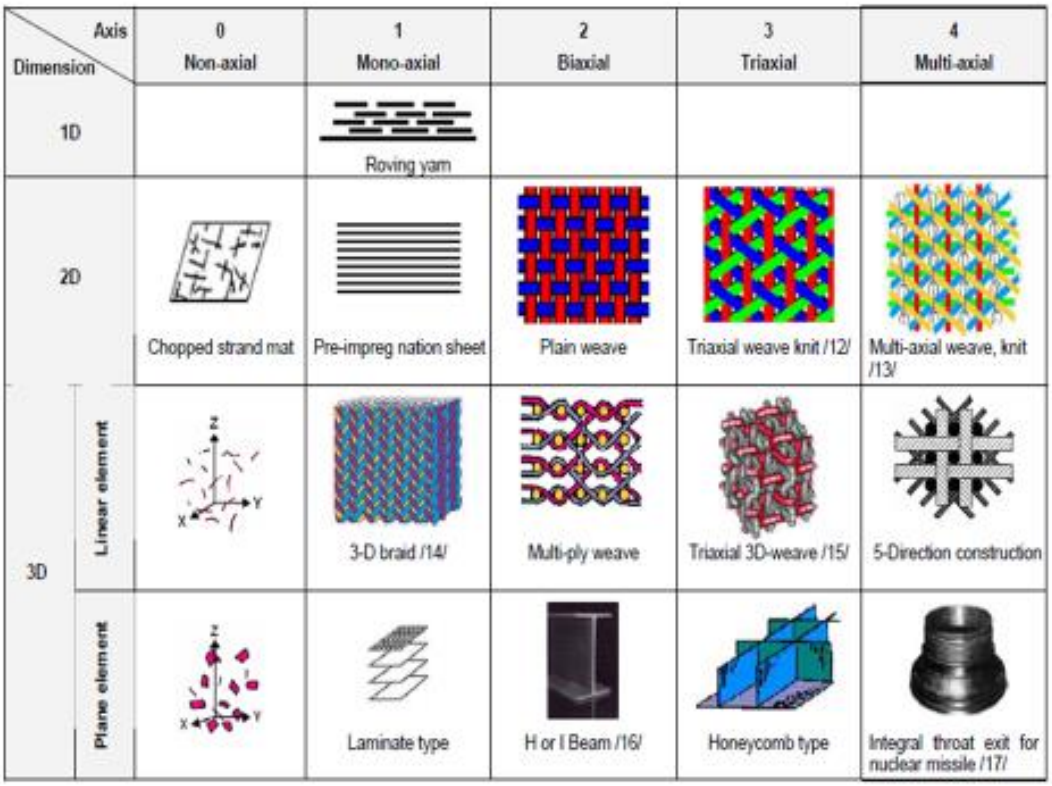
Çok katlı kumaşlar, iki ayrı tekstil yüzeyinin bir bağlantı ipliği veya tabakası ile bağlanması sonucu oluşan üç boyutlu tekstil yüzeyleridir. Çok katlı tekstiller ile ilgili ilk patent, 1868 yılında Matthew Townsend tarafından alınmıştır. Teknolojik açıdan çok yeni olmamakla birlikte, uygulamada kullanımı yenidir ve son yıllarda teknik tekstil yapıları içinde yeni bir jenerasyon olarak yer almaktadır

En son 2016 Eylül ayında Fransa da yapılan 7.Dünya 3 boyutlu kumaşlar Konferansında ki düzenlemeye göre 3 boyutlu kumaş çeşitleri şöyle sıralanmıştır.

- Nonwoven
- Örme
- Dokuma
- Braiding
- Çok tabakalı yüzeyler
- 3D şekilli katılar – 3D Shaped Solid
- 3D İçi boş-hortum kumaşlar- 3D Hollow
- 3D kabuk kumaşlar – 3D Shells
- Birden fazla bağlantılı kumaşlar

Yine aynı konferans ta uygulama/kullanma alanları ile ilgili kategorilerde şöyledir;

- Uzay
- Otomotiv
- Denizcilik
- Askeriye
- İnşaat
- Tıp&Sağlık
- Koruma
- Akıllı metaryaller
- Giysiler



NEDEN 3D KUMAŞ?

Tekstil kompozit malzemeler, düşük ağırlıklarına nazaran sahip oldukları yüksek mukavemet değerleri ile metal ve seramik malzemelerden yüksek mekanik davranış göstermektedirler. Fakat iki boyutlu kumaşlar ile üretilen kompozit malzemeler, düşük kalınlık değerine sahip oldukları için kalınlıkları doğrultularında düşük mekanik davranış sergilemektedirler.

2D YÜZEYLER

- Tek düzlem
- Kalınlık çok az
- Tek katmanlı tasarım
- Bezayağı, dimi, saten, vb.
- Laminasyonda kullanılır

2D KUMAŞLARIN DEZAVANTAJLARI

- Anisotropic
- Zayıf düzlemsel makas direnci

- Kıvrım varlığına bağlı olarak lif materyalinden daha az modül

3D KUMAŞLARIN AVANTAJLARI
- Kumaş kalınlığı dışında
- z yönünde bir iplik
- Tek bir kumaş sistemi ve entegre bir yapı

KARAKTERİSTİK AVANTAJLAR
-Boyutsal stabilite
-Konfor
-Kalıplanabilme kabiliyeti
-Çok yönlü mekanik gerilmeye dayanıklılık
-Tabakalar arası hasar ve mukavemet toleransı

MALİYET AVANTAJI
-Kompozit üretimine göre daha ucuz
-Hızlı,kolay ve düşük maliyetli yüksek performanslı çözümler

PERFORMANS AVANTAJI
-Boyutsal direnç
-Sıkıştırma direnci
-Ani etki direnci
-Uzun ömürlü

2D laminatların dezavantajlarının üstesinden gelmek için, yapıdaki kalınlık mekanik özelliklerini sağlayabilen 3 boyutlu kumaşlar geliştirilmiştir. 2D laminatlarla karşılaştırıldığında, 3D dokuma kompozitler aşağıdaki avantajlara sahiptir:

1- 3D dokumalardan komplike ağ şekilli preformları üretebilir. Bu, malzeme maliyetini ve taşıma süresini büyük ölçüde azaltır ve nihayetinde daha iyi mekanik özellikler verir.
2.Kalınlık özellikleri z ipliklerinin miktarını kontrol ederek ayarlanabilir.
3. 3D dokuma kompozit yüksek balistik ve düşük hız darbe direncine sahiptir.
4. 3D kompozit, 2D laminatlardan daha iyi çarpma sonrası mekanik özellikler sağlar.
5. 3D dokuma kompozitlerin 2D laminatlardan daha yüksek bir kırılma şekil değiştirme özelliği vardır.
6. Dokuma kumaşlar, çok düşük bir makaslama rijitliğine sahiptir ve bu da çok iyi şekillendirilebilirlik kazandırır.

I) 3d yapıların türüne göre

3D KATI
-Çok katmanlı
-Ortogonal
-Açılı interlok

3D İÇİ BOŞ
- Düz yüzey
- Pürüzlü yüzey

3D KABUK
-Örgü kombinasyonu ile
-Değişken çekim ile
-Kalıplama ile

3D NODAL
- Düğüm ile

- Boğum ile

II) İşlem türüne göre

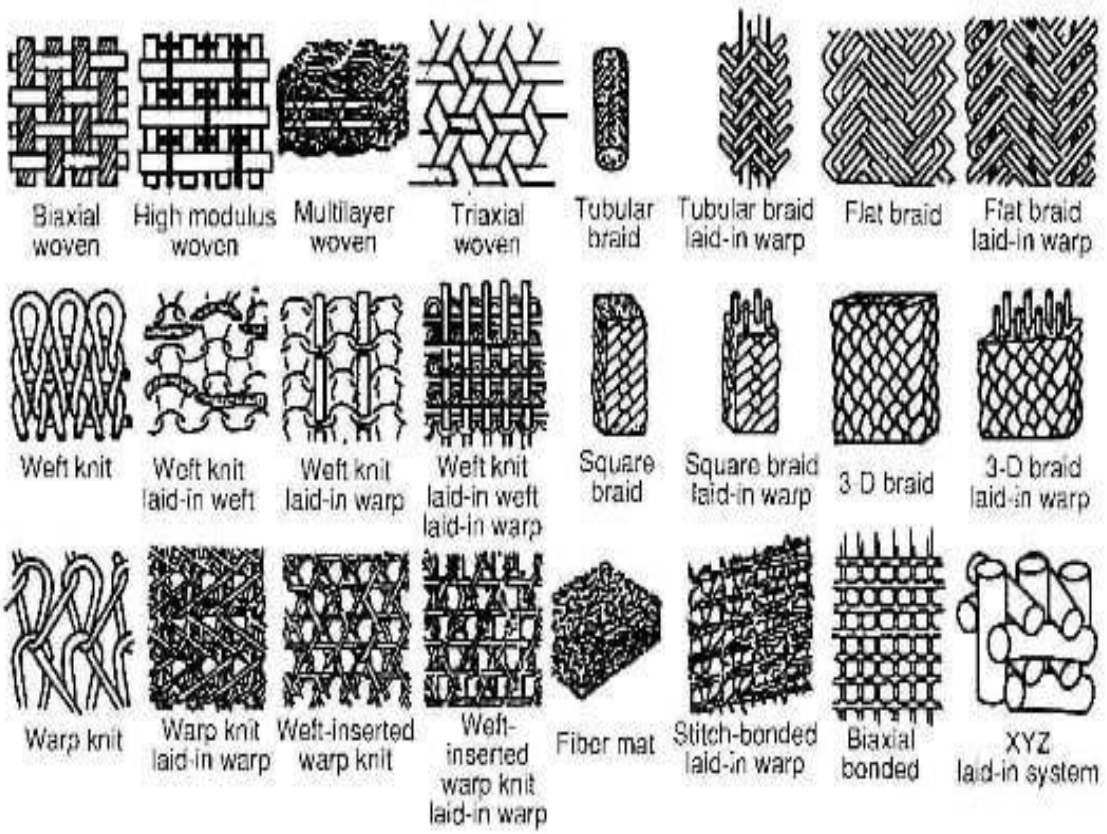
- 3D Dokuma
- 3D Örme
- 3D Nonwoven
- Braiding

III) Dokuma işleminin türüne göre

- 2D dokuma – 3D kumaş
- 3D dokuma – 3D kumaş
- NOOBING

Üretim yöntemleri

- 3 boyutlu kumaşlar aşağıdaki yöntemlerle / ilkelerle üretilebilir:
- Dikiş Operasyonu prensibine göre
- Çok Katmanlı prensibine göre
- Ortogonal prensibine göre
- Açılı bağlantı prensibine göre
- Çift Yönlü ağızlık açma yöntemine göre



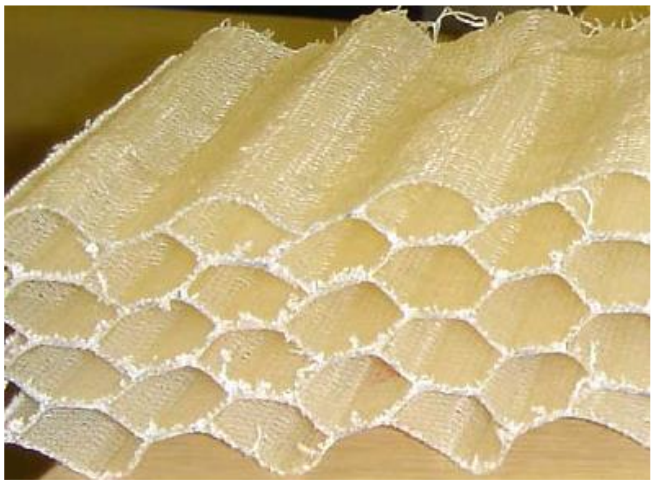
3D DOKUMA KUMAŞ YAPILARI

- **3D Katı Yapılar**

3D katılar geniş bir panelde veya ağ biçimdeki bir ön formda katı enine kesitlere sahip olan dokuma mimarileri belirtmektedir. Bu, bir kumaş genişliği ve kalınlığı yönünde entegre çoklu duvarlı bölümler içeren; Kumaş uzunluğu yönünde tünel benzeri bir açıklık olmaksızın enine kesit verilmiş bir yapıdır.

- **3D Boşluklu Yapılar**

3d hortum yapıları bu bağlamda atkı çözgü ya da herhangi bir diyagonal yönde 3d yapının kalınlığı boyunca tünelleri işaret etmektedir. 3d boşluklu yapının 2 farklı tipi vardır. Biri düz yüzeyli diğeri düzgünsüz yüzeylidir.



- **3D Kabuk Yapılar**

Kumaş genişliği ve kalınlık doğrultusunda entegre edilmiş tek duvarlı bölümleri içeren bir yapı olup, kumaş uzunluğu yönünde tünel benzeri bir açıklık olmayan bir enine kesit şekli tanımlar. 3D kabuk yapılarına, Dokuma kombinasyonu, ayrı tutma ve düşük makaslama sertliği olan kumaşlarla kalıplama ile sağlanır.



- **3D Düğüm Yapıları**

3B düğümlü(dallı) yapılar temelde birleştirilen dokuma tüpleri ifade etmektedir. Kumaş genişliği ve kalınlığı doğrultusunda ya kumaş uzunluğu yönünde bir ya da daha fazla tünel benzeri açıklık içeren bir enine kesit şekli tanımlayan ya entegre tek duvarlı ya da çok duvarlı kesitler içeren bir yapıdadır.



Yer Bilimleri ve Mühendisliği

(Earth Sciences Engineering)

MATHEMATICAL TRANSFORMATION METHODS IN SEISMIC DATA PROCESSING

SİSMİK VERİ İŞLEMDE MATEMATİKSEL DÖNÜŞÜM YÖNTEMLERİ

Hakan Karslı
Karadeniz Teknik Üniversitesi Jeofizik Mühendisliği Bölümü, Trabzon, Türkiye, hkarsli@ktu.edu.tr

Özet

Matematiksel dönüşüm metotları sismik verilerin içermiş olduğu bilginin, farklı bir ortamda daha anlaşılır ve tanımlanabilir olması için bilimin birçok alanında yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu makalede sismik veri işlem iş akışlarında sıklıkla ve etkin olarak kullanılan Fourier, Kısa Zaman Fouirer, Dalgacık, Radon ve Karhunen Loeve dönüşümleri hakkında temel matematiksel bilgiler verilmiş ve her birinin katkısını göstermek için örnekler sunulmuştur. Zaman-uzaklık (t,x) ortamında kaydedilen sismik verilerin enerjileri bu dönüşüm yöntemleri sayesinde, frekans, yavaşlılık, hız ve özdeğer bilgileri ile ifade edilir. Bu dönüşüm metotları ileri ve geri yönlü uygulanabilme özelliğine sahiptirler ve herhangi bilgi kaybına neden olmazlar. Bu özelliklerinden dolayı, dönüşüm yöntemleri sismik veri üzerinde, süzgeçleme, sinyal/gürültü oranının zenginleştirilmesi, yansımaların düşey ayrımlılığının ve yanal sürekliliğinin artırılması, etkin hız analizi, sismik göç, girişmiş olayların ayrıştırılarak tanınması gibi birçok işlemin başarılı bir şekilde yapılmasını sağlamaktadır. Fourier, Kısa Zaman Fourier Dalgacık ve Radon dönüşümleri sismik verinin içerdiği uyumlu ve uyumsuz birçok gürültünün süzgeçlenmesinde etkin iken, Karhunen Loeve dönüşümü özellikle sismik olayların yanal sürekliliğinin artırılmasında son derece faydalıdır. Yöntemlerin sismik veri işlem süreçlerindeki uygulama alanlarının genişletilmesi ve etkinliklerinin artırılması için çalışmalar halen daha devam etmektedir.

Anahtar kelimeler: Fourier, Kısa Zaman Fouirer, Dalgacık, Radon ve Karhunen Loeve dönüşümleri, Sismik Veri İşlem

Abstract

The mathematical transformation methods have widely been implemented to make more understandable and definable the information existed in seismic data in other medium. In this paper, basic mathematical information about Fourier, Short Time Fourier, Wavelet, Radon and Karhunen-Loeve transformations which are frequently and effectively used in seismic data processing workflows are given and examples are presented to show contribution of each. The energy of the seismic data recorded in time-distance medium is defined by frequency, slowness, velocity and eigenvalue information through these methods. These methods have the ability to apply forward and backward and do not cause any loss of information. Due to these features, the methods enable to achieve many processes on seismic data such as filtering and discrimination of noise in seismic data, improving the signal/noise ratio, increasing vertical resolution and lateral continuity of reflections, efficient velocity analysis, seismic migration. Fourier, Short Time Fourier, Wavelet and Radon transforms are effective at filtering of many types of coherent and non-coherent noises in seismic data, whereas the Karhunen Loeve transformation is particularly useful for increasing the lateral continuity of seismic events. Implementations are continuing to extend the methods of application of seismic data processing processes and to increase their efficiency.

Keywords: Fourier, Short Time Fouirer, Wavelet, Radon ve Karhunen Loeve transform, Seismic Data Processing

1. Giriş

Yerbilimlerinde yeraltının ayrıntılı görüntülenebilmesi için en eski ve temel Jeofizik yöntemlerinden biri sismik yöntemlerdir. Sismik yöntemler hidrokarbon (petrol, doğal gaz, kömür) aramaları, sığ yeraltı mühendislik özelliklerinin belirlenmesi, zemin etütleri, heyelanların araştırılması, jeo-tektonik yapıların araştırılması, yeraltı akifer tabakasının belirlenmesi gibi geniş bir yelpazede en yaygın ve güvenilir olarak kullanılan jeofizik yöntemlerdir. Sismik yöntemlerde sismik dalgaların yansıma ve kırılma ilkeleri dikkate alınarak veriler toplanır. Arazide kaydedilen sayısal sismik veriler tek veya çok kanallı zaman serileridir ve bu verilerin yorumlanabilir kesitlere dönüştürülebilmesi için, temeli matematiksel fonksiyonların kullanımına bağlı bir dizi işlem sürecinden geçirilir ve bu süreç "sismik veri işlem" olarak adlandırılır. Sismik veri işlem süreçleri sismik verinin bir boyutlu (1B) , iki boyutlu (2B) ve üç boyutlu (3B) olmasına göre düzenlenir. Her bir alıcı izi 1B'lu iken, belirli bir düzendeki tüm alıcı izleri birleştirilerek 2B veya 3B'lu olarak işlenir ve yorumlanırlar. Sismik veriler birçok bilgiyi içerir ve bu bilgilerin bir kısmı sismik dalgaların jeolojik ortam içindeki yayılımı ile ilişkilidir ((yansıma, kırılma, saçılma, tekrarlı, yüzey dalgaları), bir kısmı da dış kaynaklıdır (çevresel ve gelişigüzel gürültüler). Bu kapsamda sismik verilerin ilgilenilen bileşenleri bilgi, ilgilenilmeyen ve veriden uzaklaştırılması istenilen bileşenleri ise gürültü olarak tanımlanır. Mesela, yansıma bilgisiyle ilgilenilmesi durumunda sismik veri içindeki diğer tüm bilgiler gürültüdür veya kritik kırılma varışları ile ilgilenilmesi durumunda ise diğer tüm bilgiler gürültü olarak kabul edilir. Bununla birlikte, 1B'lu bir veride sismik verinin bilgi içeriği zaman, frekans ve genlik özellikleri ile açıklanırken, 2B veya 3B'lu sismik veri içindeki her bir bilgi eğimi, doğrultusu gibi özellikleri ile tanımlanır.

Sismik verinin içermiş olduğu her bir bilgi kayıt ortamında (yani zaman ve uzaklık ortamı) iç içe girmiştir ve dolayısıyla karmaşıktır. Gürültü bileşenleri gerekli olan sinyal bileşenlerinin kalitesini çoğunlukla bozar ve bazen de onları tanınmaz hale getirir. Mesela yüzey dalgaları kullanışlı derin yansımaları tanınmaz yaparken, tekrarlılar yanıltıcı yorumlamalara neden olurlar. Gelişigüzel gürültüler sismik verinin sinyal/gürültü (S/G) oranını azaltırlar. Dolayısıyla bu etkilerin birbirinden ayrıştırılması, istenmeyen olayların veriden atılması ve ilgilenilen olayın veya olayların güçlendirilmesi, yani S/G oranının artırılması gerekmektedir. Bu amaçla sismik veri işlem sürecinde birçok matematiksel temelli dönüşüm tekniklerinden yararlanılır. Dönüşümler sismik verinin kayıt ortamındaki bilgi içeriğinin farklı bir biçimde yeniden ifade edilmesi ve görüntülenmesini sağlar. Bu durumda jeofizik sinyalin enerjisinde herhangi bir değişme olmaz, sadece dönüşüm ortamı parametreleri üzerinde aktarılır. Bu nedenle her dönüşüm tekniği ileri ve geri olmak üzerek iki yönlü olarak kullanılabilir. Bu kapsamda, sismik veri işlemde yaygın olarak kullanılan dönüşüm teknikleri Fourier dönüşümü [1,2], Kısa Zaman Fourier Dönüşümü [3], Dalgacık Dönüşümü [4,5,6], Radon dönüşümü [7], Karhunen-Loeve dönüşümü [8,9,10,11] olarak sıralanabilir. Burada sıralanan dönüşüm tekniklerinin her biri yoğun matematiksel içeriğe sahip olup, zaman-uzaklık ortamında (veya uzayında) kaydedilen sismik veriyi farklı bir özelliğine ve parametreye göre görüntülemeyi veya haritalamayı sağlar. Bu özellikler ve parametreler frekans, dalgasayısı, yavaşlılık, özdeğerler, açı, hız gibi parametreleri içermektedir. Böylece, sismik veri içindeki olaylar bu parametrelerin herhangi birine göre ilgili dönüşüm ortamda amaca göre (süzgeçleme, güçlendirme, vd.) analiz edilir ve sonra tekrar ilk ortama geri dönülür. Dolayısıyla dönüşüm teknikleri ileri ve geri yönde uygulanabilme özelliklerine sahiptirler.

2. Dönüşüm Yöntemleri ve Uygulama Örnekleri

Bu çalışma kapsamında sismik verilerin yansıma bileşenlerine odaklı olarak yukarıda belirtilen her bir dönüşüm tekniğinin matematiksel altyapısı açıklanmış ve uygulama örnekleri sunulmuştur. Uygulamalar yapay ve arazi verileri ile örneklendirilmiştir. Ayrıca uygulamada avantaj ve dezavantajları tartışılmıştır. Sismik veriler genel olarak 2B'lu olarak kaydedildikleri için, dönüşümler matematiksel açıklamaları 2B'luluk göz önüne alınarak verilecektir.

2.1.Fourier Dönüşümü (FD)

Fouirer dönüşümü sismik verilerin işlenmesinin ve spektral analizinin hemen hemen her aşamasında en temel ve en yaygın kullanılan bir yöntemdir. Yöntem, dönüşüm yöntemleri içinde periyodik sinyallerin

ayrıştırılmasında, birleştirilmesinde ve birçok fiziksel problemin çözümünde kullanılan Fourier serilerinin periyodik olmayan ve belirli koşulları (Drichlet) sağlayan sinyallerin analizinde kullanılması esasına dayanır [2]. Sismik sinyal (veri veya iz) her bir alıcıda kaydedilen bir dalga alanını ifade eder ve sismik sinyalin sayısal biçimi her biri genlik, frekans ve faz açısına sahip sinüzoidlerin tam olarak toplamı şeklinde ifade edilebilir. Böylece bir sismik izin sinüzoid bileşenlerine ayrıştırılması işlemine ileri FD ve bir ters işlem olarak bu bileşenlerden tekrar sismik izin elde edilmesi ise ters FD olarak tanımlanır. Zaman (t) ve uzaklık (x) ortamında kaydedilen bir 2B'lu sismik veri veya dalga alanı S(t,x) için FD çifti,

$$P(f,k) = \int_{-\infty}^{\infty}\int_{-\infty}^{\infty} S(t,x)\, e^{j(kx-wt)}\, dt\, dx \quad \text{(ileri FD)} \tag{1}$$

$$S(t,x) = \int_{-\infty}^{\infty}\int_{-\infty}^{\infty} P(f,k)\, e^{-j(kx-wt)}\, dt\, dx \quad \text{(ters FD)} \tag{2}$$

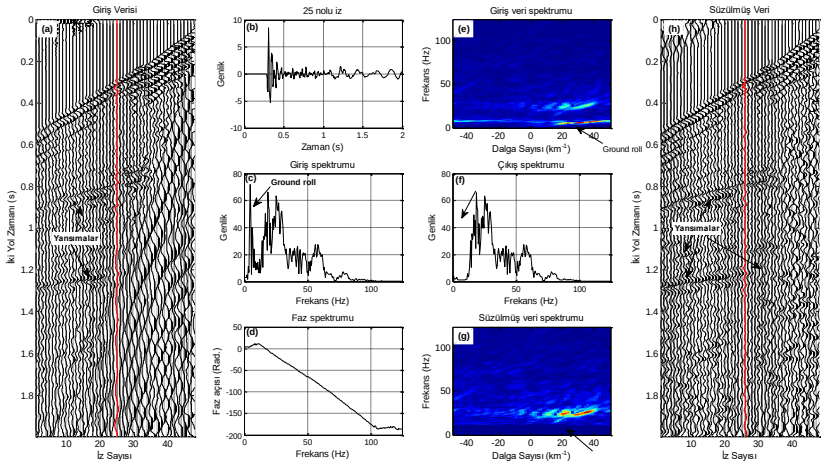
olarak yazılır. Burada P(f, k) Fourier veya spektral ortam verisini, w (=2πf), açısal frekans ve k, (=2π/λ, λ dalga boyu) dalgasayısını göstermektedir. Bu parametrelere bağlı olarak 2B Fourier dönüşümü sismik veri işlemde çoğunlukla f-k dönüşümü olarak ta isimlendirilmektedir. P(f,k) karmaşıktır ve dolayısıyla vektörel olarak tanımlanabilir. Böylece P(f,k) karmaşık veriden gerçel ve sanal bileşenler elde edilerek genlik ve faz spektrumları kolaylıkla hesaplanabilir. Bununla birlikte istenirse (1) ve (2) denklemleri 1B'lu olarak sadece zamana veya sadece uzaklığa bağlı olarak kolaylıkla düzenlenebilir. R gerçel ve I sanal bileşeni göstermek üzere genlik ve faz spektrumları aşağıdaki gibi hesaplanabilir.

$$A(f,k) = \sqrt{R^2(f,k) + I^2(f,k)} \quad , \tag{3a}$$

$$\theta(f,k) = \tan^{-1}\left(\frac{I(f,k)}{R(f,k)}\right) \quad . \tag{3b}$$

Böylece sismik verinin spektral içeriği analiz edilerek belirli frekansların ve dalgasayılarının korunup diğerlerinin zayıflatıldığı bir işlem olan süzgeçleme işlemleri kolaylıkla uygulanabilir. Ayrıca, spektral ortamda ayrımlılık iyileştirme için dekonvolüsyon, yansımaların geometrik yerlerini yeniden düzenlemek için sismik göç işlemleri hızlı ve başarılı bir şekilde gerçekleştirilebilir. Böylece, FD (t,x) ortamında veriye uygulanması planlanan birçok işlemin daha hızlı, kolay ve tekin olarak spektral ortamda uygulanması sağlar. Mesela (t,x) ortamındaki iki verinin konvolüsyon işlemi çarp+topla+kaydır şeklinde gerçekleşirken, (f,k) ortamında bu işlem iki verinin karşılık gelen elemanlarının birebir çarpımı ile yapılır. FD kullanıldığı birçok uygulamada (özellikle süzgeçleme, konvolüsyon, pencereleme), genellikle sadece genlik spektrumu üzerinde işlemler veya düzenlemeler yapılırken, gerekmediği sürece faz spektrumu üzerinde herhangi bir işlem yapılmaz. Eğer faz spektrumu değiştirilirse, başlangıç verisi üzerinde değerlerin konumları ve dalga formaları yer değiştirir. Bu yanıltıcı yorumlara neden olabilir.

Şekil 1 bir arazi sismik verisi için ground-roll süzgeçlenmesinde FD'nün kullanıldığı bir örnek uygulamayı göstermektedir. Sismik veri 48 alıcılı, 4ms örnekleme aralıklı, 10m alıcı aralıklı olarak kaydedilmiştir. Şekil 1a'da görüldüğü üzere ground-roll (Rayleigh yüzey dalgası gürültüsünün düşey bileşeni) gürültüsünün etkisi altındadır ve yansımaları bozmuştur. Şekil 1b'deki seçilen izin (25 nolu iz) FD ile genlik ve faz spektrumu bilgileri Figure 1c ve 1d'de gösterilmiştir. Sismik verinin 2B'lu FD ile f-k spektrumu hesaplanmış (Şekil 1e) ve yüzey dalgası enerji alanı tanımlanarak zayıflatılmış (Şekil 1g) ve tekrar ters FD ile süzülmüş sismik veri elde edilmiştir (Şekil 1h). Süzgeçleme sonucu 25 nolu iz için Şekil 1f'de gösterilmiştir. Şekil 1c ve 1f karşılaştırıldığında düşük frekanslı ve yüksek genlikli ground-roll gürültüsünün etkin bir şekilde süzüldüğü görülmektedir. Şekil 1a ve 1h karşılaştırıldığında, ground-roll gürültüsünden dolayı yeterince tanımlanamayan yansımaların süzgeçlemeden sonra (Şekil 1h üzerinde) çok daha açık ve kolaylıkla tanımlandığı ve bu yansımaların güçlendiği görülmektedir.



Şekil 1. FD'nün ground roll gürültüsü süzgeçleme amaçlı bir uygulama örneği. (a) sismik veri, (b) seçilen 25. nolu iz (kırmızı renkli iz), (c) izin genlik ve (d) faz spektrumu, (e) f-k görüntüsü, (f) izin süzgeçlemeden sonraki genlik spektrumu, (g) sismik verinin süzgeçlemeden sonraki f-k görüntüsü ve (h) (t,x) ortamı sismik veri.

2.2.Kısa Zaman Fourier Dönüşümü (KZFD)

Fourier dönüşümünün özel bir uygulaması olup, herhangi 1B'lu sismik veriyi hem zamanda hem de frekansta ayrıştırarak görüntülemek için geliştirilmiştir. Sismik verinin frekans içeriği zamanla değiştiği için genel olarak kararsız sinyal olarak kabul edilir. Böyle bir sismik sinyalin Fourier genlik spektrumu farklı frekansların varlığını gösterirken, bu frekansların zamansal dağılımı hakkında bilgi vermez. Yani, FD bir sismik sinyalin yalnızca ortalama spektral içeriğini, yani frekans değerlerine karşılık genlik ve faz bilgilerini gösterir. Dolayısıyla bu görüntülemede zaman bilgisi yoktur. Ancak, zamanın bir kısa pencere içindeki sinyal kararlı kabul edilebilir. Bu durumda öylece, uygun şekilde bir sinyalin üzerinde kayan bir kısa zaman penceresi kullanılarak, sinyalin frekans içeriği ortaya çıkarılır ve bu frekans bilgisi her bir zaman adımına karşılık haritalanır. Böylece, bir sismik sinyalin zamana bağlı olarak frekans içeriğinin görüntülenebilmesi için uygulanan işleme Kısa-Zaman Fourier Dönüşümü veya Zaman-Frekans (t,f) Dönüşümü denir ve bu "Spektogram" olarak da ifade edilir. Bir S(t) verisi için KZFD aşağıdaki gibi ifade edilir.

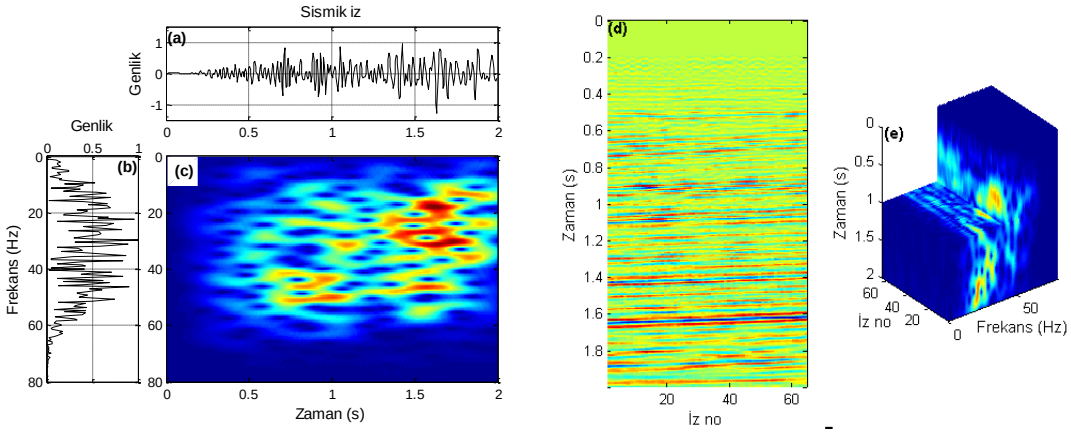
$$\mathrm{KZFD}(\tau,f)=\int_{-\infty}^{\infty} S(t)\,p(t-\tau)\,e^{-j2\pi ft}\,dt \tag{4}$$

Burada, p(t) pencere fonksiyonudur ve genellikle kenarları etkin yuvarlatma özelliğine sahip Gauss penceresi kullanılmakla birlikte, kullanıcıya bağlı olarak Hanning, Hamming ve Tukey pencereleri de yaygın olarak kullanılmaktadır. τ pencere kayma miktarını göstermektedir. Denklem (4) bir sinyalin her bir zamandaki genlik değerinin hangi frekanslı bileşenlerden oluştuğunu açıklamaktadır. Ayrıca KZFD karmaşıktır ve denklemler (3a) ve (3b) gibi genlik ve faz bilgileri elde edilebilir. Ancak bu bilgiler sadece 1B'lu yani tek bir alıcı izine aittir. Genlik bilgisi üzerinde süzgeçleme, genlik güçlendirme, spektral bant genişletme gibi birçok işlem gerçekleştirilip, faz bilgisi ile birleştirilerek tekrar başlangıç ortamına denklem (5) ile geri dönülebilir.

$$\mathrm{TKZFD}(t)=\int_{-\infty}^{\infty}\int_{-\infty}^{\infty}\mathrm{KZFD}(\tau,f)\,p(t-\tau)\,e^{j2\pi ft}df\,dt,\ \ S(t)=\mathrm{real}\left[\mathrm{TKZFD}(t)\right] \tag{5}$$

Bu şekilde ortaya çıkarılan bilgiler, yansıma sismiği verisinin özellikle stratigrafik yorumunda, sismik verideki yansıma-gürültü ayrımının yapılması ve deprem sinyallerinin enerji içeriğinin zamana göre belirlenmesinde çok faydalıdır. KZFD'nün bir sismik ize (Şekil 2a) uygulanması durumunda elde edilen zaman-frekans (t,f) görüntüsü Şekil 2c'de ve karşılaştırma için genlik spektrumu Şekil 2b'de gösterilmektedir. Görüldüğü üzere Fourier spektrumu (Şekil 2b) sismik izin sadece frekansa karşılık genlik bilgisinin değişimi hakkında bilgi verirken, (t,f) görüntüsü (Şekil 2c) her bir zamandaki genlik bilgisinin

frekans içeriğini göstermektedir.. Bu şekilde 2B'lu bir sismik verinin (Şekil 2d) her bir izi için elde edilen (t,f) görüntüleri birleştirilerek (t,f) küpü oluşturulabilir (Şekil 2e). Böylece sismik veriler üzerinde hem zaman hem de frekans kontrollü bir çok işlem gerçekleştirilebilir.



Şekil 2. KZFD'ün görüntülemedeki katkısı için bir örnek. (a) sismik iz, (b) sismik izin genlik spektrumu, (c) (t,f) spektrumu, (d) 2B sismik veri, (e) (t,f) küpü.

2.3.Dalgacık Dönüşümü (DD)

Dalgacık dönüşümü KZFD'e benzer bir dönüşüm olup, KZFD'nde karşılaşılan yetersizliklerin giderilmesi için geliştirilmiştir. KZFD bütün frekanslarda sabit ayrımlık verirken, DD'de farklı frekanslarda çoklu ayrımlılık yaklaşımı ve pencere fonksiyonu yerine önceden tanımlanmış dalgacık fonksiyonları kullanılır. Dalgacıklar zaman veya uzayda yoğunlaşmış enerjiye sahiptirler ve geçişli sinyallerin analizleri için uygundurlar. Bununla birlikte, KZFD' de tüm işlem boyunca pencere fonksiyonu sabit kalırken, WT' de dalgacık fonksiyonun genişliği her bir spektral bileşen için değişir. DD zaman-frekans analizi için kısa zaman Fourier dönüşümünden farklı kılan diğer özelliklerinden biri de, herhangi bir hedefi odaklama ve büyütme kapasitesine sahip olmasıdır. DD uygulama kapasitesi dalgacık fonksiyonlarının seçimine bağlıdır. İki tür dalgacık fonksiyonu vardır ve bunlar ortogonal ve ortonormal dalgacık fonksiyonları. Ortogonal dalgacıklar faz bozulma problemine sahip değildirler ve sismik veri işlem için daha uygundurlar. Uygulamada en yaygın kullanılan dalgacıklar Haar, Daubechies, Morlet dalgacıklarıdırlar [12]. Haar dalgacığı en bilinen, basit ve ortogonal olup, veriyi yeniden yapılandırmada mükemmeldir. Bununla birlikte, Daubechies dalgacıkları sinyal işlemede en sık kullanılan olup, $[0,\pi]$ aralığındaki frekanslarda maksimum düz frekans spektrumuna (Maxflat) sahiptirler. Haar ve Daubechies simetrik değil iken, Morlet dalgacığı simetrik bir yapıya sahiptir. Dolayısıyla, dalgacıklar şekillerine ve özel bir uygulamada sinyali analiz etme yeteneklerine göre seçilirler. Bir S(t) sismik sinyali için DD dönüşüm çiftinin matematiği izleyen formüllerle tanımlanır:

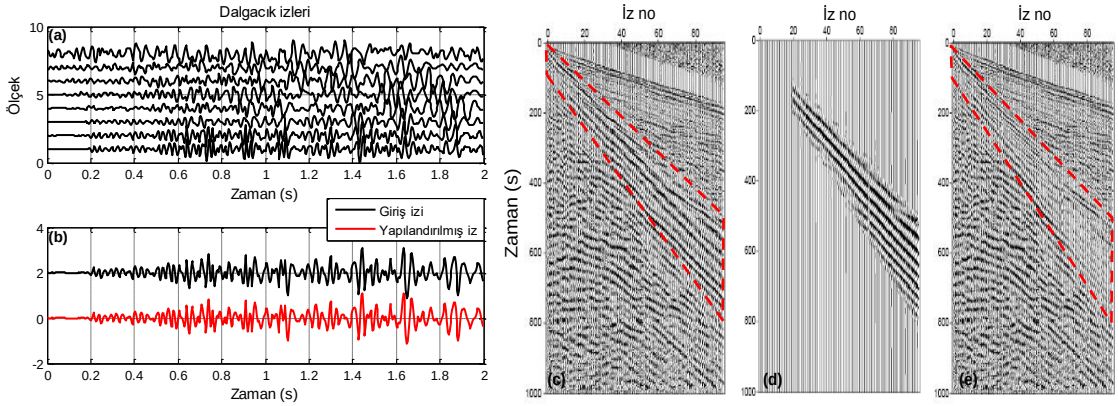
$$DD(t)_{(a,b)} = \frac{1}{\sqrt{|a|}} \int_{-\infty}^{\infty} S(t)\psi^{*}_{a,b}(t)dt, \quad \psi_{a,b}(t) = \frac{1}{\sqrt{|a|}}\psi\left(\frac{t-b}{a}\right) \text{ (İleri DD)} \tag{6}$$

$$S(t) = \frac{1}{\sqrt{C_\psi}} \int_{-\infty}^{\infty}\int_{-\infty}^{\infty} \frac{1}{\sqrt{a}}\psi\left(\frac{t-b}{a}\right)\frac{1}{a^2} DD_{(a,b)}dt\,da, \qquad C_\psi = \int_{-\infty}^{\infty} \frac{|\psi(\omega)|^2}{|\omega|}d\omega < \infty \text{ (ters DD).} \tag{7}$$

Burada, $\Psi_{a,b}(t)$ fonksiyonuna ana veya temel temel fonksiyon, yani kullanılacak dalgacık fonksiyonudur. (*) işareti karmaşık eşleniği gösterir. $DD_{(a,b)}$, S(t) fonksiyonu ile ana dalgacığın konvolüsyonu ile elde edilir. Ölçekleme katsayısı, a, $\Psi_{a,b}(t)$ genişliğini belirler ($a\neq 0$) ve 1/frekans olarak tanımlandığı için frekans içeriğini kontrol eder. Yani sinyali genişletir ve sıkıştırır. Genel $a=2^j$ (j=1,2,3,….) olarak kullanılır. Diğer katsayı, b, $\Psi_{a,b}(t)$'nin ilerlemesini (veya ötelenmesini) ifade eder. Yani dalgacık fonksiyonun sinyal üzerindeki konumunu belirler ve uygulamalarda, $b=n/2^j$ (n bir tamsayı) olarak tanımlanır. $\Psi_{a,b}(\omega)$ ana dalgacık

fonksiyonu $\Psi_{a,b}(t)$'nin Fourier dönüşümüdür. Fourier tabanlı dönüşümlerde sismik sinyaller kararlı kabul edilirken (yani dalgacığın formu yayınım süresi ve uzaklığı boyunca değişmemesi) dalgacık dönüşümünde karalılık ön kabulü yoktur. Bu özelliğinden dolayı DD mühendislikte ve görüntü işlemede çok geniş uygulama alanlarına sahiptir [13,14]. DD kullanılarak sismik izler zaman ölçekli dalgacık katsayılarına ayrıştırılır. Dolayısıyla, bu ölçek bir frekans aralığı olarak düşünülebilir. Öyle ki bu frekans aralığı analiz edilebilir ve süzgeçlenebilir. Sismik verilerin işlenmesinde WT, özellikle ground roll gürültüsünü verinin frekans içeriğine zarar vermeden süzülmesinde başarılı şekilde kullanılmaktadır [7]. DD'nin zaman ölçekleme özellikleri ground roll ile etki altına alınmış belirli zaman-frekans bölgelerinin süzgeçlenmesine izin verir ve bu işlem sırasında sinyale zarar verilmez. Ayrıca, WT süzgeçlemesinin bu etkisi sonraki yığma kesitleri üzerinde sismik verinin S/G artması olarak görülür.

Şekil 3 bir sismik iz (b'de üstte) için Haar dalgacığı kullanılarak uygulanan DD ile ayrıştırma (a'da) ve sismik izin yeniden yapılandırıldığı (b'de altta) bir örnek uygulama verilmiştir. Burada ayrıştırma 8 adet ölçek değeri için yapılmış ve ters DD için hepsi kullanılmıştır. Şekil 3a'daki dalgacık izlerinde küçük ölçekler yüksek frekansları, büyük ölçekler düşük frekanslara karşılık gelmektedir. Öyle ki, düşük ölçekli dalgacıklar kısa süreli, büyük ölçekli dalgacıklar ise sinyalin tam süresinde sonlanırlar. Şekil 3c,d ve e'de gerçek bir arazi verisi için DD ile Corso ve Kuhn (2003) tarafından gauss dalgacığı kullanılarak gerçekleştirilen ground-roll süzgeçleme örneği verilmiştir. Ground-roll gürültüsün sismik verinin yansıma bileşenlerine zarar vermeden süzüldüğü çok açık olarak görülmektedir. Bu tür süzgeçlemenin en önemli katkısı, süzgeçleme gerektirmeyen alanlarda verinin frekans içeriğinin en yüksek seviyede korunmasıdır.



Şekil 3. (a) ve (b) bir sismik iz için DD ile ayrıştırma ve yeniden yapılandırma uygulaması. (c),(d) ve (e) sırasıyla ground roll içeren sismik veri (kırmızı kesikli çizgi ile belirtilen alan), DD kullanılarak (c)'den tahmin edilen ground roll gürültüsü ve süzgeçleme sonucu [15].

2.4. Radon Dönüşümü (RD)

RD sismik verilerin işlenmesinde Fourier dönüşümü ile birlikte en yaygın ve etkin kullanılan bir integral dönüşüm yöntemidir. RD ilk olarak herhangi bir fonksiyonun ve/veya görüntünün matematiksel olarak onun izdüşümlerinin bir grubundan yeniden yapılandırılabileceği düşüncesiyle geliştirilmiştir ve daha sonraları tıp alanındaki tomografik görüntülemelerin analizinde önemli kullanım alanı bulmuştur [16]. RD'nün sismik görüntüleme/tomografi alanında ilk kullanımı [17] ve [18] tarafından sismolojik verinin modellenmesi, sismik yığma ve hız kestirimi için yeni bir yöntem olarak kullanılmasıyla başlamıştır. Böylece yöntem, sismik verilerdeki uyumlu (yüzey dalgaları, tekrarlılar, saçılmalar, yönelmiş dalgalar, vb.) ve/veya uyumsuz (gelişigüzel, çevresel, atmosferik, vb.) birçok gürültü türünün ayrıştırılması ve süzgeçlenmesi [19, 20, 21], eksik izlerin interpolasyonu [22], yığma öncesi sismik veri göçü [23], sismik kırılma verisinin ters çözümü [24,25], yüzey dalgaları dispersiyon eğrisinin elde edilmesi [26] ve hız analizi [7] gibi birçok işlem için yaygın kullanım alanına sahip olmuştur. Bu kapsamda RD (t,x) ortamı verisini (τ,p) ortamına dönüştürür, yani sismik veriyi bir ortamdan diğerine haritalamayı sağlar. Burada p (=1/V, V sismik hızı temsil eder)

yavaşlılık, τ (tau) kesme zamanı parametresidir. RD dalga alanını düzlem dalgalara, yani her biri tek bir eğime ve düşey doğrultudan tek bir açıda seyahat eden dalgalara ayrıştırır.

RD zaman ortamındaki çizgisel integralleri (doğrusal, hiperbolik, parabolik) Radon ortamında nokta değerlere dönüştürür. Diğer bir deyişle, sismik verinin Radon dönüşümü bir yol boyunca genliklerin integrali olarak tanımlanabilir. Buna göre 2B'lu bir d(t,x) verisi için ileri ve geri RD dönüşüm çiftlerinin integral formları aşağıdaki gibi yazılabilir.

$$m(\tau,p)=\int_{-\infty}^{\infty} d\left(t=\phi(\tau,p,x),x\right)dx \qquad \text{(ileri RD)} \qquad (8)$$

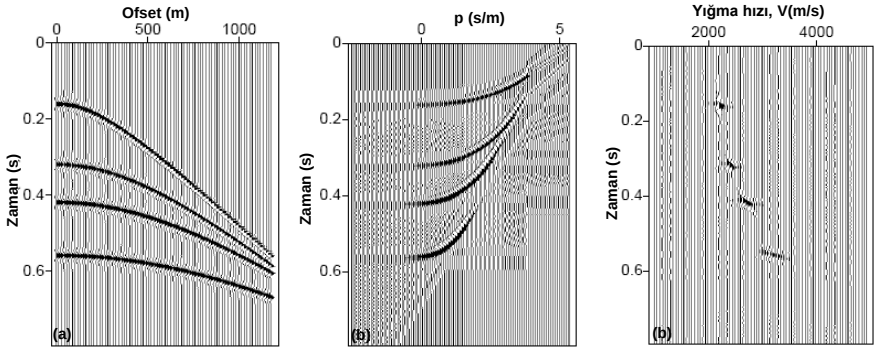
$$d(t,x)=\int_{-\infty}^{\infty} m\left(\tau=\phi'(t,x,p),p\right)dp\cdot \qquad \text{(ters RD)} \qquad (9)$$

Burada, m(τ,p) Radon ortamında dönüştürülmüş veriyi, t=ϕ(τ,x,p) ileri ve τ=ϕ'(t,p,x) ters integral yolunu temsil etmektedir. Denklem (8) ve (9) ayrık toplam formları ve frekans ortamı en küçük kareler ters çözümü yaklaşımı ile çözümleri [27]'de detaylı olarak bulunabilir. Doğrusal RD'de her bir zaman için belirli eğimlerdeki (τ=t-px) doğrular boyunca genlikler toplanır toplanır ve zaman-yavaşlık (τ,p) ortamına haritalanır ve bu işlem genellikle eğimli yığma (slant-stack) veya doğrusal kayma zamanı (Linear Moveout-LMO) olarak da bilinir. Parabolik RD'de her bir zaman için belirli eğimlerdeki paraboller için ($\tau=t-px^2$)boyunca genlikler toplanır ve zaman-yavaşlık ortamına haritalanır. Özellikle NMO uygulanmış verilerde sıklıkla kullanılır. Hiperbolik RD'de her bir zaman için belirli hızlardaki yansıma hiperbolleri ($\tau=(t^2-p^2x^2)^{0.5}$) boyunca genlikler toplanır ve zaman-hız ortamına haritalanır. Hız-yığma (Velocity-stack) dönüşümü olarak da bilinir. Verilerin Radon ortamındaki görüntü ayrımlılığını artırmak ve ters RD sonucundaki hatatyı azaltmak için yüksek ayrımlı RD uygulamaları en küçük kareler ters çözümü kapsamında gerçekleştirilmektedir [5]. Her üç dönüşüm kendine benzer sismik olayı Radon ortamında noktaya dönüştürür. Yani, (t,x) ortamında hiperbolik, doğrusal ve noktasal olaylar içeren bir sismik veriye doğrusal RD uygulanır ise, Radon ortamında hiperbolik olaylar eliptik, doğrusal olaylar nokta ve noktasal olaylar ise doğrular şeklinde görünürler (Şekil 4). Şekil 4a'da dört adet hiperbolik olay içeren bir giriş verisine doğrusal (Şekil 4b) ve hiperbolik (Şekil 4c) RD uygulandığında elde edilen görüntüler verilmiştir. Hiperbolik dönüşüm sonucunda olayla noktasal görünüm kazandıklarından, bu ortamda hangi olaylar seçilecek ise onlara odaklanma kolaylaşmış olur. Bu veri için hiperbolik RD aynı zamanda sismik olayların hızlarını da belirlemede son derece yaralıdır. Benzer şekilde doğrusa olaylar içinde doğrusal RD uygulaması ile sismik hızlar belirlenebilir ve bu özellikle sismik kırılma çalışmasında son derece önemlidir. Parabolik RD dönüşümü genel olarak normal kayma zamanı (NKZ) düzeltilmiş hiperbolik olaylara uygulanır. Çünkü hiperboller NKZ düzeltmesinden sonra parabole dönüşür. Böylece sismik olayın geometrisi nasıl ise, RD operatörü ona uygun kullanılmasından yarar vardır. RD sismik veri işlemde gürültü süzgeçleme alanında sıklıkla kullanılmakla birlikte, en etkin kullanıldığı veri işlem aşaması tekrarlı yansımaların süzgeçlenmesidir. Şekil 5 sentetik bir veri için RD kullanılarak yapılan tekrarlı süzgeçleme örneğini göstermektedir. Bu uygulamada parabolik RD dönüşümü kullanılmıştır ve birinciller ile tekrarlılar açık bir şekilde birbirinden ayırt edilebilmiştir.

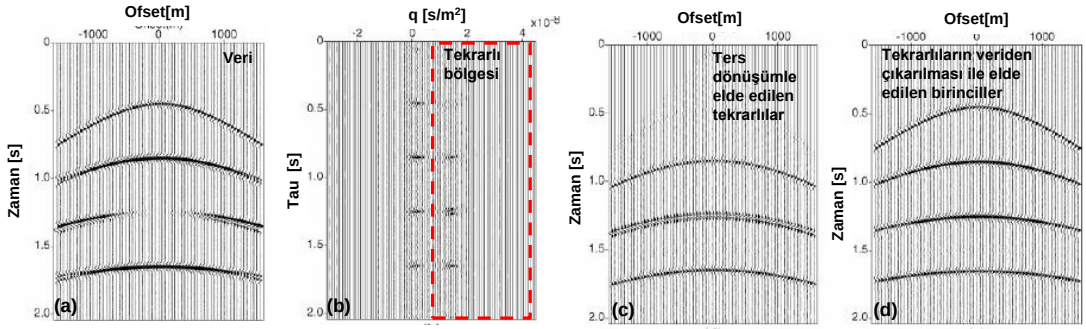
2.5.Karhunen Loeve Dönüşümü (KLD)

[28] ve [29] tarafından geliştirilen ve temeli matematiksel öz değer analizine dayalı KLD yöntemi görüntü işleme, yüz, göz ve parmak izi gibi alanlarda çok iyi bilinen bir tekniktir [30]. Bununla birlikte, uzun yıllardır bilimin değişik alanlarındaki verilerinin (tıp, elektrik, astronomi, haberleşme, sismik, vb.) S/G oranları artırmak için yaygın olarak kullanılmaktadır. Son yıllarda sismik verilerin işlenmesinde, özellikle ground-roll gürültüsünün yansıma sinyallerine zarar vermeden süzülmesinde oldukça tercih edilen bir yöntem olmuştur. Bununla birlikte, gelişigüzel gürültü süzgeçleme, veriyi yeniden yapılandırma ve zenginleştirme [10, 11], sismik olay sürekliliğini artırma [8, 9] ve süzgeçleme alanlarında [11, 31]son derece başarılı sonuçlar elde edilmiştir. KLD'nün matematiksel temeli herhangi bir verinin kovaryans matrisinin öz değer ve öz vektörlerinin analizine dayanır. Böylece, tüm işlemler öz değerler üzerinden tanımlanır ve ilerletilir. Geometrik olarak yatay bir sismik olayın tüm enerjisi birinci özdeğerle temsil edilir. Sismik olay

eğimlendikçe enerji diğer özdeğerler üzerine yayılır. Bu nedenle KLD yöntemi sismik veriye normal ve/veya doğrusal kayma zamanı düzeltmeleri uygulandıktan sonra uygulanması önerilir. Buna göre bir NxM boyutlarındaki S(x,t) verisi için KLD aşağıdaki şekilde açıklanır.



Şekil 4. (a) Giriş sentetik veri, (b) doğrusal ve (c) hiperbolik RD sonuçları.



Şekil 5. Sentetik bir veri (a) için RD ile tekrarlı süzgeçleme uygulaması (Trad vd., 2003). (b) parabolik RD, (c) (b) üzerinde seçilen alanın (kırmızı kesikli çizgili alan) ters RD ile edilen tekrarlılar ve (d) (a)'daki veriden (c)'nin çıkarılması ile gerçekleştirilen süzgeçleme.

Burada N verinin satır sayısını (sismik izdeki zaman örnekleri sayısı) ve M sütun sayısını (sismik verideki alıcı veya iz sayısını) göstermektedir. Bununla birlikte, sismik veriler genellikle kare matris oluşturmazlar. Çünkü çoğunlukla zamandaki örnekler uzaklıktakinden fazladır (N>M). Bu durumda S' nın kovaryansı hesaplanır ve işlemler kovaryans matrisleri üzerinden devam ettirilir. Çünkü kovaryans matrisleri her zaman için kare matrislerdir. Böylece, sıfır gecikme kovaryans matrisi,

$$C_{n,n} = S_{n,m} * S^{T}_{n,m} \quad (N > M). \tag{10}$$

C matrisi tekil değer ayrışımı (TDA; singular value decomposition-SVD) ile ayrıştırılabilir.

$$C_{n,n} = V_{n,k} * A_{n,n} \, V^{T}_{n,k}. \tag{11}$$

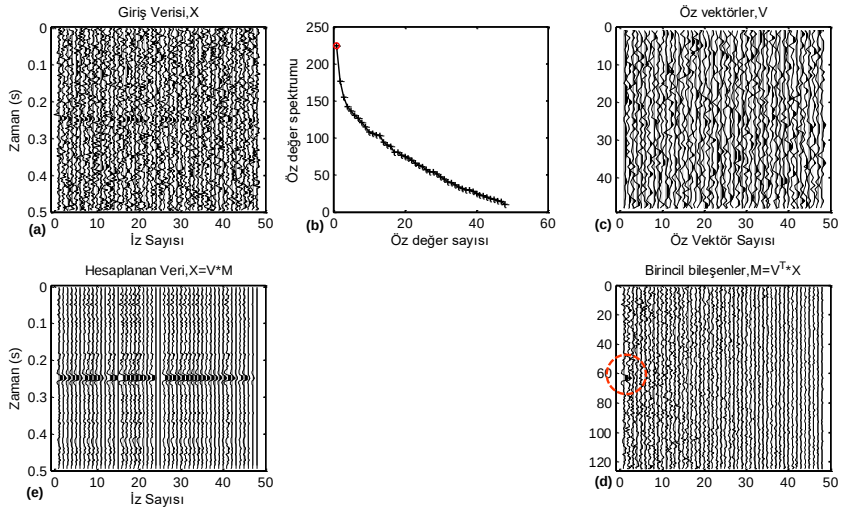
Burada, k veriyi yeniden yapılandırmada kullanılacak özdeğerlerin sayısını göstermektedir. $A_{n,k}$ matrisin sütun elemanları olup, $C_{n,n}$ matrisinin öz vektörlerini, $A_{n,n}$ köşegen elemanları $C_{n,n}$ matrisinin öz değerleri olan köşegen matrisidir. Öz değerler köşegen üzerinde azalan bir sıradadır. Bu öz değerler aynı zamanda birincil köşegen elemanlardır. Böylece verinin birincil bileşeni (principal components),

$$M_{k,m} = V^{T}_{n,k} * S_{n,m}, \tag{12}$$

yazılır ve S verisi yeniden aşağıdaki gibi yeniden yapılandırılabilir,

$$S_{n,m} = V_{n,k} * M_{k,m}. \quad (13)$$

Denklem (13) ters KLD olarak da ifade edilir. Denklem (12)'den görüldüğü üzere, verinin birincil bileşenleri M matrisinde saklanır, ancak ilgili işlemler V özdeğerler matrisi üzerinde gerçekleştirilir. Öyle ki, V'nin herbir kolonundaki elemanların nokta çarpımı sıfırdır. Bu V'nin her bir kolonunun (mesela; $V(:,1)^T*V(:,2)=0$) birbirine dik olduğunun ispatıdır. Yani, KLD Fourier dönüşümüne benzer olarak ortogonal bir dönüşümdür. KLD'nün en etkin kullanıldığı sismik veri işlem uygulaması gelişigüzel gürültünün süzgeçlenmesidir. Bunun için bir örnek uygulama Şekil 6'da sunulmuştur. Model veri bir yatay olay ve düşük S/G oranlı (S/G=0.5) olacak şekilde hesaplanmıştır (Şekil 6a). Çok açık olarak yatay olay gürültü ile hemen hemen tanınmaz hale getirilmiştir. Bu veri için özdeğer spektrumu, özdeğerler ve birincil bileşenler hesaplanarak sırasıyla Şekil 6b ve c'de sunulmuştur. KLD dönüşümünde en önemli özellik yatay olayların enerjisinin birinci özdeğerle ifade edilmesidir. Dolayısıyla, birinci özdeğer kullanılarak ters KLD uygulandığında yatay olay önemli miktarda tekrar geri kazanılmış ve gürültüler ise hemen hemen etkisiz hale getirilmiştir (Şekil 6e). Verideki yatay olay sayısı ne kadar artarsa artsın tüm olaylar birinci özdeğerle temsil edilir, ancak birincil bileşenler izlerinde her birini tanımlayıcı bir dalgacık enerjisi bulunur.



Şekil 6. (a) model veri, (b) verinin özdeğer spektrumu, (c) öz vektörler, (d) birincil bileşenler ve (e) birinci özdeğer kullanılarak ters KLD ile gerçekleştirilen süzgeçleme sonucu. Yatay olayın enerjisi öz değer spektrumunda birinci öz değerde ve birincil bileşenler içinde de birinci izde yoğunlaşmıştır (kırmızı çizgilerle belirtilmiş).

2. Sonuçlar

Bu çalışmada, matematiksel dönüşüm yöntemlerinin sismik verilerin işlenmesindeki önemi belirtilmiş ve kullanım gereklilikleri belirtilmiştir. Bu kapsamda en yaygın ve etkin kullanılan FD, KZFD, DD, RD ve KLD hakkında bilgi verilmiş ve uygulama örnekleri sunulmuştur. Her bir dönüşüm yönteminin sismik verideki hangi problemin çözümünde daha etkin olduğu vurgulanmış ve bunu gösteren örnekler verilmiştir. FD, KZFD, DD ve RD integral dönüşümler iken, KLD özdeğer analizi üzerine geliştirilen bir yöntemdir. Sunulan dönüşüm tekniklerinin ileri ve geri yönlü uygulanabilir olmaları onların en önemli özellikleri olarak ortaya çıkmıştır. Dolayısıyla bu özellikleri (t,x) ortamı sismik verilerin içermiş olduğu bilgilerin ayrıştırılıp, üzerinde işlem yapılıp tekrar yapılandırılması sağlamıştır. Bununla birlikte, KZFD ve DD işlem zamanı ve veri depolama açısından diğerlerinden daha fazla maliyetli olduğu anlaşılmıştır. Ancak, verilerin spektral içeriklerinin eş zamanlı olarak zamanda ve frekansta görüntülenmesi açsından diğerlerinden daha avantajlıdırlar. Sonuç olarak, sunulan tüm dönüşüm yöntemlerinin sismik veri işlemin bir çok aşamasında kullanılır özelliklere sahip olmalarıyla birlikte, FD, KZFD ve DD'nün ground-roll gürültüsünün süzgeçlemesinde, RD'nün tekrarlıların süzgeçlemesinde ve sismik hız kestiriminde ve KLD'nün gelişgüzel gürültü indirgemede ve yanal olay zenginleştirmede daha etkin oldukları gözlenmiştir.

Kaynaklar

[1] Claerbout, J.F., Fundamentals of geophysical data processing: New York, McGraw-Hill Book Co., Inc., (1976).

[2] Bracewell, R., The Fourier transform and its applications: McGraw-Hill Book Co., (1986).

[3] Portnoff, M. R., "Time–Frequency Representation of Digital Signals and Systems Based on Short-Time Fourier Analysis", IEEE Transactions On Acoustics, Speech, And Signal Processing, Vol. Asp, 28(1): 55–69, (1980).

[4] Sacchi, M. ve Ulrych, T.J., "High-resolution velocity gathers and offset space reconstruction", Geophysics 60, 1169–1177, (1995).

[5] Chakraborty, A., and Okaya, D., "Frequency-time decomposition of seismic data using wavelet-based methods", Geophysics, 60, 1906–1916, (1995).

[6] Deighan A. J., Watts D., " Ground-roll Suppression Using Wavelet Transform, Geophysics", 62(6): 1896-1903, (1997).

[7] Trad, R.D., Ulrcyh, T., Sacchi, M.D., "Latest views of the sparse Radon transform", Geophysics, 68, 386-399, (2003).

[8] Hemon, C. H., ve Mace, D., "The use of the Karhunen-Lo`eve transformation in seismic data processing", Geophys. Prosp., 26, 600–626, (1978).

[9] Jones, I. F., ve Levy, S., "Signal-to-noise ratio enhancement in multichannel seismic data via the Karhunen-Loeve transform" Geophys. Prosp., 35, 12–32, (1987).

[10] Al-Yahya, K. M., "Application of the partial Karhunen-Lo`eve transform to suppress random noise in seismic sections", Geophys. Prosp., 39, 77–93, (1991).

[11] Liu, X.,"Ground roll supression using the Karhunen-Loeve transform, Geophysics", 64, 564–566, (1999).

[12] Vetterli, M., "Wavelets and filter banks: theory and design", IEEE Trans. Sig. Proc., 40, 2207–2232, (1992).

[13] Newland, D. E., " Wavelet analysis of vibration, part 2: Wavelet maps" J. Vib. Acoust., 116, 417–425, (1994).

[14] Chui, C. K., An introduction to wavelets: Academic Press Inc.,(1992).

[15] Corso, G., Kuhn, P.S., Lucena, L.S., Thom, Z.D., "Seismic ground roll time–frequency filtering using the gaussian wavelet transform", Physica A, 318, 551–561, (2003).

[16] Kak, A. C., and Slaney, M., "Principles of Computerized Tomographic Imaging", IEEE Press., (1988).

[17] Chapman, C. H., "A new method for computing synthetic seismograms", Geophys. J. R. Astr. Soc., 54, 481-518, (1978).

[18] Schultz, P. S.ve Claerbout, J. F., "Velocity estimation and downward-continuation by wavefront synthesis", Geophysics, 43(4), 691-714, (1978).

[19] Hampson, D., " The discrete Radon transform: a new tool for image enhancement and noise suppression", 57th Ann. Internat. Mtg: Soc. of Expl. Geophys., Expanded Abstracts, 141-143, (1987)

[20] Foster, D. J., and Mosher, C. C., "Suppression of multiple reflections using the Radon transform", Geophysics, 57(3): 386-395, (1992).

[21] Kabir, M. M. N., and Verschuur, D. J., "Groundroll removal using the linear Radon transform", 57th Mtg.: Eur. Assn. of Expl. Geophys., Session: A050, (1995).

[22] Hindriks, C. O. H., and Duijnadam, A. J. W., "Radon domain reconstruction of 3-D irregularly sampled VSP data", Soc. of Expl. Geophys., 68th Ann. Internat, Mtg., 2003-2006, (1998).

[23] Sacchi, M. D., "Aperture Compensated Radon and Fourier Transforms: University of British Columbia, PhD Thesis, Vancouver, BC., (1996).

[24] Sacchi, M. D., "Reweighting strategies in seismic deconvolution", Geophysical Journal International, 129, 651-656, (1997).

[25] Youzwishen, C. F., "Non-linear sparse and blocky constraints for seismic inverse problems", M.Sc. Thesis, University of Alberta, Edmonton, AB., (2001).

[26] Xia., J., Miller, R.D., Park, C.B., "Estimation of near surface shear-wave velocity by inversion of Rayleighs waves", Geophysics 64(3), 691-700, (1999).

[27] Ulrych, T. J., ve Sacchi, M. D., Information-based inversion and processing with applications, Elsevier, Netherlands, (2005).

[28] Karhunen, K., "Über lineare Methoden in derWahrscheinlichkeitsrechnung", Ann. Acad. Sci. Fenn., Ser. A.1.: Math.-Phys., 37, 3–79, (1947).
[29] Loève, M., Fonctions aléatoires du second ordre, in Processus stochastiques et mouvements Browniens, P. Lévy, Ed. Paris, France: Gauthier-Villars, (1948).
[30] Levy, A. ve Linderbaurn, M., " Sequential Karhunen-Loève Basis Extraction and its Application to Images", IEEE Transactions on Image Processing, 9(8): 1371-1374, (2000).
[31] Montagne, R. ve Vasconcelos, G. L., "Optimized suppression of coherent noise from seismic data using the Karhunen-Lo`eve transform", arXiv:nlin.PS/0507022v2, (2006).

COMPARISON OF STRENGTH PARAMETERS OF ANHYDRITE BASED MORTARS

ANHİDRİT BAZLI HARÇLARIN DAYANIM PARAMETRELERİNİN KARŞILAŞTIRILMASI

Nil Yapıcı[a], Hakan Güneyli[b], Süleyman Karahan[b]
[a]Çukurova Üniversitesi, Mühendislik-Mimarlık Fakültesi, Maden Mühendisliği Bölümü, Adana, Türkiye; nyapici@cu.edu.tr
[b]Çukurova Üniversitesi, Mühendislik-Mimarlık Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Adana, Türkiye; hguneyli@cu.edu.tr, skarahan@cu.edu.tr

Özet

Anhidrit bazlı, farklı çimento içeriğine sahip harç örnekleri üzerinde, bu tür malzemelerin temel değerlendirmelerinde başvurulan dayanım deneylerinden eğilme dayanımı, doğrudan ve eğilme sonrası basınç dayanımı, ve bağ (adezyon) dayanımı deneyleri gerçekleştirilmiştir. Sonuçlar çimento miktarı arttıkça tüm dayanım parametrelerinin anlamlı bir şekilde arttığını göstermektedir. Dört farklı dayanım deney verisi birbirleri ile karşılaştırıldığında, her bir dayanım parametresinin diğerleri ile güçlü doğrusal pozitif ilişkilere sahip olduğu saptanmıştır.

Tahrip edilmemiş harç numuneleri üzerinde yapılan doğrudan basınç dayanımı ve kısmen tahrip edilmiş numuneler üzerinde yapılan eğilme sonrası basınç dayanımı deneylerinden elde edilen değerler karşılaştırıldığında, bu iki farklı yöntemle elde edilen dayanım değerleri arasında yine güçlü doğrusal pozitif bir ilişkinin mevcut olduğu ortaya çıkmaktadır. Ancak doğrudan basınç dayanımı deneyinden elde edilen dayanım değerlerinin eğilme sonrası basınç dayanımı deneyinden elde edilen değerlerden ortalama 0.52 MPa daha büyük olduğu saptanmıştır.

Bu sonuçlar, söz konusu deneylerin herhangi birinden elde edilen dayanım değerlerinden yola çıkılarak diğer deneylerden elde edilen dayanım parametrelerinin güvenli bir şekilde kestirilebileceğini göstermektedir.

Anahtar kelimeler: Anhidrit, Sertleşmiş harç, Eğilme dayanımı, Basınç dayanımı, Bağ dayanımı

Abstract

Strength tests of flexural strength, compressive strength conducted directly and after flexural strength, and bond (adhesion / cohesion) strength used for basic evaluations of the materials such as mortar based anhydrite in various content were carried out. Results show that all the strength parameters increase significantly as the amount of anhydrite in mortar increases. From comparison of four different strength parameters mentioned above, it is determined strong positive linear relationships between each of them.
Comparison between compressive values obtained from directly tests (for undisturbed specimens) and after flexural tests (for partly disturbed specimens) indicates a strong linear positive relationship, as well. On the other hand, it has been determined that the directly compressive value is 0.52 MPa greater on average than that obtained from the after flexural strength test.

The results found for this study exhibit that using any strength parameters obtained from any of these experiments, all the other strength parameters can be safely estimated.

Keywords: Anhydrite, Hardened mortar, Flexural strength, Compressive strength, Bond strength

1. Giriş

Anhidrit (CaS04), suyla karıştırıldığında, bağlayıcılık özelliği kazanarak, yapı teknolojilerinde kullanılabilen sert ve dayanıklı bir malzemeye dönüşür. Anhidrit bu özelliğinden dolayı kullanımı yaygınlaşmaya başlayan bir malzemedir [1].

Bu çalışmada değişik oranlarda anhidrit ve portland çimentosu karışımları ile harç örnekleri hazırlanmış ve bu harçlar 28 günlük küre tabi tutulmuştur. Sertleşmiş harç örnekleri üzerinde, yapı sektöründe en yaygın olarak kullanılan dayanım ölçütlerinin belirlenmesi amacıyla gerekli deneylerden eğilme dayanımı, bağ (adezyon) dayanımı, doğrudan basınç dayanımı ve eğilme sonrası basınç dayanımı deneyleri gerçekleştirilmiştir. Bu farklı dayanım deneylerinden elde edilen veriler kendi aralarında analiz edilerek aralarındaki ilişkiler belirlenmeye çalışılmıştır.

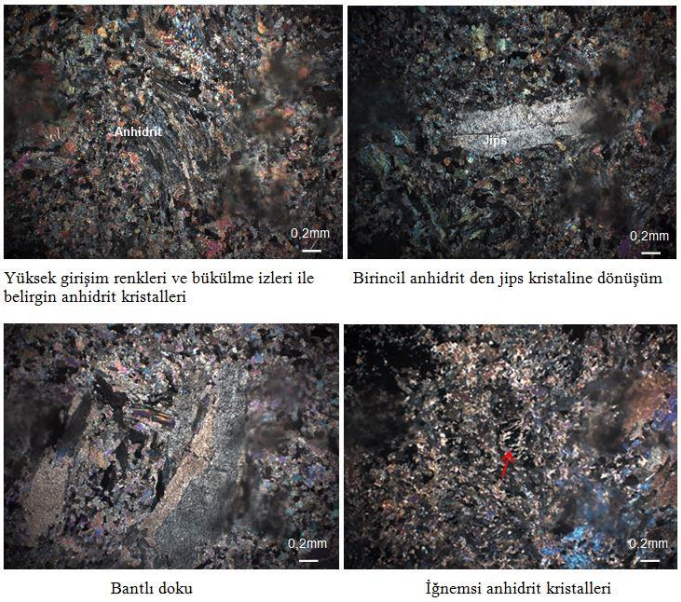
2. Malzeme

Çalışmada esas olarak Ulukışla (Niğde) bölgesinde yüzeyleyen anhidrit, standart portland çimentosu ve su kullanılmıştır. Çalışma ana konusu olan anhidrit Ulukışla (Niğde) bölgesinde yüzeyleyen Oligosen Jipsli seri [2] ve daha sonra Zeyvegediği anhidriti [3] olarak adlandırılan Oligosen yaşlı evaporitik birim içerisinden sağlanmıştır (Şekil 1). Anhidritin kimyasal ve fiziksel özellikleri Çizelge 1'de özetlenmiştir. Malzeme, hafif gri renkli, camsı parlaklıkta sertliği 3 üzeri, masif görünümdedir. HCl asite tepki vermemiş ve içerisinde organik malzeme bulunmamaktadır. Safa yakın oranda kimyasal bileşime sahip sedimanter ortam koşullarında oluşmuş mineral özelliğindedir. Yapısal özelliği ve ince kristalin yapısı, sertliği, kalsiyum sülfat ailesinden anhidrit özelliğindedir.

Sahadan alınan ana malzeme olan anhidritin binoküler polarizan mikroskopta belirlenen özelliklerine göre ana parajenez, anhidrit kristallerinden oluşmuştur (Şekil 2). Yüksek röliefleri ve çift kırma özellikleri ile diğer minerallerden ayrılmaktadır. Anhidrit kristalleri, porfiroblast dokulu olup, birincil özelliktedir. Az miktarda ikincil oluşumlu jips kristalleri kenetli dokusu ile gözlenmiştir. Porfiroblast dokulu birincil anhidritler, iri prizmatik-çubuksu görünümdedir. Anhidrit kristallerinde kataklastik doku benzeri değişik yönlü burulma-burkulmalara rastlanılmıştır. Kesit bünyesinde anhidritten jips dönüşümleri yer yer izlenilmiştir. Yine karbonat bantları arasında birincil anhidrit ve ikincil jips oluşumları bantlı olarak tespit edilmiştir. Boşluk dolgulu olanlarda iğnemsi kristallere de rastlanılmıştır. Kil minerallerine rastlanılmamıştır. Organik yapı içeriği bulunmamaktadır. Bu araştırma kapsamında hazırlanan beton karışımlarında standart ticari Portland (CEM I 42.5 R) çimentosu kullanılmıştır.



Şekil 1. Anhidritin sahadaki görünümü



Şekil 2. Yüksek girişim renkleri ve bükülme izleri ile belirgin anhidrit kristalleri

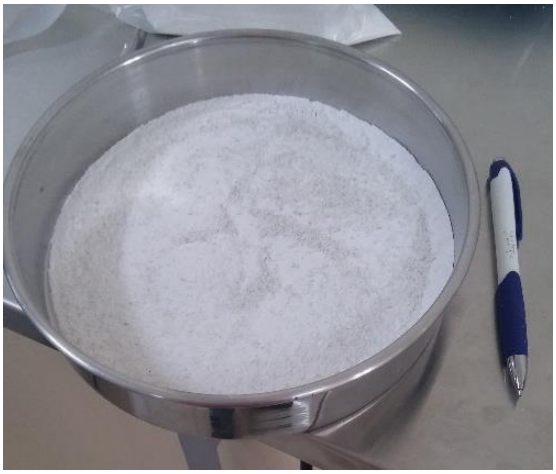
3. Yöntem

Öncelikle saha çalışmalarıyla Ulukışla bölgesinde yüzeyleyen Zeyvegediği anhidriti olarak adlandırılmış olan sedimanter birimden anhidrit ve jipsler alınmış, malzeme laboratuvar ortamında 24C0'de kurutulmuştur. Daha sonra bunlar çeneli kırıcıda kırılıp öğütülerek 20 mm'lik elekten elenerek toz haline getirilmiştir (Şekil 3). Toz haldeki anhidrit 65 C0'lik etüvde yeniden kurutulduktan sonra kimyasal ve indeks özelliklerinin belirlenmesi amacıyla deneylere tabi tutulmuştur. Kimyasal analizler sonuçları ve temel fiziksel özellikleri Çizelge 1 ve Şekil 4'de özetlenmiştir.

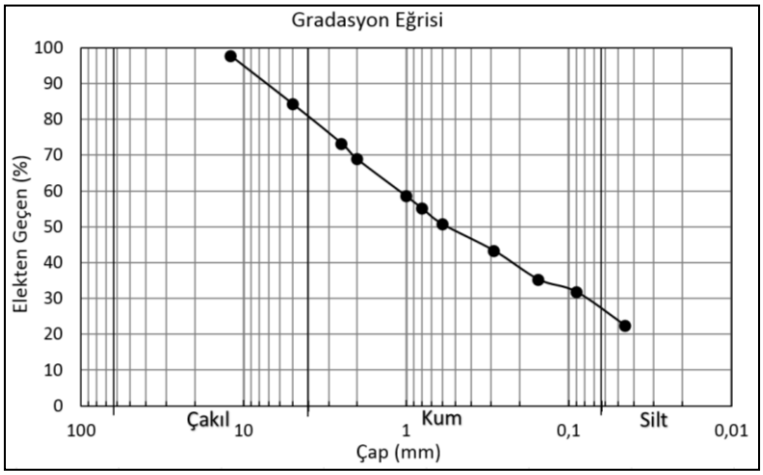
Çizelge 1. Anhidritin kimyasal ve fiziksel özellikleri

SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	MgO	CaO	Na_2O	K_2O	TiO_2	P_2O_5	MnO	Cr_2O_3	Ni	Sc	LOI
(%)											PPM	PPM	%
0,05	<0,01	<0,04	0,19	41,97	0,03	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,002	<20	<1	0,8

SO_4 (Sülfat İçeriği)	66,09
Kristal Su (%)	0,13
pH	6,42
$CaSO_4$ (%)	93,63
Ağırlıkça Su Emme (%)	0,18 (Ortalama)
Kuru Birim Hacım Ağırlık (g/cm^3)	2,780 (Ortalama)
Yoğunluk (g/cm^3)	2,850 (Ortalama)
Özgül Ağırlık	2,96



Şekil 3. Mikronize anhidrit



Şekil 4. Mikronize anhidritin gradasyon eğrisi

Temel olarak bu çalışmada, farklı oranlarda anhidrit ve çimento içeren sertleşmiş harçların dayanım parametrelerinin karşılaştırılması amacıyla örnekler hazırlanmıştır. Çimento harçlarında toplam karışımın 1:3'ü oranında çimento kullanıldığı [4] göz önünde bulundurularak anhidrit-çimento karışımlarında çimento miktarı %2'lik artışlarla %20-42 arasında değişecek şekilde seçilmiş ve 12 farklı harç karışımı hazırlanmıştır. Saf su kullanılarak su-çimento oranı (S/Ç) 0.5 olarak seçilmiştir.

Bu bağlamda karışım oranları kuru ağırlıklara göre belirlenmiştir. Kuru olarak elde edilen toz karışımlar homojen hale getirilinceye kadar dikkatli bir şekilde elle karıştırılmıştır. Daha sonra tüm karışımlara S/Ç=0.5 olacak şekilde saf su eklenerek önce elle karıştırılmış; daha sonra 500 dev/dk'lık mikserle 15 dk karıştırılmıştır (Şekil 5).

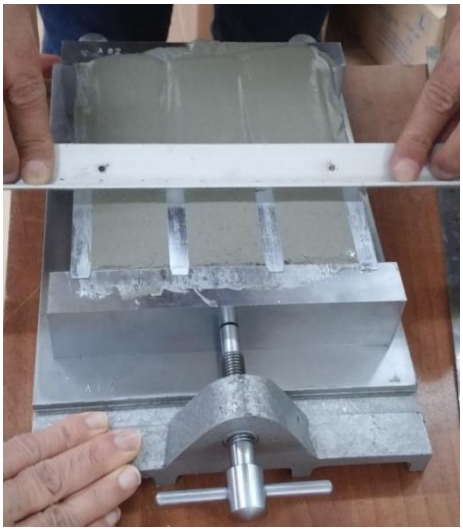
Homojen hale gelmiş jel kıvamındaki malzeme sarsma tablasına monte edilebilen 4x4x16 cm hacimli paslanmaz çelik kalıplara iki tabaka halinde yerleştirilmiştir (Şekil 6). Her tabaka, yerleşmenin ideal olması ve hava kabarcıklarının malzeme dışına atılması sağlamak amacıyla belirli sarsma işlemine tabi tutulmuştur. Daha sonra açık olan yüzey çelik bir düzelticiyle sıfırlanarak örnek prizlenmeye bırakılmıştır (Şekil 7). 28 günlük prizlenme sürelerinden sonra sertleşmiş harç örnekleri BS EN 196-1'e göre [5] doğrudan basınç dayanımı (Şekil 8), ve TS EN 998-1'i takip ederek [6] eğilmede çekme dayanımı (Şekil 9), eğilme sonrası basınç dayanımı ve bağ (adezyon) dayanımı deneylerine tabi tutulmuşlardır.



Şekil 5. Harcın mikserle karıştırılması



Şekil 6. Taze harcın kalıplara yerleştirilmesi





Şekil 7. Kalıplara yerleştirilen taze harcın düzeltilmesi ve sertleşmiş harcın kalıplardan çıkartılmış hali



Şekil 8. Doğrudan basınç dayanımı deneyi



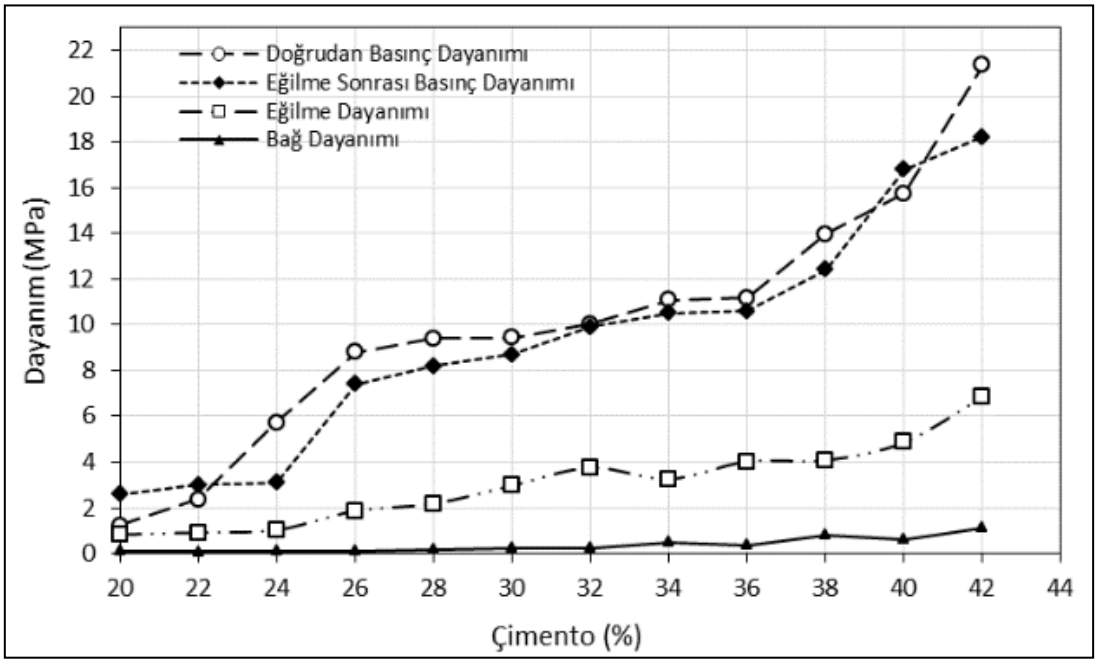
Şekil 9. Eğilmede çekme deneyi başlangıcı ve eğilmede çekme deneyinde örneğin kırılmış hali

4. Araştırma Bulguları

Mikronize anhidrit ile standart portland çimentosu kullanılarak 0.5 S/Ç oranında, %20-42 arsında değişen çimento oranlarında hazırlanan on iki farklı sertleşmiş harç örneği üzerinde yapılan çeşitli dayanım deney sonuçları Çizelge 2'de görülmektedir. Şekil 10'da farklı anhidrit-çimento oranlarındaki karışımlarla hazırlanmış sertleşmiş harç örneklerinin dört değişik dayanım deneyinden elde edilmiş dayanım değerleri görülmektedir. Veriler, bu genel grafikte incelendiğinde çimento artışının tüm dayanım parametrelerini belirgin şekilde artırdığı görülmektedir. En belirgin artış doğrudan ve eğilme sonrası basınç dayanımında ortaya çıkmaktayken en küçük değişimler bağ (adezyon) dayanımında oluşmaktadır. Harçlarda çimento miktarı arttıkça eğilme dayanımında meydana gelen artış adezyon dayanımına göre büyük; basınç dayanımlarına göre daha az olmuştur (Çizelge 2 ve Şekil 10).

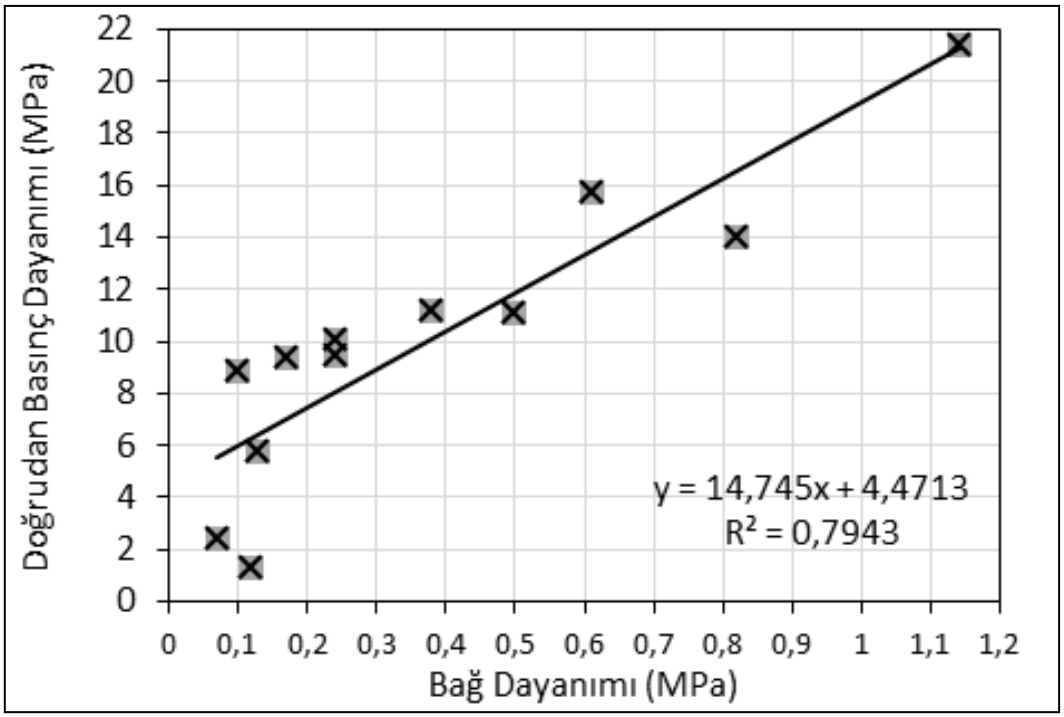
Çizelge 2. Sertleşmiş harçların farklı dayanım deney sonuçları

Örnek no ve Çimento miktarı (%)	Eğilme Dayanımı (MPa)	Eğilme Sonrası Basınç Dayanımı (MPa)	Doğrudan Basınç Dayanımı (MPa)	Bağ dayanımı [Adezyon] (MPa)
1 (20)	0.83	2.6	1.24	0.12
2 (22)	0.92	3.0	2.37	0.07
3 (24)	1.03	3.1	5.73	0.13
4 (26)	1.86	7.4	8.80	0.10
5 (28)	2.18	8.2	9.39	0.17
6 (30)	2.97	8.7	9.42	0.24
7 (32)	3.75	9.9	10.03	0.24
8 (34)	3.26	10.5	11.09	0.50
9 (36)	4.03	10.6	11.16	0.38
10 (38)	4.08	12.4	13.96	0.82
11 (40)	4.86	16.8	15.75	0.61
12 (42)	6.85	18.2	21.36	1.14

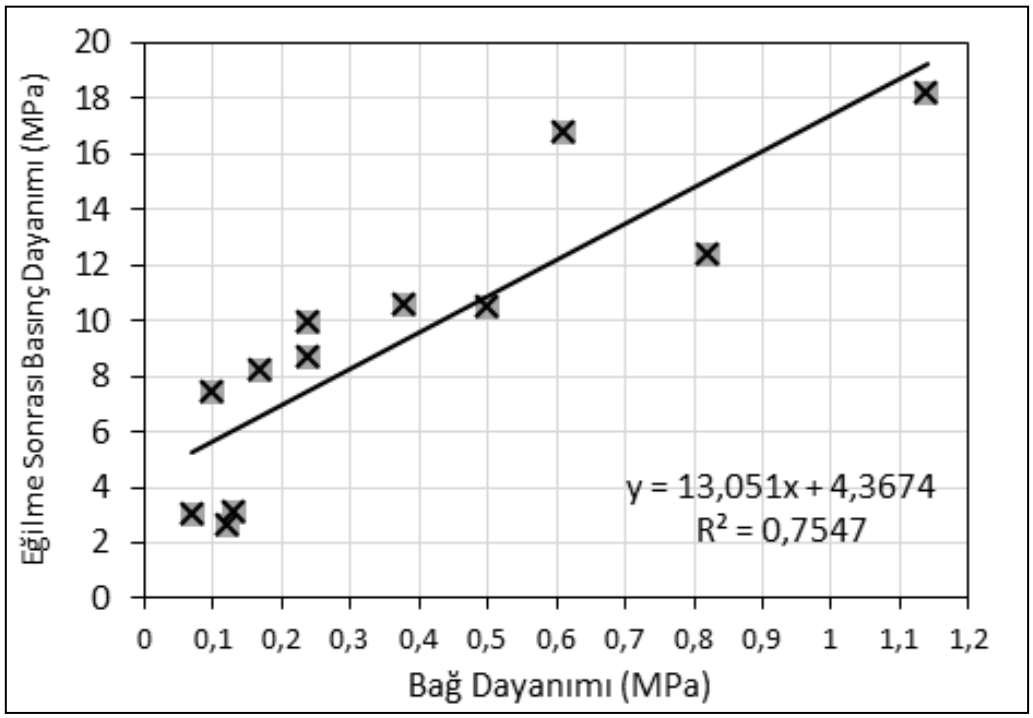


Şekil 10. Farklı çimento içeriğine sahip anhidrit bazlı sertleşmiş harç örneklerinin dayanım değerleri

Bağ (adezyon) dayanımı ile diğer dayanım değerleri karşılaştırıldığında ortaya anlamlı ilişkiler çıkmaktadır. Doğrudan basınç dayanımı ile bağ dayanım değerleri karşılaştırıldığında yaklaşık doğrusal pozitif ilişki ortaya çıkmaktadır. Şekil 11'deki grafik incelendiğinde doğrudan basınç dayanımı arttıkça bağ dayanımının da doğru orantılı olarak arttığı görülmektedir. Ortaya çıkan pozitif doğrusal fonksiyonun korelasyon katsayısı (R) 0.79'dur. Korelasyon katsayısı $R \geq 0.8$, $0.8 > R > 0.2$ ve $R \leq 0.2$ değerlerini aldığında sırasıyla güçlü, orta ve zayıf olarak kabul edilmektedir [7]. Benzer durum eğilme sonrası basınç dayanımı ile bağ dayanımı arasında da mevcuttur. Şekil 12'de görüleceği üzere bağ dayanımı ve eğilme sonrası basınç dayanımı arasında da güçlü bir doğrusal pozitif ilişki vardır.

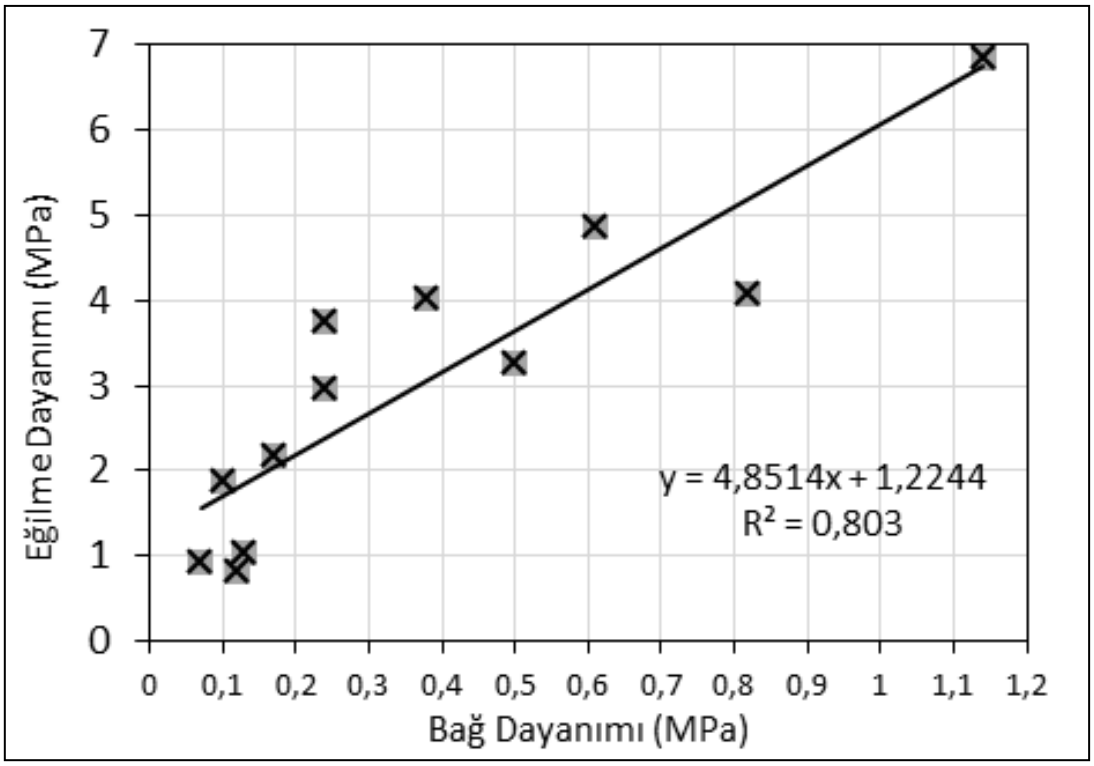


Şekil 11. Doğrudan basınç dayanımı-Bağ dayanımı

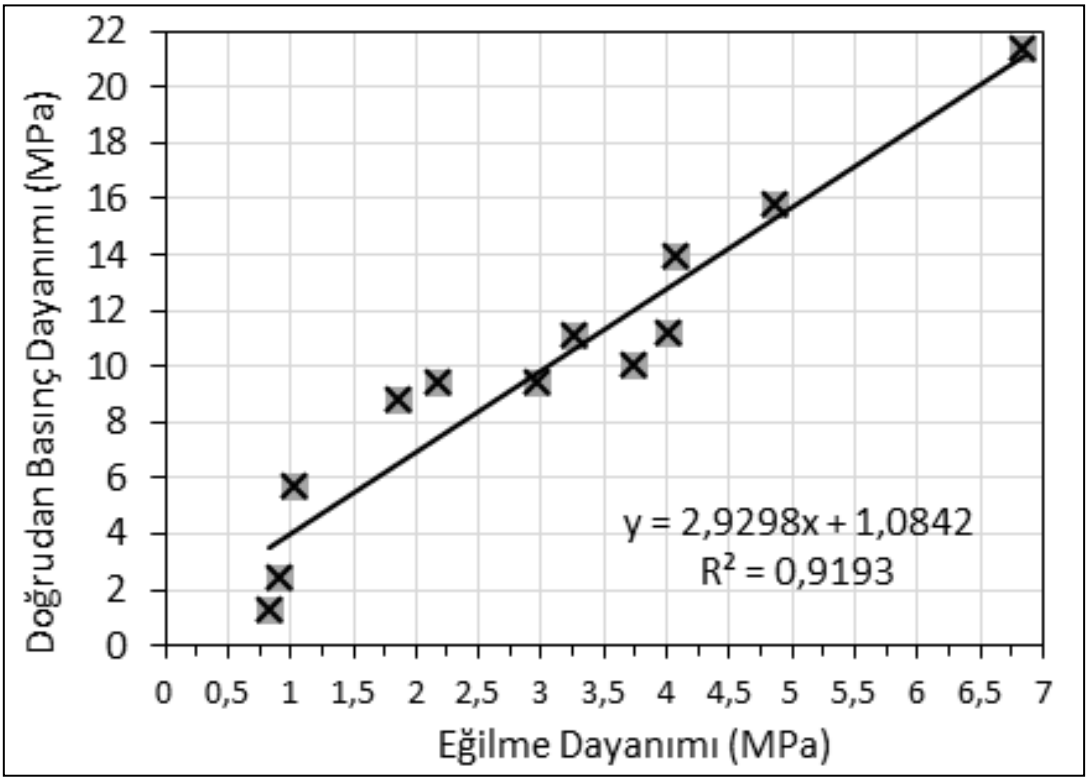


Şekil 12. Eğilme sonrası basınç dayanımı-Bağ dayanımı

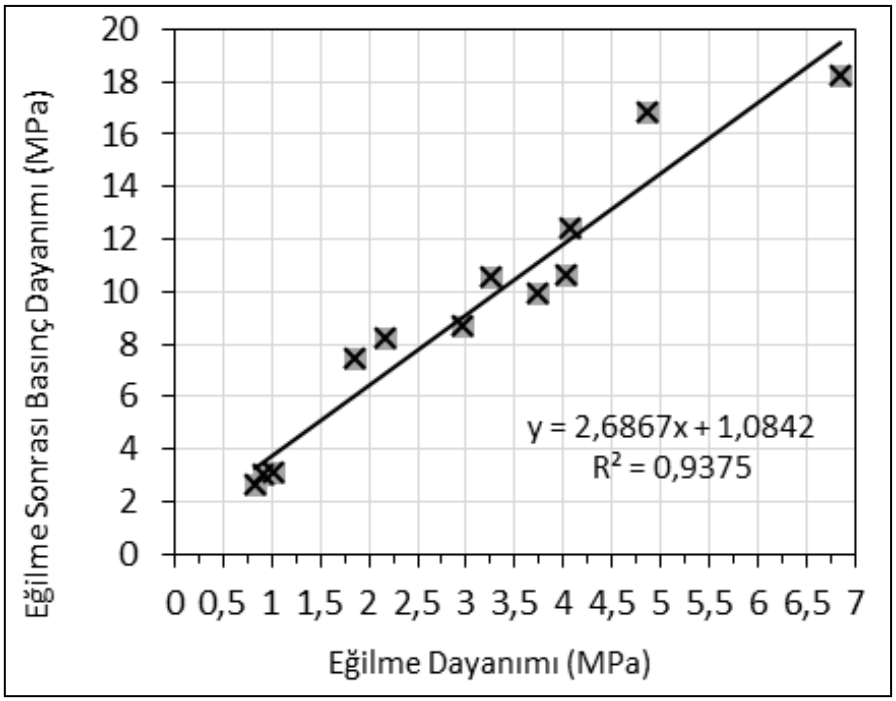
Bağ dayanımı ile eğilme dayanımı karşılaştırıldığında 0.8'lik bir korelasyon katsayısına sahip doğrusal bir pozitif ilişkinin varlığı dikkat çekmektedir (Şekil 13). Eğilme dayanımı ile basınç dayanım değerleri karşılaştırıldığında yine oldukça güçlü pozitif doğrusal fonksiyonların varlığı ortaya çıkmaktadır. Başka bir deyimle hem doğrudan hem de eğilme sonrası basınç dayanımı arttıkça lineer olarak eğilme dayanımı da artmaktadır (Şekil 14-15).



Şekil 13. Eğilme dayanımı-bağ dayanımı

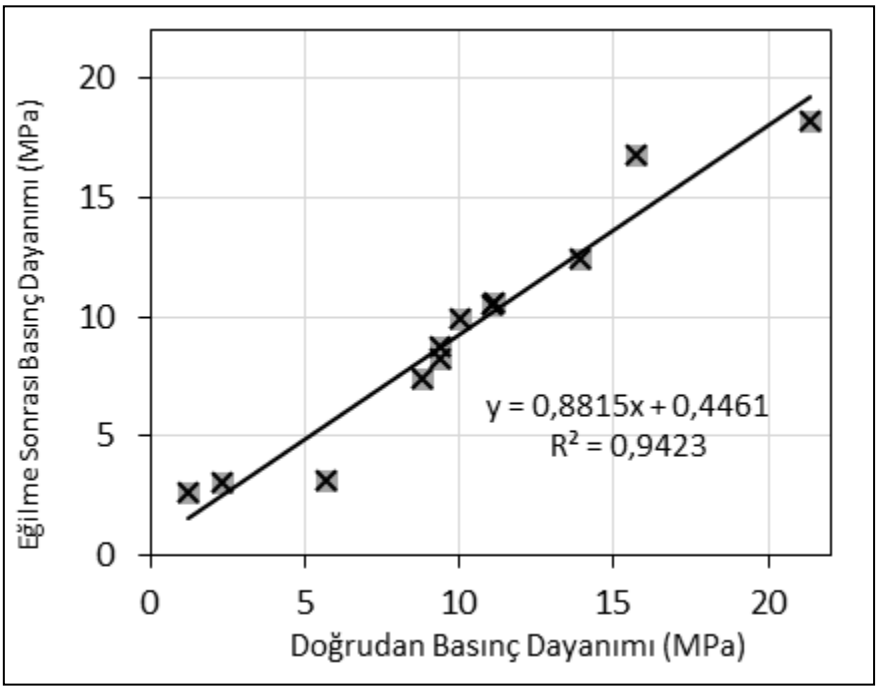


Şekil 14. Doğrudan basınç dayanımı-eğilme dayanımı



Şekil 15. Eğilme sonrası basınç dayanımı-eğilme dayanımı

Sertleşmiş harç örneklerinin doğrudan basınç dayanım deneyleri herhangi bir tahribata maruz kalmamış prizmatik numuneler üzerinde gerçekleştirilmektedir. Eğilme sonrası basınç dayanımı deneyleri ise eğilme deneyinde kırılmış olan parçalar üzerinde gerçekleştirilmektedir. Bu çalışma kapsamında da doğrudan basınç dayanımı deneyleri tahrip edilmemiş örnekler üzerinde yürütülmüştür. Bu iki farklı yöntemle yapılan deney sonuçları karşılaştırıldığında bazı farklılıkların ortaya çıktığı görülmüştür (Şekil 16). Grafik olarak incelendiğinde doğrudan ve eğilme sonrası basınç dayanımları arasında korelasyon katsayısı 0.94 olan doğrusal bir ilişki ortaya çıkmaktadır. Diğer taraftan doğrudan basınç dayanımı değerleri eğilme sonrası basınç dayanımı değerlerinden ortalama 0.52 MPa daha yüksek çıkmaktadır.



Şekil 16. Eğilme sonrası basınç dayanımı-doğrudan basınç dayanımı

5. Sonuçlar

Bu çalışmada anhidrit bazlı, değişik çimento içeriğine sahip 12 harç örneği üzerinde yaygın olarak kullanılan dayanım deneylerinden eğilme dayanımı, doğrudan ve eğilme sonrası basınç dayanımı, ve bağ (adezyon) dayanımı deneyleri gerçekleştirilmiştir.

Yapılan deneyler sonucunda çimento miktarı arttıkça tüm dayanım parametrelerinin anlamlı bir şekilde arttığı ortaya çıkmıştır. Bu dört farklı dayanım parametresi birbirleri ile karşılaştıklarında her bir dayanım parametresinin diğerleri ile arasında güçlü ($R \geq 0.8$) korelasyon katsayılarına sahip doğrusal pozitif ilişkilerin olduğu belirlenmiştir.

Ayrıca basınç dayanımının belirlenmesinde başvurulan doğrudan ve eğilme sonrası basınç dayanımı deneylerinden elde edilen değerler karşılaştırıldığında, bu iki farklı yöntemle elde edilen dayanım değerleri arasında yine güçlü doğrusal pozitif korelasyonun mevcut olduğu belirlenmiştir. Ancak doğrudan basınç dayanımı deneyinden elde edilen dayanım değerlerinin eğilme sonrası basınç dayanımı deneyinden elde edilen değerlerden ortalama 0.52 MPa daha büyük olduğu saptanmıştır.

Bu sonuçlar ışığında yukarıda konu edilen deneylerden herhangi birinin yapılması durumunda diğer deneylerden elde edilen dayanım parametrelerinin güvenli bir şekilde tahmin edilebileceği söylenebilir.

Kaynaklar

[1] Yüksel V., (1971). Su İle Karıştırılınca Sertleşen Malzemeden Yapılan Galeri Refakat Barajları. Madencilik, vol. 10-2, pp.42-52.
[2] Nazik A., Gökçen, N., (1989). Ulukışla Tersiyer istifinin foraminifer ve ostrakod faunasına göre stratigrafik yorumu. Türkiye Jeoloji Bülteni, vol. 32, pp.89-99.
[3] Oktay F.Y., (1982). Ulukışla ve Çevresinin Stratigrafisi ve Jeolojik Evrimi. Türkiye Jeol. Kur. Bült., 25:1, 15-24
[4] TS 24, (1985). Çimentoların fiziki ve mekanik deney metotları, TSE, Ankara.
[5] BS EN 196-1, (1995). Methods of testing cement: Part 1. Determination of strength. BSI, London.
[6] TS EN 998-1, (2011). Kâgir harcı - Özellikler - Bölüm 1: Kaba ve ince sıva harcı, TSE, Ankara.
Smith G.N., (1986). Probability and Statistic in Civil Engineering. Collins, London, p. 244.527-530.

EFFECTS OF AGGREGATE FLAKINESS ON CONCRETE
AGREGA YASSILIĞININ BETON ÜZERİNDEKİ ETKİLERİ

Süleyman Karahan[a], Hakan Güneyli[a]
[a]Çukurova Üniversitesi, Mühendislik-Mimarlık Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Adana, Türkiye; skarahan@cu.edu.tr, hguneyli@cu.edu.tr

Özet

Bu çalışmada Adana Bölgesi Karaisalı İlçesinde üretilen Karaisalı Formasyonuna ait kırma kireçtaşı agregasının geometrik özelliklerinden yassılığın beton fiziksel özellikleri üzerindeki etkisi araştırılmıştır. Bu bağlamda, ülkemizde son dönemde yürürlükte olan TS 706 EN 12620 +A1 Beton agregaları standardında öngörülen agrega deneylerinden elek analizi ve yassılık indeksi deneyleri; beton deneylerinden ise TS EN 12350-2 standardına göre çökme (slamp) ve TS EN 12390-3 standardına göre beton dayanım deneyleri yapılmıştır.

Yapılan deneysel çalışmalarla, farklı tane dağılımındaki yassı ve kübik geometrili agregalar birbirinden ayrılmıştır. Aynı mineralojik bileşimde, fakat farklı agrega geometrisine sahip yassı ve kübik agregalar kullanılarak % 0, % 25, % 50 ve % 100 oranlarında yassı agrega içeren beton örnekleri TS 802 standardına göre üretilmiştir. Üretilen beton örneklerinde sadece agrega geometrisi (yassı tane oranı) değişken parametre olarak belirlenirken, diğer bileşenler (su/çimento oranı, katkı miktarı, vs.) sabit tutulmuştur. Sonuçlar beton karışımında yassı tane miktarı arttıkça çökmenin arttığını ve beton dayanımının azaldığını göstermektedir.

Anahtar Kelimeler: Beton agregası, Yassılık indeksi, Çökme (slamp), Beton dayanımı

Abstract

In this study, the effect of flakiness which is a geometric feature of crushed aggregate produced from Karaisalı limestone, on the physical properties of concrete was investigated. In this regard, the aggregate tests of flakiness index and sieve analysis accordance with Concrete aggregates standard of TS 706 EN 12620 +A1 in force in Turkey, and slump and concrete pressure strength tests accordance with respectively TS EN 12350-2 and TS EN 12390-3 standard were performed.

In the experimental studies, aggregates which have different grain size distribution were separated from each other by geometry as flat or cubic. Using flat and cubic grains which have same mineralogical composition but different particle geometry, concrete samples including % 0, % 25, % 50 and % 100 flat particles were produced accordance with TS 802 standard. Aggregate geometry (percentage of flat particle) in concrete samples produced was used as variable parameter only, as the other components (water/cement ratio, the amount of contribution, etc.) were kept constant. The results indicate that the increase of the amount of flat grains in concrete mixture causes a particular decrease in strength of concrete and increase in slump.

Keywords: Concrete aggregate, Flakiness index, Slump, Concrete strength

1. Giriş

Beton, çakıl ve kum gibi agrega sınıfındaki malzemelerin bir bağlayıcı madde (çimento) ve su ile birleştirilmesinden meydana gelen, en yaygın yapı malzemesidir.

Dünyada beton tüketiminin yılda yaklaşık 6 milyar m3 civarında olduğu tahmin edilmektedir. Böyle yüksek düzeyde tüketilen diğer bir malzemenin ise su olduğu söylenebilir [1].

Beton agregası, beton veya harç yapımında çimento ve su karışımından oluşan bağlayıcı malzeme ile birlikte bir araya getirilen, organik olmayan, doğal veya yapay malzemenin genellikle 100 mm'yi aşmayan (yapı

betonlarında çoğu zaman 63 mm'yi geçmeyen) büyüklüklerdeki kırılmamış veya kırılmış tanelerin oluşturduğu bir yığındır.

Betonun iskeletini oluşturan agrega, beton bileşenleri içerisinde en büyük hacim ve kütleyi kaplar. Agregalar, genelde betonun toplam hacminin yaklaşık %70'ini oluşturur ve beton özellikleri üzerinde önemli etkileri vardır. Agrega, beton için sadece ekonomik bir dolgu malzemesi değil aynı zamanda betonun duraylılığını, aşınma dayanımını ve taşıma kapasitesini artıran önemli bir bileşendir. Başka bir deyimle betonun fiziksel ve mekanik özellikleri büyük ölçüde agrega tarafından denetlenir. Bu bağlamda agreganın indeks ve dayanım özellikleri doğrudan betonun kalitesini belirler.

Agregalar çoğunlukla doğal kaynaklardan elde edilir; bunun yanında bazı sanayi atıkları, binaların yıkılmasıyla ortaya çıkan parçalanmış beton da agrega olarak kullanılabilir. Doğal olarak şekillenmiş agrega, akarsu ve göl yatakları, teraslar (taraçalar) ve doğal kayaların kırılarak ufalanmasıyla oluşur. Akarsu yatakları, geçmişten bu yana agrega kaynağı olarak yaygınca kullanılmıştır. Ancak, yoğun yapılaşmadan kaynaklanan aşırı tüketim, bu doğal kaynakların hızlı ve denetimsiz şekilde tüketilmesine neden olmaktadır. Agrega kaynağı olarak akarsu ve göl gibi doğal çökel yataklarının kullanımı için son yıllarda sınırlamalar yürürlüğe girmiştir. Doğal çökel kaynaklardan agrega alımı, doğal dengenin bozulmasına ve çeşitli telafisiz çevre sorunlarına neden olduğundan ülkemizde de çevre bilinci gelişmiş çeşitli ülkelerde olduğu gibi, son yıllarda bu uygulamadan vazgeçilmiştir. Türkiye'de mevcut doğal çökel yataklar halen kullanılırken, böyle alanlarda yeni ruhsat ve işletme girişimlerine izin verilmemektedir.

Kaynak kaya ve üretim yöntemi değişse de beton üreticisi tarafından daima "kaliteli" ve "ekonomik" agrega tercih edilmektedir. Agrega, betonda kullanılmadan önce, tüm agrega ve beton deneyleri yapılıp sertleşmiş betonun 7–28 günlük basınç dayanımları belirlendikten sonra kullanımına karar verilir.

Agregalarda aranan en önemli özellikler şunlardır:

- Sert, dayanıklı ve boşluksuz olma,
- Zayıf taneler içermeme (deniz kabuğu, odun, kömür, vb.),
- Basınca ve aşınmaya dayanımlı olma,
- Toz, toprak (ince malzeme) ve betona zarar verebilecek maddeler içermeme,
- Yassı ve uzun taneler içermeme,
- Çimentoyla zararlı tepkimeye girmeme

Agreganın kirli (kil, silt, mil, toz, vb. içermemesi) olması aderansı olumsuz etkilerken, bu küçük taneler su ihtiyacını da arttırmaktadır. Beton agregalarında elek analizi, yassılık, özgül ağırlık ve su emme gibi deneyler uygun sıklıklarla yapılarak, kalite sürekliliği izlenmelidir. Ülkemizde betonda kullanılacak agregaların TS 706 EN 12620 + A1 standardına uygun olması istenmektedir.

Agrega ile ilgili birçok bilimsel araştırma ve yürürlükte olan çeşitli ülke standartları, agregayı oluşturan tanelerin şeklinin nasıl tanımlanması gerektiği konusunda görüş belirtmektedir. Agrega tanelerinin şekli, taze betonun işlenebilme (slamp) özelliğini doğrudan etkiler. Kusurlu (beton için uygun olmayan geometriye sahip) tanelerin oranı çok ise taze betonun işlenebilirliği azalmakta, su ihtiyacı artmakta ve betonun dayanımı olumsuz etkilenmektedir. Yuvarlak agrega taneleri küresel veya küreye yakın geometride olan tanelerdir. Bu tür tanelerin üzerinde keskin çıkıntılar yer almamaktadır. Akarsu yataklarından elde edilen agregalardaki tanelerin çok büyük bölümü yuvarlak ya da yumuşak köşelidir. Keskin köşeli agrega taneleri, üzerinde sivri çıkıntılar bulunduran tanelerdir. Kırmataş agregalardaki tanelerin şekli köşelidir. Bunların dışında agrega tanesinin şekli için başka bir ölçüt ise "yassılık" ya da uzunluktur. Yassı ve uzun şekle sahip bir agrega tanesindeki en büyük eksen ile en küçük eksen arasında büyük fark vardır.

Doğal agregalar, oluşumları gereği aşınma etkisi ile yuvarlaklaşırlar. En büyük ekseninin en küçük eksenine oranı 3'ten büyük olan tanelere, şekilce kusurlu taneler denir. Şekilce kusurlu tanelerin (yassı veya uzun) oranı, 8 mm tane büyüklüğündeki agrega içinde ağırlıkça % 50'den fazla olmamalıdır. Kusurlu taneler,

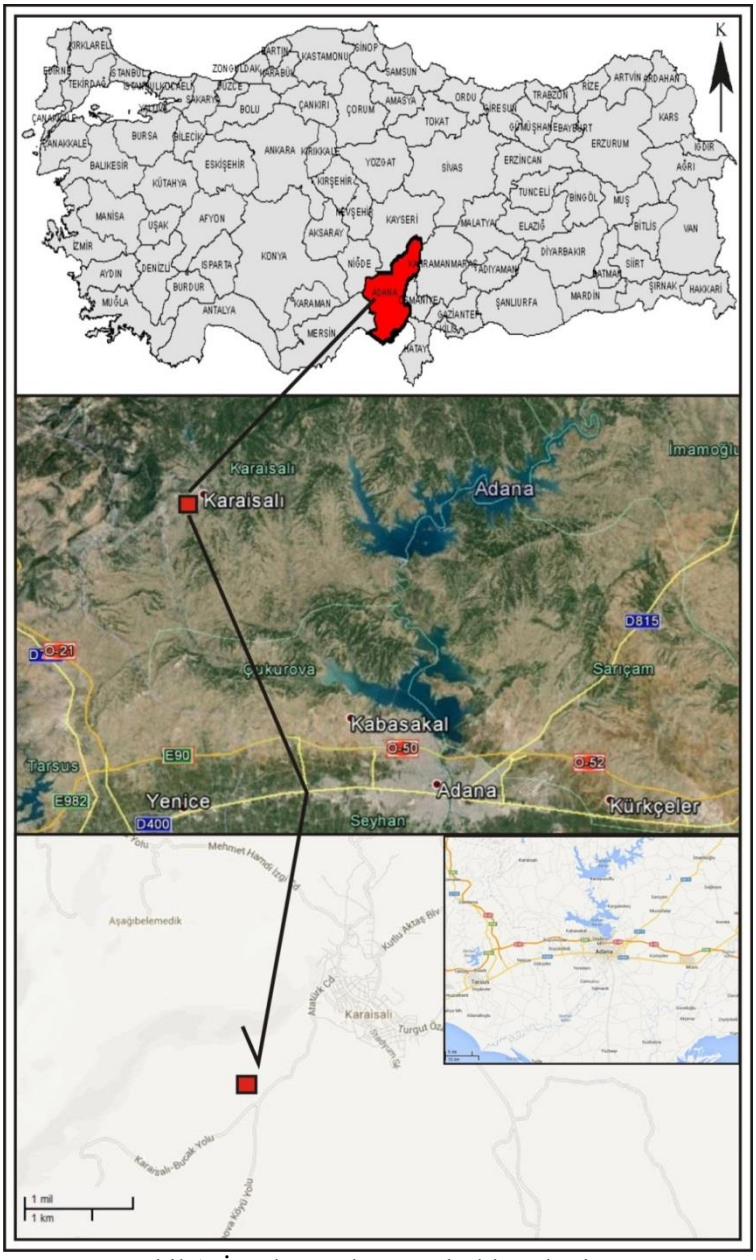
agrega yığınının boşluklu olmasına ve bu boşluğun çimento hamuru ile doldurulamamasına neden olur. Bu durumda taşıyıcı iskeleti sağlam olmayan bir yapı meydana gelir. Tane şekillerine göre agregalar yuvarlak, şekilsiz, köşeli, yassı ve uzun olarak sınıflandırılır. Doğal agrega ocağından çıkarılan malzeme genel olarak yuvarlak veya yuvarlağa yakın şekillidir ve az oranda da olsa yassı ve uzun taneler içerebilir. Konkasörden (kırıcıdan) elde edilmiş agregalar genellikle köşelidir. Yassı ve uzun taneleri de %30 dolayında yapılarında bulundurabilir. Genel olarak standartlarda yassı tane miktarının %50 den fazla olması istenmez. Aksi durumda betonun yerleştirilmesi ve kompasitesinde (doluluğunda) sorun ortaya çıkabilir. Bir agrega tanesinin üç ekseni arasında 1/3 oranından daha büyük boyut farkı varsa bu agregaya "yassı agrega" denir [2].

Agregalarda kusurlu tanelerin oranının çok olması; taze betonun işlenebilirliğini azaltmakta, su gereksinimini ve hapsolmuş hava miktarını arttırmaktadır. Bu açıdan; kusurlu taneler, beton dayanımının ve dayanıklılığının daha az olmasına yol açmaktadır [3].

Yuvarlak doğal agreganın yığın olarak yerleşmesi, geometrik yapısı gereği daha kolay olup, özgül yüzeyi de (kırma agregaya göre) daha küçük olduğundan işlenebilirlik için az su gerektirir. Kırma agregalar köşeli, kenarlı ve yüzeyleri pürüzlüdür. Kırma agregalar konkasörlerin ayarsızlığına bağlı olarak yassı ve çivi türü biçimsiz taneler içerirler. Bunun sakıncası ise betonun yerleşmesi sırasında işlenebilirliğin güçleşmesidir. İşlenebilirliği sağlamak için daha çok su gerekecektir. Bu nedenle kaliteli beton üretiminde kusurlu taneler istenmez [4].

Betonda bulunan çoğu yassı taneler, çimento ile kolayca bağ kurabilir, fakat dokanakları daha kolay aşınır. Karışım içinde yer alan bazı yassı taneler, yığın içinde köprü oluşturacak açık boşluk oluşturur. Bu durum beton içinde bölgesel olarak zayıflık zonu oluşmasına neden olur. Böylece çimento gereksinimi de artar [5].
Agreganın yassılık durumunu sayısal olarak belirlemek ve ifade etmek için "yassılık indeksi deneyi" olarak bilinen yöntem uygulanır. Yassılık indeksi deneyi yalnızca iri (>4 mm) agregalara uygulanan bir yöntemdir. Türkiye'de kullanılan TS 706 EN 12620 +A1 standardında yassılık indeksi deneyi için TS 3530 EN 933-3 standardına atıf yapılmıştır.

Yüksek lisans tezi olarak hazırlanan bu araştırma kapsamında, Karaisalı (Adana) ilçesinde (Şekil 1) üretilen, Karaisalı Formasyonu'nun resifal kireçtaşına ait kırmataş agregasının geometrik özelliklerinden yassılığın taze betonun işlenebilirliği (slamp) ve sertleşmiş beton dayanımı üzerindeki etkileri araştırılmıştır.
Yapılan literatür çalışmaları sonucunda; agrega geometrik özelliklerinden yassılığın "taze ve sertleşmiş beton üzerindeki etkileri" hakkında grafik, sayısal ve kesin yorumsal verilere rastlanamamıştır. Bu bağlamda üretilen agregaların son dönemde ülkemizde yürürlükte olan TS 706 EN 12620 +A1 standardında öngörülen agrega deneylerinden elek analizi ve yassılık indeksi deneyleri yapılmıştır. Yapılan bu iki deneyle farklı granülometrideki yassı ve kübik geometrili agregalar birbirinden ayrılmıştır. Sonuç olarak agrega geometrisinin, üretilen beton örneklerinin taze ve sertleşmiş durumdaki fiziko-mekanik özellikleri üzerindeki etkileri deneysel olarak irdelenmiştir.



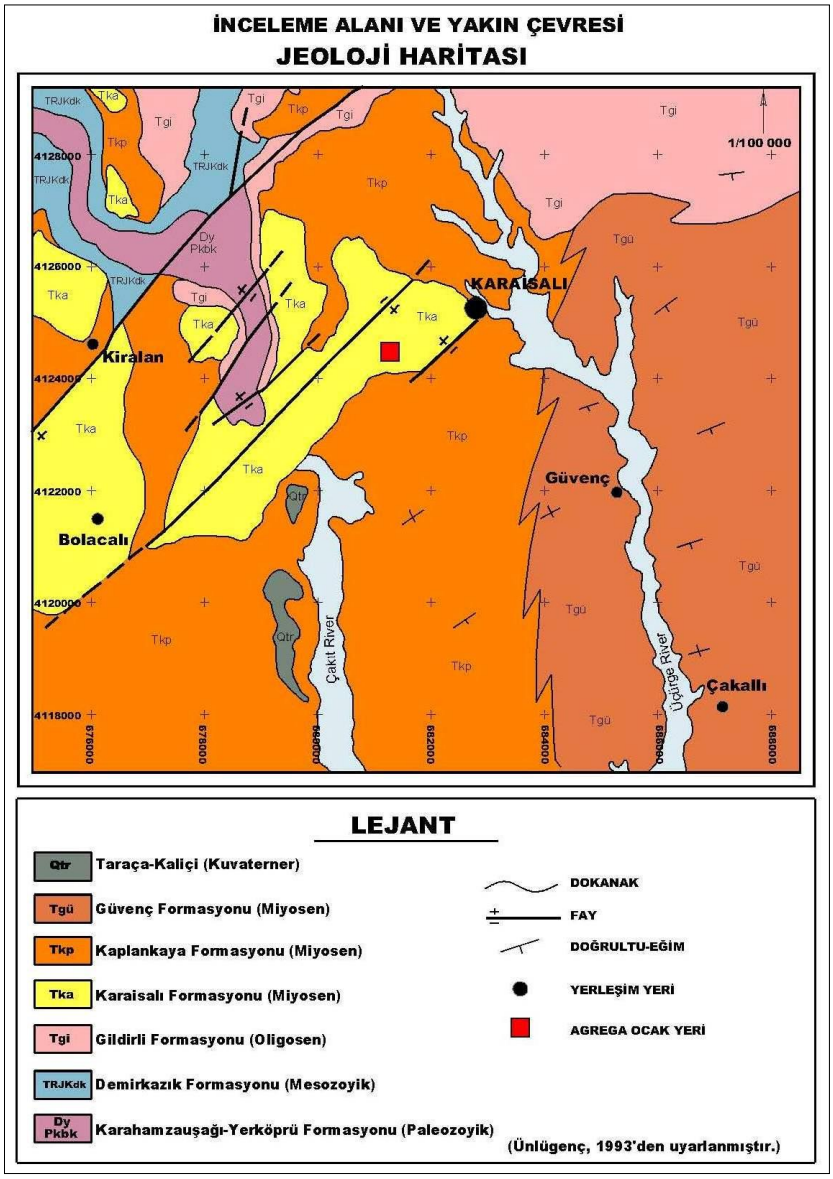
Şekil 1. İnceleme alanı yer bulduru haritası

2. Malzeme

Bu çalışmada malzeme olarak kırmataş agregası kullanılmıştır. Kırmataş agrega, patlatma ile elde edilen kayaların yıkama yapılmadan kırma ve eleme işlemi sonucu üretimiyle elde edilir. Materyal olarak araştırılan kırmataş agregası Adana havzasında bulunan Karaisalı Formasyonu (Miyosen) resifal kireçtaşı seviyelerinden elde edilmiştir (Şekil 2).

Karaisalı formasyonu ilk kez Schmidt (1961) tarafından litostratigrafik birim ayırdına dayalı olarak "Karaisalı kalkeri" olarak adlandırılmıştır. Daha sonra birime; Ergene (1972), İlker (1975), Görür (1979, 1980) ile Yetiş ve Demirkol (1984) tarafından "Karaisalı kireçtaşı"; Yalçın ve Görür (1984) ile Yetiş ve Demirkol (1986) tarafından ise Karaisalı formasyonu adlaması uygulanmıştır. Karaisalı formasyonu adını, çalışma alanının doğu sınırında bulunan Karaisalı ilçesinden almakta olup, tip yeri ve kesiti de burada yer almaktadır.

Karaisalı formasyonu özellikle inceleme alanının doğu ve güney kesimlerinde oldukça geniş yüzleklere sahiptir (Şekil 2). Birim genel olarak çalışma alanındaki topografik yükseltileri oluşturmaktadır. Bu yükseltiler; Kale Tepe, Kessek Tepe, Alaca Tepe dolayları, Kıralan köyü kuzeyi ve kuzeybatısı, Kuşçular köyü güneybatısı ve kuzey dolaylarıdır. İnceleme alanında birim başlıca resifal kireçtaşından oluşmaktadır. Açık sarı-açık gri-kirli beyaz-bej renkli, seyrek killi biyoklastik kireçtaşı arakatmanlı, resif kenarları dışında belirgin katmansız, yer yer belirgin orta-kalın veya som katmanlı birim; sert, sağlam, sıkı dokulu, keskin köşeli, kırıklı, alg, gastropod, ekinid, mercan, lamellibranş kapsayan erime boşluklu kireçtaşı yapılışlıdır. Bunun sebepleri değerlendirildiğinde; inceleme alanında deniz seviyesindeki alçalıp yükselmeler, bölgenin paleotopografik düzensizlikleri ve havzaya taşınan çökel oranındaki değişimler bu fasiyes değişimlerini etkileyen etkin faktörlerdir. Karaisalı kireçtaşı tabanda değişik formasyonlar üzerine gelmektedir. Tabandaki Yellikaya sırtı dolayında ve kuzey kesiminde Paleozoyik'e ait Karahamzauşağı ve Kessek tepede Mesozoyik'e ait Demirkazık formasyonu üzerine uyumsuz olarak gelmekte olan birim, Kale Tepe güneyinde Gildirli formasyonu üzerinde uyumludur. Birimin Kıralan-Yerköprü arasında ise Miyosen yaşlı Kaplankaya formasyonu ile olan yanal ve düşey fasiyes değişimleri arazide oldukça belirgindir. Kaplankaya formasyonu, Karaisalı formasyonunun resif gerisi-lagün fasiyesini karakterize etmektedir. Kaplankaya formasyonunun üzerine gelen Langiyen-Serrevaliyen yaşlı Güvenç formasyonu ile olan dokanağı da genellikle geçişlidir. Keştepe Mahallesi ve Arapali köyü civarı dolayında belirtilen geçişli dokanak ilişkisi oldukça belirgindir.



Şekil 2. İnceleme alanı ve yakın çevresi jeoloji haritası (Ünlügenç, 1993)

3. Yöntem

Yüksek lisans tezi olarak hazırlanan bu çalışma kapsamında, Adana Bölgesi Karaisalı İlçesinde üretilen Karaisalı formasyonuna ait kırma kireçtaşı agregasının geometrik özelliklerinden "yassılığın" beton fiziksel özelliklerine etkisi araştırılmıştır. Konu ile ilgili olarak, dünyada uygulanan farklı standartlar yürürlüktedir. Ancak kavram karmaşası yaratmamak amacı ile bu araştırmada yöntem olarak, Türkiye'de uygulanan ve uluslararası geçerliliğe sahip olan Türk Standartları (TS)'na bağlı kalınmıştır. Bu bağlamda, ülkemizde son dönemde yürürlükte olan TS 706 EN 12620 +A1 Beton Agregaları Standardı'nda öngörülen agrega deneylerinden elek analizi ve yassılık indeksi deneyleri yapılmıştır. Yapılan bu iki deneyle farklı granülometrideki yassı ve kübik geometrili agregalar birbirinden ayrılmıştır.

Sonuç olarak agrega geometrisinin, üretilen beton örneklerinin taze ve sertleşmiş durumdaki fiziko-mekanik özellikleri üzerindeki etkileri deneysel olarak irdelenmiştir.
Bu tez çalışmasında; agrega deneyleri TS 706 EN 12620 +A1 standardına göre Karaisalı Kaksan Kireç işletmesi laboratuarında, beton deneyleri ise TS 802 standardına göre Tarsus İmar Beton İşletmesi laboratuarında yapılmıştır.

4. Araştırma Bulguları

Elek analizi deneyleri TS 3530 EN 933–1 standardına uygun olarak agrega işletmesinin kendi laboratuvarında yapılmıştır. İşletmede 0–4 mm, 4–11,2 mm, 11,2–22,4 mm boyutunda agrega üretimi yapılmaktadır. Deney sonuçları malzeme boyutlarına göre ifade edilmiştir. Kırmataş ocağında, 0–4 mm ince agrega GF85, 4–11.2 mm iri agrega GC85/20 ve 11.2–22.4 mm iri agrega GC85/20 olarak sınıflandırılmıştır. Çok ince malzeme içeriği ise, ince agreganın f10, iri agregaların ise f1,5 sınıfında olduğu belirlenmiştir (Şekil 3). Agregaların elek analizi sonucuna göre Çizelge 2'de belirtilen % geçen sınırları içinde kalmış ve isimlendirmeleri yapılmıştır.

TS 3530 EN 933–3 standardına uygun olarak yassılık indeksi (FI) deneyleri agrega ocağının kendi içinde bulunan laboratuarda yapılmıştır. Deneyler 4–11.2 mm ve 11.2–22.4 mm boyutlarındaki iri agregalara uygulanmıştır (Şekil 4).

ELEK ANALİZİ DENEY SONUÇLARI									
Elek Boyutu	0–4 mm İnce agrega KKA:3333 g			4–11.2 mm iri agrega KKA:3851 g			11.2–22.4 mm iri agrega KKA:4173 g		
	Küm. Kalan (g)	% Kalan	% Geçen	Küm. Kalan (g)	% Kalan	% Geçen	Küm. Kalan (g)	% Kalan	% Geçen
22,4mm	0	0	100	0	0	100	0	0	100
16,00mm	0	0	100	0	0	100	936	22.4	77.6
11,20mm	0	0	100	61	1.6	98.4	3542	84.9	15.1
8mm	0	0	100	913	23.7	76.3	4169	99.9	0.1
5,6mm	0	0	100	2765	71.8	28.2			
4mm	77	2.3	97.7	3575	92.8	7.2			
2mm	1530	45.9	54.1	3837	99.6	0.4			
1mm	2253	67.6	32.4						
0,500mm	2648	79.4	20.6						
0,250mm	2892	86.8	13.2						
0,063mm	3106	93.2	6.8	3840	99.7	0.3	4170	99.9	0.1
İnce malzeme içeriği %			**6.8**	**0.3**			**0.1**		

Şekil 3. Elek analizi deney sonuçları

Agrega Boyutu (mm)	Yassılık İndeksi (%)	Yassılık İndeksi Sınıfı
4–11.2 mm	19.73 (Uygun)	FI_{20}
11.2–22.4 mm	17.82 (Uygun)	FI_{20}

Şekil 4. Yassılık indeksi deneyi sonuçları

5. Sonuçlar

Yüksek lisans tezi olarak hazırlanan bu çalışma kapsamında, Adana Bölgesinde bulunan Karaisalı Kaksan Kireç işletmesinde üretilen Karaisalı formasyonuna ait kırma kireçtaşı agregası kullanılmıştır. İşletmede 0–4 mm, 4–11,2 mm ve 11,2–22,4 mm boyutunda agrega üretimi yapılmaktadır. Ülkemizde son dönemde yürürlükte olan TS 706 EN 12620 +A1 Beton Agregaları Standardına göre, işletmede üretilen agrega betonda kullanılabilir özelliktedir.

Çalışmada kullanılan malzeme için TS 706 EN 12620 +A1 standardına göre yapılan elek analizi deneyi sonuçları; 0–4 mm ince agrega GF85, 4–11.2 mm iri agrega GC85/20 ve 11.2–22.4 mm iri agrega GC85/20 olarak sınıflandırılmıştır. Çok ince malzeme içeriği incelendiğinde, ince agreganın f10, iri agregaların ise f1,5 sınıfında olduğu saptanmıştır. Elde edilen değerler bu kırmataş agregasının söz konusu beton standardına uygun olduğunu göstermektedir.

TS 706 EN 12620 +A1 standardına göre yapılan yassılık indeksi deneyi sonuçlarına göre, 4–11,2 mm agregada % 19,73 ve 11,2–22,4 mm agregada % 17,82 yassılık ortaya çıkmıştır. Bu sonuçlara gore, malzeme FI≤20% için FI20 sınıfına girmekte olup betonda kullanılabilir özelliktedir.

Hazırlanan tüm beton örnekleri üzerinde TS EN 12390-3 standardına göre yapılan basınç dayanımı deneyi sonuçlarında C25/30 beton sınıfı için hedeflenen fcm=36 MPa basınç dayanım değeri sağlanmıştır.

Kaynaklar

[1] Mehta, P.K., Monteıro, P.J.M., (2006). Concrete: Microstructure, Properties, and Materials.
[2] Şimşek, O., "Beton ve Beton Teknolojisi", Seçkin Yayıncılık, Ankara, (2004).
[3] Erdoğan, T.Y., "Beton", Ankara, (2003).
[4] Şimşek, O., "Yapı Malzemesi Cilt II", Ankara Üniversitesi Basımevi, Ankara, 26-58, (2000).
[5] Postacıoğlu, B., "Beton, Bağlayıcı Maddeler, Agregalar", Beton Cilt II, İTU İnşaat Fakültesi, 232 s. İstanbul, (1987).
[6] TS 706 EN 12620 +A1, "Beton Agregaları", (2009).
[7] TS 3530 EN 933–1, "Agregaların Geometrik Özellikleri için Deneyler Bölüm 1: Tane Büyüklüğü Dağılımı Tayini- Eleme Metodu", (1999).
[8] TS 9582 EN 933–3, "Agregaların Geometrik Özellikleri için Deneyler Bölüm 3: Tane Şekli Tayini Yassılık Endeksi", (1999).
[9] TS EN 206-1, "Beton- Bölüm 1: Özellik, Performans, İmalat ve Uygunluk", (2002).
[10] TS 802, "Beton Karışım Tasarımı Hesap Esasları", (2009).
[11] TS EN 12350-1, "Beton - Taze Beton Deneyleri - Bölüm 1: Numune Alma", (2010).
[12] TS EN 12350-2, "Beton - Taze Beton Deneyleri - Bölüm 2: Çökme (Slump) Deneyi", (2010).
[13] TS EN 12350-7, "Beton - Taze Beton Deneyleri - Bölüm 7: Hava Muhtevasının Tayini - Basınç Yöntemleri", (2010).
[14] TS EN 480-11, "Kimyasal Katkılar - Beton, Harç ve Şerbet İçin - Deney Metotları - Bölüm 11: Sertleşmiş Betonda Hava Boşluğu Özelliklerinin Tayini", (2008).
[15] TS EN 12390-3, "Beton - Sertleşmiş Beton Deneyleri - Bölüm 3: Deney Numunelerinin Basınç Dayanımının Tayini", (2010).
[16] TS EN 12390-4, "Beton - Sertleşmiş Beton Deneyleri - Bölüm 4: Basınç Dayanımı - Deney Makinelerının Özellikleri", (2002).

CLASSIFICATION OF ANTALYA PROVINCE COASTAL LINES OF KONYAALTI AND LARA COASTS SEPARATION WATER AREAS FROM THE LAND AREAS WITH HELP OF THE DATA OBTAINED FROM SENTINEL 2A SATELLITE

ANTALYA İLİNİN KONYAALTI VE LARA KIYILARINDA SENTINEL 2A UYDUSU VERİLERİ YARDIMIYLA SU ALANLARI İLE KARA ALANLARININ SINIFLANDIRILMASI

Özen Arlı Küçükosmanoğlu[a], Hamit Parlak[b]
[a]Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, Burdur, Türkiye, ozenarli@gmail.com
[b]Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, Burdur, Türkiye, parlakhamit@outlook.com

Özet

Yapılan bu çalışmada uzaktan algılama teknikleri yardımıyla, Sentinel 2A uydusundan alınan veriler ile Antalya ilinin Konyaaltı ve Lara sahillerinin kıyı çizgileri belirlenmiş olup eğitimsiz ISODATA gruplandırma tekniği ve Normalize Edilmiş Su İndeksi (NDWI, Normalized Difference Water Index) oluşturarak su alanları kara alanlarından ayrılmıştır. Çalışmanın sonunda bu iki metot arasındaki farklar belirlenmiş, doğruluk analizi yapılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Uzaktan algılama, Sentinel, Sınıflandırma, Kıyı çizgisi, Doğruluk analizi

Abstract

In this study, the coastal lines of Konyaaltı and Lara coasts of Antalya were determined by using remote sensing techniques. Sentinel 2A data is used. Water and land areas are classified by two methods Unsupervised classification with ISODATA algorithm, and Normalized Difference Water Index (NDWI). The classification differences and accuracies of both methods are determined.

Keywords: Remote sensing, Sentinel, Classification, Shoreline, Accuracy assessment

1. Giriş

Uzaktan algılama, yeryüzünün kullanım özelliklerinin, kaynaklarının ve arazi örtüsünün incelenmesinde kullanılan, yer ile fiziksel bağlantı kurmadan kaydetme ve ölçme yapabilen bir tekniktir. Yer ile herhangi bir temas olmaksızın yerin çeşitli özelliklerinin alan çalışması yapılmadan daha düşük maliyetlere yapılabildiğinden özellikle durum belirleme amaçlı kullanımlarda tercih edilmektedir.

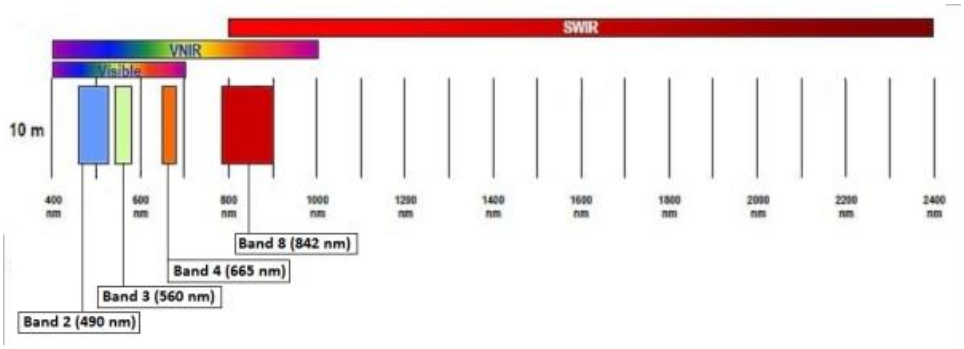
Bu çalışmada uzaktan algılama kullanarak, Sentinel 2A uydusundan alınan verileri işlenmiş, Antalya ilinin Konyaaltı ve Lara sahillerinin kıyı çizgileri iki ayrı metodla belirlenmiştir. Çalışma alanında uygulanan iki yöntem için de Doğruluk Analizi yapılarak sınıflandırma metodunun doğruluğu isattistiksel olarak değerlendirilmiştir.

2. Metaryal ve Yöntem

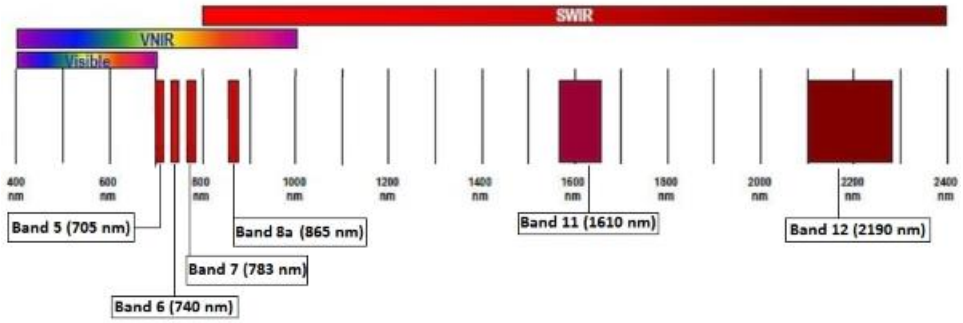
Bu çalışmada 2017 Nisan Sentinel-2A uydu görüntüleri kullanılmıştır. Bu görüntüleri işleyip sınıflandırma yapabilmek ve doğruluk analizini yapmak için Erdas Imagine isimli bilgisayar yazılımından yararlanılmıştır.

2.1. Sentinel-2A

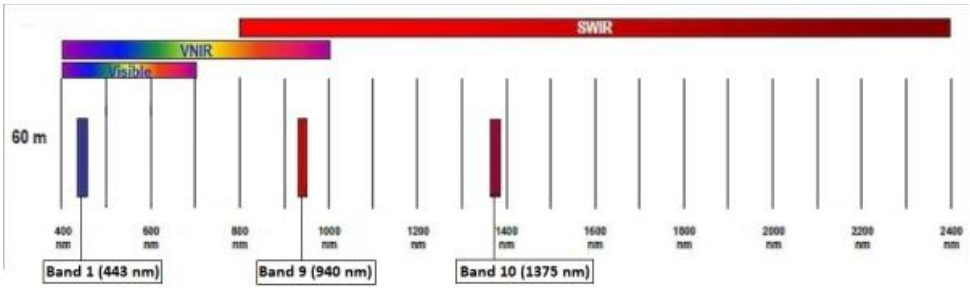
Sentinel 2A uydusu 12 bant verisine sahiptir. Bu bantların 4'ü görünür bölgede yer almaktadır. Sentinel-2A uydusuna ait bant aralıkları Şekil 1 Şekil 2 ve Şekil 3'te gösterilmiştir ve Tablo 1'de verilmiştir..



Şekil 1. Sentinel 2 Uydusu 10 m Çözünürlüklü Bantları Dalga Boyları [1]



Şekil 2. Sentinel 2 Uydusu 20 m Çözünürlüklü Bantları Dalga Boyları [1]



Şekil 3. Sentinel 2 Uydusu 60 m Çözünürlüklü Bantları Dalga Boyları [1]

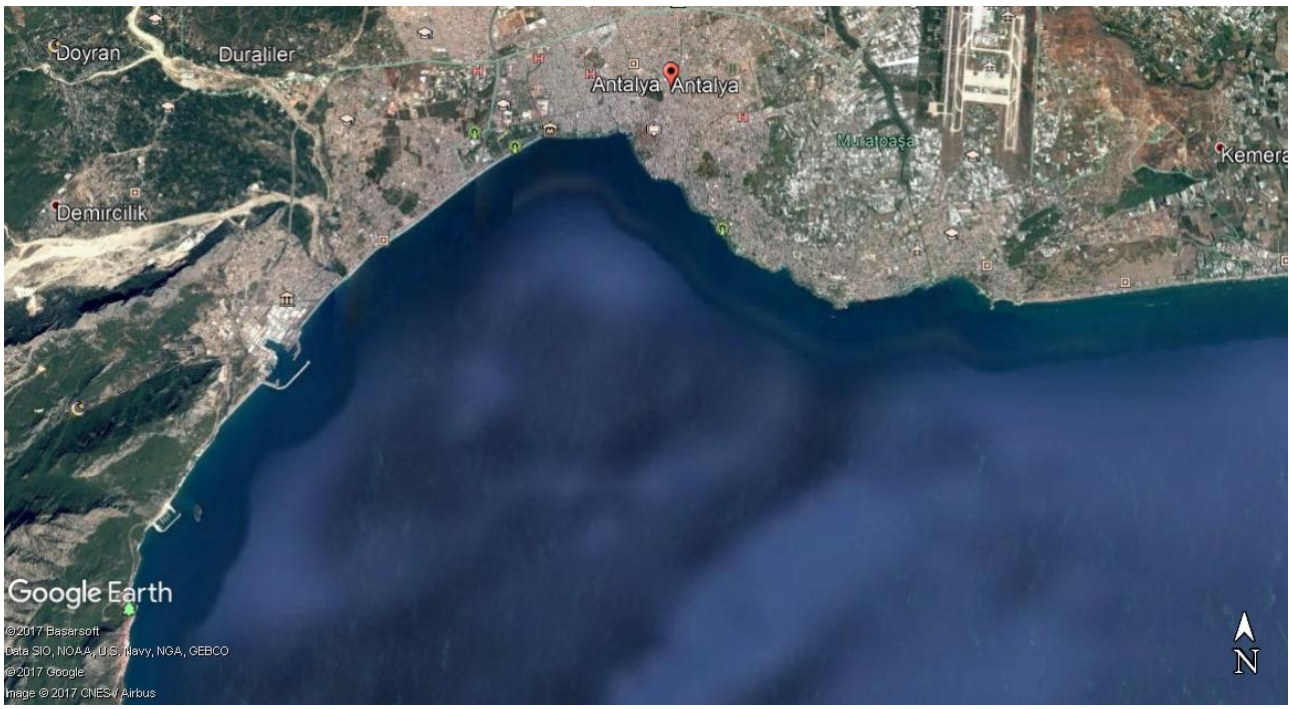
Tablo 1. Çalışmada Kullanılan Bantlar ve Dalgaboyları

Bant No	O.Dalga Boyu λ (nm)	Bant Genişliği Δλ (nm)	Alansal Çözünürlük (m)
B 1	443	20	60
B 2	490	65	10
B 3	560	35	10
B 4	665	30	10
B 8	842	115	10
B 11	1610	90	20
B 12	2190	180	20

Bu çalışmamızda Landsat misyonu görüntü serileri ile karşılaştırma yapılabilecek eş bant aralıklarına sahip 7 adet bant kullanılmıştır. Kullanılan Sentinel-2A bantları; 1-2-3-4-8-11 ve 12 numaralı bantlardır (Tablo 1). [1,2].

2.2. Çalışma Alanı

Çalışma alanı Antalya körfezinde yer alan Konyaaltı ve Lara plajlarıdır. Çalışma alanı Antalya Balıkçı Barınağı güneyinden başlayıp Kundu deresi çıkışına kadar olan bölgedir (Şekil 4).



Şekil 4. Çalışma Alanı

3. Uygulama

Çalışma Sentinel-2A uydusundan alınan görüntü verileri işlenmiştir. Su indeksi NDWI ile kara deniz ayrımı yapılmış, ayrıca klasik kontrolsüz sınıflandırma da yapılarak bu sınıflandırmaların doğruluk analizi gerçekleştirilmiştir.

3.1. Sınıflandırma

Çalışmada uydu görüntülerini işlemek için "Erdas Imagine" isimli bilgisayar yazılımı kullanılmıştır. Kara ve deniz ayrımının yapılacağı kıyı çizgisi belirleme amaçlı yaptığımız bu çalışmada yukarıda belirttiğimiz gibi Landsat 8, 1, 2, 3, 4, 6, 7 numaralı bantlarına denk gelen Sentinel 1, 2, 3, 4, 8, 11, 12 numaralı bantlar kullanılmıştır. Sentinel-2A uydusunun belirtilen bantlarının kullanım nedeni, yapılan analizlerin literatürdeki Landsat misyonu ile yapılmış çalışmalardan yararlanılmış olmasıdır. Sentinel-2A uydusunun teknik özellikleri ve karşılaştırılabilirliği için Avrupa Uzay Ajansı'nın sağladığı verilerden yararlanılmıştır.

Sınıflandırma işleminde 7 band olarak hazırlanan veri setine Normalize Edilmiş Su İndeksi (NDWI, Normalized Difference Water Index) eklenerek su alanlarının sınıflandırmasının doğruluğu artıtılmıştır. Bu 8 katmanlı görüntüde kontrolsüz (unsupervised) sınıflandırma yapılmıştır.

3.1.1. Normalize Edilmiş Su İndeksi Kullanılarak Yapılan Sınıflandırma

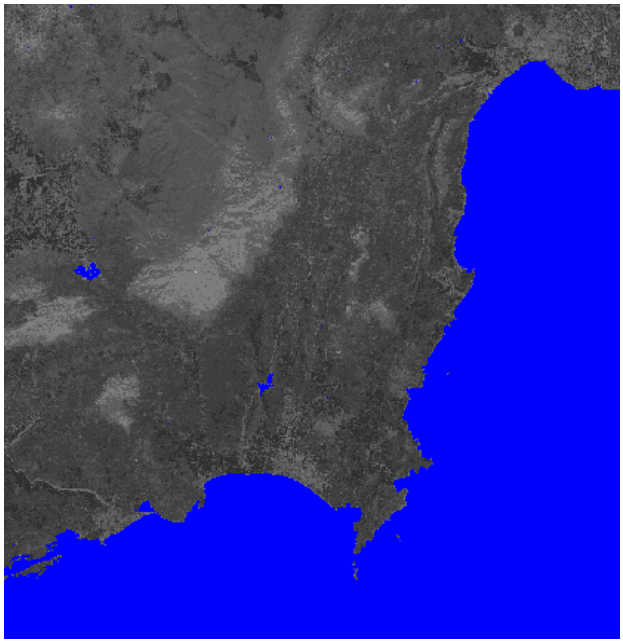
Normalize Edilmiş Su İndeksi (NDWI) su ve karanın gelen güneş ışınlarını soğurma ve yansıtma karakterine dayanarak iki band arasındaki yansıma (reflektans) farklarının değerlendirilmesine dayanır ve su kara ayrımı yapmamızı sağlayan bilgiyi verir. Hesaplaması formül 1 de gösterildiği gibidir.

$$\frac{Green-NIR}{Green+NIR} \quad (1)$$

NDWI hesabında yeşil band Sentinel-2A uydusunun 3 numaralı, NIR bandı ise Sentinel-2A uydusunun 8 numaralı 10 m alansal çözünürlüklü bantları kullanılmıştır.

NDWI su kütlelerinin haritalanması için en uygun indekstir. Su kütlesi, görünür kızılötesi dalga boylarından, kızılötesi dalga boylarına kadar güçlü bir emilebilirliğe ve düşük yansıma özelliğine sahiptir. İndeks, bu emilim/yansıma farklılığı olayına dayalı uzaktan algılama görüntülerinin yeşil ve yakın kızıl ötesi bantlarını kullanmaktadır. NDWI birçok durumda su bilgisini etkili bir şekilde işleyebilmektedir ve sınıflandırma hatalarına yol açan kentleşme bölgelerindeki dokuyu etkin bir biçimde tahminler [3].

Çalışmamızda NDWI kullanılarak çalışma alanı kara ve su alanı olarak ayrılmış, kıyı çizgisi belirlenmiştir. Tam görüntü üzerinde NDWI kullanılarak ayrılmış kara ve su alanları Şekil 5' te gösterilmiştir.



Şekil 5. NDWI Kullanılarak Belirlenen Su ve Kara Alanları

3.1.2. Sentinel-2A Bantları + NDWI Kullanılarak Yapılan Sınıflandırma

Sentinel-2'nin ilgili 7 bandının birleştirilmesiyle oluşturulan çalışma dosyamız ile, NDWI katmanı tekrardan birleştirilmiştir. Kara deniz ayrımı için daha fazla bilgi içeren bu katman eklenerek sınıflandırmada kıyı çizgisinin data etkin ayrıştırılması sağlanabilmektedir.

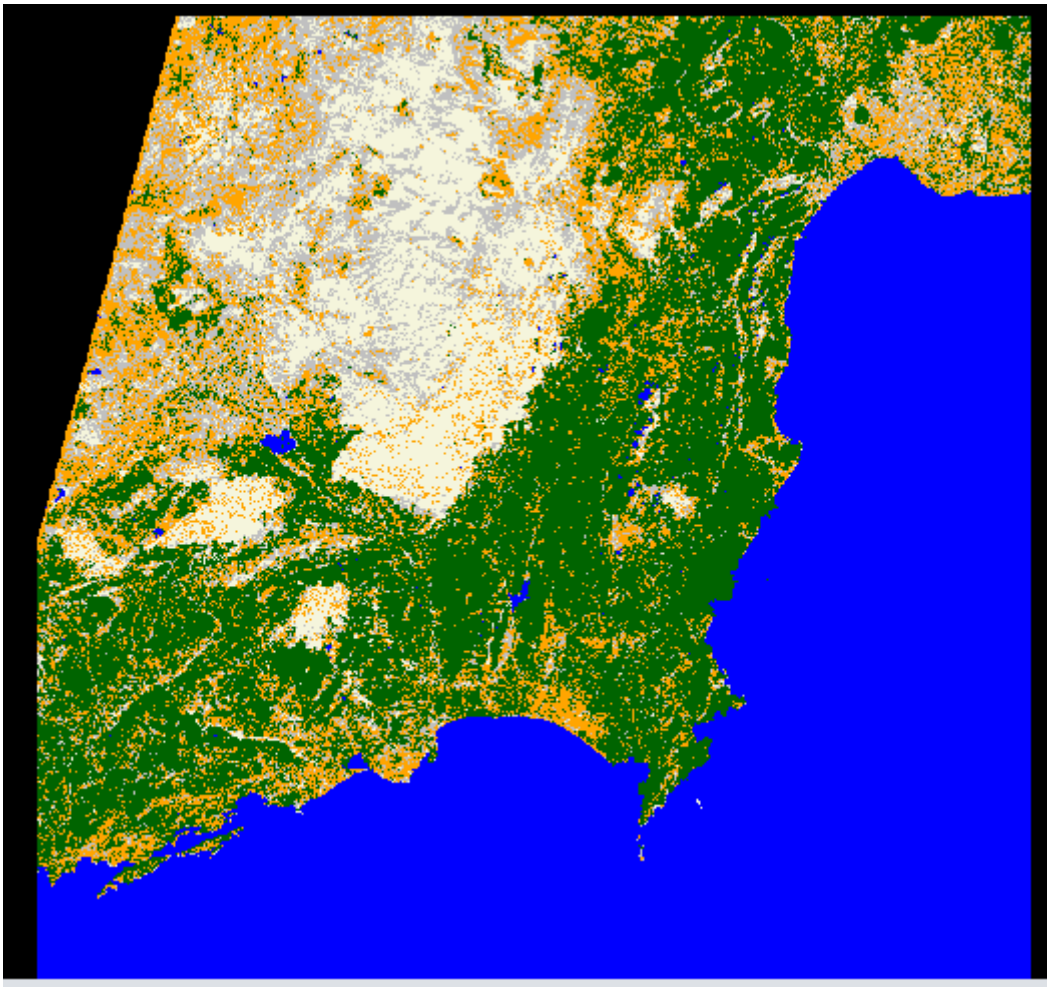
Oluşturduğumuz bu 8 katmanlı yeni çalışma dosyasında kontrolsüz (unsupervised) sınıflandırma yapılmıştır. Yapılan sınıflandırmamızda ISODATA algoritması kullanılmış, yakınsama değeri %99 iterasyon değeri ise 100 olarak belirlenerek 12 küme oluşturulmuştur.

Bu çalışma kapsamında 12 kümeye karar verebilmek için 8 katmanlı görüntüde ISODATA algoritması kullanılarak sırasıyla 10, 12, 20, 50 ve 100 küme için sınıflandırma performansları değerlendirilmiştir. Veriler incelendikten sonra bu çalışma kapsamında 12 kümenin yeterli olacağı görülüp çalışma 12 küme ile tamamlanmıştır.

ISODATA

ISODATA (Iterative Self-Organizing Data Analysis Techniques) Türkçeye Tekrarlı Kendini Organize Eden Veri Analiz Tekniği olarak çevrilebilir. Çeşitli görüntülerde küme sayısını önceden vermek mümkün olmayabilir. Bu durum çeşitli nesnelerin görsel olarak belirgin olmayan spektral farklarının varlığının bir sonucudur. Bu gibi durumlarda küme sayısının da algoritma tarafından iteratif olarak belirlenmesi için ISODATA algoritması kullanılabilir. Böylece kümenin ortalamaları iteratif olarak istatistiksel yolla hesaplanmış olur. ISODATA algoritması diğer kümeleme algoritmaları kadar parametrik olmadığı için normal dağılımlı olmayan verilerde iyi sonuçlar verir. Verideki spektral kümelerin bulunmasında başarılı bir algoritmadır [4, 5].

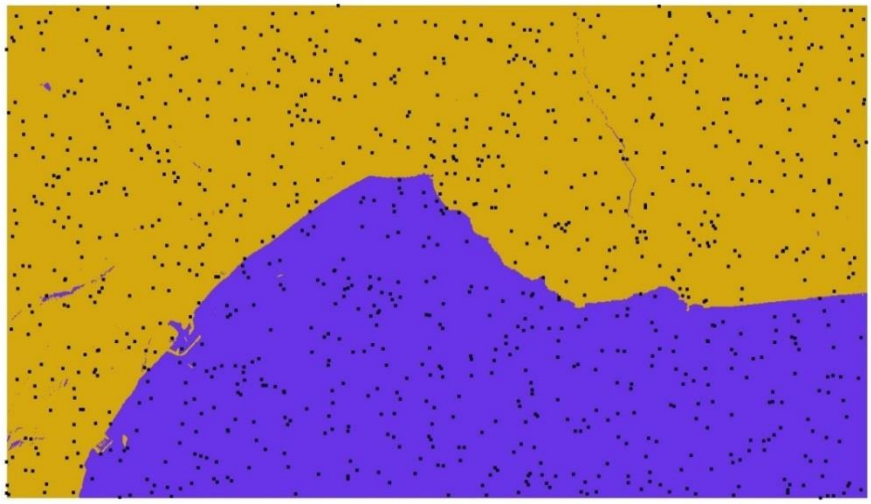
Sınıflandırmada bu 12 küme gruplandırılarak sınıfların isimleri düzenlenmiştir. Orman, tarım, kentsel gibi diğer arazi örtüleri de belirlenmiş olan ana görüntüde gruplar birleştirilerek sadece kara/deniz ayrımı veren iki sınıflı görüntü elde edilmiştir. Gruplanan kümeler ile Antalya ilinin kıyı çizgisi net bir şekilde ortaya çıkarılmıştır. Elde edilen 12 küme Sentinel-2A uydusundan elde edilen PAN görüntüsü kullanılarak doğrulanmıştır (Şekil 6).



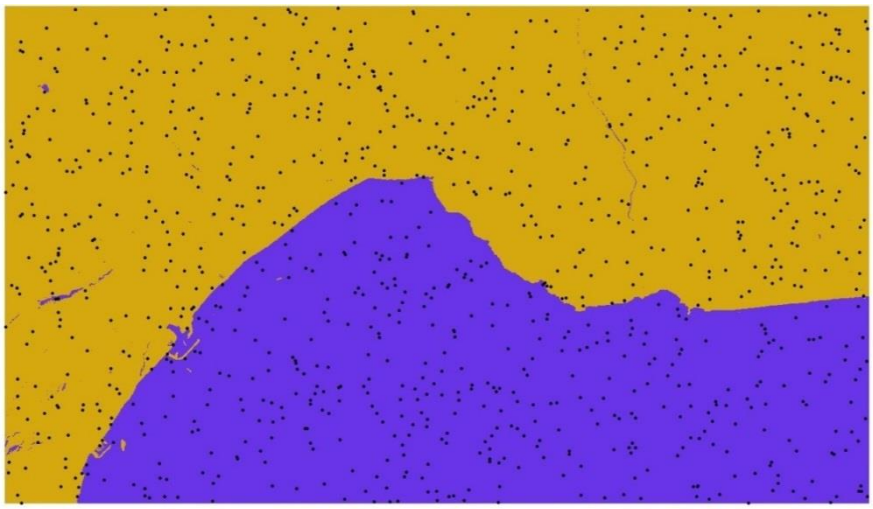
Şekil 6. 8 Katmanlı Veri Kullanılarak Yapılan Sınıflandırma

3.2. Doğruluk Analizi

Her iki sınıflandırma çalışmasının ardından doğruluk analizi için çalışma alanı üzerinde rastgele (sınıfların hacimsel büyüklükleri ile orantılı olacak şekilde toplam 1000 adet) olacak biçimde referans noktaları ataması yapılmıştır. Bu işlemi NDWI kullanarak yaptığımız sınıflandırma ve Sentinel-2A uydusundan elde ettiğimiz bantlara NDWI katmanını ekleyerek elde ettiğimiz 8 katmanlı verimizi kullanarak yaptığımız sınıflandırma işlemleri için ayrı ayrı uygulanmıştır. Bu noktalar Şekil 7 ve Şekil 8' de gösterilmiştir.



Şekil 7. NDWI İçin Atanan Noktalar



Şekil 8. Sentinel-2A Bantları + NDWI Verisiyle Yapılan Sınıflandırma İçin Atanan Noktalar

Atadığımız bu rastgele referans noktaları, Sentinel-2A uydusundan elde ettiğimiz PAN görüntüsünün üstüne yerleştirilip, kara alanları ve su alanları için atadığımız noktaların doğrulukları test edilmiştir.

4. Sonuçlar

Uzaktan algılamada sınıflandırma yapılarak kıyı çizgisi belirlenmesi yapılabilmektedir. Ancak zaman serileri ile çalışıldığında ve değişim analizi yapılan çalışmalarda bu zahmetli ve zaman alan bir yöntemdir. Ayrıca indeks kullanımı ile vejetasyon veya su alanlarının ayrımının iyileştirilmesi de sıkça ihtiyaç duyulan bir konudur. Bu nedenle çalışmamızda 7 bantlı uydu görüntüsü sınıflandırması yerine, su indeksi verileri eklenmiş 8 bantlı görüntü kullanılmıştır.

Yapılan doğruluk analizleri sonucunda iki metod ile elde edilen veriler arasında belirgin bir fark bulunamamıştır. Tablo 2 ve Tablo 3'e bakıldığında sınıflandırma ile yapılan ayrımın doğruluğunun az da olsa yüksek olduğu görülmektedir.

Sentinel-2A uydusunun ilgili 7 katmanı ile NDWI verisinin birleştirilmesinden elde edilen çalışma verimizle yaptığımız sınıflandırmanın doğruluk analizi sonucu elde edilen kappa katsayısı Tablo 2'de gösterilmiştir. Ham NDWI verisi kullanılarak yapılan sınıflandırmanın doğruluk analizi sonucunda elde edilen kappa katsayısı değeri Tablo 3' de gösterilmiştir.

Tablo 2. 8 Katmanlı Çalışma Verisi Doğruluk Analizi Sonuçları

	Kara Alanları	**Su Alanları**	**Total**	**U Accuracy**	**Kappa**
Kara Alanları	572	23	595	0,961345	0
Su Alanları	2	403	405	0,995062	0
Total	574	426	1000	0	0
P Accuracy	0,996516	0,946009	0	0,975	0
Kappa	0	0	0	0	0,948553

Tablo 3. NDWI Verisi Doğruluk Analizi Sonuçları

	Kara Alanları	**Su Alanları**	**Total**	**U Accuracy**	**Kappa**
Kara Alanları	573	21	594	0,964646	0
Su Alanları	4	402	406	0,990148	0
Total	577	423	1000	0	0
P Accuracy	0,993068	0.950355	0	0,975	0
Kappa	0	0	0	0	0,948509

Doğruluk analizi sonucunda 8 katmanlı çalışma verimizle yapılan sınıflandırma çalışmasının kappa katsayısı çok küçük bir farkla daha yüksek olduğu görülmektedir ancak 2 çalışma verisinin kappa katsayıları arasında belirgin bir fark olmadığı saptanmıştır. Sınıflandırma çalışması zaman harcayan bir süreçtir. Bu sebeple sadece NDWI verisi kullanılması su kütlelerinin ayrılmasında büyük bir zaman kazandıracağından doğrudan indeks kullanımı da tercih edilebilir.

Sentinel-2A'nın ilgili 7 bandının NDWI verisiyle birleştirilmeden yapılacak bir sınıflandırmanın kappa katsayısı değeri düşük olacaktır. Çalışmada NDWI verisinin ilgili 7 bant ile birleştirilmesi ile su alanları ile kara alanlarının daha yüksek bir doğruluk ile sınıflandırılması amaçlanmış, sonuçlarla da ortaya koyulmuştur.

Kaynaklar

[1] European Space Agency Online. https://earth.esa.int/web/sentinel/user-guides/sentinel-2-msi/resolutions/spatial
[2] European Space Agency Online. https://earth.esa.int/web/sentinel/user-guides/sentinel-2-msi/overview
[3] Sentinel Hub Online. http://www.sentinel-hub.com/eoproducts/ndwi-normalized-difference-water-index
[4] Bayhan, G., 2015. Spot 6 Uydu Görüntüleri Üzerinde Algılama Sınıflandırma Yöntemleriyle Orman Arazisinde Azalma Tespiti, İstanbul Teknik Üniversitesi Bilişim Enstitüsü, İstanbul.
[5] Kansu, O., 2006. Uzaktan Algılamada Görüntü Sınıflandırma Yöntemleri Analizi, Jeodezi ve Fotogrametri Mühendisliği Anabilim Dalı, Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.

TÜRKİYE' DE TOPRAK ETÜT HARİTALAMA ÇALIŞMALARI VE TOPRAK MÜHENDİSLİĞİ

SOIL SURVEY MAPPING WORKS AND SOIL ENGINEERING IN TURKEY

Mert Dedeoğlu[a], Levent Başayiğit[b], Hasan Hüseyin Özaytekin[a]
[a]Selçuk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, Konya, E-posta: mdedeoglu@selcuk.edu.tr
[b]Süleyman Demirel Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, Isparta, Türkiye

Özet

Türkiye'de ilk toprak etüt ve haritalama çalışmaları 1950'lere kadar uzanmaktadır. Sistematik Toprak Haritalarının hazırlanması Toprak Su Teşkilatı tarafından 1970'lerde ulusal ölçekte başlanmış, sonrasında Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü tarafından 2005 yılına kadar devam ettirilmiştir. Türkiye Topraklarının Etütleri, günümüzde 5403 sayılı Toprak Koruma ve Arazi Kullanım Kanunu ve ilgili yönetmeliklerle Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı İl Müdürlüklerinin sorumluluğuna verilmiştir. Bugün ilgili kanun gereğince ülkenin büyük bölümünde Toprak Etüt ve Haritalama çalışmaları Eski Amerikan Toprak Sınıflama sistemine göre tamamlanmış, tarımsal potansiyeli yüksek alanlarda Toprak Taksonomisi ve FAO/UNESCO sistemlerine göre detaylı toprak haritalarının üretimi yapılmıştır. Bu çalışmaların tüm ülke toprakları için yapılması ve arazi değerlendirme çalışmalarının tamamlanması gibi iyileştirmeler önemli olmaktadır. Ülkemizde Toprak Etüt ve Haritalama çalışmaları ile Arazi Değerlendirme ve Kullanım Planlamaları konularında eğitim faaliyetlerini yürütebilecek bilimsel yeterliliğe sahip akademik kadrolar bulunmaktadır. Toprak mühendisliği açısından deneyimli altyapı birikimi sağlanmış ülkenin tamamını saran laboratuar ağları kurulmuştur. Gerek kamu kurum ve kuruluşlarının gerekse özel sektörün mevcut bilgi birikimi ve deneyimlerinin paylaşılması, ortak proje ve iş planlarının üretilmesi Türk dünyası ve akraba topluluklarına katkı sağlaması açısından önemli bir başlangıç olacaktır.

Anahtar Kelimeler: Toprak etüd ve haritalama, Toprak mühendisliği, Türkiye toprak etütleri.

Abstract

The first soil survey and mapping studies in Turkey dates back to the 1950s. Preparation of Systematic Soil Maps Initiated by the Soil Water Organization at national scale in 1970s, after that It was continued until 2005 by the General Directorate of Village Services. Nowadays, The Surveys of the Turkish Soils have been given to the responsibility of the Provincial Directorates of the Ministry of Food, Agriculture and Livestock with the Law no. 5403 on Soil Protection and Land Use and related regulations. Today, in accordance with the relevant law, much of the country's land survey and mapping studies were completed according to the Old American Earth Classification system and the detailed soil maps were produced according to Soil Taxonomy and FAO / UNESCO systems in high agricultural potential areas. Improvements such as making these studies for all the country's territory and completing land evaluation studies are important. In our country there are academic staff with scientific competence to carry out training activities in Soil Survey and Mapping studies and Land Evaluation and usage planning. The experienced infrastructure has been provided from the perspective of soil engineering and it has been established laboratory networks covering the whole of the country. Sharing the current knowledge and experiences of both public and private sector and producing joint projects and business plans can be an important contribution towards Turkey and related communities.

Keywords: Soil survey and mapping, Soil engineering, Soil survey in Turkey

1. Giriş

Ülkemizde ve Dünyada değişen iklim, su kaynaklarının azalması ve hızla artan insan nüfusu gibi küresel düzeyde birçok problem potansiyel tarım alanları üzerindeki baskıyı artırmaktadır. Tüm bu baskıların yanında tarım ürünlerine olan ihtiyaç büyümekte ve talebin karşılanması için harcanan ekonominin hem üretici hem de tüketici bazında kontrolsüz olarak yükselmesine neden olmaktadır [1]. Ancak üretim ortamı olan topraklarımızın miktarında bir artış olmadığı gibi bilimsel esaslara dayanmadan ve maksat dışı kullanımlarla mevcut tarım arazilerinin miktarı yıllar içinde bozulmakta, yanlış planlama ve yanlış arazi kullanımı sonucu verim ile birlikte sürdürülebilirlik de azalmaktadır [2]. Sürdürülebilir toprak verimliliği uygun yönetim sistemleri altında toprakların niteliklerini bozmadan bitki üretme kapasitesidir [3,4]. Bu kapasiteyi, ekolojiyi bozmadan optimum seviyeye çıkarmamız için topraklarımızın yakından tanınması ve bu tanımlamaya uygun işletilmesi gerekmektedir [5, 6]. Bu amaçla başvurulan en önemli kaynak toprak haritalarıdır [7,8]. Toprak haritalarının üretilmesinde zorunlu olan ise toprak etüd ve haritalama çalışmalarıdır. [8]. Toprak etüd ve haritalama, toprak serileri ve fazları arasındaki sınırların arazide yapılan kesiksiz kontrollerle belirlenmesi zorunlu olan büyük ölçekli haritalama çalısmaları olarak tanımlanmaktadır [9, 10]. Bu alanda bilgi teknolojilerindeki gelismelere paralel olarak Coğrafi Bilgi Sistemleri ve Uzaktan Algılama uygulamaları da toprak etüdü ve haritalama çalışmalarında önemli kolaylıklar sağlamaktadır [11, 12, 13, 14].

Bu çalışma ile, Türkiye'de toprak etüd ve haritalama çalışmalarına genel bir değerlendirme yapılmış ve mevcut alt yapı olanakları sunulmuştur.

2. Geşmişten Günümüze Türkiye' de Toprak Etüt Haritalama Çalışmaları

Arkeolojik bulgular değerlendirildiğinde, tarımın Neolitik Çağa göre atılım yaptığı ve uygarlık ilkeleriyle yerleşik düzen içinde gelişim gösterdiği; kendi tarımsal üretimini toprağında üreterek, gıdasını depolayabilen ilk "tarım kenti" günümüzden 9000 yıl önce, Anadolu uygarlıklarının da ilk beşik yeri olan Konya - Çatalhöyük' de ortaya çıkmış ve bu noktadan sonra toprak felsefesi gelişmiş ve Frigya, Lidya, Karya, Likya ve İyon uygarlıklarıyla batıya taşınmıştır [15,16]. Ancak Modern toprak etütleri ve sınıflama çalışmaları 19. yüzyılla birlikte başlamış ve tarihsel gelişimi (1) ilk teknik dönem; (2) Rus toprak bilimciler tarafından pedolojinin kurulduğu dönem; (3) ilk Amerikan dönemi; (4) "*Marbut"* dönemi; ve (5) nicel taksonominin günümüz modern dönemi olarak 5 dönemde toplanmıştır [17].

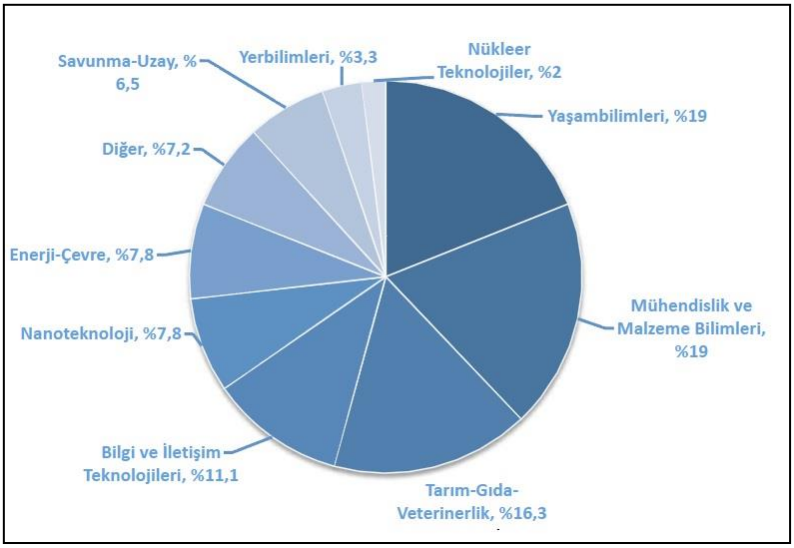
Ülkemizde gerçekleşleştirilen toprak etüt ve haritalama çalışmaları ise Eski Amerikan Toprak Sınıflama sisteminin dünyada yaygın bir şekilde kullanılmaya başladığı 1950'lere kadar uzanmaktadır. Bu alanda ilk çalışmalar K.Ö. Çağlar [18], tarafından yapılmış ve toprakların morfolojik özellikleri dikkate alınarak oluşturulan Türkiye Toprak Haritasında 11 farklı toprak grubu yer almıştır [19]. Daha sonra Oakes [20], yaptığı arazi çalışmaları sonucunda 1938 Amerikan Toprak Sınıflandırma Sistemi'ndeki büyük toprak gruplarının yanı sıra eğim, taşlık, drenaj ve tuzluluk gibi toprak fazlarını da esas alarak 1:800.000 ölçekli Türkiye Umumi Toprak Haritasını hazırlamıştır.

Topraksu Genel Müdürlüğü tarafından 1966-1971 yılları arasında "Türkiye Geliştirilmiş Toprak Haritası Etüdleri" çalışması ile tüm ülke toprakları 1/25.000 ölçekli topoğrafik haritalar kullanılarak istikşafi düzeyde incelenerek haritalanmıştır. Bu çalışmada haritalama ünitesi olarak "1938 Amerikan Sınıflama Sisteminin" büyük grupları ile arazi gözlemleriyle saptanan bunların önemli fazları derinlik, eğim, taşlık, aşınım derecesi ve benzer özellikler haritalara işlenmiştir. Elde edilen veriler değerlendirilerek her bir il için 1/100.000 ölçekli "Toprak Kaynağı Envanter Haritası ve Raporu" ve ülkemizde mevcut 26 büyük su toplama havzası için 1/200.000 ölçekli "Havza Toprak Haritası ve Raporu" şeklinde yayınlanmıştır. Yapılan çalışma yarı detaylı olduğundan 1/25.000 ölçeğin imkân tanıdığı bütün ayrıntılara inilememiştir [21]. Toprak su tarafından havza bazında yapılan çalışmalar ise Topraksu Teşkilatı'nın kapanması sonrası Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü tarafından revize edilmiştir. Revize edilen raporlar Toprak İl Envanter Raporları şeklinde basılmıştır. Toprak Su Teşkilatı tarafından 1970'lerde ulusal ölçekte yürütülen ve sonrasında Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü tarafından 2005 yılına kadar devam ettirilen Türkiye Toprak Etütleri, günümüzde 5403

sayılı Toprak Koruma ve Arazi Kullanım Kanunu ve ilgili yönetmeliklerle Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı İl Müdürlüklerinin sorumluluğundadır [22]. Bugün ilgili kanun gereğince 5.718.332 ha alanın Toprak Etüt ve Haritalama çalışmaları Eski Amerikan Toprak Sınıflama sistemine göre tamamlanmış ve toplulaştırılması yapılmıştır [23]. Ülkemizde güncel metotlar olan Toprak Taksonomisine ve FAO/UNESCO Sınıflama Sistemine dayalı olarak 1970'li yıllardan itibaren değişik etüt ve haritalama çalışmaları yürütülmüş, bu çalışmalarda sınıflama ve haritalama konularında ortaya çıkan gelişmeler dikkate alınmıştır [24, 25, 26, 27]. Toprak Taksonomisinin ilk kez Konya Ovası ve Küçük Menderes Havzasında yürütülen sınıflama çalışmalarında kullanıldığı bilinmektedir [24, 25]. Türkiye'de geniş kapsamlı olarak yürütülen çalışmaların başında Ç.Ü. Ziraat Fakültesi Toprak Bölümü Etüt Grubu ve T.Ü. Ziraat Fakültesi Toprak Bölümü Etüt Grubunun birlikte yürüttüğü "Tarım İşletmeleri Temel Toprak Haritaları ve Raporları" gelmektedir ve çalışma ile büyük ölçekli detaylı toprak haritaları, arazi kullanım, sulamaya uygunluk ve bitki adaptasyonu haritaları hazırlanmıştır [28, 27]. Ayrıca Ç.Ü. Ziraat Fakültesi Toprak Bölümü Etüt Grubu tarafından Güneydoğu Anadolu Projesi kapsamına giren sulama ovalarının "Ayrıntılı Toprak Etüd Raporları" çalışması, T.Ü. Tekirdağ Ziraat Fakültesi Toprak Etüd Grubunca, köy düzeyinde yapılan "Arazi Kullanım Planlaması" projeleri ve Trakya Üniversitesinin, Çevre ve Orman Bakanlığı adına yaptığı "Ergene Havzası Çevre Düzeni Planı" projesi, Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bölümü Etüd Grubunca üretilen bazı tarımsal ürünlerin yayılım alanları haritaları, Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bölümü tarafından yürütülen "Denizli İli Potansiyel Tarım Arazilerinin Seri Bazında Tanımlanması, Sınıflandırılması ve Haritalanması", ve Birleşmiş Milletler Bünyesinde bulunan FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations) öncülüğünde yayınlanan WRB (World Reference Base for Soil Resources) [29], kullanılarak uluslararası toprak sınıflama sistemine göre Avrupa Toprak Haritası'na uyum sağlamak için Ç.Ü. Ziraat Fakültesi Toprak Bölümü, Ulusal Toprak ve Su Araştırma Merkezi ve Tekirdağ Ziraat Fakültesi Toprak Bölümü Etüd Grubunun katkılarıyla birlikte hazırlanan 1:1.000.000 ölçekli Türkiye Toprak Haritası kapsamlı çalışmalar arasında yer almaktadır [16]. Bununla birlikte üniversitelerimizde araştırma, yüksek lisans ve doktora çalışmaları ile lokal alanlarda yeni sınıflama sistemleri kullanılarak detaylı toprak etüd ve haritalama çalışmaları yapılmıştır [30, 31, 32, 33, 34, 35].

3. Ülkemizde Alt Yapı Olanakları

Ülkemizin yüzölçümü 78 milyon ha olup bu alan içerisinde 26.5 milyon ha işlenebilir tarım arazisi niteliğindedir [36]. Ülke için araştırma öncelliği yüksek mevcut tarım arazilerimizin sürdürülebilir bir şekilde işletilmesi ve gelecek nesillere aktarımı için pekçok araştırma altyapı olanağı güncel teknolojiye uygun olarak sunulmaktadır. Bunlar başta 335 tane merkezi araştırma laboratuvarı olmak üzere üniversitelerin topak bilimi ve bitki besleme bölümlerinde kurulan ve bütün araştırmacıların kullanımına açık tesislerdir (Şekil-1).



Şekil-1. İleri araştırma merkezlerinin çalışma alanlarına göre dağılımı

Bu laboratuvarların kamu kurumları bünyesinde bulunan % 16'sında (54 adet) ve ülkemizde bulunan 26 tane toprak bilimi ve bitki besleme bölümünün bünyesinde bulunan Pedoloji ve Toprak Fiziği labortatuvarlarında toprak etüt ve haritlama çalışmaları amacıyla toprak taksonomisine [37] ve FAO/UNESCO' ya [29] göre yürütülmesi gereken tüm analizler yapılmaktadır. Ülke genelinde dağılım gösteren laboratuvarlarda toprak mühendisleri ve uzmanlarınca toprak etüt ve haritalama çalışmalarında kullanılan aşağıdaki analizler yapılmaktadır.

- Bünye (Tekstür)
- Hacim ağırlığı
- Tarla kapasitesi
- Solma noktası
- Katyon değişim kapasitesi
- Değişebilir katyonlar
- Kireç
- EC eşdeğeri % Jips (CaSO4.2H2O)
- pH - Elektriksel iletkenlik
- Organik madde
- Değişebilir Potasyum (K)
- Toplam azot
- Yarayışlı Fosfor (P2O5)
- Mikro besin elementleri (Fe, Mn, Cu, Zn)
- Bor (ppm)
- Kil minerolojisi X-Ray difraksiyonları

Bunlara ek olarak üniversitelerimizde bilimsel yeterliliğe sahip akademik kadrolar ve kamu kurumları ile özel sektörde alanında uzman toprak mühendisleri bulunmaktadır. Nitekim Türkiye'de bulunan 184 üniversitenin 34'ünde Ziraat Fakültesi, Tarım Bilimleri Fakültesi yada Doğa Bilimleri Fakültesi bulunmaktadır. Bu fakültelerden 26'sında Toprak Bilimi alanında çalışan yaklaşık 84 öğretim elemanı mevcuttur.

Yukarıda belirtilen alt yapı imkânları ve alanında yetkin mühendis ve uzman personel ile Türkiye toprak etüt ve haritlama alanında yeterli imkanlara sahip bir ülkedir. Nitekim 2030 yılına kadar mevcut olanaklar ve gelişen teknolojiye uygun güncellemeler ile toprak etüt ve haritlama çalışmalarının tüm ülke toprakları için yapılması ve arazi değerlendirme çalışmalarının tamamlanması stratejik olarak planlanmıştır.

4. Sonuç

Toprak etüt ve haritalam çalışmaları Türkiye'de yarım asırlık bir geçmişe sahiptir. Toprak Etüt çalışmaları günümüzde ilgili kanun ve yöntmelikler ile nitelik kazanmıştır. Bu konuda görev ve sorumluluklar kanunlar ile belirlenmiş uygulama usül ve esasları yönetmeliklerle belirlenmiştir.

Toprak etüt ve haritalama konusunda üniversite odaklı çalışmalar ile evrensel ölçütler yakalanmıştır. Kamu ve özel kuruluşlarca yapılan çalışmalarda uzaktan algılama, coğrafi bilgi sistemleri ve telekominikasyona dayalı uygulamalar gibi en güncel teknolojiler kullanılabilmektedir.

Elde edilen bu bilgi birikimi, deneyimlerim ve teknolojinin paylaşılması, ortak proje ve iş planlarının üretilmesi Türk dünyası ve akraba topluluklarına katkı sağlaması açısından önemli bir başlangıç olacaktır.

Kaynaklar

[1] Blum, W., Soil protection concept of the Council of Europe and integrated soil research, In: Integrated Soil and Sediment Research: A Basis for Proper Protection, Eds: Springer, p. 37-47, (1993).

[2] Karlen, D., Andrews, S. ve Doran, J., Soil quality: current concepts and applications, *Advances in agronomy*, 74, 1-40, (2001).

[3] Pierce, F., Larson, W., Dowdy, R. ve Graham, W., Productivity of soils: Assessing long-term changes due to erosion, *Journal of Soil and Water Conservation*, 38 (1), 39-44, (1983).

[4] Mueller, L., Schindler, U., Mirschel, W., Shepherd, T. G., Ball, B. C., Helming, K., Rogasik, J., Eulenstein, F. ve Wiggering, H., Assessing the productivity function of soils. A review, *Agronomy for Sustainable Development*, 30 (3), 601-614, (2010).

[5] FAO, A Framevork for land evaluation, *Soils Bulletin: 32*, Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, Italy, (1976).

[6] Şenol, S., Arazi Toplulaştırma Çalışmalarında Kullanılabilir Niceliksel Yeni Bir Arazi Derecelendirme Yönteminin Geliştirilmesi Üzerine Araştırmalar, *Doktora Tezi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Adana*, (1983).

[7] Rogowski, A. ve Wolf, J., Incorporating variability into soil map unit delineations, *Soil science society of America journal*, 58 (1), 163-174, (1994).

[8] Dengiz, O. ve Sarıoğlu, F., Samsun ilinin potansiyel tarım alanlarının genel dağılımları ve toprak etüd ve haritalama çalışmalarının önemi, *Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi*, 26 (3), 241-253, (2011).

[9] Soil Survey Lab. Staff, Soil Survey Laboratory Methods Manual, *USDA- SCS- NSSC*, 42, (1992).

[10] Dinç, U. ve Şenol, S., Toprak Etüd Ve Haritalama, *Ç.Ü. Ziraat Fakültesi Genel Yay*, 161, (2001).

[11] Başayiğit, L. ve Dinç, U., Toprak Etüd ve Haritalama Çalışmalarında Bilgisayar Teknolojilerinin Kullanımı, *Tarımda Bilişim Teknolojileri*, 4, 283-291, (2001).

[12] Dijkshoorn, J., SOTER database for Southern Africa (SOTERSAF): technical report, *ISRIC-World Soil Information*, (2003).

[13] Minar, J. ve Evans, I. S., Elementary forms for land surface segmentation: The theoretical basis of terrain analysis and geomorphological mapping, *Geomorphology*, 95 (3), 236-259, (2008).

[14] Mulder, V., De Bruin, S., Schaepman, M. ve Mayr, T., The use of remote sensing in soil and terrain mapping—A review, *Geoderma*, 162 (1), 1-19, (2011).

[15] Asouti, E. ve Hather, J., Charcoal analysis and the reconstruction of ancient woodland vegetation in the Konya Basin, south-central Anatolia, Turkey: results from the Neolithic site of Çatalhöyük East, *Vegetation History and Archaeobotany*, 10 (1), 23-32, (2001).

[16] Haktanır, K., Cangir, C. ve Boyraz, D., Toprak Kaynaklarının Kullanımı, *VI. Türkiye Ziraat Mühendisliği Teknik Kongresi, Ankara*, 1, 113-135, (2005).

[17] Buol, S. W., Southard, R. J., Graham, R. C. ve McDaniel, P. A., Soil genesis and classification, John Wiley & Sons, (2011).

[18] Çağlar, K. Ö., Eskişehir ve Alpu Ovaları Toprakları, *A.Ü. Ziraat Fakültesi Yayınları*, (1951).

[19] Dinç, U., Kapur, S., Özbek, H. ve Şenol, S., Toprak Genesisi ve Sınıflandırılması, *Çukurova Üniversitesi Yayınları Ders Kitabı*, 7 (3), (1987).

[20] Oakes, H., Türkiye Toprakları, *Yüksek ziraat Müh. Birliği Yay.*, (1954).

[21] Özcan, H., Ekinci, H., Yüksel, O., Kavdir, Y. ve Kaptan, H., Dardanos Yerleşkesi Toprakları, *Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Yayınları*, 39, (2004).

[22] Şenol, S., Aksoy, E., Çullu, M.A., Bayramin, İ., Kiliç, Ş., Dingil, M., Koca, Y.G., Türkiye'de Toprak Koruma Ve Arazi Kullanim Kanunu Gereği Yapilmasi Zorunlu Toprak Etüdleri ve Önemi. Türkiye Ziraat Mühendisligi VII. Teknik Kongresi p:59-71, (2010).

[23] TRGM, Tarım Reformu Genel Müdürlüğü Tarim Arazileri Düzenleme Verileri, www.tarim.gov.tr/TRGM, 2017.

[24] De Meester, T., Soils of the Great Konya Basin, Turkey, Agric. Res. Rep, 740, 290, (1970).

[25] Boxem, H. ve Wielemaker, W., Soils of the Kucuk Menderes Valley, Turkey, *Wageningen Cent Landouwpubl Landbou Verslag Landbouwkund Ore*, (1972).

[26] Şimşek, G., Bir Toprak Üntinin Profil Ve Horizonlarının Tanımı Ve Sembollendirilmesi, *Journal of the Faculty of Agriculture*, 4 (2), (1973).

[27] Akgül, M. ve Başyiğit, L., Süleyman Demirel Üniversitesi Çiftlik arazisinin detaylı toprak etüdü ve haritalanması, *SDÜ Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 9 (3), (2005).
[28] TİGEM, Ceylanpınar Tarım İşletmesi Topraklarının Detaylı Etüd ve Haritaması, *Tarım İşletmesi Gen. Müd.*, 16, (1992).
[29] WRB, IUSS Working Group, *World reference base for soil resource, International soil classification system for naming soils and creating legends for soil maps*, (2014).
[30] Şenol, S. ve Dinç, U., Akdeniz Bölgesi Büyük Toprak Gruplarının Taksonomisi ve FAO/UNESCO Dünya Toprak Haritası Lejandına Göre Sınıflandırılması, *Toprak İlmi Derneği 9. Bilimsel Toplantı Tebliğleri*, 4 (5), 5-10, (1986).
[31] Ekinci, H., Türkiye Genel Toprak Haritasının Toprak Taksonomisine Göre Düzenlenebilme Olanaklarının Tekirdağ Bölgesi Örneğinde Araştırılması, *Doktora Tezi, Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Toprak Anabilim Dalı, Adana*, (1990).
[32] Çarpık, F., Edirne Bölgesi (Edirne-Merkez-Lalapaşa-Havsa-Uzunköprü) Topraklarının Toprak Taksonomisine Göre Düzenlenmesi Üzerine Bir Araştırma, *Trakya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Edirne, (*1998).
[33] Başayiğit, L., Erhan, A., Şenol, S. ve Ural, D., Konuklar Tarım İşletmesi Yaşlı Nehir Terasları Üzerinde Yer Alan Toprakların Fiziksel, Kimyasal, Mineralojik Özellikleri ve Oluşumu, *Selçuk Tarım Bilimleri Dergisi*, 18 (33), 59-67, (2004).
[34] Dengiz, O., Erel, A., Erkoçak, A. ve Durmuş, M., Kuşkonağı Havzası Temel Toprak Özellikleri, Sınıflandırılması ve Haritalanması, *Ege Üniv. Ziraat Fak. Derg.*, 49 (1), 71-82, (2012).
[35] Genç, Z. ve Dengiz, O., Madendere havzasında fizyoğrafik faktörlerin ve bazı fiziko-kimyasal toprak özelliklerinin belirlenmesi ve haritalanması, *Türkiye Tarımsal Araştırmalar Dergisi*, 2 (1), 28-39, (2015).
[36] Anonim, http://tarim.kalkinma.gov.tr/wpcontent/uploads/2014/12/Tarim_Arazilerinin Surdurulebilir_ Kullanimi_Calisma_Grubu_Raporu.pdf, (2014).
[37] USDA, Keys to Soil Taxonomy, *Agriculture Handbook*, 436, (2014).

TÜRKİYE'DE UZAKTAN ALGILAMANIN TARIMSAL AMAÇLI KULLANIMI

AGRICULTURAL USE OF REMOTE SENSING IN TURKEY

Levent Başayiğit[a], Mert Dedeoğlu[b], Sinan Demir[c]
[a]Süleyman Demirel Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, Isparta, Türkiye, E-posta: leventbasayigit@sdu.edu.tr
[b]Selçuk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, Konya
[c]Süleyman Demirel Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, Isparta, Türkiye, E-posta

Özet

Dünyada 1972 yılında ilk uydunun fırlatılması ile küresel ölçekte uzaktan algılama çalışmaları başlamıştır. Elde edilen görüntüler tüm dünyada olduğu gibi ülkemizde de ilgi uyandırmış ve birçok uzmanlık alanı için çalışma konusunu oluşturmuştur.

Türkiye 2003 yılında kendisine ait ilk uydusunu yörüngeye yerleştirerek yeni bir ivme yakalamıştır. Günümüzde uydu görüntüleri ile yeryüzüne ait karakteristikler hakkında bilgi üretimi alışılagelmiş yöntemler haline gelmiştir.

Bugün uzaktan algılama teknolojilerinin en yaygın kullanıldığı alanlardan biride tarımdır. Uydu görüntüleri ile tarımsal amaçlı bilgi üretimi karar vericilere ve uygulayıcılara destek olmaktadır. Ülkemizde uydu görüntülerinin kullanıldığı birçok proje tarımın gelişmesinde önemli yer tutmuştur. Uydu görüntüleri ülkemiz tarım kurum ve kuruluşlarında yaygın kullanıma sahip olmuş, özel sektörde de uygulamada başarılı personeller yetişmiştir. Ayrıca uzaktan algılama teknolojilerinin tarımsal kullanımı konularında eğitim faaliyetlerini yürütebilecek bilimsel yeterliliğe sahip akademik kadrolar yetişmiş, tarımsal kullanımına yönelik deneyim sağlanmıştır. Mevcut birikim ve imkanların Türk dünyası tarımı için bir fırsat olarak değerlendirilmesi mümkün olacaktır.

Anahtar kelimeler: Uzaktan algılama, Tarımsal uygulama, Toprak bilimi,

Abstract

The beginning of the Remote Sensing on a global scale in the world is a point that put a satellite into orbit in 1972. The images obtained from the satellite were interested in our country as well as all over the world. Satellite images have been the subject of study for many specialties.

In 2003, Turkey placed a satellite in orbit so accelerating remote sensing works. Today, the production of information about the characteristics of earth surface with satellite images has become the usual methods. The agricultural application of remote sensing is one of the most used areas. The information obtained from satellite images about agriculture production has supported the decision makers and practitioners. Many projects used satellite image have an important place in the development of agriculture. In Turkey, satellite images are widely used in many agricultural institutions and organizations. Many specialists of remote sensing have been trained. In addition, academicians with scientific competence to carry out studies and activities in the fields of agricultural use of remote sensing technologies have been trained. they provide an experience for agricultural use. It will be possible for the experiences and possibilities to be regarded as an opportunity for Turkish world agriculture.

Keywords: Remote sensing, Agricultural application, Soil science

1. Giriş

Uzaktan algılama; yeryüzünden belirli uzaklıklara, atmosfer ya da uzaya yerleştirilen platformlara monte edilmiş, ölçüm aletleriyle yeryüzünün doğal ve yapay objeleri konusunda bilgi alma ve değerlendirme tekniğidir (Sesören, 1999). 1960 yıllarında uzaktan algılama sözcüğü ilk olarak kullanılmaya başladığında, basit olarak bir nesneye dokunmaksızın, ölçmek veya incelemek olarak tanımlanmıştır (Fisher, 1975). Yapılan ölçümler özellikle objelerin elektromanyetik spektrum içerisindeki davranışları konumsal ve yıl içerisindeki özelliklerinde meydana gelen değişimlere dayanmaktadır.

Uzaktan algılama kavramının, askeri, sivil ve araştırma alanlarındaki ihtiyaçların karşılanması doğrultusunda gelişen günümüz teknolojisinin bir getirisi olarak uzay fotoğrafçılığı ile birlikte gelişim göstermesi bu alanda elde edilen verilerin ulaşılabilirliğini arttırmıştır. Bu teknik yeryüzündeki kaynakların yönetimi, doğal ve kültürel çevrenin gözlenmesi, haritalama vb. amaçlara yönelik olup 21. yüzyılın ilk çeyreğinde uzaya fırlatılan uydular aracılığıyla gelişmeye devam etmiştir. Hava ve uzay kaynaklı görüntüleme sistemlerinin ortaya çıkışı ve çoğalmasıyla araştırmacılar, dünyanın yüzey jeolojisinin fiziksel ve kimyasal özelliklerini ölçme, tüm kıtaların vejetatif biyokütle değişimlerini izleyebilme, küresel değişimin izini sürme yeteneğine sahip olunmuştur. Su, yüzey ısı akısı ölçümü, insan ve doğal süreçler tarafından oluşan yeryüzünün deformasyonunu ve diğer pek çok uygulamayı görüntülenebilmektedir. Önemlisi, bu görüntü ürünlerinin birçoğu bilim insanları, eğitimciler ve genel halk tarafından ulusal uzay ajansları tarafından serbestçe kullanılabilir hale getirilmekte, bilgi ve fikir akışını teşvik ederken, bir sonraki nesil bilim insanı yetiştirmeye yardımcı olmaktadır.

Teknik temeli üzerine kurulu tanımı uzaktan algılamanın bilimsel platformda çeşitli bilim dalları ile ilgili olmasının dışında, görüntünün alınmasından başlayıp, işlenmesi ve analiz edilmesine değin geçen süreçte uzay, uydu, iletişim, elektronik, bilgisayar, görüntü işleme ile ilgili pek çok teknolojik gelişmeyle sürekli bir şekilde iç içe olmasındandır. Uzaktan algılama tekniklerinin geniş bir yelpazede kullanım alanı bulması yeni sensörler ve işleme algoritmalarının geliştirilmesini sağlamıştır. Bugün yerküre çevresindeki çeşitli yörüngelerde bulunan uyduların algılayıcıları amaçlarına göre elektromanyetik spektrumun değişik bölümleri aracılığı ile sağlanan bilgiyi sayısal olarak depolamaktadırlar. Çeşitli yer istasyonları tarafından sinyaller halinde alınıp kullanıcıların işleyebileceği duruma getirilen yeryüzü ile ilgili bu sayısal veriler, görüntü işleme ve analiz sistemlerinde değerlendirilmektedir. Görüntüler üzerinde gerekli düzeltme, zenginleştirme ve sınıflandırma gibi birtakım işlemler görüntü analiz programları kullanılarak uygulanmakta ve analizleri yapılarak kullanıcıların amaçlarına göre gerekli bilgilerin elde edilmesi sağlanmaktadır.

Bugün yeryüzünün fiziksel yapısı hakkındaki pek çok bilgi uzaktan algılama teknikleri ile elde edilmektedir. Bilgisayar teknolojisindeki gelişmeler ve uydu görüntülerinin fiyatlarında zamanla meydana gelen düşüş, enstitüleri, kurumları ve üniversiteleri mekansal analizlerde uydu teknolojilerini ve uzaktan algılama tekniklerini kullanmaya teşvik etmektedir. Uydu sistemlerinin gelişmesi ile uzaktan algılama amacıyla yeryüzüne ait birçok çalışma alanın gelişmesi, bilgiye ulaşılması ve ulaşılan bilgilerin güncellenmesi hızlanmıştır.
Kullanıcılar özellikle tarım, jeoloji, orman, coğrafya, planlama başta olmak üzere diğer alanlarda kullanılmak üzere işlenmesi ve yorumlanması mümkün olan uydu görüntüleri literatürde kısaca "görüntü" ya da "imaj" adı verilen faydalı veriler sağlamaktadır.

2. Uzaktan Algılamanın Dünya'da Gelişimi

Uzaktan algılama, genellikle hava yoluyla (uçak, balon) veya uzay yolculuğu (uydular, uzay mekik sistemleri) platformlarında bulunan sensörleri kullanarak, dünyanın yüzeyinin (kara ve okyanus) ve atmosferin görüntülenmesi ile başlamıştır. İlk denemeler 1826 yılında fotoğrafın icadı ile olmuştur. 1850 yıllarında balonlardan fotoğraflar çekilmeye başlamıştır. 1873 yılında J.C. Maxwell tarafından elektromanyetik enerji teorisi ortaya atılmıştır. 1909 yılında hava fotoğrafları kullanılmaya başlanmıştır. 1910 yılları I. Dünya Savaşı ile havacılığın önemi keşfedilmiştir. Uçaklar hız yükseklik ve yön kontrolü

sağlayabildiği için hava fotoğrafı çekimine daha elverişlidir. I. Dünya savaşı 1914-1918 hava fotoğrafı teknolojisinin en çok gelişme gösterdiği yıllardır. 1920'lerde Hava Fotoğrafçılığı geliştirilmesi ve uygulamaları artmıştır. Bunu elektromanyetik spektrumun gözle algılanamayan aralıklarında yapılan yeni keşifler ve çalışmalar takip etmiştir. 1930'larda Almanya, ABD ve İngiltere'de radar geliştirilmiştir. II. Dünya savaşı 1939-1945 bu çalışmaların en yüksek ivmeyi kazandığı yıllar olmuştur. II. Dünya Savaşı başladığı dönemde kızıl ötesi ve mikrodalga bölge uygulamaları başlamıştır. 1950 yıllarında Askeri araştırma ve geliştirme çabaları ivme kazanmıştır. 1960'lar Uydu Çağı ABD ve SSCB arasındaki uzay yarışması ile hızlanmıştır. Bu yıllarda ilk meteorolojik uydu (TIROS-1) yörüngeye yerleştirilmiştir. Yine aynı dönemde kızılötesi ve mikro dalga aralıklarında havadan gözlem teknolojileri kullanılmaya başlanmıştır. 1972 yılında NASA tarafından ilk yer gözlem uydusu Landsat-1 (ERTS-1) yörüngeye yerleştirilmiştir. Landsat bugünkü dünya yörüngeli Uzaktan Algılama uydularının ilk ve temel örneğidir. Landsat dünya yüzeyinin sistematik ve sürekli gözlenebilmesini sağlayan ilk çok-bantlı uydudur. Landsat aynı zamanda dijital veri işleme tekniklerinin ve görüntü işleme yazılımlarının gelişimine de önderlik etmiştir. 1970'ler Digital görüntü işlemede hızlı ilerlemeler başlamıştır. 1980'ler Landsat-4 yeni nesil sensörlere sahip uyduların gönderilmesi başlamıştır. 1986 Fransa yer gözlem uydusu SPOT-1 fırlatılmıştır. 1980'lerde Hiperspektral sensörler geliştirilmiştir. 1990'larda Ulusal yer ajansları ve ticari şirketler tarafından yer gözlem uyduları başlamıştır (ISPRS, 2017).

1960'larda ilk olarak casus uydularla istihbarat toplamak amacıyla başlatılmış olan uzaktan algılama teknolojisi, 1970'li yıllardan itibaren Amerika Birleşik Devletleri'nin geliştirmiş olduğu Landsat serisi uydular vasıtasıyla sivil amaçlı kullanılmaya başlanmıştır. Sivil amaçlı ilk yeryüzü gözlem uydusu olan Landsat-1, 23 Temmuz 1972'de Amerikan Uzay Merkezi tarafından yörüngesine konumlandırılmış, daha sonraki yıllarda Landsat serisinden altı uydu daha uzaya fırlatılmıştır. 1970'li yıllarda Landsat uydusuna yerleştirilmiş MSS algılayıcısı vasıtasıyla görünür ve yakın kızılötesinde dört bantta 60m konumsal çözünürlükte veri alınırken 1980'li yıllarda TM algılayıcısının geliştirilmesiyle birlikte çözünürlük 30m mertebesine yükseltilmiş, bant sayısı ise 4'ten 7'ye yükselmiştir. Son Landsat sistemlerinde TM algılayıcısı yerine benzer özellikli ETM+ algılayıcısı kullanılmıştır. Landsat-7'de termal bant çözünürlüğü 60m'ye yükseltilmiş ve 15m konumsal çözünürlüğe sahip bir pankromatik bant ilave edilmiştir. Özellikle 1990'lı yılların başından itibaren teknolojik gelişmelere paralel olarak birçok ülke tarafından çeşitli özellikte uydu programları geliştirilerek kullanılmaya başlanmıştır. Bunların başlıcaları Fransa, Belçika ve İsveç tarafından ortaklaşa geliştirilen SPOT programı, Hindistan tarafından yürütülen IRS programı, Kanada tarafından yönetilen Radarsat programlarıdır. Devlet kuruluşları vasıtasıyla yürütülen programların yanında özel şirketler tarafından da yüksek çözünürlüklü uydu pazarında yer edinmeye yönelik programlar yürütülmektedir. Bunlardan Digital Globe firması tarafından yönetilen Quickbird (65cm konumsal çözünürlük pankromatik bantta, 2,62m konumsal çözünürlük multispektral bantlarda) ve WorldView programları (50cm konumsal çözünürlük pankromatik bantta, 2m konumsal çözünürlük - sadece WorldView-2 için) ve Space Imaging firması tarafından yürütülen IKONOS (1m pankromatik bantta, 4m multispektral bantlarda) ve GeoEye-1 (0,41m pankromatik bantta, 1,65m multispektral bantlarda) başlıca sistemler olarak ifade edilebilir (Kavzaoğlu ve Çölkesen, 2011).
Yüksek çözünürlüklü sensörlere sahip IKONOS, QuicBird, Eartview gibi uyduların son üyesi Digital Globe firmasının 2016 yılında fırlattığı uydusu WorldView-4 uydusu olmuş, bu uydu 0,31 m çözünürlüğe sahip en yüksek çözünürlüğe sahip ticari uydu olarak tanımlanmıştır. (https://crisp.nus.edu.sg/~research/tutorial/intro.htm).

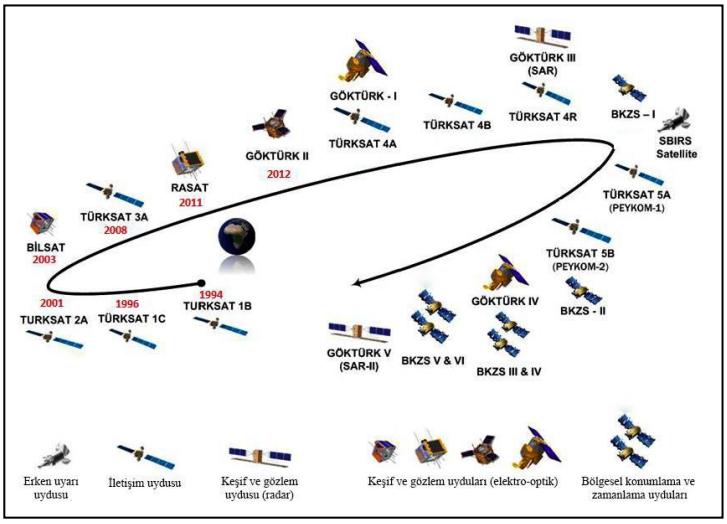
3. Uzaktan Algılamanın Türkiye'de Gelişimi

Türkiye'nin uzay konusunda girişimleri 1960'lı yılların sonlarında başlamıştır. İlk çalışmalar iletişim amaçlı uydular üzerine yoğunlaşmıştır. 1985 yılında kurulan Türkiye Bilimsel ve Teknik Araştırma Kurumu Ankara Elektronik Araştırma ve Geliştirme Enstitüsü 1995 yılında Bilgi Teknolojileri ve Elektronik Araştırma Enstitüsü adını almış, 1998 yılında Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu Uzay Teknolojileri Araştırma Enstitüsü'ne dönüştürülmüştür (BİLTEN). 2003 yılında Bilsat projesi ile yer gözlem uydu teknolojisinde başarılı bir adım atılmıştır. BİLTEN 2006 yılında uzay Teknolojileri Araştırma Enstitüsü (TÜBİTAK UZAY) adını almış ve uydu sistemleri ile ilgili çalışmaların planlanması ve yönetilmesi sorumluluğunu üstlenmiştir. Bilsat Projesi'nden kazanılan tecrübelerle Türkiye'de tasarlanıp üretilen ilk yer

gözlem uydusu olan Rasat, 2011 yılında başarıyla uzaya gönderilmiştir. Yaklaşık bir yıl sonra da 2012 yılı sonlarında, yüksek yersel çözünürlüğe sahip Göktürk-2 uydusu yörüngesine oturtulmuştur (Çoban, 2016).

4. Türkiye'nin Yer Gözlem Uyduları

Türkiye çok eskilere dayanmayan bir geçmişi olmasına rağmen hızlı bir gelişme göstermiştir. Bu gelişmelerle birlikte yer gözlem uyduları ihtiyacını karşılamak üzere birçok proje başlatmış uydu sistemlerinde dünyada belirli bir seviyeye yükselmiştir. Türkiye'nin bugün 9 uydusu bulunmakta ve çok sayıda uydu sistemi için planlaması bulunmaktadır (Şekil 1).



Şekil 1. Türkiye'nin uydu sistemleri (Ulutaş, 2014)

4.1. Bilsat Uydusu

Bilsat Türkiye'nin ilk yapay yer gözlem uydusudur. Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu (TÜBİTAK) bünyesindeki Uzay Teknolojileri Araştırma Enstitüsü (TÜBİTAK UZAY) ve merkezi İngiltere'deki SSTL (Surrey Satellite Technology Limited) şirketi ile yaptıkları ortak çalışma ürünüdür (TÜBİTAK, 2015a). Bu uydunun yapım sürecinde üniversite ve yerli sanayinin süreçlere dahil edilmesiyle gerekli yazılım ve donanım ihtiyaçlarının baştan sona öz kaynaklar kullanılarak yapılabilmesinin temelleri atılmıştı. Bilsat projesi ile ilgili çalışmalar 2001 yılında başlatılmış ve uydu 27 Eylül 2003 günü Rusya'nın Plesetsk Kosmodrome üssünden uzaya fırlatılmıştır. Biri pankromatik diğer dördü kırmızı, yeşil, mavi ve yakın kızılötesi olmak üzere beş yer gözlem kamerası, GPS (Global Positioning System- Küresel Konumlama Sistemi), GPS konum kaydedici, konum kontrol sistemi ve itki sistemi taşıyan uydu, TÜBİTAK UZAY tarafından geliştirilen ÇOBAN ve GEZGİN adlı iki yararlı yükü de taşımaktadır (SSTL, 2015b). ÇOBAN, 8 bantlı ve 120 m düşük yersel çözünürlüğe sahip çok bantlı bir görüntüleyici, GEZGİN ise JPEG2000 algoritmasını kullanarak yüksek hızlı çok bantlı görüntü sıkıştırması yapan bir görüntü işlemcisidir (Çizelge 1). Bilsat uydusunun aktif görevi 2006 yılının ağustos ayında sona ermiştir (Çoban, 2016).

4.2. Rasat Uydusu

Rasat uydusu Türkiye'de tasarlanıp üretilen ilk yer gözlem uydusudur. TÜBİTAK UZAY öncülüğünde 2006 yılında çalışmalara başlanan bu uydu 17 Ağustos 2011 günü Rusya'nın Yasny üssünden uzaya fırlatılmıştır (TÜBİTAK, 2015b). Rasat uydusu biri pankromatik diğer üçü mavi, yeşil ve kırmızı olmak üzere dört yer gözlem kamerası, GPS ve diğer elektronik sistemlerin yanında TÜBİTAK UZAY tarafından geliştirilen BİLGE, GEZGİN-2 ve T-REKS olarak adlandırılan üç yararlı yükü de taşımaktadır (Özalp, 2012). Teknik özellikleri açısından gelişmiş özellikler gösteren Rasat üzerindeki Gezgin-2, Bilsat projesinde kullanılan Gezgin görüntü işlemcisinin geliştirilmiş bir modeli, Bilge, uçuş bilgisayarı, T-REKS ise X-Bant iletişim

sistemi olarak görev yapmak üzere tasarlanmıştır. TÜBİTAK UZAY'ın yürüttüğü Uydu Görüntü İşleme Merkezi ve GEOPORTAL oluşturma projesi, Rasat uydu görüntülerinin kamu kuruluşları ve üniversitelerle paylaşılmasını sağlamıştır. Radyometrik ve geometrik düzeltme işlemleri yapılan Rasat uydu görüntüleri "https://www.gezgin.gov.tr" adresinden aranabilmekte ve indirilebilmektedir. TÜBİTAK UZAY'ın Veri ve Görüntü İşleme Grubu tarafından işlenen Rasat görüntülerinin son kullanıcıya istenilen seviyede sunulması planlanmıştır. Gezgin portalından 1., 2., 3. ve 4. seviye görüntüler elde edilebilmektedir. Rasat uydusu uzaydaki aktif görevine devam etmektedir (Çoban, 2016) (Çizelge 2).

Çizelge 1. Bilsat uydusunun teknik özellikleri (Yener vd., 2006; Eomag. 2015; Çoban, 2016)

Teknik Özellik	Açıklama	
Ağırlık	129 kg	
Yörünge	686 km, güneş uyumlu	
Konumsal çözünürlük	Pankromatik bant	:12.6 m
	Multispektral bantlar	:27.6 m
Spektral çözünürlük	Pankromatik bant	:0.45 – 0.90 μm
	Mavi bant (Bant 1)	:0.45 – 0.52 μm
	Yeşil bant (Bant 2)	:0.52 – 0.60 μm
	Kırmızı bant (Bant3)	:0.63 – 0.69 μm
	Yakın kızılötesi bant (Bant 4)	:0.76 – 0.90 μm
Radyometrik çözünürlük	8 bit	
Zamansal çözünürlük	4 gün	
Şerit genişliği	55 km	
Görev yükü	Gezgin (görüntü işlemci)	
	Çoban (çok bantlı görüntüleyici)	
	375- 425 nm	
	410-490 nm	
	460-540 nm	
	510-590 nm	
	560-640 nm	
	610-690 nm	
	660-740 nm	
	850-1000 nm	
Planlanan ömür	5 yıl	

Çizelge 2. Rasat uydusunun teknik özellikleri (TÜBİTAK,2017)

Teknik Özellik	Açıklama	
Ağırlık	93 kg	
Yörünge	689 km, güneş uyumlu	
Yönelim kontrolü	3 eksen kontrollü	
Yörünge süresi	98.8 dakika	
Konumsal çözünürlük	Pankromatik bant	:7.5 m
	Multispektral bantlar	:15 m
Spektral çözünürlük	Pankromatik bant	:0.42 – 0.73 μm
	Mavi bant (Bant 1)	:0.42 – 0.55 μm
	Yeşil bant (Bant 2)	:0.55 – 0.58 μm
	Kırmızı bant (Bant3)	:0.8 – 0.73 μm
Radyometrik çözünürlük	8 bit	
Zamansal çözünürlük	4 gün	
Şerit genişliği	30 km	
Görev yükü	Bilge (uçuş bilgisayarı)	
	Gezgin-2 (görüntü işlemci)	
	T-Reks (X-bant iletişim sistemi)	
Planlanan ömür	3 yıl	

4.3. Göktürk 2 Uydusu

Türkiye'nin üçüncü nesil yer gözlem uydusu Göktürk-2, T.C. Milli Savunma Bakanlığı, TÜBİTAK ve Türk Havacılık ve Uzay Sanayi A.Ş. (TUSAŞ)-TÜBİTAK UZAY iş ortaklığı arasında 1 Mayıs 2007'de yürürlüğe giren sözleşme ile desteklenmiştir (HVKK, 2015). Ülkemizin ilk yüksek yersel çözünürlüklü uydusu olan Göktürk-2 Çin'in Jiuguan üssünden 18 Aralık 2012 günü uzaya fırlatılmıştır. Göktürk-2'nin tasarımı, üretimi ve test süreçleri için gerekli tüm teknik işlemler milli olanaklar kullanılarak gerçekleştirilmiştir (TUSAŞ, 2015a).

Göktürk-2 üzerinde KUZGUN adı verilen bir deneysel kamera bulunmaktadır. Kuzgun, 20 m yersel çözünürlükte ve 15 km genişliğinde görüntü alma yeteneğine sahip olup elektromanyetik spektrumun kısa dalga kızılötesi (SWIR) kesimindeki 0.8-1.7 μm aralığında algılama yapabilmektedir. Bilge ana uçuş bilgisayarı olarak görev yaparken Bilge Router 0 ve Bilge Router 1 isimli modüller hem veri depolama hem de X-Bant verici aracılığıyla veri transferi görevlerini gerçekleştirmektedir. Gezgin-2 modülü elde edilen görüntülerin JPEG2000 algoritması kullanılarak sıkıştırılması ile görevlidir.

Göktürk-2 test sürecinin ardından 2014 yılı başında Hava Kuvvetleri Komutanlığı'nın envanterine girmiştir (Atak vd., 2015). Göktürk-2 gibi askeri amaçlar için kullanımı planlanan milli uydu sistemlerinin koordinasyonu ve gerekli operasyonların yürütülebilmesi için Hava Kuvvetlerine bağlı Keşif Uydu Tabur Komutanlığı oluşturulmuştur. Bu birim uydu verilerine 1.ve 2. seviyede görüntü işleme işlemlerini uygulamaktadır. Ayrıca uydunun askeri keşif amaçlı olarak kullanımının icra edilmesi, kamu kurum ve kuruluşları ile üniversiteler ve diğer eğitim kurumlarının uydu görüntüsü taleplerinin normal koşullar altında bedelsiz olarak karşılanması süreçlerini yürütmektedir.

Göktürk-2 uydusu herhangi bir kısıtlama olmaksızın Türkiye ve dünyanın her yerinden görüntü alma ve bunları yer istasyonlarına ulaştırma kabiliyetindedir. Planlandığı şekilde halen uzaydaki aktif görevine devam etmektedir (Çoban, 2016).

4.4. Göktürk 1 Uydusu

Göktürk 1 uydu projesi uzay ve uydu sistemlerine yönelik teknoloji, uzman insan gücü ve alt yapı geliştirilmenin yanı sıra ülkemizin, gelecekteki gözlem ve haberleşme uydularının yurtiçinde üretilmesine yönelik kritik bir altyapı olan uydu montaj, entegrasyon ve test merkezine sahip olma stratejik hedefi ile hazırlanmıştır. Göktürk-1 uydusu ile ilgili proje çalışmaları, Türkiye Millî Savunma Bakanlığı Savunma Sanayi Müsteşarlığı, İtalyan TELESPAZIO ve Fransız Thales Alenia Space şirketleri arasında 13 Temmuz 2009 yılında imzalanan anlaşma ile başlatılmış ve devam etmektedir. Programının amacı; coğrafi kısıtlama olmaksızın dünya üzerinde herhangi bir bölgeden askeri istihbarat amaçlı yüksek çözünürlüklü görüntü elde edilmesine imkân tanıyacak; aynı zamanda orman alanlarının kontrolü, kaçak yapılaşmanın takibi, doğal afet sonrası en kısa sürede hasar tespiti, ürün rekolte tespiti, coğrafi harita verilerinin üretilmesi gibi pek çok sivil faaliyet alanında da görüntü ihtiyacını karşılayacak bir uydu sisteminin tedarik edilmesidir (TAI, 2017).

5. Türkiye'de Uzaktan Algılama Çalışmaları

Uzaktan algılama askeri amaçlara yönelik olarak geliştirilmiş daha sonra yeryüzü hakkında bilgi toplama amacı ile sivil uygulamalara yönelik uygulamalar gelişmiştir. Türkiye'de de uzaktan algılamanın kullanımı 1970'li yılların sonunda başlamış benzer bir süreçten geçmiştir. Bugün Haritacılık, Hidroloji, Tarım, Jeoloji, Maden, Ormancılık, Çevre, Şehircilik Faaliyetleri gibi uygulama alanlarında sayısal arazi modellerinin üretilmesi, yeryüzü değişimlerinin izlenmesi, topoğrafik haritaların güncellenmesi, su kaynaklarının takibi, kirlilik izleme, sel haritalaması, arazi kullanımının belirlenmesi, bitki ve ürün tipinin ayrılması, ürün çeşitliliğinin belirlenmesi, bitki canlılığının izlenmesi, bitki gelişimini izleme, rekolte tahmini, toprak etüd ve haritalama, erozyon belirleme, jeolojik yapı araştırmaları, fay, çizgisellik ve kırıkların tanımlanması, jeotermal araştırmalar, deprem araştırmaları, volkanik araştırma çalışmaları ve izleme, maden ve yeryüzü kaynaklarının aranması, petrol aramaları, kayaç tiplerinin tespiti, orman türlerinin haritalanması; ağaç

hastalıklarının izlenmesi; çölleşme izleme, kereste üretimi tahmini ve planlaması, ekolojik gelişmelerin sürekli ve geniş, ölçekte izlenmesi, arazi örtüsü veya kullanımının haritalanması, kıyı alanlarındaki değişimlerin izlenmesi, sanayi alanları ve çevresindeki değişimlerin izlenmesi, orman alanlarındaki değişimin izlenmesi, şehirleşmedeki gelişimin izlenmesi, altyapı çalışmaları, kaçak yapılaşmanın tespiti, planlama çalışmaları, gibi bir çok konuda bilgi üretimi için kullanılmaktadır.

Çizelge 4. Göktürk-2 Uydusunun teknik özellikleri (TÜBİTAK,2017b)

Teknik Özellik	Açıklama	
Ağırlık	409 kg	
Yörünge	686 km, güneş uyumlu	
Konumsal çözünürlük	Pankromatik bant	:2.5 m
	Multispektral bantlar	:5 m
Şerit Uzunluğu	640 km	
Spektral çözünürlük	Pankromatik bant	:0.420 – 0.750 µm
	Mavi bant (Bant 1)	:0.422 – 0.512 µm
	Yeşil bant (Bant 2)	:0.500 – 0.584 µm
	Kırmızı bant (Bant3)	:0.596 – 0.750 µm
	Yakın kızılötesi bant (Bant 4)	:0.762 – 0.894 µm
Radyometrik çözünürlük	11 bit	
Zamansal çözünürlük	2.5-5 gün	
Şerit genişliği	20.4 km	
Görev yükü	Bilge (Ana uçuş bilgisayarı) Bilge router 0 (Yedek uçuş bilgisayarı) Bilge router 1 (Yedek uçuş bilgisayarı) Kuzgun (Deneysel kamera) Gezgin-2 Deneysel kamera TREKS (X-bant iletişim sistemi)	
Planlanan ömür	5 yıl	
Görüntü Depolama Kapasitesi	45 kare (Kayıpsız sıkıştırma ile)	
İstenilen Noktayı Çekme Hassasiyeti	<1 km	
Yer Konumlama Hassasiyeti	<1 km	
Geniş Alan Görüntüleme	100 km x 34 km	
Stereo Görüntüleme	100 km x 20 km	
Görüntü İndirme Hızı	100 Mbit/s	

6. Türkiye'de Uzaktan Algılamanın Tarımsal Uygulamaları

Uzaktan algılama çalışmaları Türkiye'de tarım sektöründe; arazi kullanımının belirlenmesi, bitki ve ürün tipinin ayrılması, ürün çeşitliliğinin belirlenmesi, bitki canlılığının izlenmesi, bitki gelişimini izleme, rekolte tahmini, toprak etüd ve haritalama, erozyon belirleme çalışmalarında etkin olarak kullanılmaktadır.

Uzaktan Algılama yöntemleri ile en rahat tanımlanabilen arazi yüzeyini bitki örtüsü oluşturur. Yansıma karakteristiklerine bağlı olarak; bitki örtüsünde tür ayrımı, bitki örtüsü tahribatı, hastalık ve zararlı etkisi olan bitki gruplarının tespiti gibi pek çok bilginin yanında, risk değerlendirmelerinde ve sürdürülebilir bir planlama için değişim izleme (monitoring) modeli geliştirilebilmektedir. Ayrıca bu yöntemlerle orman, tarım ve mera alanlarındaki bitki örtüsünün dağılımı ve karakteristikleri belirlenebilmektedir. Mevcut arazi varlıklarını en etkin şekilde kullanmak için arazi toplulaştırmalarını yapmış, planlı ve enstansif tarım metodu yaygınlaşmış ve ürün yetiştiriciliğine geçmiştir ve bu alanda çalışmaları hızla devam etmektedir.

Ülkemizde toprak etüt ve haritalama çalışmalarında uzaktan algılama teknolojisinden yararlanılarak yapılan çalışmalar arid bölge karakteri içeren Güneydoğu Anadolu Proje (GAP) alanında yoğunlaşmıştır. Bölge topraklarının 1980'li yılların sonunda ayrıntılı olarak incelenmesi ve haritalama işlemleri Landsat ve Spot uydularının kullanılarak yürütülmeye başlanmıştır. Elde edilen bulgular, ülke topraklarının incelenmesinde gerek çalışma hızı gerekse ulaşılan doğruluk yüzdesi bakımından klasik yöntemlere göre çok daha avantaj göstermiştir (Dinç ve Şenol, 2009). Bu temel denemeler üzerine çeşitli bölgelerde uydu görüntüleri kullanılarak toprak haritalama çalışmaları yürütülmüştür (Ekinci ve Dinç, 1989). Türkiye'de uzaktan algılama konusundaki birikim kullanılarak Kuzey Kıbrıs Türk Cumhuriyeti (K.K.T.C.) tüm alanının "Detaylı Temel Toprak Haritası" hazırlanmıştır. Spot-3 sayısal uydu verileri ile tarımsal planlamalar ve toprağa dayalı diğer mühendislik projelerine temel kaynak olmak üzere toprak haritalama çalışması yapılmıştır. (Dinç vd., 2000). İl bazında haritalama çalışmaları başlatılmış ilk örneği olarak Denizli İli Topraklarının Detaylı Temel Toprak Etüd ve Potansiyel Arazi Kullanım Haritalarının Hazırlanması Projesi yürütülmüştür. Ayrıca toprak haritalamada ilerlemeyi amaçlayan çok sayıda çalışma bulunmaktadır (Oğuz vd., 2005; Dingil vd.,2008). Toprak haritalama dışında erozyon çalışmalarında da uzaktan algılamanın kullanımı önemli yer tutmaktadır (Çullu ve Dinç, 1994; Başayiğit ve Dinç, 2010).

Kurumsal manada ise Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığınca yürütülen TARBİL projesi gerçekleştirilmektedir. GAP Bölgesinde Hassas Tarım ve Sürdürülebilir Uygulamaların Yaygınlaştırılması (HASSAS) Projesi yürütülmektedir. Tarımsal mekanizasyon ve otomatikleşme, iklim kontrolü, verim haritalama ve sulama uygulamaları gibi diğer hassas tarım uygulamalarındandır.

Tarımsal İzleme ve Bilgi Sistemi (TARBİL) projesi kapsamında ekili alanların fenolojik dönem süresince yüksek mekansal çözünürlüklü uydu görüntüleri ile periyodik olarak izlenmesi, nesne tabanlı görüntü sınıflandırılması ile ürün tiplerinin ve mekansal dağılımının tespiti, ürün gelişiminin takip edilmesi için bitki indekslerinin üretilmesi, üretilen görüntü, sınıflandırma ve bitki indeksi verilerinin ve istatistiki sonuç raporlarının Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı'na bağlı ilgili birimlere transferi işlemlerini yürütmektedir. 600 TB online veri depolama sunucusu ve hızlı fiber ağ altyapısı ile web ara yüzüne entegre şekilde çalışan modüller yardımı ile paylaşmaktadır. Uydu görüntü paylaşım platformu ile son kullanıcı ilgili coğrafi alanda, belirlenen tarih aralığında, seçilen uydu tipi ve görüntü işleme seviye bilgileri ile arşiv taraması yapabilmekte, sonuçlar arasında çoklu seçim ile belirlediği görüntüleri web ara yüzü üzerinden indirebilmektedir. Bir platform sayesinde son kullanıcı mobil cihazlar ya da standart bilgisayar aracılığı ile ilgilendiği ya da sahibi bulunduğu tarım parseli / parselleri üzerinde, mevcut uydu görüntüleri, bitki indeksi verileri, ürün ekim deseni bilgilerini katmanlar olarak görebilmektedir. Ayrıca yetkilendirilmiş personeli arazi çalışmaları sırasında yersel veri girişi, uydu görüntüsü temelli veriler ile ilişkilendirme ve doğrulama işlemlerini parsel bazında gerçekleştirebilmekte ve veri tabanını güncelleyebilmektedir.

Ülkemizde halihazırda arazi kullanım istatistikleri geleneksel yöntemlerle derlenmektedir. Bu kapsamda CORINE arazi örtüsü çalışmaları ülkemizde 2001 yılında başlamıştır. 2000-2001 yıllarına ait uydu görüntüleri (Landsat 5 TM ve Landsat 7 ETM) kullanılarak yapılan ilk arazi örtüsü çalışması 2005 yılı başında TÜİK tarafından tamamlanmıştır. Sonrasında bu çalışmanın sonuçları bir protokol kapsamında GTHB'ye devredilmiş ve sonuçlar 2008 yılı ortasına kadar GTHB tarafından revize edilmiştir. 2000-2006 yılları arasında arazi örtüsünde meydana gelen değişimlerin tespit edilmesine yönelik 2006 yılı uydu görüntülerinin kullanıldığı ikinci çalışma olan CORINE 2006 Projesi Orman ve Su İşleri Bakanlığı (OSİB) Bilgi İşlem Dairesi Başkanlığı bünyesinde başlamış ve Kasım 2009 tarihinde tamamlanmıştır. AB ülkelerinde mevcut olan 1990, 2000 ve 2006 veri setinin ülkemizde de bulunması için OSİB Bilgi İşlem Dairesi Başkanlığı tarafından CORINE 1990 projesi geriye dönük olarak 2010 yılında, CORINE 2012 projesi ise İTÜ ile yapılan iş birliği protokolü çerçevesinde 2015 yılında tamamlanmıştır. Proje sonucunda oluşturulan veri tabanlarının analiz edilmesi ile tüm ülke ve il-ilçeler bazında 1990, 2000, 2006 ve 2012 yılları ile bu yıllar arası değişimleri gösteren çeşitli istatistiki veriler elde edilmiştir.

Ayrıca uzaktan algılama ve entegre olarak çalışılabilen birçok teknolojik bileşenlerin uygulanmasına yönelik yazılım geliştirme çalışmaları yapılmıştır. Türkiye'de gerek görüntü işleme gerekse Coğrafi ilgi Sistemleri, GPS uygulamalarına ait ticarileşmiş yazılımlar bulunmaktadır.

7. Sonuç ve Değerlendirme

Türkiye'de araştırma amaçlı yada uygulamaya yönelik olmak üzere çalışmalar yapılmış ve bir birikim ile tecrübe sağlanmıştır. Kurumsal manada da altyapı gereksinimleri asgari ölçüde karşılanmıştır. Uzaktan algılamanın tarımdaki uygulamaları olan; toprak etüt ve haritalama çalışmaları, arazi kullanımı ve bitki deseni belirleme, tarım ürünlerinin izlenmesi, rekolte tahminleri, hastalık ve zararlıların izlenmesi, erozyon alanlarının belirlenmesi ve takibi, arazi kullanım planlamaları, sulu tarım alanlarının izlenmesi, hassas tarım tekniklerinin uygulanması çalışmalarında teknoloji, bilgi ve tecrübelerin paylaşımı Türk dünyasını oluşturan ülkelere büyük katkı sağlayacaktır.

Uzaktan algılamanın tarımsal uygulamaları konusunda araştırma faaliyetlerinde bulunan üniversiteler, araştırma enstitüleri ve kamu kurum ve kuruluşları ile uygulamaya yönelik icracı kurum ve özel sektörde yer işletmeler yönelik paylaşımlar ve ortak projelerin geliştirilmesi kaynakların verimli kullanımı ve karşılıklı fayda sağlaması yönünden önemli olacaktır.

Yazılım çeşitliliğinin artırılması, donanım gereksiniminin tasarımı ve üretilmesi ve uzman personelin yetiştirilmesi dünyada daha fazla söz sahibi olmaya destek olacaktır.

Kaynaklar

Atak, V.O., Erdoğan, M., Yılmaz, A., 2015. Göktürk-2 uydu görüntü testleri. Harita Dergisi, 153:18-33.

Basayigit, L., Dinc, U. 2010. Prediction of Soil Loss in Lake Watershed Using GIS: A Case Study of Egirdir Lake, Turkey, Journal of Natural and Environmental Sciences 1 (1), 1-11.

Çoban, H.O., 2016. Türkiye'nin yer gözlem uydu sistemleri ve ormancılık uygulamalarında kullanılabilirliği. Turkish Journal of Forestry, 17(1): 99-107.

Çullu, M.A., Dinç, U., 1994. Coğrafi Bilgi Sistemleri Yardımıyla Şimdiki ve Potansiyel Toprak Erozyon Alanlarının Belirlenmesi. 1. Ulusal CBS Sempozyumu (18-20 Ekim), Trabzon.

Dinç, U., Derici, M.R., Şenol, S., Kapur, S., Dingil, D., Dinç, A.O., Öztekin, E., Sarıyev, A., Torun, B., Başayiğit, L., Kaya, Z., Gök, M., Akça, E., Çelik, İ., Ortaş, İ., Çullu, M.A., Güzel,N., İbrikçi, H., Çakmak, İ., Peştamalcı, V., Çakmak, Ö., Karaman, C., Özbek, H., Kılıç, Ş., Sakarya, N., Çolak, A.K., Onaç, I., Yeğingil, İ., Gülüt, K.Y., Atatanır, L., Öztürk, L., Büyük, G., Coşkan, A., Müjdeci, M. 2000. Kuzey Kıbrıs Türk Cumhuriyeti Detaylı Toprak Etüd ve Haritalama Projesi. Cilt-I. K.K.T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı, Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bölümü Bilimsel ve Teknik İşbirliği, 648 s, Lefkoşa, Kıbrıs.

Dinç, U., Şenol, S., 2009. Toprak Etüt ve Haritalama. Ç.Ü. Ziraat Fakültesi Genel Yayın No:161. Ders Kitapları Yayın No:A-50. Adana

Dingil, M., Şenol, S., Öztekin, M.E., 2008. Çukurova Üniversitesi Kampüs Alanı Topraklarının Coğrafi Bilgi Sistemi (CBS) Kullanılarak Detaylı Toprak Etüt ve Haritasının Güncellenmesi. Çukurova Üniversitesi Rektörlüğü Bilimsel Araştırma Projesi, No: ZF2005BAP8, Adana.

Ekinci H., Özcan H., Yüksel O., Kavdır Y., Çavuşgil V., 2004. Üvecik İşletme Arazisi Toprakları, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Yayın no: 40.

Eomag, 2015. TÜBİTAK UZAY ve uzaktan algılama faaliyetleri. Eomag, EARSC (The European Association of Remote Sensing Companies) bülteni, Belçika,

HVKK, 2017. https://www.hvkk.tsk.tr/tr-tr/

ISPRS, 2017. http://www.isprs.org/caravan/documents/Lao_Basic_RS.pdf

Oğuz, İ., Durak, A., Susam, T., Güleç, H. 2005. Uğrak havzası arazisinin toprak etüd, haritalama ve sınıflandırılması. Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 22(2): 95-103.

Sesören, 1999.

SSTL, 2015b. Bilsat-1 görevi. Surrey Satellite Technology Limited, İngiltere, http://www.sst-us.com/missions/ bilsat-1--launched-2003/bilsat-1/bilsat-1--the-mission, Erişim: 30.05.2015.

Kavzoğlu, T ve Çölkesen, İ, 2011. "Uzaktan Algılama Teknolojileri ve Uygulama Alanları", Türkiye'de Sürdürülebilir Arazi Yönetimi Çalıştayı, 26-27 Mayıs 2011, Okan Üniversitesi, İstanbul.

TAI, 2017. https://www.tai.com.tr/tr/proje/gokturk-1

Turksat, 2015. Uydu tarihçesi. Türksat Uydu Haberleşme Kablo TV ve İşletme A.Ş., Ankara, http://www.

turksat.com.tr/tr/uydu-tarihcesi, Erişim:10.09.2017
TUSAŞ, 2015a. Göktürk-2. Türk Havacılık ve Uzay Sanayi A.Ş. (TUSAŞ), Ankara, https://www.tai.com.tr/tr/ proje/gokturk-2, Erişim: 31.05.2015.
TÜBİTAK,2017a. http://uzay.tubitak.gov.tr/tr/uydu-uzay/bilsat
TÜBİTAK,2017b. http://uzay.tubitak.gov.tr/tr/uydu-uzay/rasat
Ulutaş, S., Uydu sistemleri alt yapı projesi. Yer Gözlem Uydu Teknolojileri ve Veri Kıymetlendirme Çalıştayı, 19-20 Mart 2014, Ankara.
Yener, H., Koç, A., Çoban, H.O., 2006. Uzaktan Algılama Verileri ve Teknik Özellikleri. İÜ Orman Fakültesi Dergisi, 56(1): 33-48.

EDGE DETECTION FROM MAGNETIC ANOMALY MAPS USING DERIVATIVE BASED ALGORITHMS

TÜREV TABANLI ALGORİTMALARLA MANYETİK ANOMALİ HARİTALARINDAN KENAR SAPTAMA

Hazel Deniz
İstanbul Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeofizik Mühendisliği Bölümü,
Uygulamalı Jeofizik Anabilim Dalı, Avcılar Yerleşkesi, Avcılar, İSTANBUL
Email: hazeldeniz@istanbul.edu.tr

Özet

Manyetik verilerin yorumlanması sürecinde, Yatay Gradyent Magnitüdü, Analitik Sinyal, Theta Map, Eğim Açısı yöntemleri gibi, anomalilere neden olan olası yeraltı yapılarının yatay lokasyonları ve derinliklerine ait bilgi türetebilen türev tabanlı birçok algoritma geliştirilmiştir. Bu yöntemlerin temel dayanağını kaynak ile gözlem arası uzaklığın artmasıyla, manyetik alanın hızlıca atenüasyona uğraması oluşturur. Manyetik alan verilerinin gradyentleri analiz edilerek, yeraltındaki kütle dağılımlarının kenarlarının saptanmasına ait çıkarımlar yapılabilir.

Bu çalışmada, manyetik anomalilere neden olan yeraltı kütle dağılımının oluşturduğu manyetik anomali haritalarından yararlanılarak yeraltında bulunan yapıların yatay sınırlarının saptanması amacıyla Eğim Açısı ve Automatic Gain Control algoritmalarına ait Matlab ortamında program kodları hazırlanmıştır. Uygun geometrik parametreler ile oluşturulan sentetik modeller üzerinde söz konusu algoritmalara ait hazırlanan programların uygulanabilirliği test edilmiş ve başarılı sonuçlar elde edilmiştir. Sonuçta, hazırlanan programların arazi verilerine neden olan olası yeraltı kütle dağılımlarının belirlenmesinde de kullanılabileceği sonucuna varılmış ve arazi uygulaması olarak Yozgat-Sarıkaya-Karabacak yöresine ait düşey manyetik anomali haritasına bu programlar uygulanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Manyetik, Eğim açısı, Automatic gain control, Kenar saptama

Abstract

In the interpretation of magnetic data, a number of algorithms based on information derived from horizontal locations and depths of possible underground structures causing anomalies such as Horizontal Gradient Magnitude, Analytical Signal, Theta Map, Tilt Angle methods have been developed. By increasing the distance between the source and the observation, the magnetic field quickly undergoes attenuation. Analyzing the gradients of the magnetic field data, deductions can be made about the locations of the underground mass distribution edges.

In this study, in order to determine the horizontal boundaries of buried structures by using the magnetic anomaly maps generated by buried mass distribution causing magnetic anomalies, program codes were prepared in Matlab belonging to Tilt angle and Automatic Gain Control algorithms. Applicability of the programs prepared by the algorithm on the synthetic model created with appropriate geometric parameters was tested and successful results were obtained. As a result, it was concluded that the prepared programs could be used in determining the possible mass distributions causing field data and these programs were applied to the vertical magnetic anomaly map of Yozgat-Sarıkaya-Karabacak region as the field application.

Keywords: Magnetics, Tilt angle, Automatic gain control, Edge detection.

1. Giriş

Manyetik verilerin yorumlanma aşamasında yeraltında bulunan olası etken kütlelerin yatay sınırlarının belirlenmesi Manyetik anomali haritalarından maksimum bilgiyi elde edebilmek açısından önemlidir. Olası kütlelere ait sınırların belirlenmesi amacıyla kenar saptama yöntemlerinin uygulanması gerekmektedir. Jeolojik ve fiziksel gürültünün varlığı, çoklu kaynak olması durumu veya ölçüm yapılırken oluşabilecek hatalar gibi bozucu etkenlerin bulunması manyetik verilerin yorumlanmasını karmaşıklaştırmaktadır. Bu etkilerin ortadan kaldırılması için türev tabanlı yöntemler ve lokal faz filtreleri gibi farklı kenar saptama yöntemleri bulunmaktadır. Potansiyel alanın yatay türevi olası kütlelerin kenarlarını iyileştirirken, düşey türev ise anomalinin genişliğini daraltarak kütlelere ait konumların daha isabetli bir şekilde tespit edilmesini sağlar.

Manyetik verilerin yorumlanması sürecinde, Yatay Gradyent Magnitüdü, Analitik Sinyal, Theta Map, Eğim Açısı yöntemleri gibi, anomalilere neden olan olası yeraltı yapılarının yatay lokasyonları ve derinliklerine ait bilgi türetebilen türev tabanlı birçok algoritma geliştirilmiştir. Jeolojik kütlelerin kenarlarının tespit edilmesi amacıyla yapılan ilk araştırma, Evjen tarafından ortaya konan düşey türev yöntemidir [1]. Verduzco ve diğ., Ma ve Li toplam yatay türevin maksimum değerinin, yapı sınırlarını daha isabetli belirttiğini, yapmış oldukları çalışmalar ile kanıtlamışlardır [2-3]. Miller ve Singh, Tilt açısı yöntemini öne sürerek, yatay türev, ikinci düşey türev, analitik sinyal teknikleri ile karşılaştırmıştır [4]. Anomaliye neden olan kütlelerin kenarlarını tespit etmek amacıyla Cooper ve Cowan, Tilt açısı yöntemini geliştirerek uygulamalarla test etmişlerdir [5]. Wijns ve diğ. kenar saptama yöntemi olarak Theta Map algoritmasını geliştirmişlerdir [6].

Bu çalışmada, manyetik anomalilere neden olan yeraltı kütle dağılımının oluşturduğu manyetik anomali haritalarından yararlanılarak yeraltında bulunan yapıların yatay sınırlarının saptanması amacıyla Eğim Açısı ve Automatic Gain Control algoritmalarına ait Matlab ortamında programlar hazırlanmıştır. İlk olarak, uygun geometrik parametreler ile farklı derinlik ve manyetik duyarlık değerlerine sahip prizmatik bloklar içeren kuramsal modeller oluşturularak, elde edilen kuramsal verilere sebep olan etkin kütlelere ait yatay sınırların belirlenmesi amacıyla hazırlanan programlar kullanılarak söz konusu algoritmaların uygulama başarısı incelenmiştir. Gürültü verilerin yorumlanması sürecinde ilk önce yukarı uzanım yöntemi için hazırlanan Matlab programı kullanılarak veri iyileştirildikten sonra söz konusu yöntemlerin uygulanması ile gürültülü veri durumunda kullanılan yöntemlerin uygulanabilirliği test edilmiştir. Her iki durumda İnklinasyon açısının düşeyden farklı olması halinde yanıltıcı sonuçların elde edilmemesi için oluşturulan anomali haritalarına kutba indirgeme işlemi uygulanmıştır. Kuramsal olarak hazırlanan verilere yöntemlerin uygulanması sonucunda elde edilen bulguların tatmin edici olduğu gözlemlenmiştir. İkinci olarak, önerilen yaklaşımlar arazi verileri üzerine de uygulanarak manyetik anomali haritalarına neden olan yeraltı kütle sınırları başarılı bir şekilde belirlenmiştir.

2. Materyal ve Metod

2.1. Kutba İndirgeme

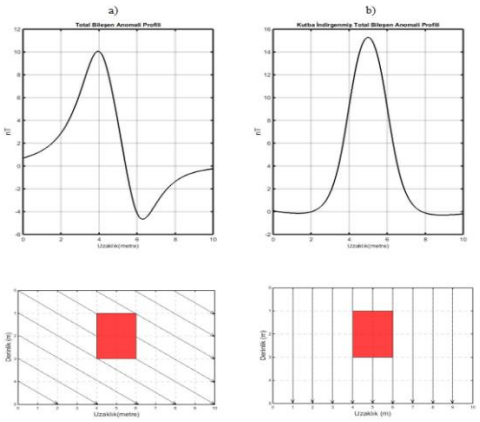
Kutba indirgeme işlemi, özellikle, büyük ölçekli haritalarda manyetik veri işleme yöntemlerinin uygulanması sırasında kullanılan bir aşamadır. Bu işlem, keyfi (gelişigüzel) bir kaynağın neden olduğu manyetik anomaliyi, aynı kaynağın kutupta yer alıp ve yalnızca indüksiyonla mıknatıslanan ortamdaymış gibi üretilen bir anomaliye dönüştürür.

Pozitif gravite anomalileri genellikle kütle üzerinde yer alma eğiliminde iken bu durum manyetik çalışmalarda manyetizasyon ve yer manyetik alanının her ikisinin de düşey doğrultuda olmadığı durumlarda manyetik anomaliler için farklılıklar gösterebilmektedir. $\hat{m}$ ve $\hat{f}$ düşey olmadıkça, Θ_m ve Θ_f manyetik anomalide, yanal kaymalar, şekil bozuklukları ve hatta işaret değişikliğine varan faz değişimlerine sebep olmaktadır (Şekil 1) [7]. Kutba indirgeme işlemi inklinasyonun neden olduğu asimetrikliği, fazı kaydırarak (verinin manyetik kutuptan toplandığını varsayarak) ortadan kaldırır. Böylece yanal şekilde anomaliyi

kaydırarak kaynak üzerine merkezlenme sağlanır ve yorumlama işlemi kolaylaşmış olur. Bu amaca yönelik olarak kutba indirgeme ifadesi,

$$F[\psi_r] = \frac{1}{\Theta_m \Theta_f} = \frac{|k|^2}{a_1 k_x^2 + a_2 k_y^2 + a_3 k_x k_y + i|k|(b_1 k_x + b_2 k_y)}\ ,\ |k| \neq 0 \qquad (1)$$

şeklinde verilir [7].



Şekil 1. a) İnklinasyon açısı 45º olan düşey prizmatik bir modelin manyetik alan anomali kesiti
b) Aynı modelin kutba indirgeme işlemi yapıldıktan sonra elde edilen manyetik alan anomali kesiti.

2.2.Yukarı Uzanım Yöntemi

Yukarı uzanım yönteminde elde edilen sonuçlar, anomaliye neden olan etken kütlelerin bulunduğu potansiyel alan verilerinin ölçüm yüzeyinden, daha uzakta bulunan bir yüzeyde ölçülmüş gibi görüntülenmektedir. Bu dönüşüm, dalga boyuna bağlı olarak anomalileri sönümleme eğilimindedir. Dalga boyu kısaldıkça sönümlenme artmaktadır. Böylelikle bu işlem hesaplanan veriyi indirgemektedir.

Yukarı analitik uzanım yöntemi derin kaynakların neden olduğu anomalileri arttırıcı yönde etki yapar ve

$$F[\psi_u] = -\frac{1}{2\pi}\frac{\partial}{\partial \Delta z}\ F\left[\frac{1}{r}\right],$$

$$= -\frac{\partial}{\partial \Delta z}\frac{e^{-|k|\Delta z}}{|k|},$$

$$= e^{-\Delta z|k|},\quad \Delta z > 0 \qquad (2)$$

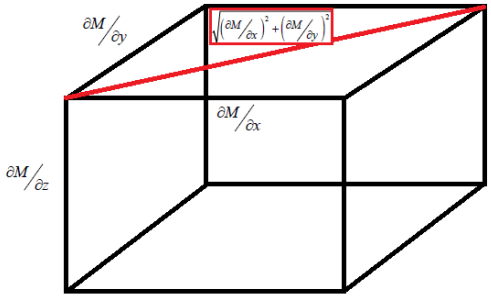
ifadesinden elde edilir [7].

2.3.Tilt Açısı Yöntemi

Potansiyel alan verilerindeki olası etken kütlelerin kenarlarının iyileştirilerek tespit edilmesini sağlayan klasik Lokal (yerel) faz filtrelerinden biri Tilt açısı yöntemidir. Miller ve Singh tarafından ilk olarak geliştirilmiş olan bu yöntemin temelini, düşey türevin, toplam yatay türevin mutlak genliğine oranı oluşturmakta ve

$$T = \tan^{-1}\frac{{}^{\partial M}/_{\partial z}}{\sqrt{\left({}^{\partial M}/_{\partial x}\right)2 + \left({}^{\partial M}/_{\partial y}\right)2}} \qquad (3)$$

denklemi ile verilmektedir (Şekil 2). Bu ifadede M, manyetik alan değerini simgelemektedir [4].



Şekil 2. Tilt açısı filtresi şematik gösterimi.

Tilt açısı etken kütlenin kaynak üzerinde pozitif değer almaktadır. Bu değer kaynak kenarının tam üzerindeyken (düşey türevin sıfır olduğu bölgede) sıfır olmaktadır. Kaynağın dışında yatay türev değeri maksimum ve negatif olmaktadır. Tilt açısı değeri -90 ile 90 derece aralığında değerlere sahiptir. Bu özelliği yorumlama aşamasında, analitik sinyale göre çok daha kolay yorumlanmasını sağlamaktadır.

2.4. Automatic Gain Control (AGC)

Automatic Gain Control, baskın dalga boylarını ayırarak anomalilerin genliklerini dengeleyen bir veri iyileştirme yöntemidir. Bu yöntemi yöneten parametreler; kazancın hesaplandığı kayan pencerenin büyüklüğü ve sinyaldeki ve gürültüdeki bağıl büyütmeyi kontrol eden kazanç fonksiyonudur. Standart bir kazanç fonksiyonu kayan penceredeki karekök değerinin tersi olarak kabul edilmektedir. Değişen dalgaboylu (uzaysal frekans) anomaliler için, pençeye boyutunun seçilmesi aslında çıkış verisinin hangi değerler arasında iyileştirildiği hakkında ön bilgi vermektedir. En uygun sonucu elde etmek için çeşitli kazanç fonksiyonu ve pencere boyutları ile test uygulamaları yapılmalıdır. AGC profil verisine uygulanabildiği uygulanabildiği gibi aynı zamanda karelaj verisine de uygulanabilmektedir [8].

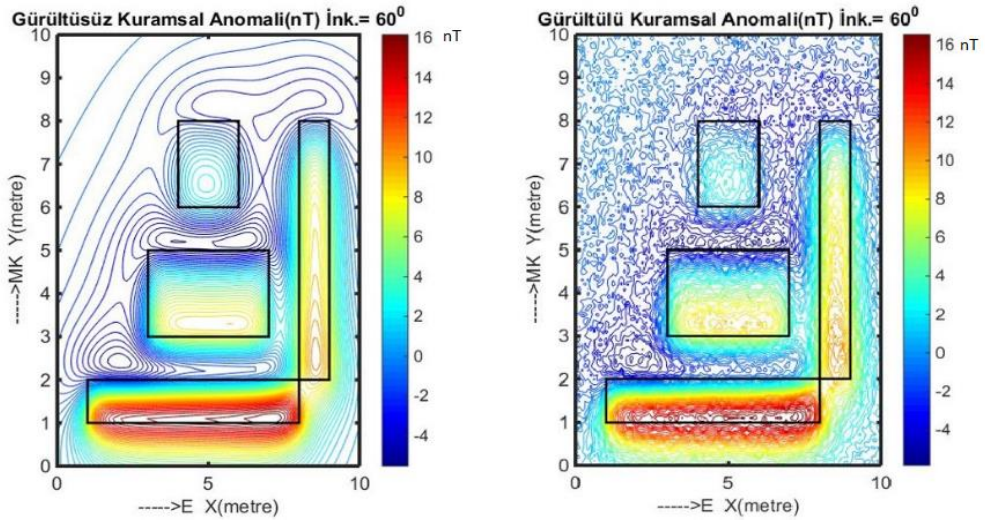
3. Önerilen Yöntem Uygulamaları

3.1. Sentetik Veri Uygulaması

Matlab ortamında hazırlanan Eğim Açısı ve Automatic Gain Control algoritmalarına ait programların uygulanabilirliğini test etmek amacıyla gerçek geometrik parametrelere sahip (Çizelge 1) gürültüsüz ve gürültülü iki model oluşturulmuştur. Farklı derinlik ve Manyetik Duyarlık değerlerine sahip 4 adet bloktan oluşan sentetik modellerin inklinasyon açıları sırasıyla 90º ve 60º'dir (Şekil 3-4). Manyetik alan şiddeti her iki model için de 45000 nT olarak alınmıştır. İnklinasyon açısı 60º olan model için, eğim açısının düşeyde olmasını sağlamak amacıyla Kutba indirgeme yapılmıştır. Yorumlamada İnklinasyon açısının düşeyden farklı olması nedeniyle ortaya çıkan yorum zorlukları elimine edilmiştir. Gürültülü modellerde yorumlamanın kolaylaşması için gürültü etkisini gidermek amacıyla yukarı uzanım yöntemi uygulanmıştır. Yukarı uzanım işlemi için yükseklik değeri 0.3m. alınmıştır (Şekil 5-6-7). Anomaliye neden olan olası kütlelerin kenarlarını saptamak amacıyla, kutba indirgenmiş ve yukarı uzanım anomali haritalarına Tilt açısı yöntemi uygulanmış ve Şekil 8-9'da gösterilmişlerdir. Son olarak veriyi iyileştirmek üzere Automatic Gain Control algoritması için hazırlanmış olan program ile olası yapı kenarları iyileştirilmiştir(Şekil 10).

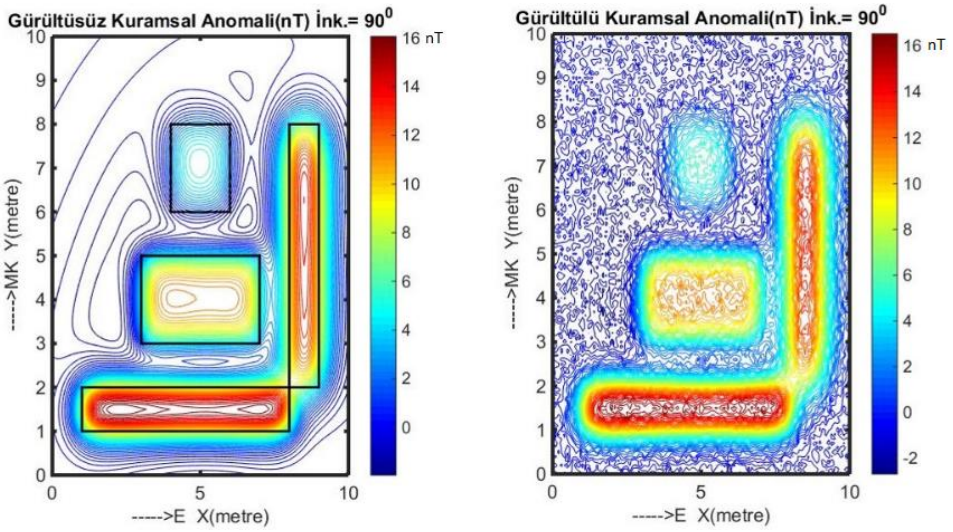
Çizelge 1. Sentetik modele ait geometrik parametreler.

y-ekseni Blok No	x-ekseni y1(m), y2(m)	Derinlikler x1(m), x2(m)	Manyetik Duyarlıklar Üst(m), Alt(m)	 (SI)
1	6,8	4,6	0.7,1.5	0.02
2	3,5	3,7	0.5,1.5	0.02
3	1,2	1,8	0.5,2	0.01
4	2,8	8,9	0.75,2.5	0.015



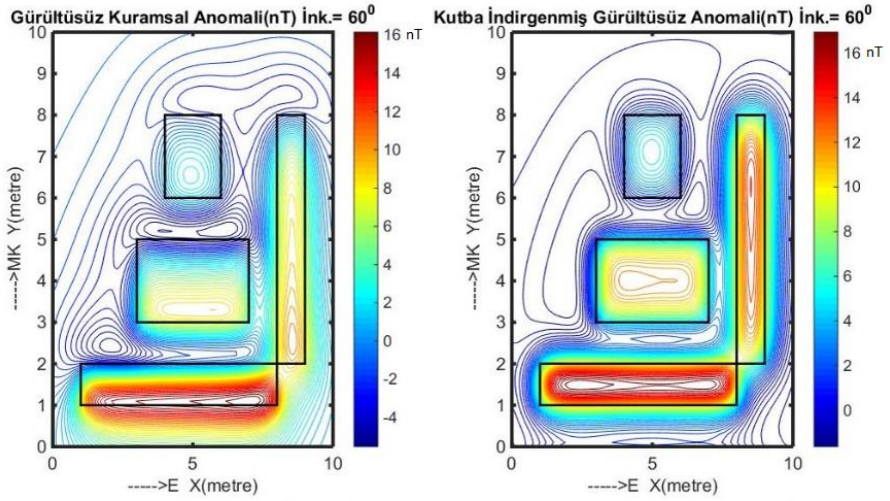
a) b)

Şekil 3. a) Gürültüsüz Sentetik veri (İnklinasyon açısı 60º), b)Gürültülü Sentetik veri.



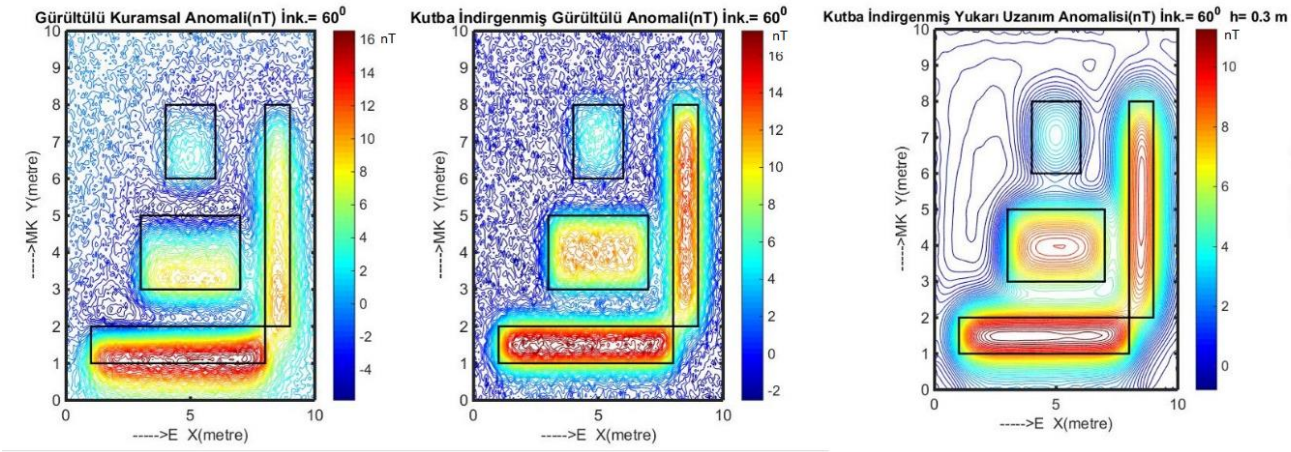
a) b)

Şekil 4. a) Gürültüsüz Sentetik veri (İnklinasyon açısı 90º), b)Gürültülü Sentetik veri.



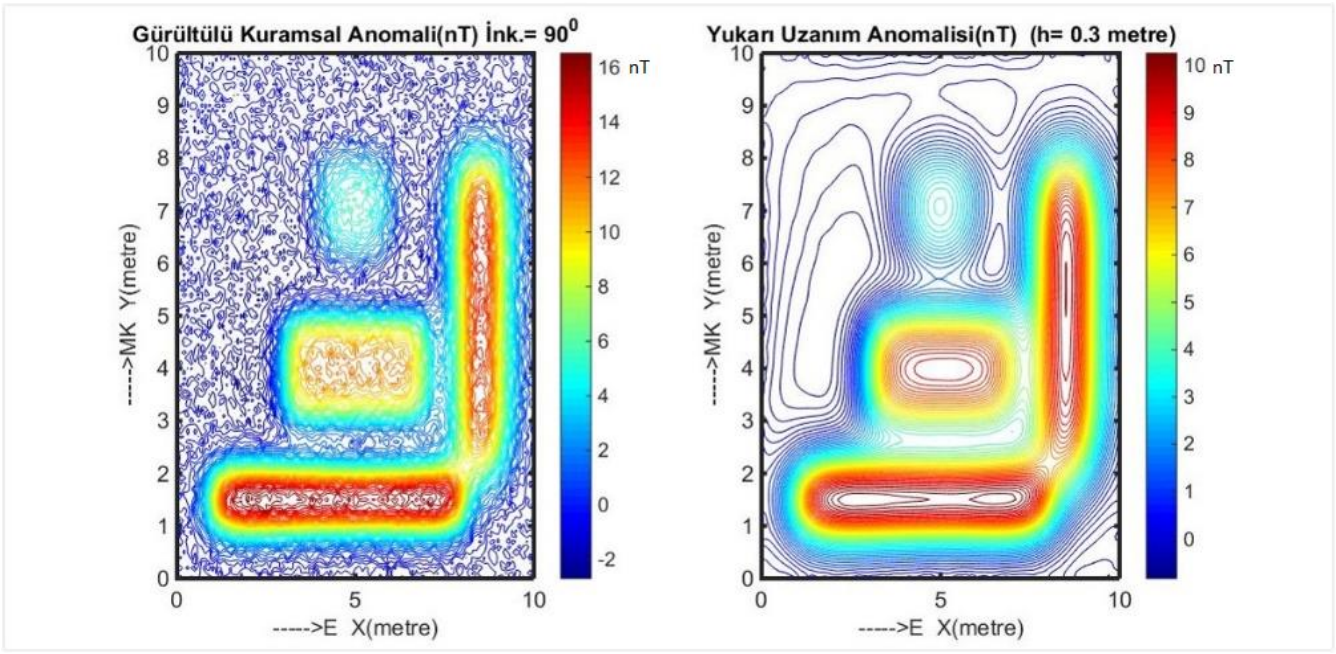
a) b)

Şekil 5. a) Gürültüsüz Sentetik veri (inklinasyon açısı 60º), b) Kutba indirgenmiş gürültüsüz sentetik veri.



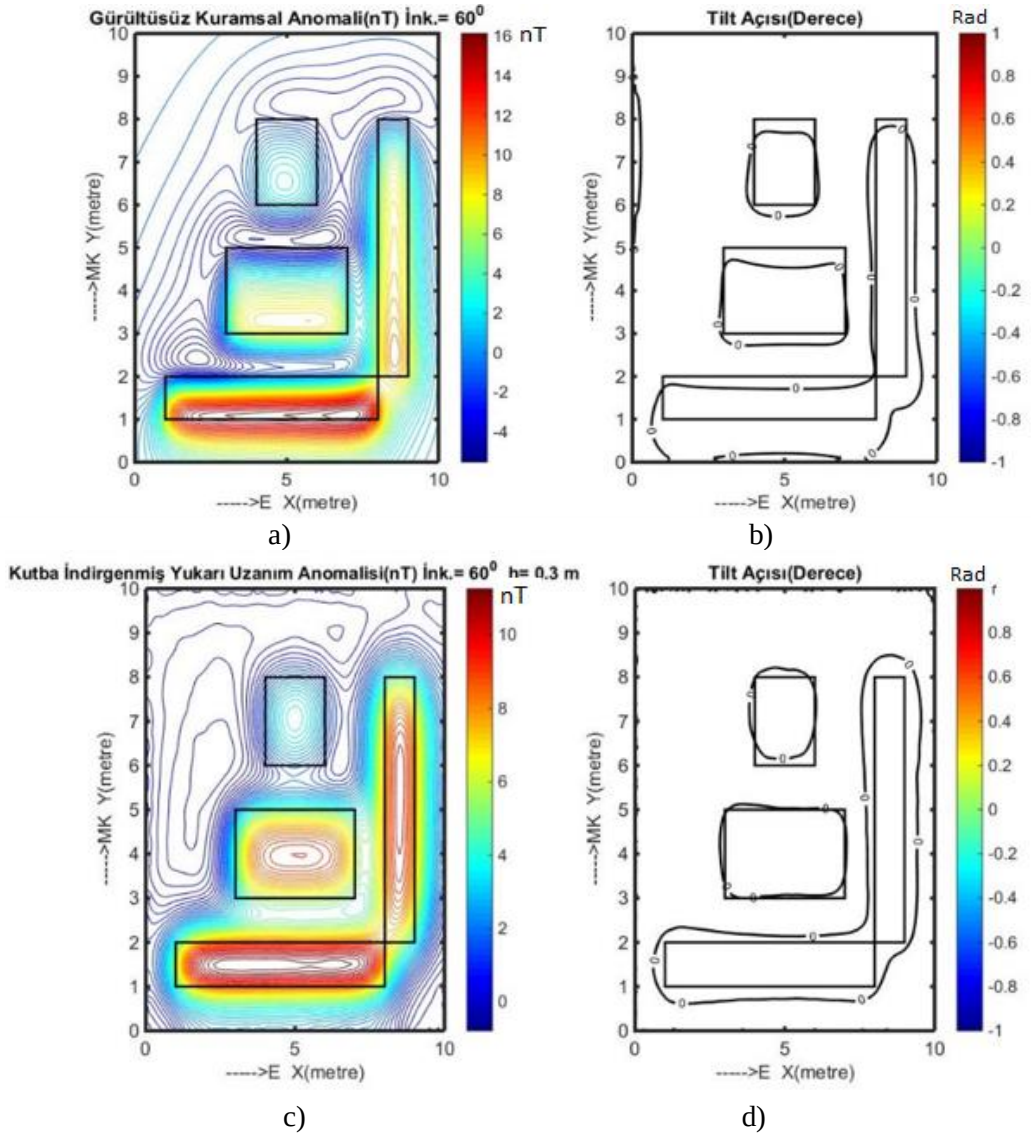
a) b) c)

Şekil 6. a)Gürültülü Sentetik Veri (inklinasyon açısı 60º), b) Kutba indirgenmiş gürültülü sentetik veri, c) Kutba indirgenmiş yukarı uzanım anomalisi.

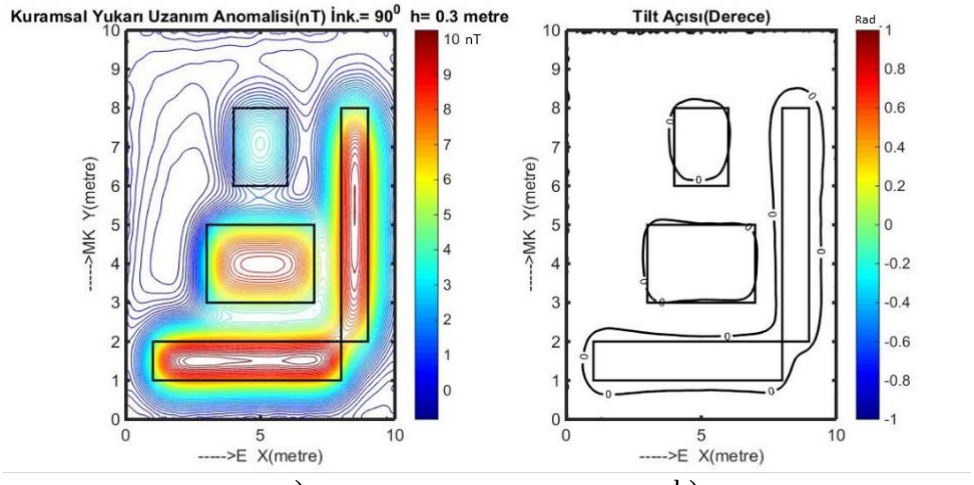


a) b)

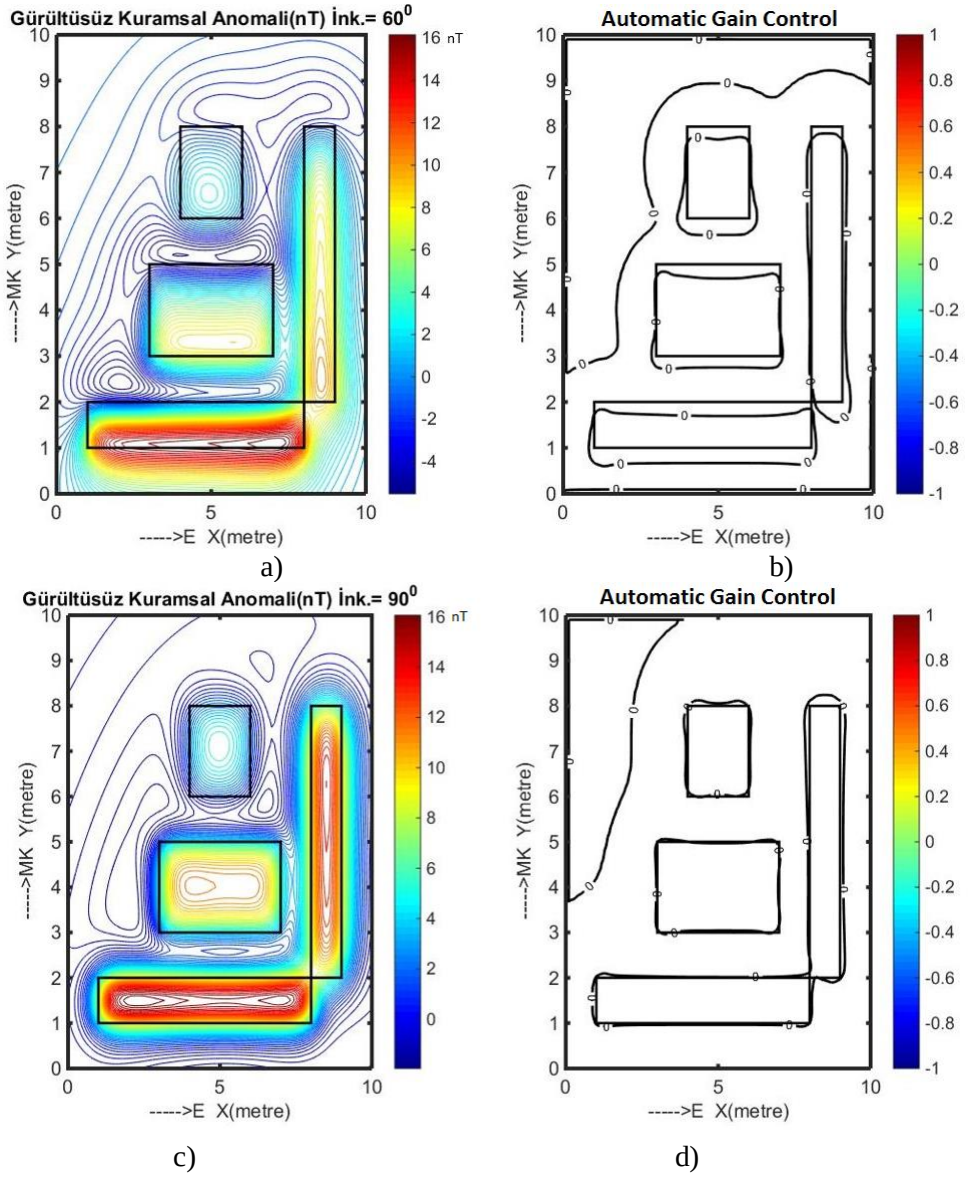
Şekil 7. a) Gürültülü Sentetik veri (İnklinasyon açısı 90º), b) Yukarı uzanım anomalisi.



Şekil 8. a) Gürültüsüz Sentetik veri (İnklinasyon açısı 60º), b) Tilt açısı haritası (Derece), c) Kutba indirgenmiş yukarı uzanım anomalisi, d) Tilt açısı haritası (Derece).



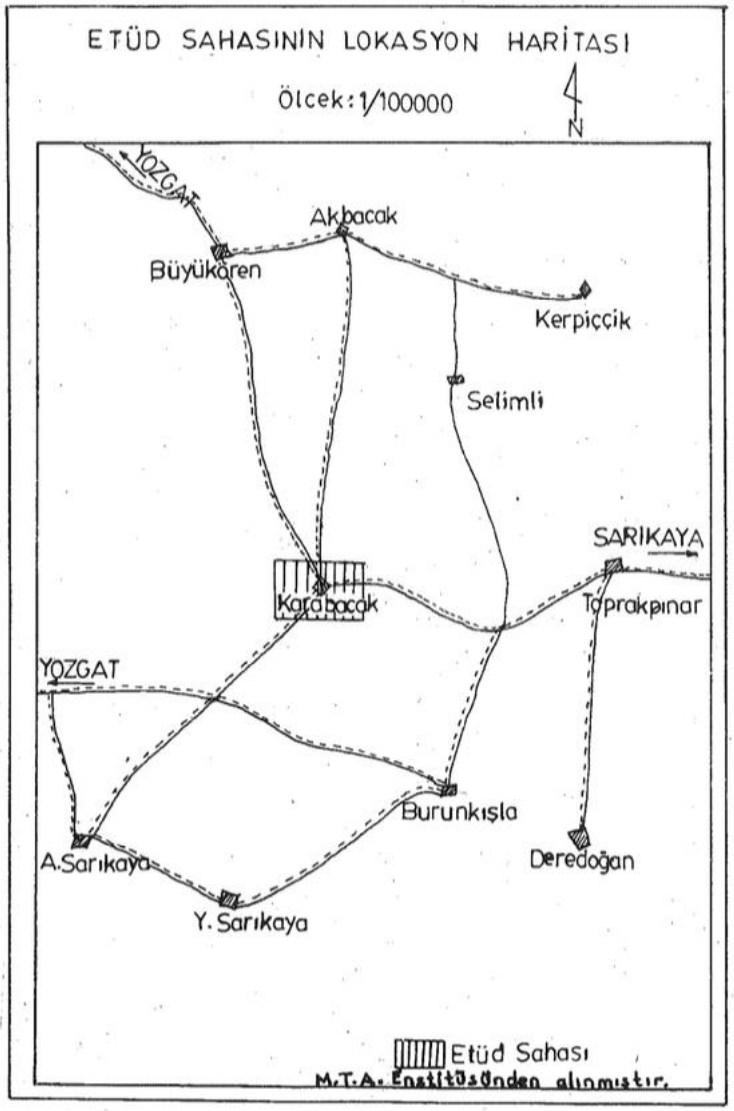
Şekil 9. a) Yukarı uzanım anomalisi (İnklinasyon açısı 90º), b) Tilt açısı haritası (Derece).



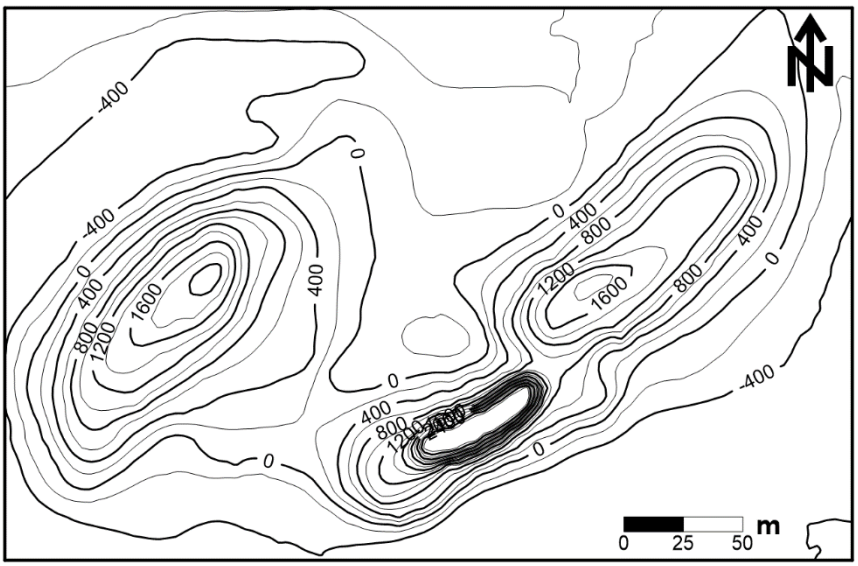
Şekil 10. a) Gürültüsüz Sentetik veri (İnklinasyon açısı 60º), b) Automatic Gain Control Haritası, c) Gürültüsüz Sentetik veri (İnklinasyon açısı 90º), d) Automatic Gain Control Haritası.

4. Arazi Verisi Uygulaması

Arazi uygulaması Yozgat-Sarıkaya-Karabacak Mevkiinde MTA tarafından yapılan bir manyetik etüd sonucu elde edilen düşey manyetik anomali haritası kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Çalışma alanına ait yer bulduru haritası Şekil 11'de gösterilmiştir (MTA Enstitüsü'nden derlenmiştir). Çalışma alanında alınan manyetik ölçümlerde manyetik alanın düşey bileşenini ölçen Torsiyon manyetometresi kullanılmıştır. Yöreye ait toplam manyetik alan şiddeti 45000 nT, İnklinasyon açısı 56 derecedir [9]. Orta Anadolu ikliminin hakim olduğu bölgede bulunan arazi, engebesiz bir yapıya sahiptir. Saha tamamen Neojen ile örtülüdür. Demir cevherleşmesinin yapısal konumu, KD-GB yönünde bir antiklinalden ve bu yatağın KB'sına karşılık gelen bir senklinalden oluşmaktadır.

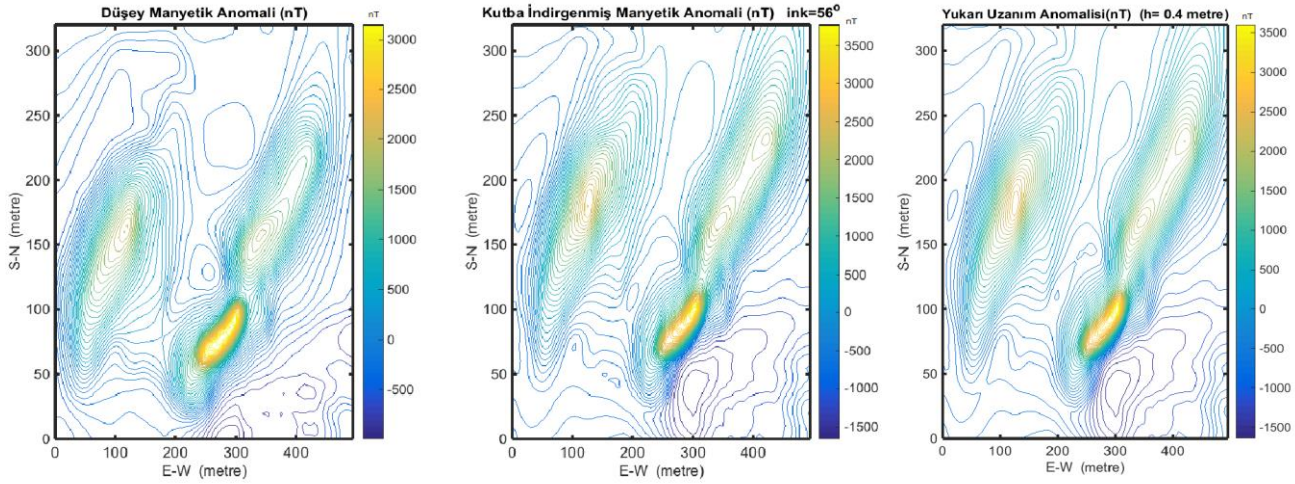


Şekil 11. Yozgat-Sarıkaya-Karabacak Mevkii Yer Bulduru Haritası (MTA Enstitüsü).



Şekil 12. Yozgat-Sarıkaya-Karabacak Mevkii Düşey Bileşen Anomali Haritası (MTA Enstitüsü).

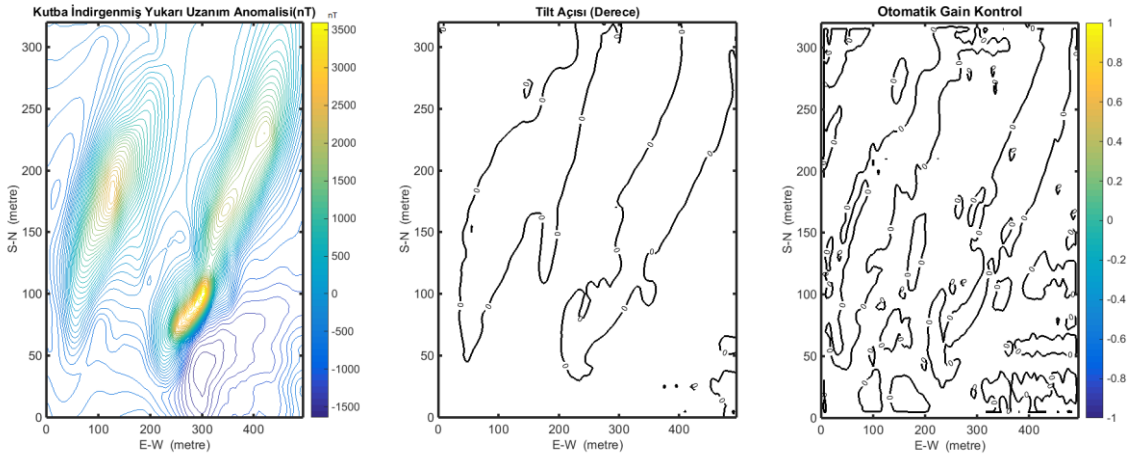
Önerilen yöntemlerin arazi verisine uygulanış sırasında takip edilen yol aşağıda verilen düzende ilerlemiş olup yöntemlerin uygulanabilirliği test edilmeye çalışılmıştır. Manyetik anomalideki kontur dağılımına bakılarak yeraltı kütle dağılımlarının kuzey doğu güney batı uzanımlı bir yapı görünümünde oldukları anlaşılmaktadır. Şekil 13.a'da verilen manyetik anomaliye yöntemlerin uygulaması aşamasında, kütle sınırlarının gerçeğe yakın saptanabilmesi amacıyla, inklinasyon açısının etkisinin elimine edilmesi amacıyla kutba indirme işlemi yapılarak elde edilen indirgenmiş harita Şekil 13.b'de gösterilmiştir. Gürültü etkisini gidermek amacıyla yukarı uzanım yöntemi uygulanmıştır. Yukarı uzanım işlemi için yükseklik değeri 0.4m. alınmıştır (Şekil 13.c).



a) b) c)

Şekil 13. a) Yozgat-Sarıkaya-Karabacak Mevkii Düşey Bileşen Anomali Haritası (inklinasyon açısı 56º), b) Yöreye ait Kutba İndirgenmiş Manyetik Anomali Haritası, c) Yöreye ait Yukarı Uzanım Anomalisi (h=0.4m.).

Anomaliye neden olan olası yeraltı kütle dağılımlarına ait kenarlarını saptamak amacıyla, kutba indirgenmiş ve yukarı uzanım anomali haritalarına Tilt açısı yöntemi uygulanmış ve Şekil 14.b'de gösterilmişlerdir. Son olarak veriyi iyileştirmek üzere Automatic Gain Control algoritması için hazırlanmış olan program ile, olası yapı kenarları iyileştirilmiştir (Şekil 14.c).



a) b) c)

Şekil 14. a) Yozgat-Sarıkaya-Karabacak Mevkii Kutba İndirgenmiş Yukarı Uzanım Anomalisi, b)Yöreye ait Tilt Açısı Haritası, c) Yöreye ait Automatic Gain Control Haritası.

4. Sonuçlar

Kuramsal olarak hazırlanan verilere yöntemlerin uygulanması sonucunda elde edilen bulguların tatmin edici olduğu gözlemlenmiştir. İkinci olarak, önerilen yaklaşımlar arazi verileri üzerine de uygulanarak manyetik anomali haritalarına neden olan yeraltı kütle sınırları başarılı bir şekilde belirlenmiştir.

Sonuç olarak, oluşturulan kuramsal modelde gürültü ve inklinasyon açısı etkisi ortadan kaldırılıp bloklara ait geometrik konumların başarılı bir şekilde elde edilebileceği ve tasarlanan programların arazi verilerinde de anomalilere neden olan olası yeraltı etki kütlelerinin belirlenmesi sürecinde kullanılabileceği sonucuna varılmıştır. Yeraltı kütle dağılımlarına ait sınırların düşey yönde olma zorunluluğu, kullanılan yöntemlerin dezavantajı olarak sayılabilir. Düşey manyetik anomali haritası üzerinden alınan kesitler sonucu anomalilere neden olan kütlelerin dayk yapıları olduğu kanısına varılmıştır [9]. Arazi uygulamasından elde edilen sonuçların yöreye ait olası yeraltı kütle dağılımlarıyla uyumluluk gösterdiği, daha önce yapılan farklı çalışma bulguları ile korele edildiğinde ise tatminkar sonuçların elde edildiği kanısına varılmıştır.

Bu bildiriyi hazırlamada bana yol gösteren ve desteğini esirgemeyen hocam Prof. Dr. Davut AYDOĞAN' a teşekkürü borç bilirim.

Kaynaklar

[1] Evjen, H.M., "The place of the vertical gradient in gravitational interpretations" , Geophysics, 1936; 1:127-136, (1936).

[2] Verduzco, B., Fairhead, J., Green, C., Mackenzie, C., "New insights into magnetic derivatives for structural mapping", The Leading Edge, 23, 116-119, (2004).

[3] Ma G, Li L., "Edge detection in potential fields with the normalized total horizontal derivative", Computers and Geosciences, 2012; 31(7):877-881, (2012).

[4] Miller, H., Singh, V., "Potential field tilt - a new concept for location of potential field sources", Journal of Applied Geophysics, 32, 213–217, (1994).

[5] Cooper, G.R.J., ve Cowan, D.R., "Enhancing potential field data using filters based on the local phase", Computers and geosciences, 32(10), pp 1585-1591, (2006).

[6] Wijns, C., Perez, C., ve Kowalczyk, P., "Theta map: edge detection in magnetic data", Geophysics, 70(4), pp 39-43, (2005).

[7] Blakely, R.J., Potential Theory in Gravity and Magnetic Applications. Cambridge University Press, 464p, London , (1995).

[8] Rajagopalan, S., Milligan, P., "Image Enhancement of aeromagnetic data using automatic gain control", Exploration Geophysics, 25:173-178, (1995).

[9] Sertçelik İ., "Daykların ve Fayların Manyetik Anomlilerinin Nomogramlarla Yorumu", İstanbul Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Yerbilimleri Dergisi, C.7,S.1-2,SS.229-246, (1989).

FEN BİLİMLERİ ve MATEMATİK

(SCIENCE and MATHEMATICS)

Biyoloji

(Biology)

BAZI TIBBİ BİTKİLERİN ANTİOKSİDAN, ANTİ-ÜREAZ AKTİVİTELERİNİN İNCELENMESİ VE AKTİF FENOLİK BİLEŞİKLERİN HPLC-DAD-MS İLE ANALİZİ

Turgut Taşkın
Marmara Üniversitesi Eczacılık Fakültesi, İstanbul, Türkiye, E-mail: turguttaskin@marmara.edu.tr

1. Giriş ve Amaç

Bitkiler tarihten çok önceki zamanlardan beri tedavi amacıyla kullanılmışlardır. Hipokratın, günümüzde popüler olan yüzlerce bitkiyi günlük çalışmalarında kullandığı kayıtlıdır. İnsanoğlu deneme ve yanılma yöntemleri ile hangi hastalıklarda hangi bitkilerin yararlı veya zararlı olduğunu öğrenmiştir. Yani, bitkiler zamanla sınanmış tedavi araçlarıdır. Bu nedenlerden dolayı insanoğlu bitkileri kullanmaktan vazgeçmemiştir. Günümüzde dünyadaki çeşitli kültürler tarafından da sıklıkla kullanılmaktadır [1].

Helicobacter pylori; gram negatif, hareketli, spiral yapıda ve mikraerofilik koşullarda üreyebilen bir bakteridir. *H.pylori* pozitif kişilerde mide kanseri görülme riski, negatif kişilere göre 20 kat fazla bulunmuştur. Bu nedenle *H.pylori* International Agency of Cancer Research (IACR) tarafından sınıf 1 karsinojen olarak tanımlanmıştır. *H.pylori* midede (pH 4,5-6,5) kolonize olabilen tek mikroorganizmadır. Çünkü bakteride bulunan üreaz enzimi üreyi amonyak ve karbondioksite parçalamasını sağlayarak alkali bir ortam yaratır ve böylece bakteri burada yaşama şansı bulur. Tedavide kullanılan ilaçların toksik etkilerinin olması ve tedavide kullanılan antibiyotiklere karşı bu bakterinin direnç kazanmasından dolayı bu bakteri üzerinde ve özeliikle sahip olduğu enzimi inhibe edecek bileşik veya etkili bileşikleri içerecek doğal kaynaklı ürünler üzerinde çalışmalar hız kazanmıştır [2,3].

Bu nedenlerden dolayı çalışmamızın amacı, ülkemizde tıbbi olarak kullanılan *Capparis ovata* var. *canescens, Thymus praecox* subsp. *skorpilii* var. *skorpilii, Achillea nobilis* subsp. *neilreichii* ve *Achillea lycaonica* bitkilerden hazırlanan farklı ekstrelerin antioksidan, anti-üreaz aktiviteleri karşılaştırılmalı olarak incelemek ve aktiviteden sorumlu fenolik bileşikleri analiz etmektir.

2. Genel Bilgiler

2.1. *Capparis ovata* Desf. var. *canescens* (Capparaceae) Bitkisi

Türkiye florasında iki türden (*Capparis spinosa* ve *Capparis ovata*) toplam beş farklı çeşidi Denizli, Çorum, Konya, Mersin, Burdur, Gaziantep ve İzmir gibi birçok ilde doğal olarak yetişmektedir. Kapari ülkemizin farklı bölgelerinde değişik isimler almıştır. "Kebere", "kedi tırnağı", "hint hıyarı", "it kavunu", "yılan kabağı", "menginik", "yumuk" bunlardan bazılarıdır [4].

Tıbbi olarak halk arasında ise kabızlık giderici, kuvvet verici, idrar söktürücü, balgam söktürücü, solucan düşürücü, ağrı kesici, felç, iskorbüt hastalığı, kan hastalıkları, gut hastalığı, hemoroit, anti-romatizmal, afrodizyak, tonik, antimikrobiyal, antienflamatuar gibi rahatsızlıklarda kullanımına sıklıkla rastlanmaktadır [5]. Osmanlı saray mutfağında da kaparinin yeri vardır ve bütün padişahların sofralarında turşu olarak yer almıştır. Kapari, tek başına olduğu gibi tüketilen temel bir besin değildir; çoğunlukla diğer gıdalar veya ürünlerin yapısına girerek lezzete katkıda bulunmakta ya da garnitür görevini yapmaktadır [6]. *Capparis* türlerinde kersetin, kemferol, alkaloid (kapparisin A, kapparisin B, Capparisin C), glukosinolat, lipit flavonoidleri ve uçucu yağ içerdiği kayıtlıdır [7].

2.2. *Thymus praecox* subsp. *skorpilii* var. *skorpilii* (Lamiaceae) Bitkisi

Thymus türleri her dem yeşil, otsu ve/veya çalımsı formdadırlar ve Güney Akdeniz ve Asya'nın tipik bitkileridir. Bu türler uçucu yağ içerikleri bakımından oldukça zengindirler. *Thymus* türlerinin en önemli, belirgin ve tarihi biyolojik aktivitesi, içerdiği uçucu yağlarından gelmektedir. Uçucu yağların özellikle

gıdalarda bozunma ve zehirlenmelere yol açan bakterilere karşı antibakterial aktivite göstermesi, besinlerin uzun süre saklanması, raf ömrünün uzatılması bakımından büyük önem taşır. Ayrıca bu cinse ait türlerin antifungal aktiviteye sahip olduğu bildirilmiştir. Ayrıca yapılan araştırmalar bazı *Thymus* türlerinin antispazmodik, antiinflamatuvar, antiemetik etkilerinin olduğu bildirilmiştir [8]. *Thmus praecox* türü geleneksel olarak baharat ve bitkisel çay olarak tüketilmektedir.

Thymus praecox subsp. *skorpilii* var. *skorpilii* (sinonim*: Thymus praecox* subsp. *jankae* var. *jankae)* bitkisinin topraküstü kısımlarından elde edilen uçucu yağının α-pinen, kamfen, *β*-mirsen, α-fellandren, terpinen, *o*-simen, limone, ökaliptol, γ-terpinen, o-metiltimol, benzene, timol, karvakrol, karyofilen ve *β*-bisabolen bileşiklerini taşıdığı GC/MS ile analiz edilmiştir [9].

2.3. *Achillea nobilis* subsp. *neilreichii* ve *Achillea lycaonica* (Asteraceae) Bitkileri

Türkiye'de *Achillea* cinsinin 43'ü tür, 13'ü alttür ve 2'si varyete ile toplam 58 taksonla temsil edildiği, endemik takson sayısının ise 30 takson olduğu bildirilmiştir ve bu cinsin endemizim oranının %51,72 olduğu tespit edilmiştir. *Achillea* cinsi üyeleri Türkiye'de yaygın olarak "civanperçemi" ismi ile bilinmesine karşın; değişik yörelerde "akbaşlı", "barsamotu", "binbiryaprakotu", "marsamaotu", "kandilçiçeği" ve "baytaran" isimleri ile de bilinirler [10]. *Achillea* cinsine ait türlerin Türkiye'de halk arasında ilaç olarak; kronik hazımsızlık, gastrit ve duodenal ülser, anoreksia (kilo kaybı), gibi sindirim sistemi düzensizliklerinde, sindirim sistemi mukozası için genel bir tonik ve gaz giderici olarak, kan basıncını düşürücü olarak; kasların etrafındaki damarların rahatlamasında, damarlarda meydana gelen şekil bozukluklarının ve damar tıkanıklıklarının giderilmesinde, varisli ve kan dolaşımının yavaşladığı toplardamarların iyileştirilmesinde ve inatçı hipertansiyonların tedavisinde, mensturasyon periyodunun düzenlenmesinde, kadın üreme sisteminde meydana gelen iltihapların ve hemoroit tedavisinde kullanılmaktadır.

Yapılan kimyasal çalışmalar sonucunda *Achillea* türlerinin uçucu yağ, flavonoidler ve seskitrpen lakton bileşikleri taşıdığı bilinmektedir [11].

2.4. Serbest radikaller ve antioksidanlar

Serbest radikaller, bir veya daha fazla ortaklanmamış elektron içeren atom veya moleküllerdir. Çiftlenmemiş elektron serbest radikallere büyük bir reaktiflik kazandırarak hücrelerdeki lipit, protein, karbohidratlar, DNA, nükleotid koenzimler gibi biyolojik materyallerle reaksiyona girerek zincir reaksiyonlara yol açmaktadır. Bu reaksiyonlar, hücre bileşiklerin bozulmasına, hücre fonksiyon kaybına, doku hasarına, hücre ölümlerine ve sonuçta da hastalıklara sebep olmaktadır [12]. Canlı hücrelerdeki oksijen metabolizması, çevre kirleticileri, radyasyon, sigara, pestisitler, çeşitli tıbbi tedavi yolları ve kontamine sular gibi birçok etmen oksijen türevi serbest radikallerin oluşumuna yol açmaktadır. Serbest radikallerin neden olduğu oksidasyonları önleyen, serbest radikalleri yakalama ve stabilize etme yeteneğine sahip maddelere "antioksidan" denmektedir. Antioksidanlar serbest radikallerin oluşumunu ve bunların meydana getirdiği hasarı önlemek için vücutta bazı savunma mekanizmaları geliştirilmiştir. Bunlar antioksidan savunma sistemleri olarak adlandırılmaktadır [13].

2.5. *Helicobacter pylori* Bakterisi

Helicobacter pylori, gram (-), spiral veya kıvrımlı, hareketli, künt ve yuvarlak uçlu, unipolar kamçıya sahiptir ve canlıda spiral şekillidir. *Helicobacter pylori* bakterisinin esas bulaşma yolunun ne olduğu henüz kesinlik kazanmamıştır. Bulaşmanın, insandan insana direkt yolla ve su kaynaklı olduğu yönündeki veriler son yıllarda giderek artmaktadır. Direkt bulaşmada olası yollar; oral-oral ve fekal-oraldır.

Üreaz enzimi : Üreyi katalize ederek amonyak ve bikarbonat oluşumunu sağlayan yüksek molekül ağırlıklı üreaz enziminin klinik değer kazandığı bilinmektedir. HP'nin üreaz enzimi 550 kD ağırlığında heksamerik bir moleküldür. Ürenin amonyum iyonu ve suya hidrolizini sağlayan bu enzim gastrit oluşumunda önemli bir rol oynamaktadır [3].

3. Materyal ve Yöntem

3.1. Bitkisel Materyal

Achillea nobilis subsp. *neilreichii* (MARE:18074) ve *Thymus praecox* subsp. *skorpilii* var. *skorpilii* bitkileri (MARE:18081) Yard. Doç. Dr. İsmail Şenkardeş; *Capparis ovata* Desf. var. *canescens* (MARE:18469) bitkisi Yard. Doç. Dr. Gizem Bulut ve *Achillea lycaonica* (T.Arabacı 2969) bitkisi Doç.Dr. Turan Arabacı tarafından teşhis edildi.

3.2. Ekstrelerin Hazırlanması

Achillea nobilis L. subsp. *neilreichii* ve *Achillea lycaonica* bitkisinin topraküstü kısımları oda şartlarında kurutuldu. Toz edilen kısmlarından farklı ekstraksiyon yöntemleri kullanılarak ham ekstreler elde edildi.
Maserasyon: Toz bitki sırasıyla n-hekzan, kloroform, etil asetat, etanol ve etanol:su (1:1, *v/v*) çözüleri kullanlarak tüketildi.
Soxhlet: Toz numune Soxhlet apareyi kullanılarak sırasıyla n-hekzan, kloroform, etil asetat, etanol ve etanol:su (1:1, v/v) çözüleri kullanılarak tüketildi.
Ultrasonik banyo: Toz bitki numunesi 1 saat boyunca çözücü ile oda şartlarında bekletildikten sonra ultrasonik banyoda 30 ^{o}C ve 30 dakika tutularak sırasıyla n-hekzan, kloroform, etil asetat, etanol ve etanol:su (1:1, *v/v*) ile tüketildi.
Capparis ovata Desf.var. *canescens* (Cross.) Heywood ve *Thymus praecox* subsp. *skorpilii* var. *skorpilii bitkileri* bitkisinin topraküstü kısımları oda şartlarında kurutuldu. Toz edilen kısmlarından farklı ekstraksiyon yöntemleri kullanılarak ham ekstreler elde edildi.
Maserasyon: Toz bitki metanol ile renksiz oluncaya kadar tüketildi.
Soxhlet: Toz numune Soxhlet aparayi kullanılarak sırasıyla petrol eteri, kloroform metanol çözüleri kullanılarak tüketildi.
Farklı tüketme yöntemleri ile elde edilen organik çözücüler rotaevaparatörde 50 ^{o}C'yi aşmayan sıcaklıkta uçurulup ham ekstreler elde edildi ve ekstreler çalışmaya başlanılacağı güne kadar buzdolabında 4 ^{o}C' de muhafaza edildi.

3.3. Toplam Fenolik Madde Miktarlarının Belirlenmesi: Farklı konsantrasyonlarda hazırlanan ekstrelerden 0,1'er mL tüplere alınarak hacimleri 4,6 mL olacak şekilde distile su ilave edildi. 0,1 mL Folin-Ciocalteu ayıracı (distile su ile 1/3 oranında seyreltilir) ve 0,3 mL %2 lik sodyum karbonat çözeltisinden ilave edilerek, oda koşullarında 2 saat çalkantılı su banyosunda tutulduktan sonra meydana gelen mavi rengin absorbansı ekstrenin yerine 0,1 mL distile su içeren referansa karşı 760 nm'de ölçüldü. Elde edilen sonuçlar mg gallik asit eşdeğeri/mg ekstre olarak verildi [14].

3.4. DPPH radikali giderme aktivite tayini: Ekstrelerin serbest radikal yakalama etkinliği 2,2-difenil-1-pikrilhidrazil (DPPH) radikali kullanılarak tayin edildi [15]. Hazırlanan ekstreleriden 0,1'er mL alınarak, 3,9 mL 0,1 mM DPPH çözeltisi ilave edildi. Daha sonra karışım 1 dk. vortekslendikten sonra oda koşullarında ve karanlıkta 30 dk. bekletildi. Absorbansları 517 nm'de UV-spektrofotometrede (Shimadzu 1800) referansa karşı ölçüldü.

3.5. ABTS katyon radikali giderme aktivite tayini: Farklı konsantrasyonlarda hazırlanan ekstrelerden 40'ar µL alınarak, 3960 µL $ABTS^{\bullet+}$ çalışma çözeltisi ilave edildi ve renkte meydana gelen azalma spektrofotometrik olarak 734 nm'de distile suya karşı 6. dk.'da ölçüldü. Elde edilen sonuçlar mM troloks/mg ekstre olarak verildi [14].

3.6. Demir (III) iyonu indirgeme antioksidan gücü tayini (FRAP): Elde edile FRAP ayıracının 3,8 mL'si 0,2 mL ekstre ile karıştırılarak, ekstre yerine distile su konularak hazırlanan referansa karşı absorbans artışı 4. dakikada 593 nm'de ölçüldü. Elde edilen sonuçlar mM $FeSO_4$/mg ekstre olarak ifade edildi [16].

3.7. Anti-üreaz Aktivite Yöntemi: Hazırlanan ekstrelerden 100 µL alınarak üzerine 500 µL üreaz enzimi konuldu ve inkübatörde 37 ºC sıcaklıkta 30 dakika bekletildi. Daha sonra bu karışım üzerine 1100 µL üre konuldu ve tekrar inkübatörde 37 ºC sıcaklıkta 30 dakika bekletildi. İnkübatörden alınan karışım üzerine sırasıyla R1 (%1 fenol, % 0,005 sodyum nitroprussid) ve R2 (% 0,5 NaOH, % 0.1 Sodyum hipoklorit) reaktifleri konuldu ve karışım 2 saat inkübatörde 37 ºC bekletildikten sonra 635 nm de referansa karşı karışımın absorbansı okundu [17].

3.8. ESI-Q-TOF LC/MS Çalışma Şartları: Sıvı kromatografi kuadropol uçuş zamanlı kütle spektrometresi (Q-TOF-LC/MS) sisteminde (Agilent6530, CA, Amerika) elektrospray iyonlaştırıcı (ESI) kaynağı (G6530B modeli, Agilent Technologies, Palo Alto, CA, USA) kullanıldı. Analiz için negatif ve pozitif iyon modları kullanıldı ve kütle aralığı 100-1000 m/z'ye kadar çalışıldı. ESI-Q-TOF-LC/MS cihazında çalışma

parametreleri şu şekilde optimize edildi: kapiler voltajı 3500 V, kurutucu gaz sıcaklığı 350 ºC, kurutucu gaz akış hızı 8 L/dk, sprey gaz basıncı 2 bar ve son plak dengeleme -500 V'dur. Mobil faz (A) su ve % 0,1'lik trifloroasetik asitten; mobil faz (B) ise asetonitril ve % 0,1'lik trifloroasetik asitten oluşmaktadır. Gradient programı olarak aşağıdaki sistem takip edildi [18]. : 0 dak. % 5 B; 1 dak. % 5 B; 20 dak. % 30 B; 25 dak. % 60 B; 28 dak. % 60 B; 33 dak. % 95 B; 35 dak. % 95 B; 40 dak. % 5 B. Sisteme numune 20 µL enjekte edildi.

4. Bulgular

4.1. Antioksidan ve anti-üreaz aktivite

Bu çalışmadan elde edilen sonuçlara göre, *C.ovata* var. *canescens* bitkisinin Soxhlet metanol ekstresinin diğer ekstrelerden daha güçlü antioksidan (ABTS/TEAC ve demir (III) iyonu indirgeyici aktivite) ve anti-üreaz aktivite gösterdiği saptandı. Ayrıca Soxhlet yöntemi ile hazırlanan kloroform ekstresinin en yüksek total flavonoid madde içerdiği tayin edildi. Bundan dolayı flavonoid madde miktarı ile biyolojik aktivite arasında doğrusal bir ilişkinin olmadığı saptandı (Tablo 1).

Tablo 1. *Capparis ovata* var. *canescens* bitkisinin antioksidan ve anti-üreaz aktivitesi

Ekstreler	Total FB(mg QuE/ mg ekstre)	DPPH (IC_{50}: mg/mL)	ABTS (mM troloks eşdeğeri/ mg ekstre)	FRAP (mM $FeSO_4$/mg ekstre)	Enzim inhibisyonu (%) (25 µg/mL)
Soxhlet petrol eteri	2,15±0,03	0,5±0,15	3,75±0,05	6,97±0,004	19,93±1,05
Soxhlet kloroform	**3,74±0,11**	0,67±0,58	11,26±0,001	5,513±0,23	18,54±1,02
Soxhlet metanol	0,56±0,02	0,22±0,03	**16,36±0,06**	**5,515±0,03**	**23,95±0,9**
Maserasyon metanol	1,57±0,11	0,12±0,03	7,67±0,01	5,13±0,02	16,80±0,99
Askorbik asit		0,006±0,01			
BHA			52,63±0,008	16,91±0,02	
Tiyoüre					97,035±0,14

Thymus praecox subsp. *skorpilii* var. *skorpilii* bitkisinin fraksiyon ve maserasyon metanol ekstreleri standart olarak kullanılan BHT ve BHA bileşiklerinden sırasıyla daha güçlü DPPH, ABTS radikal süpürücü ve demir (III) iyonu indirgeyici antioksidan aktivite gösterdiği saptandı. Ayrıca bu çalışmada fraksiyon kloroform

ekstresinin diğer ekstrelerden daha güçlü anti-üreaz aktivite gösterdiği belirlendi. Bu çalışmada fenolik bileşikler ile antioksidan aktivite arasında doğrusal bir ilişkinin olduğu tespit edildi (Tablo 2).

Tablo 2. *Thymus praecox* subsp. *skorpilii* var. *skorpilii* bitkisin bitkisinin antioksidan ve anti-üreaz aktivitesi

Ekstreler	**Total PC(mg GAE/ mg ekstre)**	**DPPH (IC_{50}: mg/mL)**	**ABTS (mM troloks eşdeğeri/ mg ekstre)**	**FRAP (mM $FeSO_4$/mg ekstre)**	**Enzim inhibisyonu (%) (12.5 µg/mL)**
Maserasyon F. petrol eteri	0,012±0,0005	0,73±0,63	4,08±0,2	5,58±0,06	5,99±1,3
Maserasyon F.kloroform	0,021±0,0002	0,20±0,04	8,83±0,03	4,29±0,04	**7,08±1,2**
Maserasyon F. metanol	**0,078±0,002**	**0,01±0,009**	**52,77±0,001**	17,38±0,007	0,50±0,19
Maserasyon metanol	0,070±0,002	0,03±0,001	52,66±0,002	**17,41±0,004**	1,24±0,6
Askorbik asit		0,006±0,01			
BHA			52,63±0,008	16,91±0,02	
Tiyoüre					73,44±0,9
BHT		0,09±0,0001			

Tablo 3. *A. lycaonica* ve *A. nobilis* subsp. *neilreichii* bitkilerinin toplam fenolik madde miktarları

	A. lycaonica			*A. nobilis* subsp. *neilreichii*		
	Toplam fenolik (mgGAE/mg ekstre)					
Ekstreler	Ultrasonik bayo	Maserasyon	Soxhlet	Ultrasonik bayo	Maserasyon	Soxhlet
n-Hekzan	0.338±0.01	0.332±0.002	0.412±0.03	0.0092±0.0035	0.0090±0.0013	0.0112±0.03
Kloroform	0.518±0.09	**0.745±0.005**	0.694±0.03	0.0210±0.0027	0.0260±0.0160	0.0266±0.050
Etil asetat	0.292±0.002	0.58±0.004	**0.767±0.003**	0.0240±0.0050	0.046±0.014	0.041±0.014
Etanol	**0.702±0.02**	0.609±0.01	0.66±0.01	**0.0665±0.0120**	**0.0662±0.0080**	**0.0655±0.01**
Etanol-su (1:1,v/v)	0.515±0.004	0.560±0.002	0.661±0.1	0.0622±0.04	0.059±0.050	0.0647±0.01

A. lycaonica bitkisinden hazırlanan Soxhlet etil asetat ekstresi ve *A. nobilis* subsp. *neilreichii* bitkisinden hazırlanan ultrasonik banyo ve Soxhlet etanol ekstreleri diğer ekstrelerden daha fazla fenolik madde taşıdıkları tespit edildi (Tablo 3).

A. lycaonica bitkisinin ultrasonik banyo etanol ve Soxhlet etanol:su ekstresi diğer ekstrelerden daha güçlü DPPH radikali süpürücü aktivite, Soxhlet etil asetat ekstresi ise daha güçlü ABTS katyon radikali süpürücü ve demir (III) indirgeyici aktivite gösterdiği saptandı. Ayrıca üç tüketme yöntemi ile elde edilen kloroform ekstrelerinin en güçlü anti-üreaz aktivite gösterdiği tespit edildi (Tablo 4).

A. nobilis subsp. *neilreichii* bitkisinin maserasyon etanol ekstresinin diğer ekstrelerden daha güçlü DPPH radikali süpürücü aktivite, maserasyon etil asetat ekstresinin ise daha güçlü ABTS katyon radikali süpürücü ve demir (III) indirgeyici aktivite gösterdiği saptandı. Ayrıca Soxhlet hekzan ekstresinin diğer ekstrelerden daha güçlü ani-üreaz aktivite gösterdiği belirlendi (Tablo 5).

Tablo 4. *A. lycaonica* bitkisinin antioksidan ve anti-üreaz aktiviteleri

Ekstreler	**DPPH (IC_{50}: mg/mL)**			**ABTS (mM trolox/mg extract)**			**FRAP assay (mM Fe^{+2}/mg extract)**			**Enzim İnhibisyonu (12,5 µg/mL)**		
	Ultrasonik banyo	Maserasyon	Soxhlet	Ultrasonik banyo	Maserasyon	Soxhlet	Ultrasonik banyo	Maserasyon	Soxhlet	Ultrasonik banyo	Maserasyon	Soxhlet
n-Hekzan	3.61±0.9[a]	0.89±0.07	1.97±0.1	0.83±0.2	1.25±0.2[a]	1.80±0.3[a]	1.34±0.5[a]	0.83±0.6[a]	1.83±0.04	20.16±0.99	15.90±0.3	16.61±0.2
Kloroform	0.53±0.01[b]	0.24±0.01	0.26±0.1	4.36±0.2	5.20±0.3[b]	7.62±0.4[b]	2.40±0.3[b]	3.17±0.7[b]	3.74±0.01	**41.18±0.54**	**41.55±0.8**	**41.13±0.4**
Etil asetat	0.14±0.04[c]	0.11±0.01	0.08±0.9	2.62±0.2	**10.78±0.**3	**12.84±0.7[c]**	0.77±0.1[c]	**3.9±0.04[c]**	**4.19±0.02[c]**	25.97±0.86	13.45±0.5	21.97±0.7
Etanol	**0.06±0.03[d]**	0.10±0.08 [d]	0.09±0.05[d]	**9.36±0.3[d]**	7.18±0.1[d]	7.25±0.3[d,b]	**3.16±0.4[d]**	2.75±0.1[d]	3.2±0.02[d]	13.78±0.94	19.42±0.4	14.81±0.5
Etanol-su (1:1,v/v)	0.10±0.5[e,d]	**0.09±0.03[e]**	**0.06±0.2[e]**	9.25±0.08[e]	7.41±0.3[e]	10.61±0.5[e]	3.14±0.8[e]	3.4±0.8[e]	3.89±0.03	30.09±0.60	24±0.73	19.59±0.7
BHA	0.006±0.6[f]											
Askorbik asit	0.004±0.9[g]											
Tiyoüre											78.24±0.7	

Tablo 5. *A. nobilis* subsp. *neilreichii* bitkisinin antioksidan ve anti-üreaz aktiviteleri

Ekstreler	**DPPH (IC_{50}: µg/mL)**			**ABTS (mM trolox/mg extract)**			**FRAP assay (mM Fe^{+2}/mg extract)**			**Enzim İnhibisyonu (25 µg/mL)**		
	Ultrasonik banyo	Maserasyon	Soxhlet	Ultrasonik banyo	Maserasyon	Soxhlet	Ultrasonik banyo	Maserasyon	Soxhlet	Ultrasonik banyo	Maserasyon	Soxhlet
n-Hekzan	940±0.22[a]	1420±0.63[a]	740±0.02[a]	2.98±0.02[a]	3.76±0.04[a]	2.92±0.04[a]	5.86±0.05[a]	4.76±0.02	4.80±0.03[a]	7.09±0.26	8.79±1.02	**30.54±0.67**
Kloroform	1470±0.33	500±0.07[b]	400±0.05[b]	9.89±0.05[b]	17.59±0.03[b]	20.14±0.02	6.56±0.18[b]	5.46±0.04	6.70±0.02[b]	11.28±0.92	13.035±0.1	12.65±0.71
Etil asetat	210±0.35[c]	130±0.01[c]	200±0.27 [c]	24.59±0.2[c]	**51.85±0.02[c]**	33.20±0.16	9.55±0.03[c]	**18.68±0.1**	15.85±0.09[c]	**28.05±0.24**	6.32±0.34	14.03±0.34
Etanol	14±0.005[d]	**6±0.001[d]**	**10±0.04[d]**	50.25±0.03	50.81±0.02[d]	**50.03±0.1[d,**	**17.26±0.2**	17.43±0.5	**17.30±0.01[d]**	11.79±0.88	10.71±0.82	15.42±0.22
Etanol-su (1:1,v/v)	**10.5±0.008**	7±0.003[e]	10.7±0.2[e]	**50.82±0.01**	49.85±0.08[e]	48.99±0.06	16.98±0.4[e]	16.28±0.4	15.76±0.2[e,b]	18.62±0.04	**16.79±0.14**	15.48±0.07
BHA	6±0.6[f]											
Askorbik asit	4±0.9[g]											
Tiyoüre										97.04±0.14		

4.2. Aktif Fenolik Bileşikler

Ülkemizde tıbbi olarak kullanılan *Capparis ovata* var. *canescens, Thymus praecox* subsp. *skorpilii* var. *skorpilii, Achillea nobilis* subsp. *neilreichii* ve *Achillea lycaonica* bitkilerinin içerdiği ve biyolojik aktiviteden sorumlu olduğunu düşündüğümüz bileşikler analiz edilerek Tablo 6'da sunuldu. Bitkilerin kimyasal içeriğini incelediğimizde genellikle flavonoid ve fenolik asitler taşıdığı görülmektedir. Bu bileşiklerin biyoloji aktivite gösterdiği bilgisi göz önüne alındığında bulgularımızın literatür ile uyumlu olduğu görüldü.

Tablo 6. Bitkilerin içerdiği major fenolik bileşikler

Bileşikler	*A. nobilis* subsp. *neilreichii*	*A. lycaonica*	*Thymus praecox* subsp. *skorpilii* var. *skorpilii*	*Capparis ovata* var. *canescens*
Klorojenik asit	+	+	+	
Luteolin-7-*O*- glukozit	+		+	
Orientin	+			
Dikaffeoilkuinik asit	+	+		
Viteksin	+			
Luteolin	+	+		
Isoramnetin-glukozit	+			
Kersetin-metil-eter	+			
Apigenin-6,8-di-*C*-glukozit	+			
Luteolin hekzozit hekzozit	+			
Kersetin hekzozit			+	
Feruloilkuinik asit			+	
Apigenin 7-*O*-glukuronit			+	
Kersetin-hekzozit-hekzozit				+
Kersetin 3-O-hekzozit				+
Rutin		+		+
Kaempferol 3-O rutinosid				+
Kaffeik asit		+		
Salisilik asit		+		
Kersetin		+		
Naringenin		+		
Apigenin		+		
8-hidroksi-salvigenin		+		

5. Sonuçlar

Ülkemizde tıbbi amaçla kullanılan bu bitkilerden farklı yöntemler ile elde edilen ekstrelerin antioksidan ve anti-üreaz aktiviteleri incelendi ve elde edilen sonuçlar bazı ekstrelerin güçlü antioksidan ve anti-üreaz aktivite gösterdiği ortaya koydu. Ayrıca bitkilerin içerdiği total fenolik madde miktarı spektroskobik olarak ve aktif fenolik bileşikler HPLC-DAD-MS ile analiz edildi. Bu çalışma ile elde edilen veriler

değerlendirildiğinde tıbbi amaçla kullanılan bu bitkilerden elde edilen bazı ekstrelerin gelecekte doğal birer antioksidan ve anti üreaz kaynağı olabileceği düşünülmektedir.

Kaynaklar

[1] Yıldız, S., Yukari Firat Havzasinda Yetişen Kenger (*Gundelia tournefortii* L.), Güllük (*Eremurus spectabilis* M. Bieb.) Ve Işkin (*Rheum ribes* L.) Bitkilerindeki Polifenollerin ve Bazi Metallerin Tayini. Firat Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Elazığ (Danışman: Prof. Dr. Ali Ölçücü), (2014).

[2] Demiray, E., Yılmaz, Ö., *Helicobacter pylori* Infeksiyonunda Üreaz Enziminin Rolü Ve Önemi. Türk Mikrobiyol Cem Derg., 37(2):112-117, (2007).

[3] Kasapoğlu, B., Türkay, C., *Helicobacter pylori*'de Tedavi Ve Direnç Fatih Üniversitesi Tıp Fakültesi Hastanesi,İç Hastalıkları Anabilim Dalı,Gastroenteroloji Bilim Dalı, Ankara, (2008).

[4] Çınar, B., Kapari (*Capparis ovata* Desf.) Tohumunda Bazı Uygulamaların Çimlenme Üzerine Etkisi. Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, İzmir (Danışmanı: Prof. Dr. Hülya İlbi), (2013).

[5] Kaya, T., Ön Üşütme Süresi Ve Kinetin Uygulamalarının Kebere (*Capparis spinosa* var. *spinosa* ve *Capparis ovata* var. *can*escens) Tohumlarının Çimlenmesi Üzerine Etkisi. Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Ankara(Danışman: Prof. Dr. Sebahattin Özcan), (2012).

[6] Belviranlı, B., Kontrollü Şartlarda Kapari (Capparis Ovata Desf. Var. Canescens (Coss.)) Meyvelerinin Salamura Ürüne İşlenmesi. Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Konya(Danışman: Prof.Dr. Mehmet Musa Özcan), (2008).

[7] Tao Yang AB, Chang-Hong WBC, Gui-Xin C, Tao W, Xue-Mei C, Zheng-Tao W, New Alkaloids From *Capparis spinosa*: Structure And X-Ray Crystallographic Analysis, Food Chemistry, 123 (2010): 705–710, (2010).

[8] Yıldırım, E., Melisa, adaçayı ve nane yağlarının bilimsel olarak incelenmesi, piyasa analizi ve kalite tayini. T.C. Erciyes Üniversitesi Eczacılık Fakültesi, Bitirme Ödevi, Kayseri (Danışman: Prof. Dr. Müberra Koşar), (2014).

[9] Ozen, T., Demirtas, İ., Aksit, H., Determination of antioxidant activities of various extracts and essential oil compositions of Thymus praecox subsp. skorpilii var. Skorpilii. Food Chemistry 124: 58–64, (2011).

[10] Arabacı, T., Türkiye'de yetişen *Achillea* L. (Asteraceae) cinsinin revizyonu. İnönü Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Malatya, (Danışmanlar: Prof. Dr. Bayram Yıldız, Yard. Doç. Dr. Emel Yiğit), (2006).

[11] Glasl, S., Presser, A., Gunbilig, D., Werner, I., Narantuya, S., Haslinger, E., Jurenitsch, J., Kubelka, W., Highly hydroxylated guaianolides of *Achillea asiatica* and Middle European *Achillea* species. Phytochem. 58:1189–1194 (2001).

[12] Diplock, A., Healty lifestyles nutrition and physical activity: antioxidant nutrients. ILSI Europe concise monograph series, 59,(1998).

[13] Gökpınar, G., Koray, T., Akçiçek, E., Göksan, T., Durmaz, Y., Algal Antioksidanlar. E.Ü. Su Ürünleri Dergisi., 23; 85-89 (2006).

[14] Taşkın, T., Özakpınar, Ö.B., Gürbüz, B., Uras, F., Gürer, U.S., Bitiş, L., Identification of phenolic compounds and evaluation of antioxidant, antimicrobial and cytotoxic effects of the endemic *Achillea* multifida. IJTK. 15(4): 594-603, (2016).

[15] Wei, F., Jinglou, C., Yaling, C., Yongfang, L., Liming, C., Lei, P., Antioxidant, free radical scavenging, anti-inflammatoryand hepatoprotective potential of the extract from Parathelypteris nipponica (Franch.etSav.) Ching. J Ethnopharmacolog., 130: 521-528, (2010).

[16] Benzie, I.F., Strain, J.J., The ferric reducing ability of plasma (FRAP) as a measure of "antioxidant power": the FRAP assay. Anal. Biochem. 239(1): 70-6 (1996).

[17] Jaffary, S.R.A., Ahmed, S.W., Shakeel, S., Asif, H.M., Usmanghani K. Evaluation of in vitro urease and lipoxygenase inhibition activity of weight reducing tablets. Pak. J. Pharm. Sci. 29(4): 1397-1400, (2016).

[18] Halpine, S.M., Studies in Conservation. 41, 76-94, (1996).

EFFECTS OF PROPOLIS ON HUMAN HEALTH

PROPOLİSİN İNSAN SAĞLIĞI ÜZERİNE ETKİLERİ

Muammer Burç [a], Lütfü Öz [b]
[a] Milli Eğitim Bakanlığı, Malatya, Türkiye, muammerburc@gmail.com
[b] Milli Eğitim Bakanlığı, Malatya, Türkiye, 23lutfuoz@gmail.com

Özet

Günümüzde tedavi amaçlı kullanılan ilaçların yan etkilerinin ortaya çıkması, etkinliğinin azalması gibi nedenlerden dolayı insanların doğal ürünlere yöneldikleri görülmektedir. Bu yönelimin en çok görüldüğü ürün gruplarının başında, arı ürünleri yer almaktadır. Arı ürünleri antibakteriyel, antioksidan, antifungal, antienflamatuar, antitümör, antiseptik özellikleri nedeniyle tıp, ilaç, gıda ve kozmetik sektörü başta olmak üzere birçok alanda ilgi gören bir konu olmuştur. Dünya'nın pek çok ülkesinde apiterapi (arı ürünleri ile tedavi) uygulamaları yapılmakta ve arı ürünleri bilim adamları tarafından, önemli bir tıbbi destek olarak kabul edilmektedir. Ülkemizde de son zamanlarda çok sayıda kişi tarafından sağlığı korumak veya tedaviye destek olmak amacıyla arı ürünleri arasında yer alan propolis bilinçli/bilinçsiz bir şekilde kullanmaktadır. Bu derlemede, propolisin insan sağlığı üzerine etkilerine yönelik olarak yapılmış olan çalışmalar belli başlıklar altında toplanmış ve propolisin insan sağlığı üzerine etkisi vurgulanarak konu hakkında farkındalık oluşturulmaya çalışılmıştır.

Anahtar kelimeler: Propolis, apiterapi, Arı, Sağlık

Abstract

Since there are side effects of the drugs which we use today and their effects decrease, people prefer natural products. This is seen especially on bee products. Bee products take attention because of their antibacterial, antioxidant, antifungal, antienflamatuar, antitumor, antiseptic properties. It takes attention especially in medicine, food and cosmetics sector. Apiterapi (treatment with bee products) is done in many countries of the world and it is accepted as an important medical aid by the scientists. In our country, many people use propolis consciously or unconseiously lately. In this study, the studies which are about the effects of propolis on human health are collected and by emphasizing the effects of propolis on human health, we tried to create awareness.

Key words: Propolis, Apitherapy, Bee, Health

1. Giriş

Propolis, işçi arılar tarafından bitkilerin yaprak, tomurcuk, dal gibi büyüyen kısımlarından ve sürgünlerinden toplanan nektarın polen ve arılar tarafından salgılanan enzimlerle biyokimyasal değişikliğe uğratılarak elde edilen reçinemsi bir maddedir. Kovanda kullanılacak amaca göre farklı dozlarda bal, balmumu, polen ve yutak enzimleri ile karıştırarak, larva yuvalarının cilalanması ve sterilize edilmesi, kovan çatlaklarının kapatılması, kovan giriş deliğinin daraltılması, çerçevelerin sabitlenmesi, kovana giren ancak kovan dışına atılamayacak kadar büyük böceklerin mumyalanmasında kullanmaktadırlar [1].

Propolis, yapışkan, kendine özgü keskin kokusu olan ve alkolde eriyebilen bir maddedir. Rengi toplandığı yöreye ve bitki kaynağına bağlı olarak sarı, yeşil ve koyu kahverengine kadar değişim göstermektedir. Kıvamı sıcaklığa bağlı olarak değişmekte olup 15-25°C arasında mum kıvamında elastik bir yapı gösterirken, yüksek sıcaklıklarda (30-40°C) ise yumuşayıp yapışkan bir yapı kazanmaktadır. Sıcaklığın 5°C'nin altında olması ile katı, kırılgan bir şekle dönüşmektedir. Erime sıcaklığı genel olarak 60-70°C olmasına rağmen, bazı propolis örneklerinin 100°C'nin üzerinde erime gösterdiği de belirtilmektedir [2,3].

Arıların kovanlar içinde enfeksiyonlara karşı kullandığı propolisin eski çağlardan günümüze kadar antiviral, antifungal ve antibakteriyel etkisinden yararlanıldığı bildirilmektedir [4]. Eski Mısır Uygarlığı döneminde propolisin mumyalama için kullanıldığı belirtilirken, Yunan kitaplarında ise propolisin yaraların ve ağrıların tedavisinde önemi anlatılmaktadır. Ayrıca 12. yüzyıldan itibaren Avrupa'da ağız ve boğaz enfeksiyonlarında, cilt rahatsızlıklarının tedavisinde de propolisin kullanıldığı belirtilmektedir [5,6].

Propolisin yapısı ve içeriği arıların ulaşabildiği bitki çeşitliliğine göre değişiklik gösterir. Propolis koku ve renk bakımından farklılık gösterir ve muhtemelen ilaç olarak karakteri de, kaynaklara ve mevsime bağlı olarak değişir. Propolis, sağlık için vücut yoluyla alınması gereken 22 besini bünyesinde taşıması açısından içinde bulunduğumuz yüzyılda keşfedilen mükemmel doğal ilaç özelliği ile önem kazanmıştır [7].

Propolisin özellikleri 1960 yıllarında bilim adamlarının dikkatini çekmiş ve son 40 yılda pek çok araştırmacı propolisin kimyasal kompozisyonu, biyolojik aktivitesi, farmakolojik ve tedavi edici özellikleri üzerine yayınlar yapmıştır. Bu konudaki ilk çalışmalar Ghisalberti tarafından 1979 yılında yayınlanmıştır. Bu çalışmalardan 20 yıl sonra propolisin biyolojik aktivitesi ve kimyasal yapısına ait değerli bilgiler ortaya konulmuştur.

Crane (1990), bal arılarının propolis topladığı en az 67 tür tespit etmiştir. Kavak, kestane, dişbudak, huş, çeşitli erik türleri ve söğüt önemli propolis kaynağı bitkilerdir. Ancak arıların propolis kaynağı olarak kullandıkları bitki türleri bölgeden bölgeye farklılık gösterebilmektedir [8].

Farklı orjine sahip propolis örneklerinin biyolojik aktiviteleri ile ilgili çok sayıda çalışma yapılmış ve farklı biyolojik aktivite tespit edilmiştir. Brezilya propolisinin antibakteriyal, sitostatik, serbest radikal koruyucu aktivitesi belirlenirken, Bulgar propolisinin bakterisidal, anti fungal ve antiparaziter aktivitesi belirlenmiştir. Türk propolisinin ise antibakteriyal, antifungal, antioksidan, antikarsinojenik, yara iyileştirici, hücre yenileyici gibi bazı biyolojik aktiviteleri incelenmiştir [9].

Propolisin yapısında 180 değişik bileşik bulunduğu tespit edilmiştir. Propolis kaynağı olan bitkilere göre değişiklik göstermekle beraber yaklaşık olarak % 50 reçineli bileşik ve balsam, % 30 balmumu, % 10 aromatik yağlar ve % 5 arı poleni içermektedir. Kalan % 5'lik kısmında ise flavonoidler aminoasitler ve vitaminler bulunmaktadır. Propolis içerisindeki farmakolojik etkiye sahip olan en önemli bileşikler flavonoid grubu (flavonlar, flavanollar ve flavanonlar) ile çeşitli fenolik ve aromatik yağlardır. Propolisin yapısında galangin, kamferol, quersetin, pinosembrin, pinosambrin ve pinobanksin başta olmak üzere 38 flavonoid tanımlanmıştır. Fenolikler arasında sinnamik alkol, sinnamik asit, benzil alkol, benzoik asit, kafeik asit ve fenilik asit bulunmaktadır. Propolis içeriğinde çok sayıda bileşen bulunması nedeniyle oluşan bileşik etki, her bir bileşenin tek başına oluşturduğu etkilerin toplamından daha yüksek bulunmuştur. Çalışmalar, propoliste bulunan flavonoidlerin etkili antibakteriyel aktiviteye sahip olduğunu göstermiştir. Ancak izole edilen flavonoidler tek başlarına, propolis ekstraktına göre daha düşük aktivite göstermiştir. Propolisin bazı antibiyotiklerle sinerjik etki gösterdiği gözlenmiştir. Bazı durumlarda bakteri ve maya üzerindeki etkileri 100 kat artmıştır. Antibiyotik dirençli Staphylococcus'larda, propolis ile birlikte alınan antibiyotiklerin, bu direnci kırdıkları gözlenmiştir [10,11].

2. Propolisin İnsan Sağlığına etkisi:

"En iyi doğal antibiyotik" olarak tanımlanan propolisin 21 bakteri, 9 mantar, 3 protozoa ve çok sayıda virüs türü üzerinde inhibitör etkisi bulunmuştur. Kuvvetli antioksidan, antiseptik, antibakteriyel, antiviral, antifungal, antikanser ve antiinflamatuvar etkisi nedeniyle çeşitli hastalıkların tedavisinde kullanıldığı bilinmektedir. Klinik çalışmalar propolisin solunum sistemi enfeksiyonları (bronşit, KOAH, influenza), deri hastalıkları (herpes, deri mantarları, alerji, yanık, deri ülseri, apse), diş ve diş eti rahatsızlıkları (diş eti çekilmesi, ağız yaraları), kulak, burun ve boğaz enfeksiyonları, sindirim sistemi hastalıkları (parazit, kolit, mide ülseri, reflü), kadın hastalıkları (vajinal ve servikal rahatsızlıklar) ve üriner sistem hastalıkları (idrar yolu iltihabı) üzerinde etkili olduğunu göstermiştir [12-16].

2.1. Antitümör ve Kanser Hastalıklarında Etkisi:

Propolisin kanser hücrelerine etkisi hakkında son yıllarda yoğun araştırmalar yapılmaktadır. Propolisin çeşitli kanser hücrelerine etkili olması nedeni ile kanser tipinden bağımsız etkisi olduğu düşünülmektedir [17]. Etil alkolde işlenmiş propolisin kanser hücrelerini dönüşüme uğratarak gelişmelerini önlediği belirlenmiştir [14, 15, 18]. Bu etkiyi sağlayan ve propoliste bulunan en önemli maddeler kuersetin, kafeik asit ve klerodan diterpenoiddir. Kafeik asit esterlerinin tümör oluşumunu kimyasal olarak engellediği belirlenmiştir. Propolisin kanser üzerine etkisi özellikle bağışıklık sistemini düzenleyici ve güçlendirici etkisinden kaynaklanmaktadır [19]. Propolisin bu güçlü etkisine dayanarak akut lenfoblastik lösemi hücre dizisinde sitotoksik ve apoptotik özellik gösterip göstermediği araştırılmış, propoliste bulunan kafeik asidin ve kafeik asit fenetil esterin (CAPE) önemli düzeyde sitotoksik etki gösterdiği, tümör büyümesini durdurduğu belirlenmiştir [20].

Propolis uygulamasının irinotekan tedavisi alan deneysel kanserli sıçanlarda yaşam süresini uzattığı ve hipertermik periton içi cisplatin uygulamasının etkinliğini arttırdığı belirlenmiştir [21]. Özellikle insan osteogenik sarkom hücre çoğalması üzerine propolisin inhibitör etkilerinin araştırıldığı bir araştırma sonucuna göre propolis ekstraktları ile indüklenen apoptosis (programlanmış hücre ölümüne) mekanizmasının antikanserojenik etkisinden dolayı kanser tedavisinde yararlı olabileceği belirtilmiştir [22]. Benzer sonuçların elde edildiği bir diğer araştırmada propolis etanol ekstresinin kanser ve diyabet gibi çeşitli hastalıklarda farmasötik bir etkiye sahip olduğu saptanmıştır [23].

Yapılan çalışmalarda propolisin hızlı çoğalma gösteren meme dokusundaki kanser hücrelerini azalttığı [24], propolisteki benzopiren propenoik asitin (PM3) insan meme kanseri hücresinin (MCF-7)gelişimini engellediği [25] ve çalışmaların propolis eklenmiş bitki-ilaç kombinasyonları üzerinde yoğunlaşmasının önerildiği ifade edilmiştir [21].

Prostat kanserinin önlenmesi ve/veya tedavi edilmesinde propolis gibi polifenolik bileşikler açısından zengin besin takviyelerinin önemli bir rol oynadığı ortaya konulmuştur. Ülkemizdeki yüksek antioksidan özellikli bitkilerden elde edilen propolis ekstraktının, PC-3 prostat kanserinde antiproliferatif aktiviteye sahip olabileceği ifade edilmiştir [26]. Kimi zaman prostat kanserinde, kanser hücrelerinin apoptosise karşı dirençli olduğu görülmektedir. Bu direnci kıran maddenin özellikle yeşil propolis etanol ekstresinde bulunan fenolik bileşenler, artepillin C, kuersetin, kamferol ve p-kumarik asit olduğu belirlenmiştir. Araştırma sonucunda prostatkanserinin oluşum ve yayılımını önlemede propolisteki aktif bileşiklerin önemli bir rol oynadığı ifade edilmiştir [27].

Kanser tedavisinde radyoterapi uygulanması halinde, hastanın propolis kullanması önerilmektedir. Propolis, adeta koruyucu bir bariyer oluşturarak sağlıklı hücreler üzerine radyoaktif ışınların etki etmesini önlemekte, sadece kanserli, bozuk dokulu hücre üzerine ışının etki etmesini sağlamaktadır. Bu şekilde hastanın vücuduna giren radyasyon düzeyi düşmektedir. Ayrıca propolis vücudun bağışıklık sistemini kuvvetlendiren özelliği nedeniyle, kanserli hastanın vücut fonksiyonlarını desteklemekte, hastanın vücut direncini artırmaktadır [21,24]. Propolisin kanser tedavisinde konvansiyonel cerrahi, kemoterapi ve radyoterapi eşliğinde tamamlayıcı destek tedavi olarak, hekim kontrolünde kullanımına dikkat edilmelidir.

2.2. Nörolojik Hastalıklarda Kullanımı

Propolisin aktif bileşenlerinden kafeik asit fenetil esterin (CAPE) bazı nörolojik hastalıklarda başarı ile kullanılabileceği belirtilmiştir [28]. Yapılan deneyler sonucunda, propolisin kokainden 3 kat, prokainden ise 52 kat daha güçlü anestezik etkiye sahip olduğu ortaya konmuştur. Anestezik etkinin, propolisteki, pinosembrin, pinostrobin ve kafeik asit esterleri sayesinde gerçekleştirildiği belirlenmiştir [29].

Polifenollerin yaşlanma üzerine etkili olan oksidatif stresi azaltıcı ve sinir hücrelerini koruyan rolü nedeniyle her geçen gün artan ilgi gördüğü ve propolisin en iyi polifenol içeren kaynaklarından biri olduğu (özellikle flavonoidler ve fenolik asitler) düşünüldüğünde bile, geriatrik ve nörolojik pek çok hastalıkta propolisin potansiyel olumlu sonuçları görülmektedir [30].

2.3. Ağız ve Diş Hastalıklarında Kullanımı:

Diş hekimliğinde, kök kanallarında farklı konsantrasyonlarda hazırlanmış propolis solüsyonlarının Escherichia coli üzerine antimikrobiyal etkinliklerinin karşılaştırılmasının amaçlandığı bir çalışmada, %10-20 düzeyindeki propolis solüsyonlarının yüksek antibakteriyel etkinliğe sahip olduğu belirlenmiştir [31]. Farklı bölgelerdeki bitki kaynaklarından toplanan propolis örneklerinin tüm gram pozitif bakteri ve mayalara karşı belirgin bir antimikrobiyal aktivite gösterdiği, özellikle ağız ve diş hastalıklarına karşın kullanılabileceği, diş çürüklerini önleyebileceği saptanmıştır [32]. Anadolu'da elde edilen propolisin analjezik etkisinin olduğu ve diş macunlarında kullanılmasının diğer olumlu etkileri ile beraber analjezik ve anestezik açıdan da faydalı olabileceği belirtilmiştir [33]. Bu anestezik etki, propolisin yüzyıllardır boğaz ağrısının ve ağız yaralarının tedavisi amacıyla kullanıldığını ortaya koymaktadır. Dişçilik alanında propolisin anestezik malzeme olarak kullanımı Avrupa'da patentlenmiştir [34].

Propolisin farklı solüsyonlarının antimikrobiyal etkileri incelenmiş ve diş eti fibroblastları üzerine kuvvetli antifungal etki gösterdikleri sonucuna varılmış [35]. Propolisin sulandırılmış ağız gargarası olarak kullanımının ağız yaraları, kötü ağız kokusu, diş çürükleri gibi olumsuzlukları büyük ölçüde önlediği, propolisten yapılmış diş macunlarının diş çürükleri ile mücadelede çinko ve kalsiyum hidroksit bazlı diş macunlarından daha etkili sonuç verdiği saptanmıştır. Ayrıca propolisin anestezik özelliği ve diş yapılanmasını sağlayan etkisi nedeniyle diş kanal dolgu maddesi olarak kullanılabileceği ortaya konulmuştur [36].

2.4. Dermatolojik Hastalıklarda Kullanımı:

Propolisin, maya ve mantarların gelişimini etkili bir şekilde engellediği belirlenmiştir. Bu organizmalara karşı etki gösteren propolis bileşenleri, flavonoidler ve kafeik asit türevleridir. Deri enfeksiyonlarının, yara ve yanıkların tedavisinde kullanılan antimikrobiyal özellikteki su bazlı propolisin cilt tarafından hızla emildiği ve kaliteli iyileşmenin görüldüğü ortaya konulmuştur [37].
Cilt üzerindeki yara, yanık ve alerjik reaksiyonların propolis uygulaması ile çok hızlı bir şekilde ve %80 düzeyinde iyileştiği belirtilmektedir [38].

2.5. Sindirim Sistemi Hastalıklarında Kullanımı:

Propolisin önemli bir sindirim sistemi hastalığı olan peptik ülsere karşı koruyucu ve tedavi edici etkisi bilinmektedir. Özellikle yeşil propoliste bulunan klonidin maddesi nedeniyle laksatif özelliğe de sahip olduğu belirlenmiştir [39].

Ayrıca % 20'lik propolis etanol ekstraktının parazit dökücü özellikte olduğu, tinidazol ve anti protozoa ilaçlarıyla aynı düzeyde etki gösterdiği bulunmuştur. Kolitis ülseroza tedavisinde başarıyla kullanılan propolis etanol ekstraktı, Crohn hastalığı tedavisinde etkili sonuç vermemiştir [40].

Mukozal kemokinlerin kronik enflamasyon işleminin bir sonucu olarak, Helicobacter pylori bağlantılı gastrit patogenezi kadar, peptik ülser ve mide kanseri ile ilişkisi bilim insanlarınca kabul edilmektedir. Interleukin-8(IL-8) enfekte olmuş hücreler tarafından üretilen nötrofil değişimi ve aktivasyon indüklemesi, iltihaplanmada önemli bir rol oynamaktadır. Propolis etanol ekstraktı (IL-8) inhibisyonu doza bağımlı olarak değişmektedir. Çalışmada propolis etanol ekstraktının; Helicobacter pylori'yi 90 ug / ml dozda önemli düzeyde inhibe ettiği belirtilmiştir. Bu sonuçlar propolis etanol ekstraktının kısmen IL-8 üretimini azaltarak, H.pylori'nin neden olduğu mide enflamasyonu inhibe edebileceğini göstermektedir [41].

Propolis antimikrobiyal, anti-inflamatuar, anestezik ve immunostimülatif özelliklere sahiptir. İn vitro koşullarda yapılan bir çalışmada %30'luk propolis etanol ekstraktının H. pylori'nin 38 klinik izolata karşı etkisi değerlendirilmiştir. Sonuç olarak, propolisin, H. pylori'ye karşı önemli düzeyde antibakteriyel aktiviteye sahip olduğu ve aynı zamanda Campylobacter jejuni ve Campylobacter coli üremesini inhibe edebileceği ifade edilmiştir [42].

2.6. Solunum Sistemi Hastalıklarında Kullanımı:

Propolisin solunum sisteminin mikrobik hastalıklarına (Streptococcus pneumoniae, Haemophilus influenzae, Haemophilus parainfluenza, Moraxella catarrhalis ve Streptococcus pyogenes, Mycobacterium humanus) karşı güçlü antibakteriyel etkisi saptanmıştır. Bu bakımdan grip, zatürre, bronşit, tüberküloz gibi solunum yolu hastalıklarında son derece etkilidir [43].

Propolisin akut ve kronik rinofarenjit, farenjit, faringolarenjit, otorinolaringolojik hastalıkların tedavisinde umut verici sonuçlar elde edilmiş, üst solunum yolu enfeksiyonlarında olumlu etkileri olduğu belirtilmiştir. Özellikle propolis etanol ekstraktının suya damlatılarak inhalasyon yoluyla solunmasının üst solunum yollarını ve bronşları rahatlattığı; astım, bronşit, zatürre, alerji tedavisinde olumlu sonuçlar verdiği saptanmıştır [44].

Çocuklara kış döneminde 12 hafta süreyle düzenli olarak ekinezya (50 mg/mL), propolis (50 mg/mL) ve C vitamini (10 mg/mL) verilmesinin üst solunum yolu enfeksiyonlarını önemli düzeyde azalttığı ortaya konulmuştur [45].

2.7. Üroloji ve Jinokolojide Kullanımı:

Yüksek antibakteriyal etkisi nedeniyle propolis idrar yolu enfeksiyonlarında başarıyla uygulanmaktadır. İdrar yolu enfeksiyonlarında propolis tedavisinin uygulanmasıyla hastalık etkili şekilde tedavi edilmekte ve tekrarlanma olasılığı düşmektedir [46]
Kronik vajina ve uterus iltihaplanması şikâyeti olan 90 hastaya %3'lük propolis etanol ekstraktının 14 gün süreyle uygulanması sonucunda %66 düzeyinde iyileşme sağlandığı belirlenmiştir. Propolis ekstraktının düzeyinin artırılması ve tedavi süresinin uzatılması durumunda iyileşme etkisinin daha fazla olabileceği ifade edilmiştir [47].
Jinekolojik yaralar üzerine topikal olarak propolis merhemi uygulanması sonucu yaranın hızla iyileştiği belirlenmiştir [48].

2.8. Dolaşım Sistemi ve Kalp Hastalıklarında Kullanımı:

Yoğunlaştırılmış propolis ekstraktı, kan basıncını düşürmekte, tansiyonu dengelemekte, sakinleştirici etki yaratmaktadır [49]. Propoliste bulunan dihidroflavonoidlerin kılcal damaları kuvvetlendirdiği ve antihiperlipidemik aktivite oluşturduğu belirlenmiştir [50]. Kandaki toplam kolestrol, trigliserid ve düşük yoğunluklu lipoproteini azaltan propolis etanol ekstraktı, damar dokularındaki lipit peroksidasyonunu düşürerek kalp üzerinde koruyucu etki göstermektedir [51].

3. Sonuç

Çağımızda hızlı nüfus artışıyla birlikte sağlık sorunları da çeşitlenerek artmaktadır. Bu sağlık sorunlarının tedavisi, yaşam sürelerinin uzatılması ve insanların yaşam kalitesinin yükseltilmesinde rol oynayabilecek doğal ürünlerle ilgili yapılacak klinik öncesi ve klinik çalışmalar büyük önem taşımaktadır. Dünyada ve Ülkemizde yaygın olarak kullanılan propolis veya benzeri ilaç olma potansiyeline sahip ilaç dışı maddelerle ilgili klinik öncesi çalışmalara çok sık rastlanırken insanlar üzerindeki etkilerini inceleyen klinik çalışmalar oldukça az sayıdadır.

Günümüzde propolis, sadece bağışıklık sistemini güçlendirici ve sağlık koruyucu özelliğinden dolayı değil tedavi edici özelliğiyle de insanlar tarafından bilinçli/bilinçsiz şekilde kullanılmaktadır. Ancak piyasada bulunan preparasyonların çoğunda propolisin kimyasal yapısı ve tüketilecek doz konusunda bilgi bulunmamaktadır. Propolisin bilinçsiz bir şekilde kullanımı sağlığı korumak yerine risk oluşturabilecektir. Bu nedenle propolisin günlük tüketilebileceği doz konusunda yapılacak klinik çalışmalara ihtiyaç duyulmaktadır.

Propolisin elde edildiği bitki kaynağı, üretim şekli, mevsimi, işlenmesi, pazarlaması, tüketimi, tıpta kullanımı çok farklı disiplinlerin birlikte çalışmasını gerektirmektedir. Propolisin etkilerini belirleyebilmek için yapılan araştırmalar genel olarak hayvanlar üzerinde yoğunlaşmış ve olumlu sonuçlar elde edilmiştir. Ancak, propolisin insan sağlığı üzerine etkilerinin belirlenmesine yönelik yapılan araştırmaların, daha kapsamlı olması gerekmektedir. Propolisin bir ilaç olmadığı, tıbbi tedaviyi destekleyici nitelikte olduğu, ancak hekim kontrolünde ve tavsiyesinde kullanılması gerektiği unutulmamalıdır. İnsanların giderek doğal beslenmeye yöneldiği günümüzde arı ürünleri, çeşitli hastalıklara karşı koruyucu ve tıbbi tedaviyi tamamlayıcı olan özellikleriyle şifa kaynağı olarak görülmektedir. Büyük bir arıcılık potansiyeline sahip olan ülkemizde kaliteli ve çeşitli arı ürünlerinin üretilerek, hekim gözetiminde klinik uygulamaların ve araştırmaların gerçekleştirileceği apiterapi merkezlerinin kurulması büyük önem taşımaktadır. [16].

Kaynaklar

[1] Ghisalberti, E. L. Propolis, A Review, Bee World 60, 59-84, 1979.

[2] Greenavvay, W., Scaysbrook, T., Vvhatley, F.R. The composition and plant origins of propolis, a report of work at Oxford, Bee World, 71:107-118, 1990.

[3] Marcucci, M.C. , Propolis: chemical composition, biological properties and therapeutical activity, Apidologie, 26:83-99, 1995.

[4] Munstedt, K., Zygmunt, M. , Propolisin günümüzde ve gelecekte tıbbi kullanımları, Uludağ Arıcılık Dergisi 2 (2): 33-39, 2002.

[5] Krell, R., Value-added products from beekeeping. UN Food and Agriculture Organisation, Agriculture Services Bulletin 124, 1996.

[6] Stangaciu, S. Scientific basis of propolis use in medicine. Proceedings of the XXXVI Congress Apimondia, 99: 77-79, 1999.

[7] Kumazawa, S., Studies of the Constituents of Uruguay Propolis, Agricultural and Food Chemistry, 50, 4777- 4782, 1994.

[8] Crane, E., Bees and Beekeeping. Science, Practice and World Resources. New York: Cornell University Pres, 593 , 1990.

[9] Silici, S., Propolisin Bazı Antimikrobiyal ve Farmakolojik Aktiviteleri Üzerine bir Araştırma, Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Zootekni Anabilim dalı, Adana, 2003.

[10] Moreno, M. I. N., M. I. Isla, A. R. Sampietro, and M. A. Vattuone., Comparison of the reeradicalscavenging activity of propolis from several regions of Argentina. J. Ethnopharmacol 71: 109 - 114, 2000.

[11] Öztürk, A. İ., Propolis. Beekeper's World 2 (1): 31-33, 2006.

[12] Bankova, V., Recent trends and important developments in propolis research. eCAM. 2 (1): 29-32, 2005.

[13] Sforcin, J. M., Propolis and the immune system: a review. Journal of Ethnopharmacology 113: 1-14, 2007.

[14] Jaganathan, S. K., and M. Mandal. , Involvement of nonprotein thiols, mitochondrial dysfunction, reactive oxygen species and p 53 in honey-induced apoptosis, Invest New Drugs 28: 624-633, 2007.

[15] Samarghandian, S., J. T. Afshari, and S. Davoodi., Honey induces apoptosis in renal cell carcinoma. Pharmacogn Mag. 7 (25): 46-52, 2011.

[16] Yücel, B.,Topal, E., Akçiçek, E., Kösoğlu, M., ANADOLU, J. of AARI 24 (2), 41 – 49, 2014.

[17] Aso, K., S. Kanno, T. Tadano, S. Satoh, and M. Ishikawa. , Inhibitory effect of propolis on the growth of human leukemia U937. Biol Pharm Bull. 27: 727-730, 2004.

[18] Pichichero, E., R. Cicconi, M. Mattei, M. G. Muzi, and A. Canini., Acacia honey and chrysin reduce proliferation of melanoma cells through alterations in cell cycle progression. Int. J. Oncol. 37: 973-981, 2010

[19] Güney, M., B. Oral, N. Karahan, and T. Mungan., Protective effect of caffeic acid phenethyl ester (CAPE) on fluoride-induced oxidative stress and apoptosis in rat endometrium. Environ Toxicol Pharmacol. Sep. 24 (2): 86-91, 2007.

[20] Biray, Ç., C. Gündüz, B. Yılmaz, F. Şahin, and N. Toğçuoğlu., The evaluation of cytotoxic and apoptotic effect of propolis and its extracts caffeic acid phenethyl ester and cinnamic acid in human acute t-cell lymphoblastic leukemia cell line (CCRFCEM] Ege Tıp Dergisi 45 (2) : 83-92, 2006.

[21] Lisičić, D., V. Benković, D. Đikić, A. S. Blažević, J. Mihaljević, N. Oršolić, and A. H. Knežević., Addition of propolis to irinotecan therapy prolongs survival in ehrlich ascites tumor-bearing mice. Cancer Biotherapy & Radiopharmaceuticals 29 (2): 62-69, 2014.

[22] Kurt, F. Ö., S. H. Vatansever, K. Sorkun, S. I. D. Gürhan, and E. Türkoz., Inhibitory effects of propolis on human osteogenic sarcoma cell proliferation mediated by caspase patway. Kafkas Univ. Vet. Fak. Dergisi 16 (3): 397-404, 2010.

[23] Nagai, T., R. İnoue, H. İnoue, and N. Suzuki, N., Preparation and antioxidant properties of water extract of propolis. Food Chemistry 80 (1): 29–33, 2003.

[24] Omene, M., M. Kalac, J. Wu, E. Marchi, K. Frenkel, and O.A. Connor.,Propolis and its active component, caffeic acid phenethyl ester (CAPE), modulate breast cancer therapeutic targets via an epigenetically mediated mechanism of action. J. Cancer Sci Ther. 5 (10): 334-342, 2013.

[25] Luo, J., J. W. Soh, W. Q. Xing, Y. Mao, T. Matsuno, and I.B. Weinstein., PM-3, a benzo-gamma-pyran derivative isolated from propolis, inhibits growth of MCF-7 human breast cancer cells, Anticancer Res. 21: 1665-1671, 2001.

[26] Barlak, Y., O. Değer, M. Çolak, S. C. Karataylı, A. M. Bozdayı, and F. Yücesan., Effect of Turkish propolis extracts on proteome ofprostate cancer cell line. Proteome Science 9: 74, 2011.

[27] Szliszka, E., G. Zydowicz, B. Janoszka, C. Dobosz, G. K. Ziomek, and W. Krol., Ethanolic extract of Brazilian gren propolis sensitizes prostate cancer cells to TRAIL-induced apoptosis . International Journal of Oncology 38 (4): 941-953, 2011.

[28] Aksoy, S., F. Armutçu, and M. R. Yiğitoğlu., Using of caffeic acid phenetil ester (CAPE) the active substance of propolis in some neurologic disease and emergency. Spatula DD. 1 (1): 37-42., 2011.

[29] Paintz, M., and J. Metzner., Zur lokalanasthetischen wirkung vin propolis und einigen inhaltsstofen. Pharmazie 34: 839-841, 1979.

[30] Farooqui, T., and A. A. Farooqui., Beneficial effects of propolis on human health and neurological diseases. Frontiers in Bioscience E4: 779-793, 2012.

[31] Hubbezoğlu, İ., Ü. Özan, and Z. Sümer., Effects on *Escherichia coli* of solutions containing propolis and potassium titanium phosphate laser in root canal irrigation. Atatürk Üniv. Diş Hek. Fak. Derg. 21 (1): 15-21, 2011.

[32] Souza, E. A. D., H. T. Inoue, A. Fernandes Júnior, N. Veiga, and R. D. O. Orsi., Influence of seasonality and production method on the antibacterial activity of propolis. Acta Scientiarum. Animal Sciences 36 (1): 49-53, 2014.

[33] Kamburoğlu, K., and T. Özen., Analgesic effect of Anatolian propolis in mice. Ağrı. 23 (2): 47-50, 2011.

[34] Botushanov, P. I., G. I. Grigorov, and G. A. A. Aleksandrov, Clinical study of a silicate toothpaste with extract from propolis. Folia Med (Plovdiv). 43 (1-2): 28-30, 2001.

[35] Sönmez, Ş., L. Kırılmaz, M. Yücesoy, B. Yücel, and B., Yılmaz., The effect of propolis in oral pathogens and human gingival fibroblasts. Journal of Ethnopharmacology 102 (3): 371-376, 2005.

[36] Özan, F., Z. A. Polat, K. Er, Ü. Ozan, and O. Değer, O., Effect of propolis on survival of periodontal .ligament cells: New storage media for avulsed teeth. Journal of Endodontics 33 (5): 570-573, 2007.

[37] Balata, G., H. M. El Nahas, and S. Radwan., Propolis organogel as a novel topical delivery system for treating wounds. Drug Delivery 21 (1): 55-61, 2014.

[38] Muscat, M., Use of Propolis chemical and Asian tiger mosquito bites - case report and review. Malta Medical Journal 25 (1): 58-61, 2013.

[39] Kakino, M., H. Izuta, K. Tsuruma, Y. Araki, M. Shimazawa, K. Ichihara, and H. Hara., Laxative effects and mechanism of action of Brazilian green propolis. BMC Complementary and Alternative Medicine 12: 192, 2012.

[40] Ciaceri, G., and G. Attaguile., Influenza della luteolina, ded'apigenina e dell'acace-sull'ulcera gastrica sperimentale. Minerva Med. 63 (29): 1665-1668, 1972.

[41] Skiba, M., E. Szliszka, M. Kunicka, and W. Krol., Effect of ethanol extract of propolis (EEP) on interleukin 8 release by human gastric adenocarcinoma cells (AGS) infected with *Helicobacter pylori.* Central-European Journal of Immunology 36 (2): 65-69, 2011.

[42] Boyanova, L., S. Derejian, R. Koumanova, N. Katsarov, G.Gergova, I. Mitov, and Z. Krastev. Inhibition of helicobacter pylori growth *in vitro* by Bulgarian propolis: preliminary report. Journal of Medical Microbiology 52 (5): 417-419, 2003.

[43] Speciale, A., R. Costanzo, S. Puglisi, R. Musumeci, M. R. Catania, F. Caccamo, and L. Iauk., Antibacterial activity of propolis and its active principles alone and in combination with macrolides, beta-lactams and fluoroquinolones against microorganisms responsible for respiratory infections. Journal of Chemotherapy (Florence, Italy). 18 (2): 164-171, 2006.

[44] Crişan, B., C. N. Zaharia, F. Popovici, V. Jucu, O. Belu, C.Dascălu, A. Mutiu, and A. Petrescu., Natural propolis extract NIVCRISOL in the treatment of acute and chronic rhinopharyngitis in children. Romanian Journal of Virology 46 (3-4): 115-133, 1995.

[45] Cohen, H. A., I. Varsano, E. Kahan, M. Sarrell, and Y. Uziel., Effectiveness of an herbal preparation containing echinacea, propolis, and vitamin C in Preventing Respiratory Tract Infections in Children. Arch Pediatr Adolesc Med. 158: 217-221, 2004.

[46] Lavigne, J. P., X. Vitrac,L. Bernard, F. Bruyère, and A. Sotto., Propolis can potentialise the anti-adhesion activity of proanthocyanidins on uropathogenic Escherichia coli in the prevention of recurrent urinary tract infections. BMC Research Notes 4 (1): 522, 2011.

[47] Imhof, M., M. Lipovac, Ch. Kurz, J. Barta, H. C. Verhoeven, and J. C.Huber., Propolis solution for the treatment of chronic vaginitis. Int. J. Gynaecol Obstet. May 89 (2): 127-32, 2005.

[48] Black, R. J., Vulval eczema associated with propolis sensitization from topical therapies treated successfully with pimecrolimus cream. Clin Exp Dermatol. 30 (1): 91-92, 2005.

[49] Borrelli, F., P. Maffia, and L. Pinto., Phytochemical compounds involved in the anti inflammatory effect of propolis extract. Fitoterapia 73 (1): 53-63, 2002.

[50] Barak, V., S. Birkenfeld, and T. Halperin., The effect of herbal remedies on the production of human inflammatory and anti-inflammatory cytokines. Isr Med Assoc. J. 4 (11 Suppl): 919-922, 2002

[51] Fuliang, H. U., H. R. Hepburn, H. Xuan, M. Chen, S. Daya, and S. E. Radloff., Effects of propolis on blood glucose, blood lipid and free radicals in rats withdiabetes mellitus. Pharmacol Res. 51 (2): 147-52, 2005.

COMPARATIVE HISTOLOGICAL CHARACTERISTICS OF LIVER OF THE YAKS AND COWS

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ГИСТОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПЕЧЕНИ У КОРОВ (*BOS TAURUS*) И ЯКОВ (*BOS GRUNNIENS*)

N.T. Omurzakova[1a], G.T. Kurmanbekova[2b], E.K. Tabildieva[2b], N.S. Aldayarov[1a]
[a,b]Department of Biology, Faculty of Science
Kyrgyz-Turkish Manas University, Bishkek, Kyrgyzstan
nurjamalomurzakova@gmail.com, kirgiz.nurbek@gmail.com

Abstract

In this study, hepatic microstructural similarities and differences in the location of the central vein, form of the hepatic lobules and hepatocytes, sinusoids, connective tissue partition between the portal triad, glycogen localization in hepatocytes of various areas of the organ lobes and occurrence of labrocytes in the interlobular loose connective tissue of the liver in cows (Bos taurus) and yaks (Bos grunniens) have been identified using general (hematoxylin and eosin), special (Masson's trichrome stain, Van Gieson's stain) histological and histochemical (toluidine blue, McManus' method) methods of microcopy. For the study, a liver was taken from six head of cows (Bos taurus) and yaks (Bos grunniens) aged 2.5-3 years. According to the results of a microscopic analysis, it was found that the liver lobules in both animals are approximately hexagonal in shape, but in the yaks (Bos grunniens) they are more elongated. Hepatocytes of the cows' (Bos taurus) liver are larger and sinusoids in lobules are clearly expressed. The accumulation of glycogen was observed in the peripheral zone of the hepatic lobule in cows (Bos taurus) in a significant amount, and in the yaks (Bos grunniens) it was spread evenly. In other respects, the microstructure of the liver in cows (Bos taurus) and yaks (Bos grunniens) has a similar pattern.

Key words: Liver, Comparative histology, Liver cells, Yaks and cows

Абстракт

В данной работе с помощью общих (гематоксилин и эозин), специальных (трехцветная окраска Массона, метод ван Гизона) гистологических и гистохимических (толуидиновый синий, метод Мак-Мануса) методов микроскопирования были выявлены микроструктурные сходства и различия печени у коров (*Bos taurus*) и яков (*Bos grunniens*) по расположению центральной вены, форме печеночных долек и гепатоцитов, синусоидам, соединительнотканной перегородке между портальной триадой, локализации гликогена в гепатоцитах различных зон долек органа и заселению лаброцитов междольковой рыхлой соединительной ткани. Для исследования была взята печень от шести голов коров (*Bos taurus*) и яков (*Bos grunniens*) в возрасте 2,5-3 лет. По результатам микроскопического анализа выявлено, что печеночные дольки у обеих животных приблизительно шестигранной формы, но у яков (*Bos grunniens*) они более удлиненные. Гепатоциты печени у коров (*Bos taurus*) более крупные и синусоиды в дольках выражены четко. Скопление гликогена в значительном количестве наблюдалась в периферической зоне печеночной дольки у коров (*Bos taurus*), а у яков (*Bos grunniens*) она распределена повсеместно. В остальном микроструктура печени у коров (*Bos taurus*) и яков (*Bos grunniens*) имеют схожую картину.

Ключевые слова: печень, сравнительная гистология, клетки печени, яки и коровы

1. Введение

Печень (*liver, hepar*) является самой большой железой у позвоночных животных [5] и отвечает за широкий круг жизненно важных функций, включая, детоксикацию и очистку крови, синтез белков плазмы крови, скапливание веществ (аминокислот, желчную кислоту, холестерол, протеинов, углеводов, жиров и витаминов) и продуцирование желчи, анаболизм углеводов, жиров, белков, и катаболизм гликогена и азота [4-5].

Масса печени варьирует у разных видов животных. Так, у плотоядных печень составляет от 3-4%, у всеядных около 2% и у травоядных животных от 1-1,5 % - от общей массы тела животного [5].

В здоровой печени, по крайней мере, можно обнаружить 15 различных типов клеток [1,6-9]. Основу паренхимы органа образуют гепатоциты, они составляют 60% от числа клеток и 80% от объема печени [9]. Обычно, около 15% гепатоцита составляют гладкая и гранулярная эндоплазматические сети, кроме этого встречаются более 30 лизосом и 500 пероксисом [1,6,10], 1000 митохондрий и многочисленные свободные рибосомы, аппараты Гольджи и элементы цитоскелета, в цитоплазме также содержатся жир и гликоген разного количества. Остальные непаренхимные клетки печени составляют 3-20%.

У млекопитающих животных в пренатальном периоде развития печень является первичным кроветворным органом [2], а в постнатальном развитии выполняет важные иммунологические функции и содержит существенную популяцию активных иммунных клеток, включая Т- и В-лимфоцитов, клеток Купфера, естественные киллеры печени (клетки Пита), естественных киллеров с выраженными Т-клеточными рецепторами, печёночные звездчатые (клетки Ито) и дендритные клетки [12].

Структуры печеночных долек человека и домашних животных (коров, овец и коз) не различаются. Гепатоциты человека имеют гексагональную форму и большего размера, чем у животных, а у коров, овец и коз гепатоциты полигональной формы. В остальном они имеют схожую структуру [11]. Данное исследование посвящено изучению сравнительной гистологии печени коров (*Bos taurus*) и яков (*Bos grunniens*).

2. Материал и методы

Для исследования было взято шесть голов коров (*Bos taurus*) и яков (*Bos grunniens*) в возрасте 2,5-3 лет. Средняя масса тела у коров была равна 299 кг, а у яков 267 кг. Все животные были клинически здоровыми. Полученные тканевые пробы для микроскопических исследований были зафиксированы в 10%ном водном растворе нейтрального формалина. Обработка тканевых проб выполнена по общепринятой схеме. Серийные парафиновые срезы, толщиной 4-6 мкм, получены на автоматическом микротоме. Для общего обзора гистологические срезы окрашивали гематоксилином и эозином, коллагеновые волокна и гладкомышечную ткань выявляли трехцветной окраской Массона, эластические волокна - методом ван Гизона, лаброциты (тучные клетки) - толуидиновым синим, гликоген - методом Мак-Мануса.

3. Результаты

В данной работе были выявлены микроскопические сходства и различия печени у коров (*Bos taurus*) и яков (*Bos grunniens*) по определенным морфологическим параметрам, таких как - расположение центральной вены, формы печеночных долек и гепатоцитов, синусоиды, соединительнотканная перегородка между портальной триадой, локализация гликогена в гепатоцитах различных зон долек органа и заселение лаброцитов в междольковой рыхлой соединительной ткани.

3.1. Микроскопическое наблюдение печени у коров (Bos Taurus)

Печеночные дольки имели неправильно шестигранные формы, отдельные округлые, а другие более удлиненные (микрорисунок АБ). Размеры долек также различны. Более крупные дольки имели четко выраженные портальные триады и они окружены сравнительно значительным количеством рыхлой соедительной ткани с выраженными коллагеновыми волокнами (микрорисунок Б). Мелкие септальные вены и артерии расположены в различных участках дольки как бы окружая ее. В соединительной ткани портальной триады эластические волокна не выявлены, они образуют капсулу органа (микрорисунок Д) и стенки кровеносных сосудов. Центральные вены долек также разного колибра и они в основном расположены ближе к портальной триаде. Синусоиды более выражены в первой и второй зонах печеночной дольки, а в третьей зоне печеночная балка гепатоцитов более плотно прилагаясь друг к другу сужает просвет синусоид (микрорисунок АБВ), такое расположение периферической печеночной балки дает более интенсивную окраску и более или менее просматривается границы долек печени. Пограничные печеночные балки распологаются паралельно к другой дольке отделяясь друг от друга. Гепатоциты полигональной формы и их размеры также незначительно варирует (микрорисунок В). Ядра гепатоцитов имеют центральное расположение с одним или двумя и более ядрышками. Отмечаются отдельные двухядерные гепатоциты. В первой и второй зонах четко просматривается эндотелиальные клетки и одиночно локализованные удилиненные клетки с плотнозернистыми частицами - мононуклеарные клетки Купфера (микрорисунок В). Лаброциты или тучные клетки выявлены в периартериальных зонах крупных сосудов и в рыхлой соединительной ткани вокруг крупных желчных протоков. Наблюдается одиночные лимфоциты. Все гепатоциты дольки дают положительную реакцую на гликоген, но клетки третьей или периферической зоны дали более интенсивную окраску (микрорисунок Д).

3.2. Микроскопическое наблюдение печени у яков (Bos grunniens)

Печеночные дольки имели неправильно шестигранные формы и они в основном удлиненные (микрорисунок А*Б*). Размеры долек также различны. Более крупные дольки имели четко выраженные портальные триады и они окружены сравнительно значительным количеством рыхлой соедительной тканью с выраженными коллагеновыми волокнами (микрорисунок Б*). Мелкие септальные вены и артерии расположены в различных участках дольки как бы окружая ее. В соединительной ткани портальной триады эластические волокна не выявлены, они образуют капсулу органа (микрорисунок Д*) и стенки кровеносных сосудов. Центральные вены долек также разного колибра и они в основном расположены ближе к септальным сосудам, чем к портальной триаде. Синусоиды просматриваются, но они сравнительно узкие и во всех зонах дольки они одинаковых размеров (микрорисунок А*Б*В*). Пограничные печеночные балки распологаются параллельно к другой дольке отделяясь друг от друга. Гепатоциты полигональной формы и их размеры также незначительно варьирует (микрорисунок В*). Ядра гепатоцитов имеет центральное расположение с одним или двумя и более ядрышками. Отмечаются отдельные двухядерные гепатоциты. В первой и второй зонах четко просматриваются эндотелиальные клетки и одиночно локализованные удлиненные клетки с плотнозернистыми частицами – мононуклеарные клетки Купфера (микрорисунок В*). Лаброциты или тучные клетки выявлены в периартериальных зонах крупных сосудов и в рыхлой соединительной ткани вокруг крупных желчных протоков. Наблюдаются одиночные лимфоциты. Все гепатоциты дольки дают положительную реакцую на гликоген. Более или менее интенсивно окрашенные гепатоциты распределены равномерно во всех зонах дольки (микрорисунок Д*).

4. Обсуждение

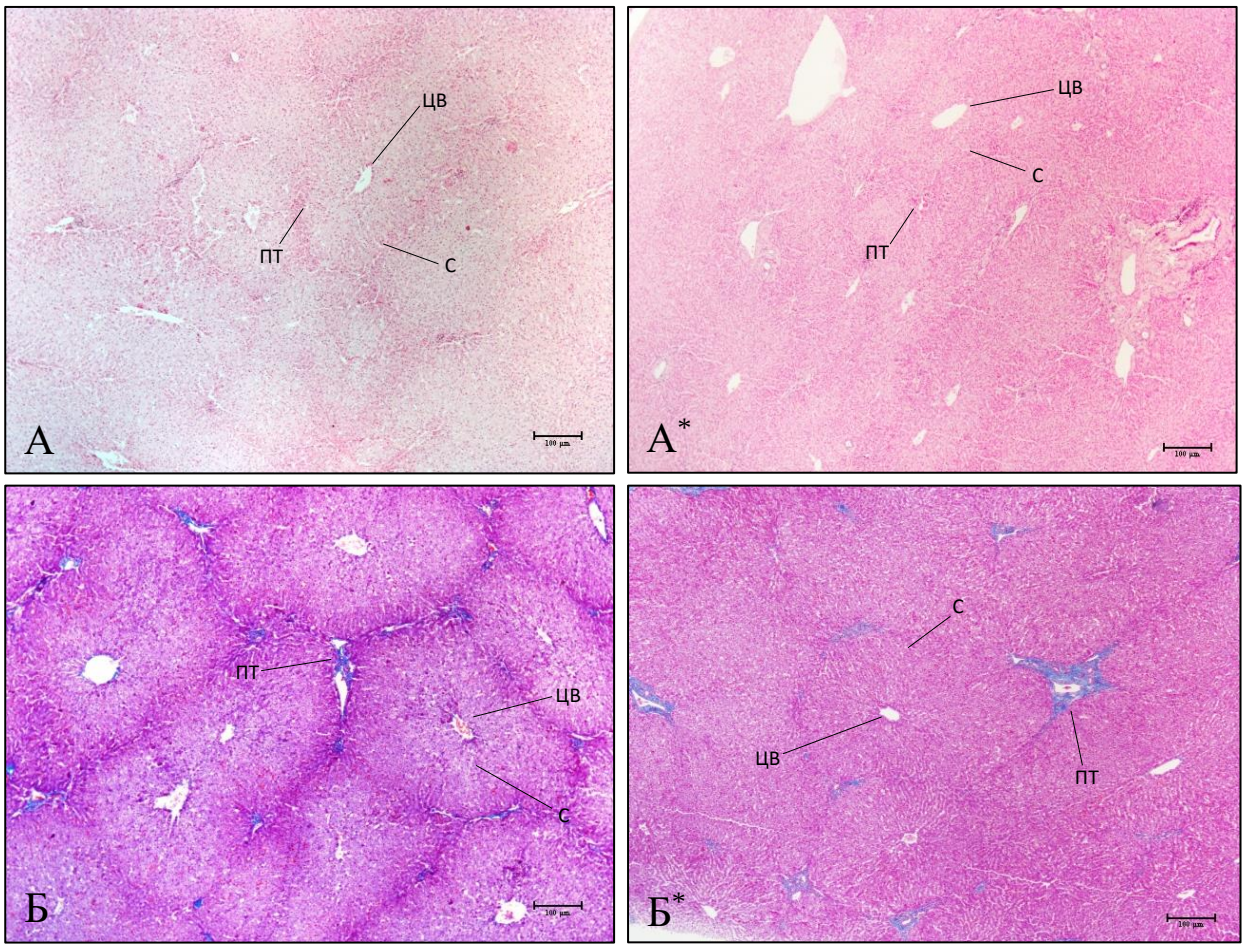
Как известно, печень имеет мультидольчатое строение и его основную массу составляют гепатоциты. Функциональной единицей печени являются дольки и они обычно имеют шестигранные формы [11,13]. У коров (*Bos taurus*) и яков (*Bos grunniens*) дольки печени также приблизительно шестигранной формы, но у коров (*Bos taurus*) имеются отдельные округлые и более удлиненные, а у яков (*Bos grunniens*) только удлиненные. Их размеры различны у обоих животных. Центральная вена

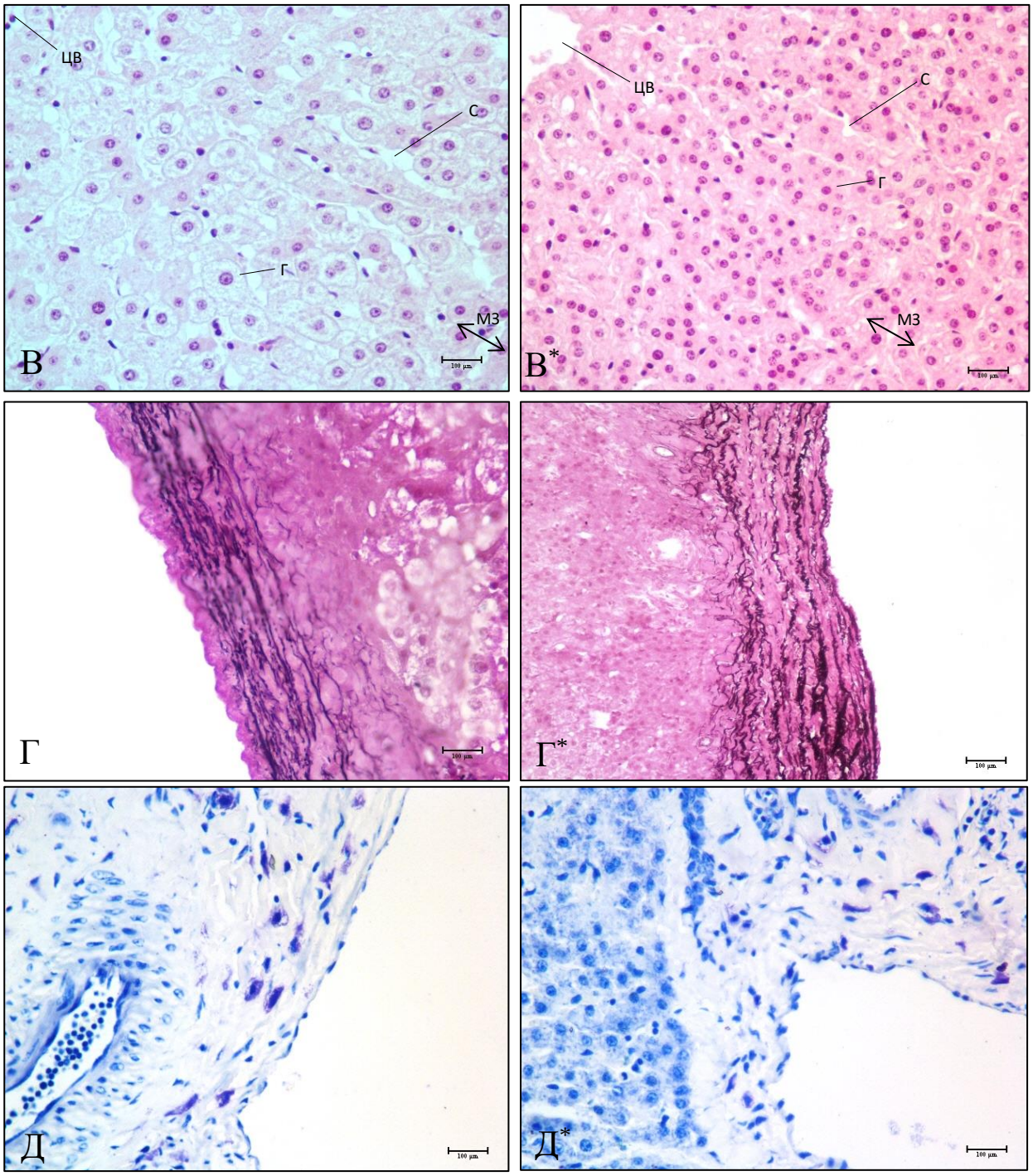
дольки печени у коров (*Bos taurus*) расположена ближе к портальной триаде [11], что и подтверждается с нашими данными, а у яков (*Bos grunniens*) ближе к мелким септальным сосудам. Гепатоциты локализованы непосредственной близости к синусоидным капиллярам, и они у млекопитающих имеют более узкие пространства [3]. Синусоидные капилляры у коров (*Bos taurus*) более шире в первой и второй зонах дольки, чем в третьей, а у яков синусоиды имеют одинаковые, по размеру, пространство во всех зонах печеночной дольки. Гепатоциты полигональной формы у обоих животных, но у коров (*Bos taurus*) сравнительно большего размера и количество клеток Купфера преобладают. Все гепатоциты долек дают положительную реакцую на гликоген, но особенно клетки третьей зоны дали более интенсивную окраску у коров (*Bos taurus*). А у яков (*Bos grunniens*) более или менее гликоген положительные клетки расположены во всех зонах долек печени равномерно.

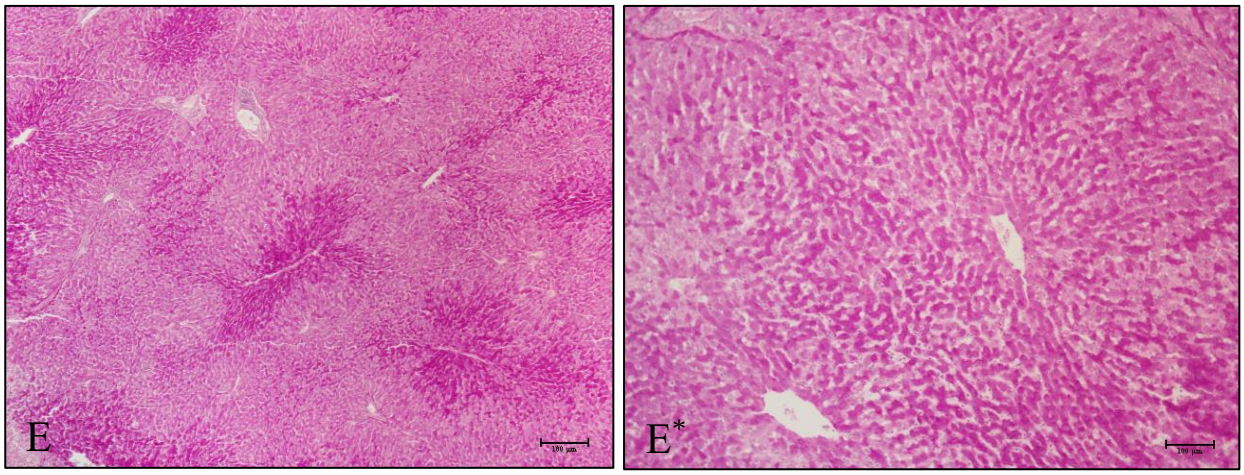
5. Заключение

Печеночные дольки у обоих животных приблизительно шестигранной формы, но у яков (*Bos grunniens*) они более удлиненные. Гепатоциты печени у коров (*Bos taurus*) более крупнее и синусоиды в дольках выражены четко. Скопление гликогена в значительном количестве выявлена в периферической зоне печеночной дольки у коров (*Bos taurus*), а у яков (*Bos grunniens*) она распределена повсеместно. В остальном микроструктура печени у коров (*Bos taurus*) и яков (*Bos grunniens*) имеют схожую картина.

Авторы выражают благодарность ректору Кыргызско-Турецкого университета «Манас» проф. Себахаттин Балжы, декану факультета Естественных наук проф. Али Осман Солак и комиссию НИП за финансовую поддержку научного проекта FEB-04.




ЦВ
С
Г
МЗ
В
ЦВ
С
Г
МЗ
В*
Г
Г*
Д
Д*



Микрорисунок. Парафиновые срезы печени у коровы (*Bos taurus*) (**А,Б,В,Г,Д,Е**) и яка (*Bos grunniens*) (**А*,Б*, В*,Г*,Д*,Е***). **АА*** - общая картина паренхимы печени. Печеночные дольки разной, приблизительно шестигранной формы и размеров. Окраска гематоксилином и эозином, х25; **ББ*** - коллагеновые волокна в стенках сосудов портальной триады печени и незначительное количество волокон вокруг триады (Б*). Трехцветная окраска по Массону, х25; **ВВ*** - гепатоциты полигональной формы, имеют различие по размерам и по выраженности синусоидов доли печени. Окраска гематоксилином и эозином, х250; **ГГ*** - эластические волокна выявлены только в капсуле (Г) и стенках сосудов (Г*) печени. Окраска по Харту, х250; **ДД*** - одиночные лаброциты и их небольшая группа заселены в рыхлой соединительной ткани около сосудов и крупных желчных протоков. Окраска толуидиновым синим, х250; **ЕЕ*** - гликоген позитивные гепатоциты и их количественное различие в разных зонах печеночной дольки. Окраска по Мак-Манусу. х25(Е) и х62,5.

ЦВ – центральная вена, **ПТ** – портальная триада, **С** – синусоиды, **Г** – гепатоцит, **МЗ** – междольковая зона.

Список использованной литературы

[1] Bloom, W., Fawcett, D. W., Liver and gall bladder. In A textbook of histology. B. Saunders, pp. 688-718. W. Philadelphia, (1975).
[2] Enzan, H., Takahashi, H., Kawakami, M., Yamashita, S., Ohkita, T. and Yamamoto, M., “Light and electron microscopic observations of hepatic hematopoiesis of human fetuses II”, Megakaryocytopoiesis. Acta Pathol Jpn, 30(6): 937-54, (1980).
[3] Elias, H. and Bengelsdorf, H., “The structure of the liver of vertebrates”, Acta Anat, 14(4): 297-337, (1952).
[4] Guyton, CA. and Hall JH., Tratado de Fisiologia Médica. Elsevier, Rio de Janeiro, (2006).
[5] Hildebrand, M., Goslow, G., Anâlise da Estrutura dos Vertebrados. 2ªed. , Atheneu, São Paulo, (2006).
[6] Jones, L., Spring-Mills, E., The liver and gallbladder. In Histology Elsevier Biomedical, pp. 707-735. New York, (1983).
[7] Kmiec, Z. Cooperation of liver cells in health and disease. Adv. Anat. Embryol. Cell Biol. 161, III–XIII, 1-151, (2001).
[8] Malik, R., Selden, C., and Hodgson, H. “The role of non-parenchymal cells in liver growth”, Semin Cell Dev Biol . , 13: 425-31. 2002.
[9] Malarkey, D.E., Johnson, K. “New insights into functional aspects of liver morphology”, Toxicol. Pathol., 33: 31-37, (2005).
[10] MacSween, R. N., Desmet, M., Roskams V. J., and Scothorne, R. J., Developmental anatomy and normal structure. In Pathology of the Liver. Churchill Livingstone, New York. (2002).
[11] Madhan, KE., Raju, S., “Comparative Histology of Human and Cow, Goat and Sheep Liver”. Journal of Surgical Academia 4(1): 10-13, 2014.
[12] Parker P., “Liver immunology”, Toxicologic Pathology, 33: 52-62, (2015).
[13] Robert H Dunlop. Textbook of Veterinary Pathophysiology.5th ed. Lowa, USA: Blackwell Publishing, 371-8. (2004).

COMPARATIVE MICROMORPHOLOGY OF PANCREAS OF THE COWS (*BOS TAURUS*) AND YAKS (*BOS GRUNNIENS*)

СРАВНИТЕЛЬНАЯ МИКРОМОРФОЛОГИЯ ПОДЖЕЛУДОЧНОЙ ЖЕЛЕЗЫ У КОРОВ (*BOS TAURUS*) И ЯКОВ (*BOS GRUNNIENS*)

E.K. Tabyldieva[1a], G.T. Kurmanbekova[2b], N.T. Omurzakova[2b], N.S. Aldayarov[1a]
[a,b]Department of Biology, Faculty of Science
Kyrgyz-Turkish Manas University, Bishkek, Kyrgyzstan
tabyldieva.elmira1986@gmail.com, kirgiz.nurbek@gmail.com

Abstract

In this study, the microstructural similarities and differences in the pancreas in cows (*Bos taurus*) and yaks (*Bos Grunniens*) were revealed byusing general (hematoxylin and eosin), special (Masson's trichrome stain, Van Gieson's stain and Foot method) histological and histochemical (toluidine blue, McManus' method) methods. The material of the study was pancreas from six heads of cows (*Bos Taurus*) and yaks *(Bos Grunniens*) aged 2.5-3. According to the results of microscopic analysis, it was found that acinar cells are larger, interacinar spaces are wider, and adipose tissue predominates in cows (*Bos taurus*).The shape and ordering of endocrinocytes in islets are more expressed in cows (*Bos taurus*), and in yaks (*Bos grunniens*) islets are formed from separate structures in irregular shape and there are more or less expressed narrow spaces between them. In other respects, the microstructure of the pancreas in cows (*Bos taurus*) and yaks (*Bos grunniens*) has a similar pattern.

Key words: Pancreas, Comparative micromorphology, Endo- and exocrine cells, Yaks and cows

Абстракт

В данной работе с помощью общей (гематоксилин и эозин), специальных (трехцветная окраска Массона, метод ван Гизона и Футa) гистологических и гистохимических (толуидиновый синий, метод Мак-Мануса) методов исследования были выявлены микроструктурные сходства и различия поджелудочной железы у коров (*Bos taurus*) и яков (*Bos grunniens*). Материалом исследования послужила поджелудочная железа от шести голов коров (*Bos taurus*) и яков (*Bos grunniens*) в возрасте 2,5-3 года. По результатам микроскопического анализа выявлено, что у коров (*Bos taurus*) ацинарные клетки больше, межацинарные пространства шире, а жировая ткань преобладает. Форма и упорядоченность эндокриноцитов в островках более выражена у коров (*Bos taurus*), а у яков (*Bos grunniens*) островки образованы из отдельных структур неправильной формы и между ними более или менее выражены узкие пространства. В остальном микроструктура поджелудочной железы у коров (*Bos taurus*) и яков (*Bos grunniens*) имели схожую картину.

Ключевые слова: поджелудочная железа, сравнительная микроморфология, эндо- и экзокринные клетки, яки и коровы

1. Введение

Поджелудочная железа (*pancreas*) является одной из важных желез организма с двойной функцией. Орган образован из трубчато-ацинарных или трубчато-альвеолярных желез, и у животных он покрыт капсулой [21], а у человека окутан тонкой прослойкой соединительной ткани [3]. Экзокринная часть органа – ацинусы, образованы из панкреатоцитов, продуцирующих экзокринный секрет, в состав которого входят многочисленные ферменты: трипсин, химотрипсин, липаза, ДНК-аза, РНК-аза, фосфолипаза А, амилаза, карбоксипептидаза А и В, эластаза [2]. Эндокринная часть органа – островки Лангерганса, являются высоковаскуляризованными микроорганами [4,14] и состоят из

нескольких типов эндокринных клеток, функция которых поддержание гомеостаза глюкозы. Основной гормон-продуцирующей клеткой эндокринной части является β-клетка (инсулин), кроме того встречаются α-клетки (глюкагон) [19,10], δ- клетки (соматостатин) [23,19], PP-клетки (панкреатический полипептид) [9,15] и ε-клетки (грелин) [5,13].

Первичные эндокринные клетки поджелудочной железы у коров обнаруживаются в пренатальном онтогенезе, в период перехода эмбрионального развития на плодный этап [16].

Макро- и микроморфологические особенности поджелудочной железы описаны у коров и других жвачных [11,8], лошадей [18,20], верблюдов [22,17], овец и коз [11] и ослов [17,6].

Donald J. и другие (2010) обобщая данные исследователей по структуре и клеточному составу панкреатического островка органа, дали детальную характеристику у грызунов, человека, приматов, кошек, собак, тюленей, летучих мышей, лошадей, коров, овец, коз, верблюдов, кроликов, свиней, полосатых гиен, буйволов, китов, африканских слонов, птиц, амфибий и т.д [7]. Несмотря на множественные разносторонние исследования, поджелудочная железа остается менее понятным органом в организме как и головной мозг млекопитающих [12]. Данное исследование посвящено изучению сравнительной гистологии поджелудочной железы коров (*Bos taurus*) и яков (*Bos grunniens*).

2. Материал и методы

Материалом исследования послужила поджелудочная железа от шести голов коров (*Bos taurus*) и яков (*Bos grunniens*) в возрасте 2,5-3 года. Средняя масса тела у коров равна 299 кг, а у яков 267 кг. Все животные были клинически здоровыми. Полученные тканевые пробы для микроскопических исследований были зафиксированы в 10%ном водном растворе нейтрального формалина и залиты в парафин. Обработка тканевых проб выполнена по общепринятой схеме. Серийные парафиновые срезы, толщиной 4-6 мкм, получены на автоматическом микротоме. Для общего обзора гистологические срезы окрашивали гематоксилином и эозином, коллагеновые волокна и гладкомышечную ткань выявляли трехцветной окраской Массона, эластические волокна - методом ван Гизона, ретикулярные клетки и волокна по Футу, лаброциты (тучные клетки) - толуидиновым синим, гликоген - методом Мак-Мануса.

3. Результаты

В данной работе были выявлены микроскопические сходства и различия поджелудочной железы у коров (*Bos taurus*) и яков (*Bos grunniens*) по определенным морфологическим параметрам, таким как форма и степень выраженности – доли, долек, ацинусов, эндокринных островков, панкреатоцитов, эндокриноцитов, волокон соединительнотканной стромы органа, гликогена в клетках, а также участки заселения лаброцитов.

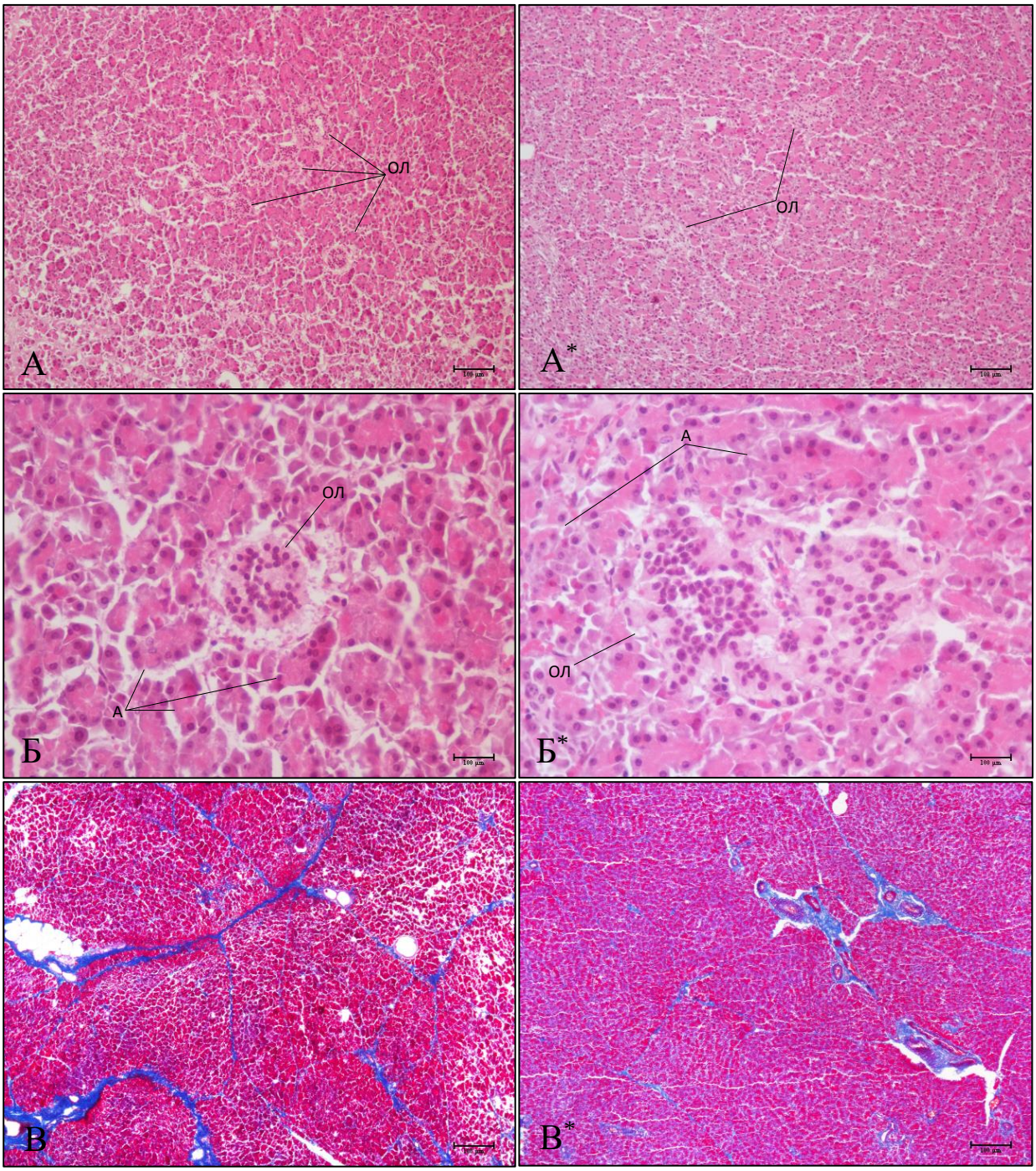
3.1. Микроскопическое наблюдение поджелудочной железы у коров (Bos taurus)

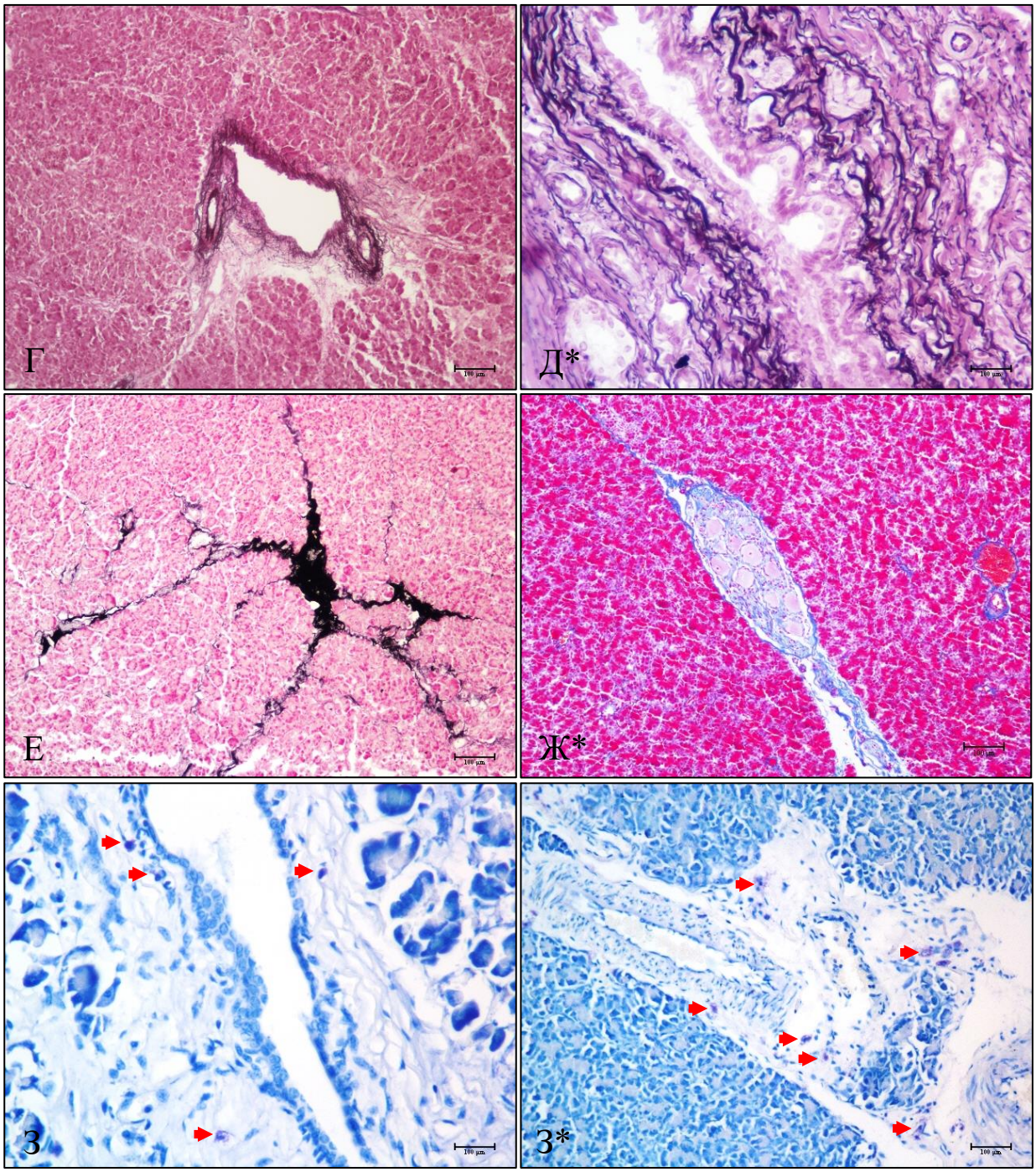
Паренхима поджелудочной железы в основном представлена трубчато-ацинарными структурами округло-овальной или вытянутой формы и разной величины (микрорисунок АБ). Более выражена ацинарная часть экзокринной железы, и границы между ними разделены пространствами. Количество панкреатоцитов, степень их выраженности, формы и размеры клеток в нем различны. Панкреатоциты пирамидообразной или овально-удлиненной или неправильно призматической формы. Ядра клеток в основном расположены на базальной части клетки, и они сферические. В периферии ядра имеются один, два или более ядрышек. Встречаются единичные двухядерные клетки. Границы панкреатоцитов у отдельных клеток просматриваются четко, а у других нет (микрорисунок Б). Апикальные полюса гландулоцитов интенсивно окрашен и как бы сливаются с другими клетками и полостью ацинуса. Полости желез в основном интенсивно окрашены эозином, только в отдельных

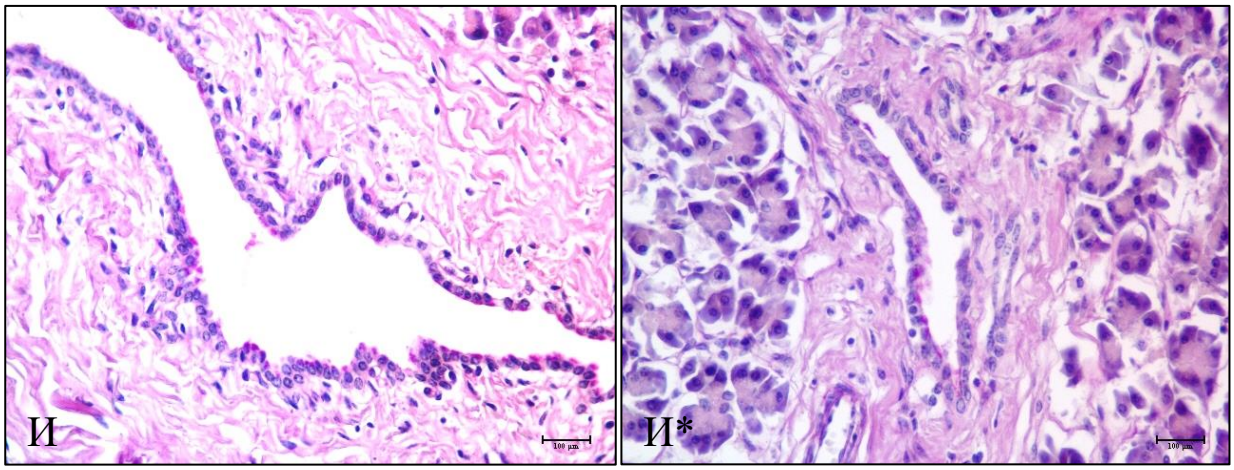
случаях они имеют скудную окраску. Островки Лангерганса в виде массивной локализации эндокриноцитов сосредоточены в разных участках доли среди ацинусов. Они также разной формы и величины (микрорисунок АБ). Отмечаются округлые или удлиненно-овальные островки. Эндокриноциты в нем выражены четко, имеют округло-овальные ядра с одним или двумя ядрышками. Цитоплазмы клеток окрашены бледно. Клетки одинаковой формы и структуры расположены окружая островок, а внутренняя часть железы имеет еще нескольких типов клеток отличающиеся по форме, величине, в количественном отношении и по интенсивности окраски (микрорисунок Б). Дольки органа разделены смесью коллагеновых, ретикулярных и незначительным количеством эластических волокон (микрорисунок ВГЕ). Мелкие ретикулярные волокна окружают каждый ацинус, образуя нежную сеть (микрорисунок Е). Отмечаются большое количество сосудов и отдельная масса жировой ткани (микрорисунок В). Четко просматриваются нервные ганглии (микрорисунок Ж). Одиночные или мелкие группы лаброцитов выявлены в рыхлой соединительной ткани вокруг крупных сосудов и протоков желез (микрорисунок З). Апикальные части эпителиальных клеток протоков дали положительные реакции на гликоген (микрорисунок И). Орган снаружи покрыт плотной соединительнотканной капсулой состоящей в основном из коллагеновых, незначительного количества эластических волокон и тонкого слоя гладкомышечных клеток. Соединительнотканная строма отходя от капсулы делит орган на доли и дольки.

3.2. Микроскопическое наблюдение поджелудочной железы у яков (Bos grunniens)

Паренхима поджелудочной железы в основном представлена трубчато-ацинарными структурами округло-овальной или вытянутой формы и разной величины (микрорисунок А*Б*). Более выражена ацинарная часть экзокринной железы и границы между ними разделены сравнительно узкими пространствами. Количество панкреатоцитов, степень их выраженности, формы и размеры клеток в ней различны. Панкреатоциты пирамидообразной, или овально-удлиненной, или неправильно призматической формы. Ядра клеток в основном расположены на базальной части клетки и имеют сферические формы. В периферии ядра содержится два и более ядрышек. Границы панкреатоцитов у отдельных клеток просматриваются четко, а у других нет (микрорисунок Б*). Апикальный полюс гландулоцитов интенсивно окрашен, как бы сливаются с другими клетками и полостью ацинуса. Полость железы в основном интенсивно окрашен эозином, только в отдельных случаях они имеют менее интенсивную окраску. Островки Лангерганса сосредоточены в разных участках доли среди ацинусов. Имеют разные формы и величины (микрорисунок А*Б*). Отмечаются в основном удлиненно-овальные островки. Островок образован из отдельных, неправильной формы, структур, и между ними более или менее выражены узкие пространства. Эндокриноциты в нем выражены четко, имеют округло-овальные ядра с несколькими ядрышками. Цитоплазмы клеток окрашены бледно. Клетки островка имеют нескольких типов, отличающихся по форме, величине, в количественном отношении и по интенсивности окраски (микрорисунок Б*). Дольки органа разделены смесью коллагеновых, ретикулярных и незначительным количеством эластических волокон (микрорисунок В*). Мелкие ретикулярные волокна окружают каждый ацинус образуя нежную сеть. Отмечается большое количество сосудов и местами незначительная диффузная инфильтрация жировой ткани. Четко просматриваются нервные ганглии и волокна. Одиночные или мелкие группы лаброцитов выявлены в рыхлой соединительной ткани вокруг крупных сосудов или протоков (микрорисунок З*). Апикальные части эпителиальных клеток протоков дали положительные реакции на гликоген (микрорисунок И*). Орган снаружи покрыт плотной соединительнотканной капсулой состоящей в основном из коллагеновых, незначительного количества эластических волокон и тонкого слоя гладкомышечных клеток. Соединительнотканная строма отходя от капсулы делит орган на доли и дольки.


ОЛ
А
ОЛ
А*
ОЛ
А
Б
А
ОЛ
Б*
В
В*


Г
Д*
Е
Ж*
З
З*



Микрорисунок. Парафиновые срезы поджелудочной железы у коровы (*Bos taurus*) (**А,Б,В,Г,Е,З,И**) и яка (*Bos grunniens*) (**А*,Б*,В*,Д*,Ж*,З*,И***). **АА*** - общая картина дольки поджелудочной железы. Островки Лангерганса локализованы среди ацинусов органа. Окраска гематоксилином и эозином, х25; **ББ*** - эндо- и экзокринные структуры органа. Окраска гематоксилином и эозином, х250; **ВВ*** - коллагеновые волокна делят орган на доли и дольки. Трехцветная окраска по Массону, х25; **ГД*** – эластические волокна выявлены в стенках сосудов и около протоков органа. Окраска по Харту, х62,5(Г), х250 (Д); **Е** – ретикулярная сеть паренхимы органа. Окраска по Футу. х62,5; **Ж*** - нервный ганглий окруженный соединительной тканью. Трехцветная окраска по Массону, х125; **ЗЗ*** - лаброциты вокруг крупных протоков и сосудов (указаны стрелкой). Окраска толуидиновым синим, х250; **ИИ*** - гликоген позитивные эпителиоциты протока. Окраска по Мак-Манусу. х250.

ОЛ – островки Лангерганса, **А** – ацинусы.

4. Обсуждение

Как известно, поджелудочная железа имеет дольчатое строение и ее основную массу составляют экзокринные железы окруженные нежной сетью ретикулярных волокон, а эндокринные железы образуют ее незначительную массу и локализуются среди ацинусов. У жвачных животных экзокринные железы органа трубчато-ацинарного типа [21,17]. Панкреатоциты желез пирамидообразной формы и в одном ацинусе их количество варьирует. Экзокринные клетки ацинусов и межацинарные пространство сравнительно больше у коров (*Bos taurus*), чем у яков (*Bos grunniens*). По интенсивности окраски и структурным различием можно определить функциональное состояние ацинарных желез в целом, и отдельных панкреатоцитов [17,1]. Эндокринные островки бывают разной формы, величины и образованы различными типами гландулоцитов, сравнительно отличающихся по структуре и функции [17,7,16]. У коров (*Bos taurus*) эндокринные железы округлые или удлиненно-овальные, клетки в нем локализованы порядочно. У яков (*Bos grunniens*) отмечаются удлиненно-овальные островки, они образованы из отдельных структур неправильной формы и между ними более или менее выражены узкие пространства. Капсула органа, междолевые и междольковые перегородки образованы в основном из коллагеновых, ретикулярных и незначительным количеством эластических волокон. У коров (*Bos taurus*) очаговая и диффузная жировая ткань отмечается во многих участках органа, а у яков их незначительно. Кровоснабжения и иннервация органа у обеих животных почти одинаковы. Тучные клетки также встречаются в определенных зонах, сравнительно в одинаковом количестве. Присутствие гликогена в цитоплазме гландулоцитов обеих желез не удалось обнаружить, это свидетельствует о высокой функциональной активности органа [1]. В эпителиальной выстилке средних и крупных протоков, отдельные эпителиоциты дали положительные реакции на гликоген.

5. Заключение

Анализируя данные литературы и собственных исследований можно заключить, что у коров (*Bos taurus*) аницарные клетки больше, межацинарные пространства шире, а жировая ткань преобладает. Форма и упорядоченность эндокриноцитов в островках более выражена у коров (*Bos taurus*), а у яков (*Bos grunniens*) островки образованы из отдельных структур неправильной формы и между ними более или менее выражены узкие пространства. В остальном микроструктура поджелудочной железы у коров (*Bos taurus*) и яков (*Bos grunniens*) имеют схожую картину.

Авторы выражают благодарность ректору Кыргызско-Турецкого университета «Манас» проф. Себахаттин Балжы, декану факультета Естественных наук проф. Али Осман Солак и комиссию НИП за финансовую поддержку научного проекта FEB-04.

Список использованной литературы

[1] Рядинская Н.И., Сиразиев Р.З. Гистологическая и гистохимическая характеристика поджелудочной железы оленевых Алтая. Цитология, Т. 50, №8. С. 719-724, (2008).
[2] Соколов, Чумасов. Цитология, гистология и эмбриология, -М.: Колос, -с. 299, (2004).
[3] Bloom, W. and Fawcett, D. W. A textbook of histology. Eleventh Edition. W.B. Saunders. Company: Philadelphia and London, (1986).
[4] Bonner-Weir S. Morphological evidence for pancreatic polarity of beta-cell within islets of Langerhans. Diabetes; 37:616-21, (1988).
[5] Broglio F, Prodam F, Riganti F, Muccioli G, Ghigo E. Ghrelin: from somatotrope secretion to new perspectives in the regulation of peripheral metabolic functions. Front Horm Res; 35:102-14, (2006).
[6] Dhoolappa, M., Pawar Ashok, Ramakarishna, V and Gadre, K. M. Gross and histomorphology of pancreas in donkey. Indian Journal of Animal Science. 74(9): 926-929, (2004).
[7] Donald J. et al. Pancreatic islet plasticity: Interspecies comparison of islet architecture and composition. Islets 2:3, 135-145; May/June 2010; © Landes Bioscience, (2010).
[8] Dyce, K. M. and Wensing, C. J. G. Essentials of Bovine Anatomy. Academische Paperback. A. Oosthoek,s. Vitgevers Maatschappy. N. N: Utrecht, (1971).
[9] Floyd JC Jr. Pancreatic polypeptide. Clin Gastroenterol; 9:657-78, (1980).
[10] Gromada J, Franklin I, Wollheim CB. Alpha-cells of the endocrine pancreas: 35 years of research but the enigma remains. Endocr Rev; 28:84-116, (2007).
[11] Habel, R. E. Ruminant digestive system.In: Sisson and Grossman. Vol 1. The Anatomy of the Domestic Animals. (Getty edit). Fifth Edition. Saunders Company. Philadelphia, London, Toronto, (1975).
[12] Hennig R, Ding XZ, Adrian TE. On the role of the islets of Langerhans in pancreatic cancer. Histol Histopathol. 19(3):999-1011. doi: 10.14670/HH-19.999 (2004).
[13] Hill JT, Mastracci TL, Vinton C, Doyle ML, Anderson KR, Loomis ZL, et al. Ghrelin is dispensable for embryonic pancreatic islet development and differentiation. Regul Pept; 157:51-6, (2009).
[14] Lammert E, Cleaver O, Melton D. Role of endothelial cells in early pancreas and liver development. Mech Dev; 120:59-64, (2003).
[15] Lonovics J, Devitt P, Watson LC, Rayford PL, Thompson JC. Pancreatic polypeptide. A review. Arch Surg; 116:1256-64, (1981).
[16] Merkwitz C., Lochhead P., Böttger J.et al. Dual origin, development, and fate of bovine pancreatic islets. View issue TOC , Volume 222, Issue 3, Pages 358–371, March (2013).
[17] Mustafa Masaad A comparative morphological study on the pancreas of the dromedary (Camelus dromedarius) and the donkey (Equus asinus). A Thesis Submitted in partial fulfillment of the Requirement for the Degree of master of Veterinary Science (M. V. SC), (2002).
[18] Nickel et al, 1973; Nickel, R. Schummer, A. and Seiferle, E. The Viscera of the Domestic Mammals. Translation and Revision by W. O. Sack. Verlag Paul Parey: Berlin and Hamburg, (1973).
[19] Samols E, Bonner-Weir S, Weir GC. Intra-islet insulin-glucagon-somatostatin relationships. Clin Endocrinol Metab; 15:33-58, (1986).

[20] Sisson, S. (1975). Equine digestive system. Ch 18, pp 491. In Sisson and Grossman. Vol 1. The Anatomy of the Domestic Animals (Getty editor). Fifth Edition. Saunders Company. Philadelphia, London, Toronto. Sisson, (1975).
[21] Stinson, Al. W. and Calhoun, M. L. (1981). Digestive system. In: Textbook of Veterinary Histology. Dellmann and Brown (Eds) Second Edition. Lea and Febiger: Philadelphia. Stinson and Calhoun, (1981).
[22] Sultan, H.S. Some morphological studies on the pancreas of the camel (Camelus dromedarius). M. Sc. Thesis, University of Khartoum, (1999).
[23] Weir GC, Bonner-Weir S. Pancreatic somatostatin. Adv Exp Med Biol; 188:403-23, (1985).

İÇ ANADOLU VE ORTA KARADENİZ GEÇİŞ BÖLGESİNDE (AMASYA) BOZUK ORMAN VEJETASYONU ÜZERİNE BİR ARAŞTIRMA

Cengiz Yıldırım[1], Arzu Cansaran[2]
[1]Amasya Üniversitesi Eğitim Fakültesi Temel Eğitim Bölümü
[2]Amasya Üniversitesi Eğitim Fakültesi Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Bölümü
E-posta: cyildirim05@gmail.com

Özet

Ekolojik istekleri aynı veya birbirine yakın olan bitki türlerinin meydana getirdikleri topluluklara vejetasyon (bitki örtüsü),vejetasyonu araştıran bilime de "Vejetasyon Bilimi" veya "Bitki Sosyolojisi" denir. Vejetasyon bitki birliklerinden oluşmaktadır. Bir bitki birliğini oluşturan bitki türleri arasındaki bağ o kadar sıkıdır ki, bitki birliğinden bir türün eksilmesi o birliğin bozulmasına veya dağılmasına neden olur. Bozuk orman olarak ifade edilen vejetasyon tipi, ormanların tahribatı sonucu oluşan kısa boylu ağaç ve ağaççıklardan oluşur. İç Anadolu ile Orta Karadeniz geçiş bölgesinde yer alan Amasya ilinde yapılmış olan fitososyolojik araştırmaların değerlendirilmesi sonucu, bozuk orman vejetasyonuna ait ve baskın olan türe göre adlandırmış aşağıdaki bitki birlilkleri tespit edilmiştir: *Carpinus orientalis* subsp. *orientalis* (istiriç), *Quercus infectoria* subsp. *veneris* (zindiyen), *Quercus macranthera* subsp. *syspirensis* (ispir meşesi), *Quercus pubescens* (tüylü meşe), *Quercus cerris* (saçlımeşe), *Corylus avellana* var. *avellana* (fındık), *Arbutus andrachne* (sandal ağacı), *Cistus laurifolius* (karağan), *Rhus coriaria* (sumak).

Anahtar Kelimeler: Amasya, Bozuk Orman, Vejetasyon

1. Giriş

Ülkemiz coğrafi konumu, jeomorfolojik yapısı, çok çesitli toprak tiplerine sahip oluşu ve değişik iklim tiplerinin tesiri altında bulunması nedeniyle farklı vejetasyon tiplerine ve zengin bir floristik yapıya sahiptir.

Amasya floristik açıdan oldukça zengin ve ilginç bir ildir. Öyle ki, Amasya florası neredeyse Türkiye florası'nın 1/6'ine yakın bitki taksonunu bünyesinde barındırmaktadır.

Amasya, Türkiye'de Karadeniz Bölgesi'nin orta bölümünde yer alır. Karadeniz ve İç Anadolu Bölgeleri ile Avrupa_Sibirya ve İran-Turan fitocoğrafik bölgeleri arasında geçiş niteliğinde bir yöredir. Bu tip geçiş bölgeleri gerek vejetasyon, gerekse flora ve bitki coğrafyası bakımından oldukça ilginç özellikler göstermektedir. Amasya'nın florasının ve bitki örtüsünün zenginliği ve ilginçliği de buradan kaynaklanmaktadır. Amasya ilinin doğal bitki örtüsü ve vejetasyonunun yapısı, bölgenin Akdeniz ikliminin etkisi altında olduğunu göstermektedir.

En yüksek nokta 2062 m ile Akdağ'dır. Yeşilırmak ve çevresinde yer alan ovaların yükseltileri 500-600 m arasında değişir [3]. İklim, topografya ve ana madde farklılıkları nedeniyle Amasya ilinde büyük toprak grupları meydana gelmiştir. Bunların yanında toprak örtüsünden yoksun bazı arazi tipleri (çıplak kaya ve molozlar vb.) de görülmektedir [2] . Amasya şehir merkezi çevresinde metamorfik kayaçlar üzerinde yer alan kalkerler literatüre "Amasya Kalkerleri" olarak geçmiştir. Amasya ve çevresinin jeolojisi incelendiğinde, Siluriyen öncesi yaşlı yeşil şist fasiyesindeki metamorfitler en eski oluşumlar olarak görülmektedir. Ayrıca alanda, alüvyonlar, yamaç molozları, metakumtaşları, kum ve kiltaşları, kireçtaşları hâkimdir. Genellikle dağların kuzey yamaçları hariç, Amasya çevresinin vejetasyonu tamamen İç Anadolu karakteri taşımaktadır, ancak bitkiler arasında Akdeniz elementleri de görülmektedir [6] .

Bugüne dek Amasya'da daha çok flora çalışmaları yapılmıştır, vejetasyon çalışmaları ise daha azdır [9 ; 6, 4 ; 7 ; 8 ,10 ; 11, 12 ; 13]. Amasya'da genel olarak orman, bozuk orman, step, maki, higrofil ve hidrofil vejetasyon tipleri bulunmaktadır [1] .

2. Materyal ve Method

Bu çalışmada Amasya'da daha önce yapılmış olan fitososyolojik çalışmalardaki bozuk orman vejetasyonları değerlendirilmiş; ayrıca araştırma yapılmamış alanlara vejetasyon dönemlerinde gidilerek yeni gözlemlerde bulunulmuştur. Böylece "Amasya İli Bozuk Orman Vejetasyon Yapısı" genel anlamda ortaya konulmuştur.

Amasya'da yürütülmüş olan vejetasyon araştırmalarında ise, yeterli derecede homojen olan yerlerden örneklik alanlar alınmıştır. Örneklik alanların alınmasından sonra bölge vejetasyonunun yorumunu yapmak üzere hazırlanan floristik tablolar Braun-Blanquet (1932) metodu kullanılarak değerlendirilmiştir. Sosyolojik birimlerin adlandırılmasında ise fitososyolojik adlandırma kodu takip edilmiştir [14].

3. Tartışma ve Sonuç

3.1. *Carpinus orientalis* subsp. *orientalis* taksonunun baskın olduğu bitki birlikleri

***Carpinus orientalis* subsp. *orientalis* - *Quercus infectoria* subsp. *veneris* Birliği (1)**

Bu birlik Amasya merkeze bağlı Çiğdemlik, Yeşil Yenice ve Direkli köyleri arasında yer alan Kuşpınartepe'de tespit edilmiştir.

Yükseklik (m): 450 – 700	Çalı katının yüksekliği (m): 2-3
Yön: K, KB	Çalı katının örtüşü (%): 75
Eğim (%): 45 – 70	Ot katının yüksekliği (cm): 40
	Ot katının örtüşü (%): 65

GPS Kaydı: 40º 41′ 18″ N, 35º 58′ 09″ E
Birliğin karakteristik ve ayırt edici türleri: *Carpinus orientalis* subsp. *orientalis*, *Quercus infectoria* subsp. *veneris*, *Inula heleniums* ubsp. *orgyalis*, *Campanula olympica*, *Crataegus microphylla* subsp. *microphylla*, *Lysimachia verticillaris* taksonlarıdır.

***Carpinus orientalis* subsp. *orientalis* - *Quercus infectoria* subsp. *veneris* Birliği (2)**
Bu birlik Amasya iline bağlı Gümüşhacıköy ilçesi sınırları içinde yer alan İnegöl Dağı'nda tespit edilmiştir. Birlik araştırma alanında, özellikle Gümüş kasabası ile Sultançayırı arası 1300-1500 metrelerde iyi bir şekilde temsil edilmektedir.

Yükseklik (m): 1300-1500	Çalı katının yüksekliği (m): 2-3
Yön: K, KB	Çalı katının örtüşü (%): 40
Eğim (%): 50-70	Ot katının yüksekliği (cm): 30
	Ot katının örtüşü (%): 70

GPS Kaydı: UTM 36 681516D, 45 24923K
Birliğin karakteristik ve ayırt edici türleri: *Carpinus orientalis* subsp. *orientalis*, *Quercus infectoria* subsp. *veneris*, *Acer hyrcanum* subsp. *hyrcanum*.

Ayrıca *Carpinus orientalis* subsp. *orientalis* taksonun dominant olduğu birliğe, Kayacık köyü ile Selimiye köyü arasında 1000 – 1050 metre yükseltilerde rastlanmaktadır. Kalker ana kaya üzerinde yayılış gösteren birliğin bakısı Kuzeybatı yönündedir (UTM 36 707114D 45 05011K).

3.2. *Quercus infectoria* subsp. *veneris* taksonunun baskın olduğu bitki birlikleri

***Quercus infectoria* subsp. *veneris* – *Carpinus orientalis* subsp. *orientalis* Birliği**
Bu birlik Amasya merkez ile Taşova ilçesi arasında yer alan Sakarat Dağı'nda tespit edilmiştir. Birlik Amasya-Turhal yolu üzerinden, Aydınca-Bayat istikameti ile Kuytul köyü üstü, 925-1422 m. yükseltiler arasında kalker anakaya üzerinde yayılmaktadır.

Yükseklik (m): 925-1422	Çalı katının yüksekliği (m): 3
Yön: K, KB, KD	Çalı katının örtüşü (%): 70
Eğim (%): 40-45	Ot katının yüksekliği (cm): 40
	Ot katının örtüşü (%): 70

GPS Kaydı: 40 32.225 N, 36 22.117 E
Birliğin karakteristik ve ayırt edici türleri: *Quercus infectoria subsp. veneris, Carpinus orientalis subsp. orientalis, Stachys byzantina, Corylus avellana* var. *avellana, Sorbus torminalis var. torminalis, Cornus mas* taksonlarıdır.

3.3.*Quercus macranthera* subsp. *syspirensis* taksonunun baskın olduğu bitki birlikleri

Quercus macranthera subsp. *syspirensis – Populus tremula* birliği

Bu birlik Amasya iline bağlı Gümüşhacıköy ve Hamamözü ilçeleri sınırları içinde yer alan Eğerli Dağın'da tespit edilmiştir.Kahverengi orman topraklarında yaygın olan bu birlik araştırma alanında Köseler Köyü'nün ya. 3 km batısında (Gökdere mevkii), 1275-1350 m.'ler arasında bulunur.

Yükseklik (m): 1275-1350	Çalı katının yüksekliği (m): 3-5
Yön: D	Çalı katının örtüşü (%): 70-85
Eğim (%): 50-60	Ot katının yüksekliği (cm): 20-40
	Ot katının örtüşü (%): 70

GPS Kaydı:UTM 36 679981D, 45 13057K
Birliğin karakteristik ve ayırt edici türleri: *Quercus macranthera* subsp. *syspirensis* ve *Populus tremula*'dır.

3.4.*Quercus pubescens* taksonunun baskın olduğu bitki birlikleri

Quercus pubescens – Juniperus oxycedrus Birliği

Bu birlik Amasya iline bağlı Merzifon ve Gümüşhacıköy sınırları içerisinde yer alan Tavşan Dağı'nda tespit edilmiştir. Bu birlik İnalanı köyü ile Gelinsini köyü arasında ve kalker anakaya üzerinde yayılış göstermektedir.

Yükseklik (m): 1060-1070	Çalı katının yüksekliği (m): 2-3
Yön: KD	Çalı katının örtüşü (%): 90
Eğim (%): 70	Ot katının yüksekliği (cm): 30
	Ot katının örtüşü (%): 70

GPS Kaydı:N40°55′40 E35°26′42, N40°55′39 E35°26′40, N40°55′39 E35°26′40, N40°55′41 E35°26′40
Birliğin karakteristik ve ayırt edici türleri: *Quercus pubescens, Juniperus oxycedrus, Securigera orientalis subsp. orientalis, Leontodon asperrimus, Jurinea pontica, Coronilla scorpioides, Hypericum perfoliatum* taksonlarıdır.

Quercus pubescens – Leontodon crispus subsp. *asper* var. *asper* Birliği

Bu birlik Amasya iline bağlı Gümüşhacıköy ve Hamamözü ilçeleri sınırları içinde yer alan Eğerli Dağın'da tespit edilmiştir. Birlik araştırma alanında, Kahverengi orman topraklarında, Çetmi Köyü'nün ya. 2-3 km güneybatısında, 930-970 m.'lerde yaygındır.

Yükseklik (m): 930-970	Çalı katının yüksekliği (m): 2-3
Yön: D	Çalı katının örtüşü (%): 70-75
Eğim (%): 25-35	Ot katının yüksekliği (cm): 20-35
	Ot katının örtüşü (%): 70-80

GPS Kaydı:UTM 36 688019D, 45 20679K
Birliğin karakteristik ve ayırt edici türleri: *Quercus pubescens, Leontodon crispus* subsp. *asper* var. *asper, Myosotis arvensis* subsp. *arvensis* ve *Melampyrum arvense* var. *arvense*'dir.

3.5.*Quercus cerris* taksonunun baskın olduğu bitki birlikleri

Quercus cerris – Quercus pubescens Birliği

Bu birlik Amasya iline bağlı Gümüşhacıköy ilçesi sınırları içinde yer alan İnegöl Dağı'nda tespit edilmiştir.Birlik özellikle Güvenözü Köyü ile İstanbul–Samsun karayolu arası, 900-1050 metrelerde iyi bir şekilde temsil edilmektedir.Birliğin anakayası şist ve gre yapısındadır ve birlik kestane rengi topraklar üzerinde yayılış göstermektedir.

Yükseklik (m): 900-1050	Çalı katının yüksekliği (m): 4-5
Yön: KB	Çalı katının örtüşü (%): 70
Eğim (%): 40-50	Ot katının yüksekliği (cm): 20-30
	Ot katının örtüşü (%): 30-40

GPS Kaydı:36 675833D, 45 36073K; 36 676502 D, 45 36070 K
Birliğin karakteristik ve ayırt edici türleri: *Quercus cerris* var. *cerris*, *Quercus pubescens* ve *Quercus robur* subsp. *robur* taksonlarıdır.

***Quercus cerris – Carpinus orientalis* Birliği (1)**
Bu birlik Amasya merkeze bağlı Çiğdemlik, Yeşil Yenice ve Direkli köyleri arasında yer alan Kuşpınartepe'de tespit edilmiştir. Bu birlik Kuşpınartepe ile Uluca tepe arasında 1050-1650 metre yükseltiler arasında, kalker anakaya üzerinde, 30-45 derece eğimli alanlarda yayılmaktadır.

Yükseklik (m): 1050-1650	Çalı katının yüksekliği (m): 4-8
Yön: GD, G	Çalı katının örtüşü (%): 80-85
Eğim (%):30-45	Ot katının yüksekliği (cm): 30
	Ot katının örtüşü (%): 70

GPS Kaydı:40º 41′ 37″ N, 36º 01′ 36″ E
Birliğin karakteristik ve ayırt edici türleri: *Quercus cerris* var. *cerris, Carpinus orientalis, Astragalus macrocephalus* subsp. *finitimus* taksonlarıdır.

***Quercus cerris– Carpinus orientalis* Birliği (2)**

Bu birlik Amasya il merkezi ile Taşova ve Suluova ilçeleri arasında yer alan Karaömer dağının batısındaki Meşepınarı Köyü doğu kesimlerinde, 995-1010 m.'ler arasında; alanın güneyindeki Derebaşalan Köyü civarında 976-1100 m.'ler arasında ve alanın doğusunda yer alan Gölbeyi Köyü-Boraboy Gölü yolu 1. km.'de, 966-1015 m.'ler arasında tespit edilmiştir. Birlik kalker ve volkanik anakaya üzerinde, kireçsiz kahverengi orman toprakları, kestane rengi orman toprakları ve kolüvyal topraklarda yayılış gösterir.

Yükseklik (m): 976-1015	Çalı katının yüksekliği (m): 7
Yön: G, GB	Çalı katının örtüşü (%):85-90
Eğim (%): 35-45	Ot katının yüksekliği (cm): 35-45
	Ot katının örtüşü (%): 75-80

GPS Kaydı:UTM 36 T 026 07 96D, 452 13 64K
Birliğin karakteristik ve ayırt edici türleri: *Quercus cerris* var. *cerris, Carpinus orientalis, Ciytisus pygmaeus, Cirsium hypoleucum*'dur.

Quercus cerris taksonunun dominant olduğu bitki birlikleri Amasya ilinin diğer bazı bölgelerinde de görülmektedir. Bunlardan bazılarının lokalite ve UTM kayıtları aşağıdaki gibidir.

YÜKSELTİ (M)	UTM	HABİTAT
1105	36 739165D, 45 14378K	AKDAĞ (Ormanözü ile Aydınlık köyü arası)
1063	36 738769D, 45 14910K	AKDAĞ (Ormanözü ile Aydınlık köyü arası)
1035	36 707250D, 45 04980K	Merzifon (Selimiye ile Kayacık köyü arası)
1081	36 706087D, 45 05712K	Merzifon (Selimiye ile Ağılönü köyü arası)
1058	36 706459D, 45 05986K	Merzifon (Yeşiltepe köyü civarı)
862	36 716862D, 45 07928K	Merzifon (Kanatpınar köyü civarı)
596	37 259521D, 45 07200K	Taşova (Akınoğlu ile Yuva köyleri arası)
1074	36 707083D, 44 60719K	Göynücek (Ilısu ile Alan köyleri arası)
1065	36 707091D, 44 60602K	Göynücek (Ilısu ile Alan köyleri arası)
1175	36 711324D, 44 78034K	Göynücek (Çamurlu köyü civarı)
953	36 712374D, 44 79771K	Göynücek (Çamurlu köyü civarı)

3.6. *Corylus avellana* var. *avellana* taksonunun baskın olduğu bitki birlikleri
Corylus avellana var. avellana – Aristolochia pontica Birliği

Bu birlik Amasya iline bağlı Merzifon ve Gümüşhacıköy sınırları içerisinde yer alan Tavşan Dağı'nda tespit edilmiştir.Birlik Gelinsini ve Yukarıbük köyü civarlarında,kalker anakaya üzerinde yayılış göstermektedir.

Yükseklik (m): 1400-1500	Çalı katının yüksekliği (m): 5
Yön: KB	Çalı katının örtüşü (%): 90-95
Eğim (%): 30-40	Ot katının yüksekliği (cm): 40
	Ot katının örtüşü (%): 50

GPS Kaydı: GPS N40°57′52 E35°26′44, N40°57′51 E35°26′46, N40°57′52 E35°26′48, N40°57′54 E35°26′38

Birliğin karakteristik ve ayırt edici türleri: *Corylus avellana* var. *avellana, Aristolochia pontica, Lamium macrodon, Phlomis russeliana, Inula conyzae, Symphytum bornmuelleri, Chaerophyllum aureum*'dur.
Bu birlik ayrıca, Gümüşhacıköy Dumanlı köyü üstlerinde de gözlenmiştir (UTM 36 682904D 45 45572K).

3.7. *Arbutus andrachne* taksonunun baskın olduğu bitki birlikleri
Arbutus andrachne – Cistus creticus Birliği

Bu birlik Amasya (Merkez) Kuşpınartepe'de tespit edilmiştir. Birlik Çiğdemlik köyü ile Yeşil Yenice ve Yassıçal köyleri civarında, kalker anakaya üzerinde yayılış göstermektedir.

Yükseklik (m): 400-700	Çalı katının yüksekliği (m): 2-5
Yön: K	Çalı katının örtüşü (%): 80-85
Eğim (%): 50-70	Ot katının yüksekliği (cm): 30
	Ot katının örtüşü (%): 70

GPS Kaydı: 40º 42′ 11″ N, 35º 57′ 52″ E; UTM 36 746203D, 45 07611K; UTM 36 747364D, 45 07525K

Birliğin karakteristik ve ayırt edici türleri: *Arbutus andrachne, Cistus creticus, Olea europaea var. sylvestris*'dir.

3.8. *Cistus laurifolius* taksonunun baskın olduğu bitki birlikleri
Cistus laurifolius – Trifolium hirtum birliği

Bu birlik Amasya iline bağlı Gümüşhacıköy ve Hamamözü ilçeleri sınırları içinde yer alan Eğerli Dağın'da tespit edilmiştir.Kahverengi topraklarda yaygın olan birlik, Çitli (Bağlıca) Köyü'nün ya.1 km kuzeydoğusunda yerleşmiştir.

Yükseklik (m): 1000-1075	Çalı katının yüksekliği (m): 2-4
Yön: G, GB	Çalı katının örtüşü (%): 65-80
Eğim (%): 45-50	Ot katının yüksekliği (cm): 25-40
	Ot katının örtüşü (%): 35-70

GPS Kaydı:UTM 36 685586D, 45 14527K
Birliğin karakteristik ve ayırt edici türleri: *Cistus laurifolius, Trifolium hirtum, Medicago coronata, Genista tinctoria, Lathyrus sphaericus, Bituminaria bituminosa* ve *Scutellaria salviifolia*'dır.

3.9. *Rhus coriaria* taksonunun baskın olduğu bitki birlikleri
Rhus coriaria – Salvia tomentosa birliği

Bu birlik, Amasya iline bağlı Gümüşhacıköy ve Hamamözü ilçeleri sınırları içinde yer alan Eğerli Dağın'da kahverengi topraklar üzerinde tespit edilmiştir. Birlik, Eğerli Dağın'da, Ovabaşı-Akpınar Köyleri arasında 1100-1250 m.'lerde gelişmiştir.

Yükseklik (m): 1100-1250	Çalı katının yüksekliği (m): 2-3
Yön: D, KD	Çalı katının örtüşü (%): 60-80
Eğim (%): 20-30	Ot katının yüksekliği (cm): 20-30
	Ot katının örtüşü (%): 45-50

GPS Kaydı: UTM 36 686544D, 45 11367K
Birliğin karakteristik ve ayırt edici türleri: *Rhus coriaria, Salvia tomentosa* ve *Digitalis lamarckii*''dir.

Amasya'da belirtilen bitki birliklerinin dışında, homojen olmayan ve tahribat sonucu oluşan ağaç ve çalı topluluklarına sıkça rastlanmaktadır. Bunlardan bazıları aşağıdaki tabloda verilmiştir:

TOPLULUĞU OLUŞTURAN BAŞLICA TÜRLER	YÜKSELTİ (M)	UTM	LOKALİTE
Pinu snigra, Juniperus foetidissima	640	36 714592D, 44 76644K	Göynücek ile Çamurlu köyü arası
	800	36 713932D, 44 77611K	
Pinus nigra, Quercus cerris	974	36 732628D, 45 25494K	Suluova –Karaağaç köyü
Juniperus foetidissima, Quercus pubescens, Pyrus communis, Rosa canina, Juniperus oxycedrus, Ulmus minör	794	36 698938D, 45 08444K	Merzifon-Kız Kayası Kanyonu
	725	36 699434D, 45 07994K	
Pinus sylvestris, Pinus nigra, Juniperus oxycedrus	1297	37 258156D, 45 19723K	Amasya – Durucasu Yaylası
Carpinus orientalis subsp. *orientalis, Pistacia terebinthus*	390	36 738078D, 44 86876K	Amasya-Büyük Kızılca köyü
Pinus brutia, Pistacia terebinthus, Quercus cerris, Quercus pubescens, Paliurus spina-christi	502	36 745129D, 44 86706K	Amasya- Ardıçlar ve Keçili köyleri civarı
	489	37 245942D, 44 87144K	
	503	37 247582D, 44 83692K	
Pinus nigra, Quercus pubescens, Cistus laurifolius, Juniperus oxycedrus, Pyrus communis, Carpinus orientalis subsp. *orientalis*	1066	36 743512D, 44 91178K	Amasya- Şeyhsadi köyü ile Yağcıabdal köyü arası
Pinus nigra, Quercus pubescens, Rosa canina, Quercus cerris, Juniperus oxycedrus, Craetagus orientalis, Pyrus communis, Sambucus nigra	1005 1083 1293 803	36 680877D, 45 34819K 36 680804D, 45 35449K 36 680880D, 45 36079K 36 674146D, 45 39751K	Gümüşhacıköy Kırca, Pusacık, Kızılca köyleri civarı

Quercus pubescens, Quercus cerris, Juniperus foetidissima	1033	36 707115D, 45 00511K	Amasya- Kayacık köyü
Pinus nigra, Pinus brutia, Carpinus orientalis subsp. *orientalis, Quercus cerris, Quercus pubescens*	726	36 734626D, 45 03211K	Amasya - Şeyhcui
Pistacia terebinthus, Quercus cerris, Quercus pubescens, Paliurus spina-christi, Rosa canina, Juniperus oxycedrus, Juniperus excelsa	504	36 735714D, 45 13090K	Amasya – Lap köyü
Pinus brutia, Pistacia terebinthus, Quercus cerris, Quercus pubescens, Paliurus spina-christi, Rosa canina, Juniperus oxycedrus, Juniperus excelsa	569 537 500 529 816	36 736596D, 44 85911K 36 740334D, 4485970K 36 743255D, 44 86084K 36 736096D, 44 85954K 36 735669D, 44 82941K	Amasya Kızılca köyü ile Akyazı köyü arası
Arbutus andrachne, Cistus creticus, Cerasus mahalep, Pinus brutia, Carpinus orientalis subsp. *orientalis, Quercus pubescens, Juniperus oxycedrus*	704	36 747364D, 45 07525K	Amasya- Yassıçal köyü yol kenarları
	542	36 746203D, 45 07611K	
Juniperus excelsa, Quercus cerris	1146	36 705617D, 44 60256K	Göynücek- Alan köyü yol kenarı
Quercus cerris, Carpinus orientalis subsp. *orientalis, Pinus brutia*	780	37 259268D, 44 96650K	Aydınca barajı ile Beldağ köyü arası
	945	37 259927D, 44 99626K	
Juniperus foetidissima, Carpinus orientalis subsp. *orientalis, Carpinus betulus, Acer plantanoides*	956	37 259049D, 45 04667K	Amasya- Yuva köyü
Arbutus andrachne, Carpinus orientalis subsp. *orientalis, Rosa canina, Pinus brutia, Juniperus excelsa*	776	37 259354D, 45 06102K	Yuva köyü – Taşova arası
Quercus pubescens, Rosa canina, Prunus divaricata, Juniperus oxycedrus, Juniperus excelsa	932 1068 910	36 682382D, 45 21476K 36 680666D, 45 20264K 36 675719D, 45 17570K	Gümüş – Hamamözü arası
Pinus brutia, Juniperus excelsa, Quercus cerris, Quercus pubescens, Paliurus spina-christi, Carpinus orientalis subsp. *orientalis, Juniperus oxcedrus*	583	37 256017D, 4483797K	Turhal – Amasya arası
	749	37 257921D, 44 88449K	
	857	37 257716D, 44 92951K	
	656	37 251638D, 44 96115K	
	903	37 248092D, 44 93203K	
	636	36 744843D, 44 93247K	
	710	36 745089D, 44 93102K	
	787	36 745521D, 44 92797K	
	896	36 746012D, 44 93015K	
	1136	36 747489D, 44 91815K	

Teşekkür

T.C. Orman ve Su İşleri Bakanlığı, Doğa Koruma ve Milli Parklar Genel Müdürlüğü, 11. Bölge Amasya Şube Müdürlüğü "Ulusal Biyolojik Çeşitlilik Envanter ve İzleme Projesi" katkılarıyla tamamlanan bu çalışmadan dolayı ilgili tüm birimlere ve kişilere çok teşekkür ederiz.

Kaynaklar

[1] Amasya Valiliği, 2007. Amasya İl Yıllığı, Amasya Valiliği, Ankara.
[2] Anonymous (1975). *Yeşilırmak Havzası Toprakları*. Topraksu Genel Müd. Yay., Ankara.
[3] Anonymous (1991). *Amasya İli Arazi Varlığı*. Köy Hizmetleri Genel Müd., Ankara.
[4] Bingöl, M.Ü., Geven, F., Güney, K. (2007). *Sakarat Dağı (Amasya)'nın Bitki Ekolojisi ve Bitki Sosyolojisi Yönünden Arastırılması*. TÜBİTAK, Proje No: TOVAG-HD 105O018, Ankara.
[5] Braun-Blanquet, J., 1932. PlantSociology. (Tercüme: Fuller andConard) McGraw-Hill, NewyorkandLondon.
[6] Cansaran, A., Aydoğdu, M. (2001). Phytosociological research on Eğerli Mountain (Amasya, Turkey). *Israel Journal of Plan tSciences*, 49, 4, 309-326.
[7] Cansaran, A., Kaya, Ö.F., Ertekin, S., Ketenoğlu, O. (2010). A phytosociological study on KaraömerMountain of North Anatolia (Amasya, Turkey). *Acta Botanica Gallica,*157, 1, 65-88.
[8] Kaya, Ö.F.,Cansaran, A., Yıldırım, C. (2010). A syntaxonomical investigation of forest and pseudomaquis on transitional area in the central Black Sea region (Amasya, Turkey).*Acta Botanica Gallica,* 157, 3, 469-482.
[9] Ketenoğlu, O., Aydoğdu, M. (1994). *Amasya-Yozgat-Çorum Arasında Kalan Bölgenin (Karadağ, Kırlar ve Buzluk Dağları) Floristik ve Sintaksonomik Yönden Araştırılması*. TÜBİTAK, Proje No: TBAG-1129, Ankara.
[10] Yıldırım, C., Kılınç, M. (2011). İnegöl Dağı (Amasya-Türkiye) Orman Vejetasyonu Üzerine Fitososyolojik Bir Araştırma. *Kastamonu Üni. Orman Fakültesi Dergisi,* 11, 1, 27-43.
[11] Yıldırım, C. (2012). İnegöl Dağı (Gümüşhacıköy-Amasya-Türkiye) Bozuk Orman Vejetasyonu Üzerine Fitososyolojik Bir Araştırma. *Kastamonu Üniv. Orman Fakültesi Dergisi*, 12, 2, 301-312.
[12] Yıldırım, C., Cansaran, A., Yalçın, E. (2014). *Tavşan Dağı'nın (Merzifon / Amasya) Bitki Sosyolojisi Yönünden Araştırılması*, Amasya Üniversitesi BAP, Proje No: FMB-BAP 14-062, Amasya.
[13] Yıldırım, C., Cansaran, A., Yalçın, E. (2016). *Akdağ'ın (Amasya) Bitki Sosyolojisi Yönünden Araştırılması*, Amasya Üniversitesi BAP, Proje No: FMB-BAP 16-0165, Amasya.
[14] Weber, H. E.,Moravec, J. &Theurillat, J.-P., 2000. International Code of PhytosociologicalNomenclature. 3rd edition. Journal of VegetationScience 11: 739–768. © IAVS; Opulus Pres Uppsala. Printed in Sweden.

HOW CAN WE FERMANTATE MILK, USING FIG'S LATEX AND LEAVES: TELEME

SÜTÜN, İNCİR YAPRAĞI VE MEYVESİNDE BULUNAN İNCİR SÜTÜ (LATEKS) KULLANILARAK FERMANTE EDİLMESİ (PIHTILAŞMASI): TELEME

Filiz Çukurova[1], Aytül Kaplan[2], Sevgi Altınpınar[3], Neşet Altınpınar[4]
[1]Fatih Sultan Mehmet Mesleki ve Teknik Anadolu Lisesi Adana-Türkiye, flzcukurova.96@gmail.com
[2]Yüreğir Mehmet Akif İnan Anadolu Lisesi Adana-Türkiye, aytulkaplan_01@hotmail.com
[3]İMKB 24 Kasım Anadolu Lisesi Adana-Türkiye, sevgialtinpinar@gmail.com
[4]Adana Erkek Anadolu Lisesi Adana-Türkiye, nesetaltinpinar@mynet.com

Özet

İncir, Akdeniz havzasında yetişen meyvelerden belki de en vazgeçilmezidir. İncirin bir çok hastalığı önlediği veya tedavi ettiği de düşünülmektedir. İncirin yaprağında ve meyvesinde bulunan sütü de büyük veya küçükbaş hayvanların sütünü fermante etme (mayalama) veya pıhtılaştırma özelliğine sahiptir. Anadolu'da incir sütünün, sütü pıhtılaştırma özelliği üç bin yıldan fazla bir zamandır bilinmektedir. Özellikle yeni sağılmış ısı derecesi biraz yüksek olan keçi sütü ile incir sütü (Lateks) karıştırılıp çırpıldığında pıhtılaştırma işleminin çok hızlı bir gerçekleştiği görülmektedir. Sihir gibi meydana gelen bu işlemin sırrı incir sütünün bileşenlerinde gizlidir. Amacımız, önce İncir sütünün bileşenlerini inceleyerek bu fermantasyon işleminin nasıl meydana geldiğini ortaya çıkarmaktır. Sonra ise incir sütü kullanılarak elde edilecek ürünleri belirleyip ülke ekonomisine katkısına dikkat çekmektir.

Anahtar kelimeler: İncir, İncir sütü, Fermantasyon, Pıhtılaştırma.

Abstract

Fig is the most desirable fruit that growing up in Mediterranean basin. It's known and believed that fig can cure and even prevent lots of diseases. There is milk inside fig's leaves and fruit which fermantates and coagulates small and big animals' milk. It's known, more than 3,000 years in Anatolia that fig's milk can coagulate milk. Especially if you mix up fresh and warm goat's milk with fig's milk it coagulates even faster. The secret of this magical mixture result comes from fig's milk's ingredient. Our Our aim is to find out how fig's milk coagulates. Afterwards, we define the products which comes from using fig's milk and take attention to how it contributes to the countrys economy.

Keywords: Fig, Fig's milk, Fermantation, Coagulation

1. Giriş

Lateks ismiyle bilinen incir sütünün sütü pıhtılaştırma özelliği Antik dönemde de bilinmekteymiş. Bunu Homeros'un İlyada Destanında görünce, incir sütünün çok özel bir kaynak olduğu dikkatimizi çekti. Bundan dolayı önce incir sütünden Homeros nasıl bahsetmiş onu araştırdık. Yüksek yaylalara keçileri ve koyunları beslemeye götüren çobanların, yanlarına aldıkları kuru ekmeğe katık yapmak için incir sütünden elde edilen Telemeden daha iyisi olamaz. Tarih boyunca Anadolu zengin besin kaynaklarıyla vahşi ve evcil hayvanların hayat sahası olmuştur. İnsanlar da Anadolu'nun bitmek bilmeyen kaynaklarını yerinde kullanmayı öğrenmişlerdir.

Zaman içinde Anadolu bitki örtüsünden kendinden başka bir çok besini değiştirip yeni besinler elde edilebileceği ortaya çıkarılmıştır. Anadolu halkı mayalama veya fermantasyon metotlarıyla tarih boyunca, bitkilerden ürettikleri ürünleri pazarlayarak dış bölgelere açılmıştır. İncir sütünün pıhtılaştırma özelliğini

anlayabilmemiz için fermantasyon işlemini incelememiz gerekmekteydi. Bu sebeple ikinci olarak fermentasyon nedir sorusuna bir cevap bulmaya çalıştık. En son olarak da incir sütünün bileşenleri nelerdir, sütü nasıl pıhtılaştırır, bu pıhtılaştırma hangi besinlerin üretilmesinde kullanılabilir sorularıyla, incir sütünü inceledik. Bulunan sonuç doğrultusunda da gelecekte dünyada ortaya çıkabilecek problemler için incir sütünün ne derece çözüm olabileceğini tartıştık.

2. Antik Kaynaklarda Teleme

Özellikle Anadolu'nun güneyinde Akdeniz'e paralel uzanan Toros Dağları'nın denize bakan yamaçlarının doğu bölümünde, Çukurova'nın kuzeyindeki yüksek yaylalarda ve Amanoslar'ın yamaçlarında Hatay çevresinde, çok iyi bilinen Teleme, çobanların sağdıkları sıcak sütü, ham incir ve incir sütüyle anında mayaladıkları pratik bir lezzettir. Azık çıkınındaki yufka ekmeğini banıp, isteğine göre üzerine biraz pekmez gezdirip tatlı niyetine de yediği besin değeri yüksek, tamamen tabii bir malzemedir. Teleme inek sütü ile yapılsa da keçi sütü ile yapıldığında görülen kıvam ve lezzet daha güzeldir. Teleme, yeni sağılmış ısı derecesi biraz yüksek olan keçi sütü ile incir sütü karıştırılıp çırpıldığında pıhtılaştırma işleminin çok hızlı bir şekilde sihir gibi gerçekleştiği fermante bir olaydır. Mayalandıktan sonra 10 dakika içinde yenilmesi gerekir. Beklediği taktirde acıyabilir. Mayalanmadan sonra içindeki incir çıkarılırsa bekleme süresi 5 dakika daha artar. Bu mayalama kuru incirle de yapılabilir. Ama kuru incirle yapıldığında içindeki incirler çıkartılmaz. Tadı hafif şekerlimsidir. Bu işleme de incir uyutması denilir. Ancak bu mayalanan incirle yapılan eşsiz lezzet genelde "Teleme" ismiyle bilinir (Kaplan, 2016). Hatta çobanlar, keçileri ve koyunları yaylaya çıkarırken, incirin henüz olgunlaşmamış yeşil ve ham olan meyvesinden çıkarılan incir sütü, temiz ve ince bir beze damlatılarak bu bez kurutulur, daha sonra sağılan ılık sütün içine bu bezden parçalar koparılarak atılır ve bu şekilde de teleme yapılabilir. Yani incir sütü bez üzerine damlatılıp kurutularak saklanma özelliğine de sahiptir.





İncir sütünün, sütü pıhtılaştırma özelliği Anadolu'da üç bin yıldan fazla bir zamandır bilinir. MÖ. 9. yüzyılda yaşayan ve İlyada Destanında MÖ. 12. yüzyıldaki Truva Savaşları'nı anlatan İonyalı ozan Homeros, İlyada'nın 5. Bölümünde incir sütünün sütü pıhtılaştırma özelliğinden söz eder. İlyada Destanı'nın 5.bölümünde Athena, Ares'i karnının alt kısmından kargıyla yaralar. Ares babası Zeus'a Athena'yı şikayete gider ve hem Athena'dan şikayetçi olur hem de Zeus'un ona çok yüz verdiğinden dolayı yakınır. Zeus Ares'i azarlar ama tedavisi için iyileştirici Tanrı Paian (Apollon)'a da emir verir. Homeros,

"İyileştirdi yarayı Paian Tanrı,
Acı dindiren ilaçlar serpti üstüne,
Ölümlü yaratılmış değildi ki o,
Ak sütle incir özü karıştırılır da hani,
Çarçabuk koyulaşıverir sulu süt,
Mayalanıverir göz önünde,
Saldırgan Ares'i iyileştirdi o,
Göz açıp, kapayıncaya dek…"

Sözleriyle incir sütünün sütü pıhtılaştırdığını çok açık bir şekilde anlatır (İlyada, 5. 900-905, s.185).



3. Fermantasyon (Mayalanma, Pıhtılaşma) Nedir?

Fermantasyon, karmaşık yapıdaki kimyasalların, canlı organizmalar tarafından daha basit yapıdaki kimyasallara dönüştürülme işlemine verilen isimdir. Örneğin mayaların üzüm suyunda bulunan şekerleri alkol ve karbondioksit gibi maddelere parçalaması bir fermantasyon işlemidir. Bu parçalama işleminde, üzüm suyunda doğal bir şekilde bulunan şeker maddesi, mayalar sayesinde karbondioksite ve etil alkole dönüştürülmektedir. Fermantasyonun halk arasındaki adı "mayalanma"dır. Mayalanmanın kendi içerisinde birçok alt dalı bulunmaktadır. Bu alt dalların isimleri, alkol fermantasyonu, laktik asit fermantasyonu, bütrik asit fermantasyonu ve sitrik asit fermantasyonudur. Diğer bir adıyla mayalanma işlemi sırasında bir dizi reaksiyon yaşanmaktadır. Fermantasyon işleminde, organik maddeler bazı mikroorganizmalar tarafından salgılanmakta olan enzimler sayesinde, yapıca değişikliğe uğramaktadır. Bu tür mikroorganizmalara verilebilecek en iyi örnekler ise, bakteriler ve mantarlardır. Organik maddelerin mayalanması işleminde, bakteriler ve mantarlar dışarıya ısı vermektedir. Bu ısı verme sonucunda mayalanan maddede bir köpürme meydana gelir. Böylece organik maddenin mayalanması gerçekleşmiş olur. Mayalanma işlemi gören maddede, hem fiziksel hem de kimyasal değişmeler görülmektedir. Mayalanma, bazen de çürüme şeklinde gerçekleşebilmektedir. Fermantasyonun gerçekleşebilmesi için bazı ön koşullara ihtiyaç vardır. Örneğin, öncelikle mayalanmanın gerçekleşebilmesi için oksidatif fosforilasyon durumunun olmaması gereklidir. Bu işlemde, glikoliz adı verilen yöntem sayesinde ATP üretimi sağlanmış olur. Fermantasyon olayında glikoz maddesinin oldukça önemli bir görevi bulunmaktadır. Glikoz maddesi, teker teker bütün hidrojenlerini kaybeder ve bu olay neticesinde de enerji açığa çıkmış olur. Fermantasyon olayı gerçekleşirken, ortamda oksijen bulunmaz. Glikoz fermantasyonunda, üretilmekte olan en sık basit bileşik, pirüvat adı verilen bileşiktir. Bunun dışında pirüvat bileşiğinden de türemiş bileşikler, sık bir biçimde üretilmektedir. Bu bileşikler arasında hidrojen, etanol, laktik asit ve bütrik asit gibi bileşikler bulunmaktadır (http://www.bilgiustam.com/fermantasyon-nedir/ Erdoğan Gül).

Gıda sanayinde kullanılan organik asitlerin çoğu fermantasyon yöntemi ile üretilmektedir. Bu asitlerden en yararlı sonuçlar sitrik asit ve D-tartarik asit üretiminde görülmüştür (Gürses, 1980,s.70).

4. İncir Sütünde (Lateks) Bulunan Bileşenler ve Pıhtılaştırma Özelliği

Peynir üretiminde sütte pıhtı oluşumu veya peynirin mayalanması genelde rennin enzimi ile yapılır. Rennin enzimi buzağı midesinin 4. bölümünden elde edilen bir enzimdir. Rennin enzimi %88-94 kimozin ve %6-12 pepsin içerir. Peynir üretimindeki artış, buzağıdan et üretiminin daha ekonomik olması ve dünyada rennin üretim miktarı azlığı üzerine renninin yerine kullanılabilecek alternatifler aranmaya başlanmıştır. Hayvansal ve mikrobiyal pıhtılaştırıcılar daha dengeli bir ürün oluştururlar. Aynı zamanda bitkilerin toplanması fazla işgücü gerektirdiğinden bitkisel pıhtılaştırıcılara göre ucuzdurlar ve kullanımları kolaydır. Ancak dini hususlar, uygulanan diyetler, genetik değişiklikler sebebiyle hayvansal rennet sorgulanmakta, bitkisel pıhtılaştırıcılara olan ilgi artmaktadır. Dünyadaki nüfus artışı mevcut olan besin depolarını ve kaynaklarını hızla azaltmaktadır. Ancak bitkisel pıhtılaştırıcılar küçük mandıralar veya çiftliklerde usta yapımı peynirlerde tercih edilmekten öteye gidememiştir (https://prezi.com/dtiwf4fppfjg/peynir-uretiminde-kullanlan-enzimler/ Tuğçe Yıldız). Buna da rağmen başta çobanların ve bir kısım üreticilerin, yeni sağılan sütün içine bazı bitki özlerini karıştırarak peynir yaptıkları bilinmektedir. Son yıllarda yapılan araştırmalarda özellikle peynir üretiminde, bitkilerden bazılarının sütü pıhtılaştırıcı enzimlere sahip olduğu ortaya çıkarılmıştır. Günümüzde başta Hindistan olmak üzere Portekiz, Almanya ve Rusya gibi ülkeler, bitkisel kökenli süt pıhtılaştırıcı enzimler üzerinde çalışmalar yapmaktadırlar. Bitkisel enzimlerin orijinal enzimlerden farkı, optimum pH ve sıcaklık değerlerinin yüksek olması ve yüksek sıcaklık işlemi gören sütleri de etkili olarak pıhtılaştırmasıdır (Akar ve Öner, 1994, s.329). Yapılan deneyler ve araştırmalar incir sütünün (Lateks) peynir yapımında çok iyi bir kaynak olduğunu ispatlamıştır. İncir sütü ile mayalanan peynirin pıhtılaşma süreci çok daha hızlı olmaktadır. Yapılan önemli bir deneyde incir sütü on kat seyreltilmiş olarak kullanılmıştır. Buradaki sonuçta elde edilen peynir verimi bilinen yöntemlerle elde edilen peynirden az değildir (Akar ve Öner, 1994, s.329, 330). İncir sütündeki, sütü mayalayarak peynir elde edilmesini sağlayan enzim **"fisin"** dir (https://prezi.com/dtiwf4fppfjg/peynir-uretiminde-kullanlan-enzimler/ Tuğçe Yıldız). İncir sütünden başka Akdeniz bölgesine has bir bitki olan otsu-çalı yapıdaki "kızılcık" bitkisi de sütü pıhtılaştırma özelliğine sahiptir. Adana, Kahramanmaraş ve Hatay illerimizin yaylalarında incir sütünden Teleme yapıldığı gibi kızılcık bitkisinin sıvısından da Teleme yapılmaktadır. Kızılcık, Akdeniz bitki örtüsü maki tipindeki çalı özelliğinde bir bitkidir.

Ayrıca bu bitkilerden fermantasyon yöntemi ile organik asitler de elde edilmektedir. İncirde ve incir sütünde en çok bulunan asit sitrik asittir. Diğer önemli organik asitler ise malik asit ve asetik asittir. Daha önce de bahsedildiği gibi fermantasyon yöntemi ile üretilen organik asitlerden en verimli sonuçlar sitrik asit üretiminde görülmüştür.

Bunların yanı sıra İncir sütü (Lateks) kalsiyum, bakır, magnezyum, potasyum ve kükürt açısından birinci sırada yer alır. Kalsiyum bakımından sütten daha zengindir.

5. Sonuç

Ülkemiz, tarımsal üretim açısından çok uygun ve zengin kaynaklara sahiptir. Ne var ki, bu kaynakların kullanılmasından çok farkında olarak veya olmayarak yok etmekteyiz. Günümüzden üç bin yıl öncesinde bile bilinen incir sütünün sütü pıhtılaştırma özelliğinin, bu gün peynir yapımında bitkisel doğal fermantasyon kaynağı olarak kullanılabileceği ispatlanmıştır. Akdeniz ikliminde yetişen incir, ülkemizde yüksek kalitede üretilmektedir. İncir üretiminin daha da arttırılması ve farklı besinlerde mayalama özelliğinin geliştirilmesi çalışmaları gelecek için isabetli olacaktır.

Kaynaklar

AKAR, B.- ÖNER,M. D. (1994), "*İncir Sütünün Saflaştırılması ve Antep Peyniri Yapımına Uygulanması*" dergipark.ulakbim.gov.tr/gidader/article/download/5000098400/5000091721 Erişim Tarihi 28.07.2017.

GÜRSES, Ö. L. (1980), "*Gıda Endüstrisi Yönünden Fremantasyon Teknolojisinin Gelecekteki Önemi*" dergipark.gov.tr/download/article-file/7806 Erişim Tarihi 28.06.2017.

HOMEROS, İlyada, çev. Azra Erhat, A.Kadir, Can Yay. 1984.

KAPLAN, A. (2016), "*Teleme"* Edebiyat ve Sanat Akademisi,
26 Ağustos 2016. http://www.edebiyatvesanatakademisi.com/deneme/teleme-19922.aspx

KAYA, E. (2016), "*İncir Sütünün Faydaları Nelerdir?"* Güncel Haberler,
https://gidabilinci.com/incir-sutunun-faydalari-nelerdir
Erişim Tarihi 22.07.2017.

SARIOĞLU, M. (2014), "*Sütte Enzim*" Prezi, https://prezi.com/3akpw-vwo6ws/sutte-enzim/
Erişim Tarihi 25.07.2017

YILDIZ, T. P. (2014), "*Endüstriyel Gıda Mikrobiyolojisi Peynir Üretiminde Kullanılan Enzimler*", Prezi, https://prezi.com/dtiwf4fppfjg/peynir-uretiminde-kullanlan-enzimler/ Erişim Tarihi 22.07.2017.
maycalistaylari.comu.edu.tr/kimya2/...//a_grubu_proje_sunumu_grup_incirsutu.pdf
Erişim Tarihi 22.04.2017.

THE IMPACT OF HYDROELECTRIC POWER PLANT AND DAMS ON LIVING AREAS OF ENDEMIC MULTICOLORED TERESA BLUES (POLYOMMATUS (AGRODIAETUS) THERESIAE) IN ADANA SAİMBEYLİ PROVINCE (SAİMBEYLİ BLUE)

ADANA SAİMBEYLİ İLÇESİNE ENDEMİK ÇOKGÖZLÜ TERESAMAVİSİ (POLYOMMATUS (AGRODİAETUS) THERESİAE) KELEBEĞİ (SAİMBEYLİ MAVİSİ) NİN YAŞAM ALANLARINA HES VE BARAJLARIN ETKİSİ

Sevgi Altınpınar, Neşet Altınpınar, Filiz Çukurova, Aytül Kaplan
[1]24 Kasım Anadolu lisesi Seyhan/ Adana
[2]Adana Erkek Anadolu Lisesi Seyhan /Adana

Özet

Hızlı nüfus artışı, sanayi ve teknolojinin gelişmesi enerji ihtiyacını da arttırmaktadır. Bu talebi karşılamak için fosil yakıtlar yerine daha çevreci olduğu düşünülen hidroelektrik santraller ve barajlar inşa edilmektedir. Ancak iklim değişikliklerine ve biyolojik çeşitliliğe olumsuz etkileri göz ardı edilmemelidir. Bu kapsamda Adana ili Saimbeyli ilçesine endemik olan ve Saimbeyli Mavisi kelebeği(Polyommatus (Agrodiaetus) theresiae) nin yaşam alanlarını nasıl etkilediği tartışılmaktadır. 2012 yılından sonra bu yıl gözlemlenen kelebeklerin morfolojik özellikleri oldukça dikkat çekicidir. Endemik olan türün bu bölgede yaşama sebepleri aktarılarak bunların korunması için yapılması gerekenler vurgulanacaktır.

Anahtar kelimeler: Endemik, Polyommatus (Agrodiaetus) theresiae, HES, Morfoloji, Baraj

Abstract

Rapid population growth, the development of industry and technology increase the need for energy. To meet this demand, hydroelectric power plants and dams, which are thought to be more environmentally friendly than fossil fuels, are being constructed. However, the adverse effects of these tecniques on climate change and biodiversity should not be ignored. Therefore in this study how the habitat of Saimbeyli Bluebutherflies(Polyommatus (Agrodiaetus) theresiae)which is endemic to the city of Saimbeyli in Adana province is affected is discussed. The morphological characteristics of the butterflies observed this in 2017 after 2012 are quite striking. The reasons for the life of this endemic species in this region will be conveyed and the things to be done to protect them will be emphasized**.**

Keywords: Endemic, Polyommatus (Agrodiaetus) theresiae, hydroelectric power plants, Morphology, Dam

1. Giriş

Yalnızca belli bir bölgede yaşamsal faaliyetlerini sürdürebilen ve üreyebilen, başka bölgelerde görülmeyen özel canlılara endemik canlılar denir. Ülkemiz endemik türler bakımından zengindir. Adana'nın Saimbeyli ilçesinde ilk defa 1992 yılında Schurian ve arkadaşları tarafından yeni bir tür olarak tanımlanmış ve Polyommatus (Agrodiaetus) theresiae olarak isimlendirilmiştir. Kromozom sayısının n=63 olduğu saptanmıştır (Olivier ve ark., 1999).

Adana'nın Saimbeyli İlçesi'nde çok sınırlı bir alanda dağılış gösteren endemik bir tür olduğu anlaşılmıştır (Olivier ve arkadaşları 1999).

Polyommatus theresiae diğer taksonlardan çok gözlülere göre çok daha iri yapılıdır. Kanat açıklığı yaklaşık 4 cm civarındadır. Kanadın üst tarafı mavi alt tarafı bej renklidir.

Yaşam alanı olarak seçtiği Saimbeyli ilçesinin denizden yüksekliği 1.050 m. Seyhan nehrinin kolu olan Göksu ırmağı bulunmaktadır. Saimbeyli Deresi, Dıngır Dere, Doğu Dere, Gözüm Dere, Tek Köprü Deresi, Zoplar Suyu, Pağnık Deresi ve Belenerdi Dereleri ilçenin önemli su kaynaklarıdır. İklim olarak Akdeniz kuşağı içine girmekte ve İç Anadolu'nun karasal iklimi etkisi altında kalmaktadır. Kışları sert ve soğuk, yazları serin ve yağışlıdır. Yıllık ortalama sıcaklık kış aylarında 4 °C, yaz aylarında 22–25 °C olarak belirlenmiştir. Bölgede kuzey rüzgarları daha baskındır. Bitki örtüsü ormandır. Çam, sedir, köknar ve meşe ağaçları bitki örtüsüne sahiptir.

Tüm bu güzelliklere sahip ilçede baraj ve hidroelektrik santralleri yapılmıştır. Gökkaya Barajı ve HES Adana'nın Saimbeyli ilçesi Yardibi ve Değirmenciuşağı Köyü mevkiinde, Seyhan Nehri üzerinde yer almaktadır.

Hidroelektrik Santraller (HES), suyun enerjisinden faydalanarak elektrik üreten yapılardır. Yani suyun potansiyel enerjisinin mekanik enerjiye ve mekanik enerjinin de elektrik enerjisine dönüştürüldüğü yerlerdir. Baraj ise su biriktirmek veya bir rezervuar oluşturmak amacıyla bir vadinin iki yakası arasına inşa edilen bariyerlerdir.

HES ve barajların ekolojik bakımdan olumsuz etkileri oldukça fazladır. Yapım aşamasındaki kazı çalışmaları, yol çalışmaları bitki örtüsünün kaldırılmasına, ormanların tahrip edilmesine, akarsu yatağındaki suyun azalmasına, sucul canlıların yaşam şartlarının zorlaşmasına ve zamanla kaybolması uzun vadede belki iklim değişikliğine neden olabilir. Endemik türlerin yaşam alanlarının hızla bozulması bu türlerin yok olmasına yol açabilir.

2. Materyal ve Metotlar

Bu çalışmanın materyalini, ikincil veri kaynakları oluşturmuştur. Ayrıca konu ile ilgili kaynaklar ve daha önce yapılmış bazı araştırmalar, sektörle ilgili yazılı ve görsel kaynaklar, ilgili sivil toplum kuruluşlarının, kamu kurum ve kuruluşlarının sektörel raporları, istatiksel veriler, ilgili internet kaynakları, bilimsel makalelerden yararlanılmıştır.

DSİ 'nin ve özel kuruluşların Adana ilinde yapmış oldukları barajlar ve HES ler aşağıdaki tabloda gösterilmiştir. Hala yapılmaya devam edilmektedir.

Tablo 1. Özel Kuruluşların Yaptığı İşletmeler

	İLİ	PROJE ADI	TİPİ	İŞLETMEYE ALINMA TARİHİ	HES AYISI	ORTALAMA ENERJİ	
TR 62 1	ADANA	Çoraklı HES	Kanal	14.11.2013	1	2,60	12,00
		Eğlence I HES	Kanal	27.5.2013	1	42,65	130,00
		Eğlence II HES	Kanal	11.4.2013	1	26,00	85,00
		Feke I HES	Kanal	27.6.2012	1	29,40	117,00
		Feke II Barajı ve HES	Baraj	2010	1	69,35	223,00
		Kavşak Bendi HES	Baraj	19.12.2013	1	191,28	766,00
		Kıy HES	Kanal	25.4.2013	1	23,80	72,29
		Kozan HES (Kozan Barajı Dipsavak Çıkışı)	Kanal	2009	1	4,68	10,00
		Köprü Barajı ve HES	Baraj	19.2.2013	1	155,85	378,38
		Kuşaklı Barajı ve HES	Baraj	1.8.2013	1	20,00	120,22
		Menge Barajı ve HES	Baraj	22.12.2011	1	89,42	203,14
		Mentaş Reg. ve HES	Kanal	2006	1	49,60	179,00
		Toros HES	Kanal	26.2.2013	1	49,99	208,00
		Yamanlı III (Gökkaya Barajı)	Baraj	14.9.2012	1	28,54	95,26
		Yamanlı III (Himmetli)	Kanal (Tünelli)	12.5.2012	1	26,98	110,00
		Yedigöze Barajı ve HES	Baraj	2010	1	310,66	1.141,00
		Karakuz Barajı ve HES	Baraj	8.7.2015	1	76,00	345,00
		Yamanlı II HES	Kanal	31.1.2015	1	81,85	234,00
		Seyhan II HES	Kanal	1991	1	7,50	33,00
		Çoraklı HES	Kanal	14.11.2013	1	2,60	12,00
	ADANA TOPLAM				19	1.286,1	4.462,2

Tablo 1.2 DSİ' nin Yaptığı İşletmeler

	İLİ	PROJE ADI	TİPİ	İŞLETMEYE ALINMA TARİHİ	HES SAYISI	ORTALAMA ENERJİ
TR 62 1	ADANA	Çatalan	BARAJ	1997	1	168,90
		Seyhan	BARAJ	1956	1	60,00
		Yüreğir	BARAJ	1972	1	6,00
	ADANA TOPLAM				3	**234,90**

Tablo 1.3 Adana' daki baraj ve HES lerden elde edilen su ve enerji bilgileri

İBBS (1) - 3. Düzey	İli	Baraj ve HES Adı	Bitiş Yılı		Baraj Sayısı	Brüt Sulama Alanı (ha)	Kurulu Güç (MW)	Ortalama Enerji (GWh/Yıl)	İçmesuyu (hm3/yıl)
TR62 1	Adana	Çatalan	1996	S Eİ	1	3.686,00	165,00	596,00	236,00
		Kesiksuyu	1971	S	1	8.764,00	0,00	0,00	0,00
		Kozan	1972	S	1	10.177,00	0,00	0,00	0,00
		Nergizlik	1995	S	1	2.326,00	0,00	0,00	0,00
		Seyhan	1956	S	1	181.300,00	54,00	350,00	0,00
	Toplam Adana			S E	5	206.253,00	219,00	946,00	236,00

Son yıllarda baraj ve bilhassa HES yapımının arttığı tablolardan da anlaşılmaktadır. Baraj ve HES lerin iklim değişikliği, doğal bitki örtüsünün bozulması ve zamanla türlerin yok olmasına zemin hazırladığı açıktır.

Bölgeyi gezen araştırmacılar, gözlemciler Seyhan nehrinin meydana getirdiği Göksu'nun çıkış yerlerinden biri olan Obruk'u önceden ziyaret ettiklerinde neredeyse her taşın altından suyun fışkırdığı bir şelale gördüklerinden bahsederler. Ancak şimdilerde bu yerde bir damla su kalmamıştır. Bu durum canlıları sizce nasıl etkileyecektir?

HES'in yapıldığı akarsuyun içinde bulunan canlılar değişebilir ve büyük bir oranda da yok olabilir. Suyun sıcaklığı ,nehrin sahip olduğu ekosistem tamamen bozulabilir. Su tutumu nedeniyle aşağı bırakılan su miktarındaki azalma, nehrin aşağı bölgesinde yer alan tüm ekosistemleri ve bölgenin toprak yapısı, bitki örtüsü, hayvanlar, bakteriler dahil her şey bozulabilmektedir. Ayrıca nehrin denize ulaştığı yerdeki deltalar erirken, topraklarda tuzlanma gerçekleşmekte ve tüm suların kimyasal yapısını değiştirebilmektedir. Doğa Derneği'nce tanımlanan ve türün de yaşadığı Feke Önemli Doğa Alanı'nda orman kesimi ve yoğun olarak inşa edilen baraj ve göletlerin en önemli tehditler olduğu vurgulanmaktadır (Ataol, 2006).

Saimbeyli Mavisi gibi özel türler için mineral aldıkları, beslendikleri bitki örtüsü ve iklim çok önemlidir. Geven ve çam ağaçlarında dolaşan Saimbeyli Mavisi acilen koruma altına alınması gereken bir türdür. Öncelikle de yaşam alanlarının bozulmadan kalması için çaba harcanmalıdır. Şimdilerde bilim insanlarının, fotoğrafçıların, koleksiyoncuların, halkın ilgi odağındadır. Ancak doğa turizmi gelişirken bu kelebekler de toplanabilmektedir.



Fotoğraf. 1 Polyommatus (Agrodiaetus) theresiae (Fotoğrafı çeken, Zeynel Cebeci)

3. Sonuçlar ve Tartışma

Adana'nın Saimbeyli ilçesine endemik olan Polyommatus (Agrodiaetus) theresiae türünün doğal yaşam ortamı baraj ve HES in de sebep olduğu olumsuzluklar yüzünden yok olmaktadır. Biyolojik çeşitliliğin korunması için acilen önlemler alınmalıdır.
Türkiye'de yeni bazı projelerle türlerin veri tabanları oluşturulmaya başlanmıştır ancak çalışmalar akademik düzeyde ve devlet kurumlarınca ele alınmalıdır. Nuh'un Gemisi Ulusal Biyolojik Çeşitlilik projesi ile veritabanı oluşturulmaya başlanmıştır. Ancak baraj ve HES'lerin sebep olduğu iklim değişiklikleri ve sonuçları bilim insanlarınca bir an önce ortaya konulmalı ve sınırlamalar yasal çerçevede yapılmalıdır.

Ekosistemde her canlı zincirin bir parçasıdır. İnsanlar tarafından doğanın hızlı bozulmasının sonuçları gelecek nesiller için ağır olabilir.

4. Kaynaklar

Küresel iklim değişikliği ve Türkiye Prof Dr Mikdat Kadıoğlu İTÜ Meteoroloji mühendisliği bölümü Maslak İstanbul.

Karadeniz Fen Bilimleri Dergisi / The Black Sea Journal of Sciences.

Adana'ya Endemik Çokgözlü Teresamavisi (Polyommatus (Agrodiaetus) theresiae) Kelebeği Üzerinde Gözlem Çalışmaları ve Türün Varlığının Yeniden Onaylanması Zeynel CEBECİ, Erol ATAY, Mehmet ÇELİK, Fatih GÜVERCİN.

INVESTIGATION OF SOLUBILITY OF PROPOLIS IN DIFFERENT SOLVENTS

DEĞİŞİK ÇÖZELTİLER İÇERİSİNDE PROPOLİSİN ÇÖZÜNÜRLÜĞÜNÜN İNCELENMESİ

Lütfü Öz [a], Muammer Burç [b]
[a] Milli Eğitim Bakanlığı, Malatya, Türkiye, 23lutfuoz@gmail.com
[b] Milli Eğitim Bakanlığı, Malatya, Türkiye, muammerburc@gmail.com

Özet

Propolis, bal arıları tarafından çeşitli bitkilerden toplanan reçinemsi bir maddedir. Propolisin biyolojik aktivetesinden sorumlu olan yapılar flavonoidler gibi fenolik bileşiklerdir. Flavonoidler antioksidan aktivitende sorumludur. Bu çalışmada propolisin sulu, etil akollü, gliserollü, zeytin yağlı ve ayçiçeği yağlı ekstrakları hazırlanarak toplam polifenol ve flavonoid içerik tayinleri yapılmış ve hangi çözelti içinde en fazla çözünebileceğinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Çalışmanın sonucunda propolisin en iyi etil alkol içerisinde çözündüğü, sırasıyla da gliserol, zeytinyağı, ayçiçeği yağı ve su içerisinde çözündüğü sonucuna varılmıştır.

Anahtar kelimeler: Propolis, Flavonoid, Polifenol, Arı, Sağlık

Abstract

Propolis is a resinousd matter which is collected by honey bees from various herbs. Phenolic compounds such as flavonoids are responsible for biological activity of propolis. Flavonoids are responsible for antioxidan activity too. In this study the extracts of propolis which are watery,ethyl alcohol, gliserol, olive oil, and sunflower oil were prepared and total polifenol and flavonoid contents were determined and we aimed to find out in which solution it is disintegrated the most. At the end of the study it was found out that it is disintegrated in ethyl alcohol the best and respectively gliserol, olive oil, sunflower oil and water.

Key words: Propolis, Flavonoid, Polifenol, Bee, Health

1. Giriş

Propolis; bal arılarının ağaç kabuklarından, bitkilerin filiz, dal ve tomurcuklarından toplayarak polen sepetçiklerinde biriktirdiği reçinemsi maddeleri ve bitki öz sularını, baş kısımlarında bulunan salgı bezlerinden salgılanan birtakım enzimlerle biyokimyasal değişikliğe uğratıp balmumu ile karıştırarak kovan içerisinde oluşturdukları reçinemsi yapışkan, keskin ve güzel kokulu organik üründür [1].

Propolisin içeriği toplandığı bitkilerin tür ve çeşitlerine göre değişiklik göstermektedir. Genel olarak, ham propolisin % 50' sini reçine ve bitkisel balsam, % 30' unu balmumu, %10' unu esansiyel ve aromatik yağlar, 5' ini polen ve % 5' ini diğer organik maddeler oluşturmaktadır [2].

Propolisteki ana kimyasal sınıflar; flavonoidleri, fenolik bileşikleri ve çeşitli aromatik yapıları içermektedir. Bununla birlikte propolis birçok B- kompleks vitamini, önemli mineralleri ve eser elementleri de bünyesinde barındırmaktadır [3].

Bal arısı kovanlarından toplanan propolisin antioksidan, antibakteriyel, antifungal, antiviral, lokal anestezik, antiinflammatuar, hepatoprotektif, immünostimülatör ve sitostatik aktiviteleri kapsayan birçok biyolojik özelliği mevcuttur [3]. Bu özellikleri nedeniyle propolis, günümüzde popüler bir ilaç olarak halk tıbbında,

apiterapide, biyokozmetikte ve ilaç sanayinde çeşitli amaçlarla kullanılmaktadır. Yapılan araştırmaların çoğu propolisin kimyasal bileşimi, biyolojik aktivitesi, farmakolojik ve tedavi edici özellikleri üzerinedir [1].

Farklı kökene sahip propolis örneklerinin biyolojik aktiviteleri ile ilgili yapılan çok sayıdaki çalışmada Brezilya propolisinin antibakteriyel, sitostatik, serbest radikal koruyucu aktivitesi belirlenirken, Bulgar propolisinin bakterisidal, antifungal, antiparaziter aktivitegösterdiği saptanmıştır. Bugüne kadar, Türk propolisinin antibakteriyel, antifungal, antikarsinojenik, yara iyileştirici gibi bazı biyolojik aktiviteleri incelenmiştir [4].

Propolis ham halde kullanılamadığı için çözücülerle yapılan ekstraksiyon ile saflaştırılmaktadır [5]. Yapılan çeşitli çalışmalarda propolisin sulu, etanollü, metanollü, eter ve yağ ekstraktları hazırlanarak, suda çok az çözündüğü, etanol ve metanolde ise daha iyi çözündüğü belirlenmiştir. Bunun yanı sıra propolisin, eter ya da kloroformda tamamen, hidrokarbon çözücülerde ise çok az miktarda çözündüğü tespit edilmiştir [6].

Bu çalışmada ana amaç, Elazığ ilinden toplanan ve günümüzde önemi giderek daha fazla anlaşılan propolisin su, etil alkol, gliserol, zeytinyağı ve ayçiçeği yağı ile çözünürlüğünü incelemek; içeriğinde bulunan, antioksidan aktivitesinden başlıca sorumlu bileşikler olan polifenoller ve flavonoidlerin hangi çözücü ile muamele edildiğinde ekstraktta en fazla bulunduğunu, dolayısıyla hangi çözücüde en iyi çözündüğünü tespit etmektir.

2. Genel

2.1. Propolis

Propolis, işçi arılar tarafından bitkilerin yaprak, tomurcuk, dal gibi büyüyen kısımlarından ve sürgünlerinden toplanan nektarın polen ve arılar tarafından salgılanan enzimlerle biyokimyasal değişikliğe uğratılarak elde edilen reçinemsi bir maddedir. Kovanda kullanılacak amaca göre farklı dozlarda bal, balmumu, polen ve yutak enzimleri ile karıştırarak, larva yuvalarının cilalanması ve sterilize edilmesi, kovan çatlaklarının kapatılması, kovan giriş deliğinin daraltılması, çerçevelerin sabitlenmesi, kovana giren ancak kovan dışına atılamayacak kadar büyük böceklerin mumyalanmasında kullanmaktadırlar [7].

2.1.1. Propolisin Fiziksel Özellikleri

Propolis, yapışkan, kendine özgü keskin kokusu olan ve alkolde eriyebilen bir maddedir. Rengi toplandığı yöreye ve bitki kaynağına bağlı olarak sarı, yeşil ve koyu kahverengine kadar değişim göstermektedir. Kıvamı sıcaklığa bağlı olarak değişmekte olup 15-25°C arasında mum kıvamında elastik bir yapı gösterirken, yüksek sıcaklıklarda (30-40°C) ise yumuşayıp yapışkan bir yapı kazanmaktadır. Sıcaklığın 5°C'nin altında olması ile katı, kırılgan bir şekle dönüşmektedir. Erime sıcaklığı genel olarak 60-70°C olmasına rağmen, bazı propolis örneklerinin 100°C'nin üzerinde erime gösterdiği de belirtilmektedir [8,9].

2.1.2. Propolisin Kimyasal Özellikleri

Propolisin içeriği toplandığı bitkilerin tür ve çeşitlerine göre değişiklik göstermektedir. Genel olarak, ham propolisin % 50' sini reçine ve bitkisel balsam, % 30' unu balmumu, %10' unu esansiyel ve aromatik yağlar, 5' ini polen ve % 5' ini diğer organik maddeler oluşturmaktadır [2].

Propolis içerisindeki farmakolojik etkiye sahip olan en önemli bileşikler flavonoid grubu (flavonlar, flavanollar ve flavanonlar) ile çeşitli fenolik ve aromatik yağlardır. Propolisin yapısında galangin, kamferol, quersetin, pinosembrin, pinosambrin ve pinobanksin başta olmak üzere 38 flavonoid tanımlanmıştır. Fenolikler arasında sinnamik alkol, sinnamik asit, benzil alkol, benzoik asit, kafeik asit ve fenilik asit bulunmaktadır. Propolis içeriğinde çok sayıda bileşen bulunması nedeniyle oluşan bileşik etki, her bir bileşenin tek başına oluşturduğu etkilerin toplamından daha yüksek bulunmuştur. Çalışmalar, propoliste bulunan flavonoidlerin etkili antibakteriyel aktiviteye sahip olduğunu göstermiştir.

Ancak izole edilen flavonoidler tek başlarına, propolis ekstraktına göre daha düşük aktivite göstermiştir. Propolisin bazı antibiyotiklerle sinerjik etki gösterdiği gözlenmiştir. Bazı durumlarda bakteri ve maya üzerindeki etkileri 100 kat artmıştır. Antibiyotik dirençli Staphylococcus'larda, propolis ile birlikte alınan antibiyotiklerin, bu direnci kırdıkları gözlenmiştir [10,11].

2.1.2.1. Fenolik Bileşikler (Polifenoller)

Fenolik bileşikler, farklı yapılar ve geniş bir filogenetik dağılım gösteren ikincil bitki metabolitleridir. Fenolik bileşikleri işlevsel açıdan, içerdikleri fenol halkalarının sayısına ve bu halkaların birbirine bağlanmasıyla oluşan yapısal elementlere bağlı olarak değişik gruplar şeklinde sınıflandırmak mümkündür. Bu sınıflandırma fenolik asitler (hidroksibenzoik ve hidroksisinnamik asitler), stilbenler, ligninler (nonflavonoidler) ve flavonoidler olarak yapılabilir. Flavonoidler flavanoller, antosiyaninler, flavonoller, flavonlar, flavanonlar gibi çeşitli alt gruplara ayrılmıştır [12]. Fenolik bileşikler, pek çok bitkide renk, koku ve tattan sorumlu olarak önemli duyusal özellikler içermekle kalmayıp, aynı zamanda oksidatif stres ile ilişkilendirilmiş çeşitli hastalıkların önlenmesinde de anahtar rol oynarlar [12]. Propolisin biyolojik aktivitesinden başlıca sorumlu olan yapılar flavonoidler gibi fenolik bileşiklerdir. Flavonoidler aynı zamanda antioksidan aktiviteden de sorumludur. Bubileşenlerin antioksidan aktivitesi özellikle radikal temizleme etkisine dayanmaktadır.

2.1.2.2. Fenolik Bileşikler (Polifenoller)

Propolis örneklerinden izole edilen bileşiklerin en büyük grubu, bitkiler aleminde yaygın olarak bulunan flavonoidler olarak ifade edilmektedir [13,14]. Bu bileşikler ikincil bitki metabolitleridir ve insanlar tarafından sentezlenemedikleri için, insan diyetinin önemli bir bölümünü oluşturmaktadır. Propolisin içinde yoğun olarak bulunan flavonoidler güçlü antioksidanlardır ve serbest radikalleri temizleme kapasitesine sahip oldukları ve böylelikle hücre membranındaki lipid peroksidasyonuna karşı koruyucu oldukları yapılan çalışmalar ile gösterilmiştir. Diğer faktörler ile birlikte aktif serbest radikallerin, hücresel yaşlanma ve kardiyovasküler hastalıklar, eklem iltihapları, kanser, diyabet, Parkinson ve Alzheimer hastalıkları gibi bu tür durumlardaki kötüleşmelerden sorumlu oldukları düşünülmektedir [15].

2.1.3. Propolisin Bitkisel Kaynağı

Propolisin en önemli kaynağını kavak, kızılağaç, huş ağacı, kestane, dişbudak ağacı ve çeşitli *Pinus* (çam) ve *Salix* (söğüt) türleri gibi bitkiler oluşturmaktadır. Ham propolisin kimyasal yapısını arı mumunun içeriğindeki çeşitlilik etkiler.

Propolisin kimyasal bileşimi, arıların dolaştığı her bir bölgenin bitki örtüsündeki biyolojik çeşitlilikten dolayı büyük ölçüde değişken ve komplekstir. Buna rağmen, ılıman bölgelerde propolisin başlıca kaynağını *populus* olarak adlandırılan kavak türlerinin tomurcuk salgılarının oluşturduğu birkaç istisna da vardır. Avrupa, Kuzey Amerika, Yeni Zelanda ve Asya' da propolis ile ilgili yapılan çalışmalar neticesinde bu sonuçlara ulaşılmıştır. Bununla birlikte Avrupa propolisi örneklerinin kavak kökenli olmadığı da ifade edilmiştir [16].

3. Metod

3.1. Propolis Ekstraktlarının Hazırlanması

Elazığ ilininden temin edilen ve buzdolabında -18 °C' de dondurulmuş olan doğal propolis ürünü rendelenip tekrar -18 °C' de donduruldu. Rendelenen propolis blendırda toz haline getirilerek, hassas terazide 0,5' er g tartılıp 50 ml' lik beş ayrı falkon tüpüne aktarıldı. Herbir falkon tüpüne 20' şer ml saf haldeki su, etil alkol, gliserol, zeytinyağı, ayçiçeği yağı ilave edilerek beş ayrı çözücü ile muamele edilmiş propolis örnekleri vortekslendi ve çalkalayıcı inkübatörde 60 °C' de 150 rpm' de 24 saat süreyle çözünmesi için sürekli çalkalanarak inkübe edildi. 24 saatlik inkübasyon sonrası propolis eksraktları 4000 rpm' de 10 dakika santrifüjlendi ve süzgeç kâğıdı yardımıyla süzüldü. Böylece 25 mg/ml' lik sulu, etil alkollü, gliserollü,

zeytinyağlı ve ayçiçeği yağılı propolis ekstraktları hazırlanmış oldu ve gerekli denemelerde kullanılmak üzere buzdolabında +4 °C' de, karanlıkta muhafaza edildi.

3.1.1. Ekstraktlarda Toplam Polifenol İçerik Tayini

Ekstraktların toplam polifenol içeriği, modifiye edilmiş Folin-Ciocalteu metoduna göre spektrofotometrik olarak belirlendi. Metod, fosfotungstik asitin (H3P[W3O10]4) bazik çözeltide fosfotungstik mavisine indirgenmesi esasına dayanır. Oluşan fosfotungstik mavisinin absorbansı, aromatik fenolik grupların sayısı ile orantılıdır ve toplam polifenol içeriğinin belirlenmesi amacıyla standart olarak gallik asit kullanılır [17].

3.1.2. Ekstraktlarda Toplam Flavonoid İçerik Tayini

Ekstraktların toplam flavonoid içeriği, Alüminyum klorür kolorimetrik metodu ile belirlenmiştir. Metodun prensibi, AlCl3' ün flavonlar ve flavonollerin C-4 keto grubu ve C-3 veya C-5 hidroksil grupları ile asitte kararlı kompleksler oluşturması esasına dayanmaktadır. Buna ek olarak, AlCl3, flavonoidlerin A- veya B-halkalarının orto-dihidroksil grupları ile kompleks oluşturur [18]. Bu metoda göre standart olarak kuersetin kullanılır [19].

4. Elde Edilen Veriler

4.1. Ekstraktlarda Toplam Polifenol İçerik Tayini Sonuçları

Elde edilen sonuçlar Tablo 1 de yer almaktadır.

Tablo 1. Ekstraktlarda toplam polifenol içerik miktarı

Çözücü	Polifenol miktarı
Etil alkol	121,13 mg GA / g propolis
Gliserol	86,34 mg GA / g propolis
Zeytinyağı	61,53 mg GA / g propolis
Ayçiçeği yağı	54,15 mg GA / g propolis
Su	16,85 mg GA / g propolis

4.2. Ekstraktlarda Toplam Flavonoid İçerik Tayini Sonuçları

Elde edilen sonuçlar Tablo 2 de yer almaktadır.

Tablo 2. Ekstraktlarda toplam flavonoid içerik miktarı

Çözücü	Flavonoid miktarı
Etil alkol	45,97 mg K / g propolis
Gliserol	24,23 mg K / g propolis
Zeytinyağı	23,72 mg K / g propolis
Ayçiçeği yağı	18,75 mg K / g propolis
Su	1,15 mg K / g propolis

5. Sonuçlar

Elazığ ilinden temin edilen propolislerin etil alkol, gliserol, zeytinyağı, ayçiçeği yağı ve sulu ekstraktları içerisinde yapılan polifenol ve flavonoid içerik tayinleri sonucunda propolisin en iyi etil alkol içerisinde, daha sonra sırasıyla gliserol, zeytinyağı, ayçiçeği yağı ve su içerisinde çözündüğü tespit edilmiştir.

6. Öneriler

- Propolisi ekstrakte etmek için kullanılan farklı çözücüler, içeriğinde bulunan farklı bileşiklerin çözünmesini sağlayacağı için kullanılan ekstraktların kalitatif ve kantitatif içeriği belirlenebilir.
- Propolisin kimyasal içeriğinin belirlenmesi, yapılacak olan çeşitli çalışmalarda propolisin standardizasyonunu sağlayacaktır. Bu sayede propolisin içerdiği özel bileşikler ve bunlarla ilişkili olan biyolojik aktiviteler de tespit edilebilecektir.

Kaynaklar

[1] Bozkurt AF, Farklı düzeylerde propolis uygulamalarının farelerde lipid peroksidasyonu (MDA) ile bazı biyokimyasal parametrelere etkilerinin değerlendirilmesi. Yüksek Lisans Tezi, Selçuk üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Konya, 2010.

[2] Burdock GA , Review of the biological propenties and toxicity of bee propolis (Propolis). Food and Chemical Toxicology, 36: 347-363, 1998.

[3] Kolankaya D, Selmanoğlu G, Sorkun K, Salih B., Protective effects of Turkish propolis on alcohol-induced serum lipid changes and liver injury in male rats. Food Chem 78: 213-217, 2002.

[4] Engür, T.: Kayseri propolisinin kimyasal yapısı ve standardizasyonu, Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Kayseri, 2007.

[5] Pietta, P.G., Gardana, C., Pietta A.M.: Analytical methods for quality control of propolis. Fitoterapia 73 Suppl. 1: 7–20, 2002.

[6] Schmidt, J.O.: Bee products Chemical composition and application by Mizrahi, A., Lensky, Y.(Eds), Bee Products Properties, Applications and Apitherapy. Plenum Pres, New York, pp. 15-26, 1997

[7] Ghisalberti, E. L. Propolis, A Review, Bee World 60, 59-84,1979.

[8] Greenavvay, W., Scaysbrook, T., Vvhatley, F.R. The composition and plant origins of propolis, a report of work at Oxford, Bee World, 71:107-118,1990

[9] Marcucci, M.C. , Propolis: chemical composition, biological properties and therapeutical activity, Apidologie, 26:83-99,1995.

[10] Moreno, M. I. N., M. I. Isla, A. R. Sampietro, and M. A. Vattuone., Comparison of the reeradicalscavenging activity of propolis from several regions of Argentina. J. Ethnopharmacol 71: 109 - 114, 2000.

[11] Öztürk, A. İ., Propolis. Beekeper's World 2 (1): 31-33, 2006.

[12] Nolkemper, S., Reichling, J., Sensch, K.H., Schnitzler, P.: Mechanism of herpes simplex virus type 2 suppression by propolis extracts. Phytomedicine, 17: 132-138, 2010.

[13] Burdock, G.A.: Review of the biological properties and toxicity of bee propolis (Propolis). Food and Chemical Toxicology, 36: 347-363, 1998.

[14] Jasprica, I., Mornar, A., Debeljak, Z., Smolcic-Bubalo, A., Medic-Saric, M., Mayer, L., Romic, Z., Bucan, K., Balog, T., Sobocanec, S., Sverko, V.: *In vivo* study of propolis supplementation effects on antioxidative status and red blood cells. Journal of Ethnopharmacology, 110: 548-554, 2007.

[15] Kolankaya, D., Selmanoğlu, G., Sorkun, K., Salih, B.: Protective effects of Turkish propolis on alcohol-induced serum lipid changes and liver injury in male rats. Food Chemistry, 78: 213-217, 2002.

[16] Liberio, S.A., Pereira, A.L.A., Araujo, M.J.A.M., Dutra, R.P., Nascimento, F.R.F., Monteiro-Neto, V., Ribeiro, M.N.S., Goncalves, A.G., Guerra, R.N.M.: The potential use of propolis as a cariostatic agent and its actions on mutans group streptococci. Journal of Ethnopharmacology, 125: 1-9, 2009.

[17] Horzic, D., Komes, D., Belscak, A., Ganic, K.K., Ivekovic, D., Karlovic, D.: The composition of polyphenols and methylxanthines in teas and herbal infusions. Food Chemistry, 115: 441-448, 2009.

[18] Chang, C.C., Yang, M.H., Wen, H.M., Chern, J.C.: Estimation of total flavonoid content in propolis by two complementary colorimetric methods. Journal of Food and Drug Analysis, 10 (3): 178-182, 2002.

[19] Lin, J.Y., Tang, C.Y.: Determination of total phenolic and flavonoid contents in selected fruits and vegetables, as well as their stimulatory effects on mouse splenocyte proliferation. Food Chemistry, 101: 140-147, 2007.

NANO BAKIR OKSİT PARTİKÜLLERİNİN JAPON BALIĞI (*Carassius auratus*) SOLUNGAÇLARINDAKİ HİSTOPATOLOJİK ETKİLERİ

THE HISTOPATHOLOGIC EVALUATION OF NANO COPPER OXIDE PARTICLES ON GILL TISSUE OF GOLD FISH (*Carassius auratus*)

Cüneyd Yavaş[1], Nagihan Gülsoy[2]
Marmara Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Biyoloji bölümü 34722Göztepe/İst
Marmara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyoloji ABD 34722Göztepe/İst
e-posta: nagehan@marmara.edu.tr

Özet

Bu çalışmada farklı süre ve konsantrasyonlardaki bakır (II) oksit nano partiküllerinin (nCuO) ve bakır klorür dihidrat tuzunun ($CuCl_2$) japon balığının (*Carassius auratus*) solungaç dokusunda meydana getirdiği yapısal değişimler tespit edildi. Japon balıkları birbirine yakın boy (ortalama total boy 9 ±1 cm) ve ağırlıktaki (ortalama ağırlık 11 ±1 gr) bireylerden seçildi ve laboratuvar ortamına alıştırılması sağlandı. NCuO için 100, 150 ve 200 mg/L ve mikron ölçekli $CuCl_2$ için ise1, 1.5 ve 2 mg/L, 96 saat süreyle balıklara (n=5) uygulandı. Negatif kontrol için boş akvaryum suyu kullanıldı. Belirlenen süre sonunda solungaç dokuları alınarak %10 nötral formalin ile fikse edildi. Parafine gömülen solungaç örneklerinden 7-10 µm kalınlığında kesitler alınarak lamlar üzerine yerleştirildi. Hematoksilen ve Eosin boyası ile boyanan kesitler OLYMPUS BX51TF model mikroskoba bağlı CCD Kamera (Canon A640) ve Kameram (Mikrosistem) programı ile resimleri çekilerek incelemeye hazır hale getirildi. Uygulama gruplarından elde edilen solungaçların histolojik görüntüleri negatif kontrolle karşılaştırıldığında en fazla hasar 200 mg/L nCuO grubunda; solungaç epitelinde kalkma, ödem, sekonder lamellerin birleşmesi, hiperplazi ve hipertrofi gibi solungaçların işlevini engelleyecek dejenerasyonlar gözlendi. Bu çalışmanın sonuçları, yaygın kullanılmaya başlanan nanomalzemelerin maruz kalınan canlılar açısından dikkatle izlenmesi gerektiğini göstermektedir.

Anahtar kelimeler: Nanobakır, Japon balığı, Solungaç, Histopatoloji

Abstract

At this study, performed to determine the potential genotoxicity and histopatology status of Copper (II) oxide nanoparticles (nCuO) and Copper salt ($CuCl_2$) at different time and concentrations were evaulated. All fishes used in the study of size close to each other (the average total length of 9 cm±1 cm) and the weight (average weight 11 g±1 g) were selected from the individuals. Under conditions sufficient for adult goldfish treated to nCuO 100, 150 and 200 mg / L and $CuCl_2$ 1, 1.5 and 2 mg / L , at 96 hours. For negative control gold fishes were added empty aquarium water and for positive control lefted in the solution contain 5 mg/L Ethyl metanesulfonate aquarium due to 24 hours. In a 96 hour period for monitoring tissue taken from the group of each concentration were prepared gill histopathology for light microscopy examination. Implementation of the results of the chemical concentration in the gill morphology in both considering the more tissue damage (secondary lamella epithelial lifting, eudema, fusion of filaments, lamellar fusion, hypertrophy and hyperplasia) was seen.

The results of this study, careful monitoring of nanopaticles and mixing to waters is hoped will contribute to avoid.

Keywords: Nanocopper, Gold fish, Gill, Histopatolology

1. Giriş

Bilim ve teknoloji alanının nano seviyelere inmesiyle *Nanoteknoloji* bilimi özellikle son on yılda hızlı bir büyüme göstermiştir. Nanoparçacıklar daha büyük boyutlu parçaçıklarından farklı özelliklere sahiptir ve bu özelliklerinden dolayı tıp, bilgi teknolojileri, enerji üretimi ve depolanması, yeni malzemelerin üretilmesi ve çevresel uygulamalar gibi farklı alanlarda yoğun bir şekilde kullanılmaktadır. Nanoteknoloji alanında yapılan devlet yatırımlarının özellikle gelişmiş ülkelerde artarak devam ettiği görülmektedir.

Nanomateryaller normal boyutlarda ki malzemele (bulk) göre daha potansiyel toksisiteye sahip oldukları yapılan çalışmalarla gösterilmiştir. Bu nedenle nanoteknolojide kullanılan malzemeler insan, hayvan ve çevre sağlığı için risk oluşturmaktadır ve bu risklerin potansiyel etkilerini değerlendirmek gereklidir (Handy ve ark., 2008a ve Jiang ve ark. 2017). Xiong ve ark. (2011), farklı konsantrasyonlarda titanyum ve çinko metallerinin (nano ve bulk) zebra balıkları üzerinde, Mustane ve White (2012), sakız kabağı (*Cucurbita pepo)* bitkilerinde nano ve bulk metal toksisitelerini incelemiş ve nano boyuttaki metallerin daha toksik olduğunu bildirmişlerdir.
Dünya çapında artan nanoteknolojik üretim sonucunda atıkların kontrolsüz bir şekilde deşarjı ve malzemelerin taşınması gibi faaliyetler sonucunda çevreye karışan nanomalzemeler aynı zamanda suların da kirlenmesine neden olmakta, bu durum sucul canlıları önemli ölçüde etkilemektedir. Besin zincirinin önemli bir halkası olan sucul canlılarda meydana gelecek bu olumsuz etkiler, insanlara ve diğer canlılara besin zinciri yoluyla aktarılmaktadır (Schwarzenbach ve ark., 2006 ve Jiang ve ark. 2017). Sucul ekosisteme giren birçok ağır metallerin yanı sıra iz elementlerden biri olan bakırda (nano ve normal parçacık boyutuna sahip) su kirliliğine neden olmaktadır (Hall ve ark.,1998). Her ne kadar yararlı bir element olsa da sulardaki bakır konsantrasyonunun yüksek olması durumunda sucul canlılar için toksik etkiler oluşturabilmektedir (Tellis ve ark., 2012; Ebrahimpour ve ark., 2011). Metaller özellikle su içinde dibe çökerek su altı ve dipde yaşayan canlıların maruziyetini ve dolayısıyla olumsuz etkilerini büyük ölçüde arttırmaktadır (Farre ve ark., 2009).

Nanopartiküller bulk (daha büyük boyutlu) formlarına kıyasla hücre içinde daha fazla reaktif oksijen türleri (ROS) oluşturmakta, böylece hücre ölümüne ve buna bağlı hastalıklara etken olduğu bilinmektedir (Stoeger ve ark., 2006). Nanopartiküllerin giriş yolundan itibaren hedef dokuya ulaşımdaki muhtemel yolundan başlayarak sıvılar, hücreler ve dokularla çeşitli şekildeki biyolojik etkileşimi bu yüzden incelenmelidir (Donaldson ve ark., 2002).

Bakırın boyutları nano ölçek düzeyine yaklaştıkça ortaya çıkan yeni fiziksel ve kimyasal özellikleri sayesinde, nanomalzemeler endüstride geniş kullanım alanı bulmuş ve geliştirilmiş ürünler hızla gündelik yaşamımıza girmiştir. Nano bakır sıvılar, ısı transferleri, antimikrobiyal boyalar, katalizör, gaz sensörleri ve fotovoltaik piller gibi bir çok alanda kullanılmaktadır (Handy ve ark., 2008b). Ayrıca nano bakır içeren partiküller metrolarda, demir döküm, elektrik santralleri, belediye atık yakma tesisleri, tekstil sanayi ve bazı cilt spreylerinde izlerine rastlanmaktadır. Kullanımın ağının genişlemesi sucul ekosistemlere ve diğer ekosistemlere sürekli kontamine olma olasılığını arttırmaktadır (Handy ve ark., 2008b). Nanopartikül bakırın canlılar üzerinde toksisitesini belirlemek amacı ile çalışmalar yapılmıştır (Blaise ve ark., 2007; Karlsson ve ark.,2008; Santos ve ark., 2010).

Kirleticilere maruz kalan balıkların sağlığını değerlendirmede biyobelirteç olarak histopatolojik yöntemler uzun zamandan beri yaygın olarak kullanılmaktadır (Schwaiger ve ark., 1997). Çevresel kirliliği izlemede solungaç histopatolojisini biyobelirteç kullanmanın en önemli avantajlarından biri solunum faaliyetinde solungaçların direk olarak ortamda bulunan kimyasallar ile kontamine olması ve madde birikimlerinin en çok olduğu spesifik hedef organdır ve toksik nano ve bulk formlu metaller solungaç histopatolojilerine yol açmıştır (The ve ark. 1997; Hollis ve ark., 2001; Parikh ve ark., 2010).

Bu amaçla, toksikoloji alanında model organizma olarak kullanılan japon balığı (*Carassius auratus*) solungaç dokuları üzerinde nCuO ve $CuCl_2$'nin histopatolojik etkileri ortaya yapılan bu araştırma ile ortaya çıkarıldı ve karşılaştırılmalı olarak değerlendirildi.

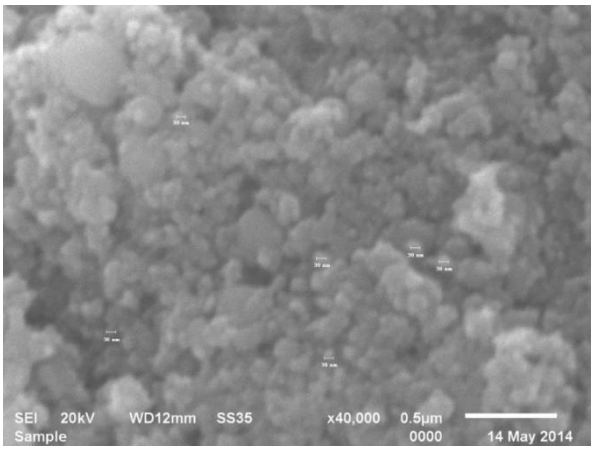
2. Materyal ve Yöntem

Araştırmada su içinde %50 dispersiyon çözelti olarak ticari temin edilen 30 nanometre (nm) boyutuna sahip nCuO (Alfa Aesar, K02S018) ve $CuCl_2$ (Alfa Aesar 10154919) kullanıldı. nCuO'nun 96 saatlik LC_{50} konsantrasyonu akvaryum suyundaki japon balıklarına uygulandı (Pickering and Henderson, 1996; Johnson ve Finley, 1980). Balıklar yerel bir akvaryumcudan (Doğasan Ltd. Şti.) birbirine yakın boy (ortalama total boy 9 cm ±1 cm) ve ağırlıktaki (ortalama ağırlık 11 gr ±1 gr) bireylerden seçilerek alındı ve deneylere başlamadan 1 hafta önce, dinlendirilmiş ve karbon filtreden geçirilmiş şehir suyu bulunan akvaryumda (50L) bekletildi. Alıştırma süresince balıklar günde 1 defa ticari yemlerle beslendi. Japon balıkları kimyasal uygulanması için 15 litrelik cam akvaryumlara her bir konsantrasyon için 5 adet balık olacak şekilde konuldu. Akvaryumların fiziksel (pH=8, sıcaklık 21-22 ºC) ve kimyasal özellikleri belirlendi ve tüm uygulamalar doğal gün ışığında gerçekleştirildi.

nCuO konsantrasyonları $CuCl_2$'nin 100 katı olacak şekilde (100, 150 ve 200 mg/L), $CuCl_2$ ise 1, 1.5 ve 2 mg/L konsantrasyonlarında balıklara 96 saat süreyle uygulandı. Tüm uygulama grupları çift tekrarlı olarak çalışıldı. Kimyasallar uygulanması ardından balıklarda meydana gelen davranış değişiklikleri izlendi ve her konsantrasyona ait gruplardan uygulama süresi sonunda solungaç dokuları alınarak histopatolojik inceleme için hazırlandı. Dokular %10 nötral formalin fiksatifinde fikse edildi. Dehidratasyon ardından paraffin bloklar hazırlandı ve LEICA RM2125RT marka mikrotomda 7 µm kalınlığında kesitler alınarak lamlar üzerine yerleştirildi. Hematoksilen ve Eozin ile boyandıktan sonra OLYMPUS BX51TF model ışık ve mikroskopuna bağlı CCD Kamera (Canon A640) marka ve Kameram (Mikrosistem) programı ile resimleri çekilerek incelemeye hazır hale getirildi.

3. Sonuçlar ve Tartışma

nCuO metalik nanopartiküllerin spesifik partikül boyut dağılımı taramalı elektron mikrografları ile belirlendi (Şekil 1). Subnanometre derecesinde çözünürlük sağlayan SEM görüntülerinden nanoparçacık boyutunun agregasyon görülmediği bölgelerde yaklaşık 30nm olduğu tespit edilmiştir. Bu sonuç ticari olarak elde edilen nano bakır (II) oksitin malzeme bilgi formunda verilen özellik ile uyumludur.



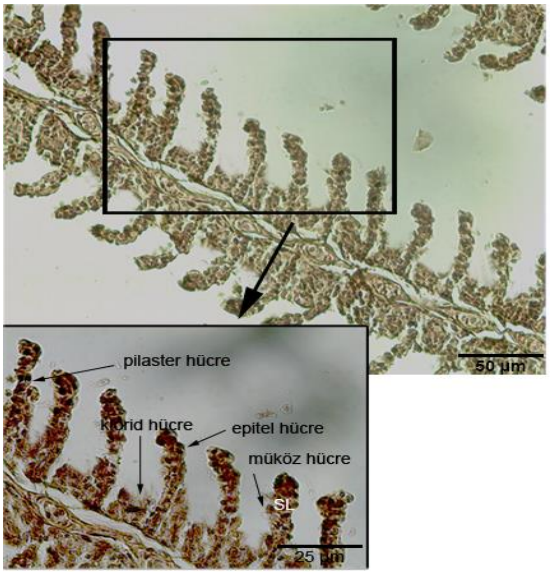
Şekil 1. nCuO SEM görüntüsü.

Bu çalışmada nCuO'nun tüm konsantrasyonlarında aşırı miktarda koyu bir ortam olmasından dolayı balıkların su yüzeyine yakın yüzdüğü ve hareketlerinde azalma olduğu tespit edildi. $CuCl_2$ konsantrasyonlarında ise aktif yüzme oranlarının azaldığı ve daha çok dibe doğru hareket ettikleri gözlemlendi. Balıklardaki davranış değişimleri maddelerin verilmesiyle başladı ve potansiyel toksisitenin ön göstergesi olarak değerlendirildi. Tilton ve ark. (2011), zebra balıklarıyla yaptıkları çalışmalarında nörotoksik olduğu bilinen bakır klorür, chlorpyrifos ve her ikisinin karışımını uyguladıkları zebra balıklarının aktif yüzme oranlarında azalma gözlemlemişlerdir. Tüm uygulama grupları karşılaştırıldığında Tablo 1'de belirtildiği gibi, belirgin bir şekilde solungaç epitelinde kalkma, ödem, sekonder lamellerin

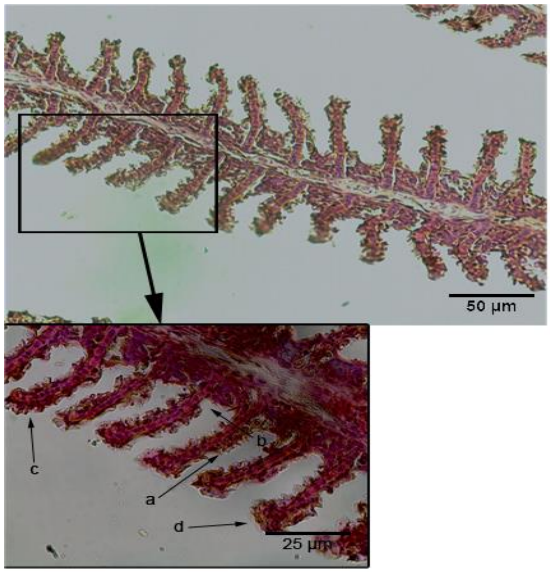
birleşmesi, hiperplazi ve hipertrofi gibi solungaçların işlevini dahi engelleyecek bozulmalar gözlendi (Şekil 2-9).

Tablo 1. nCuO ve $CuCl_2$ uygulama gruplarının bulgularını histopatolojik açıdan değerlendirilmesi (+ az; ++.orta; +++ ileri düzeyde hasar oluşumunu göstermektedir).

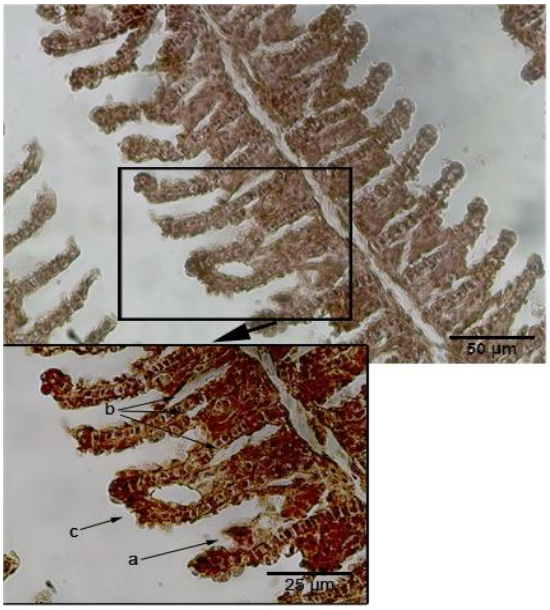
	Nano CuO			**$CuCl_2$**		
	150 mg/L	**150 mg/L**	**150 mg/L**	**1 mg/L**	**1.5 mg/L**	**2mg/L**
Sekonder lamellerde dejenerasyon	+	+	++	+	+	+
Epitel kalkma	+	++	+++	+	++	++
Füzyon	+	++	+++	+	++	++
Hiperplazi	+	++	++	+	+	++
Hipertrofi	+	++	+++	++	+	++
Ödem	-	+	++	-	+	+



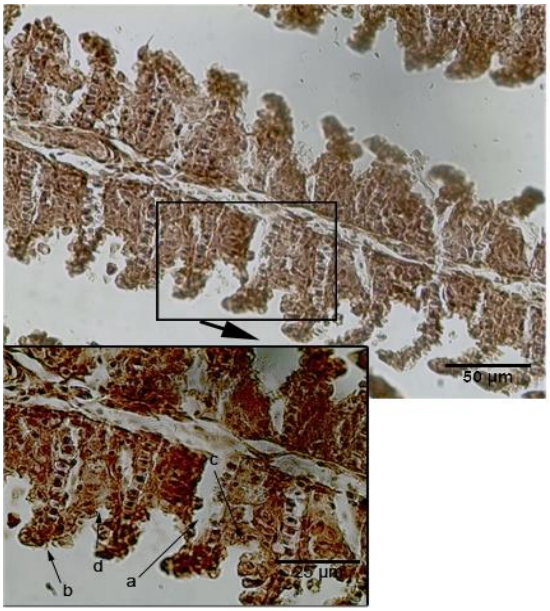
Şekil 2. Negatif control grubundaki balıklardan alınan solungaç histolojisini gösteren mikrograf. **SL:** sekonder lamel



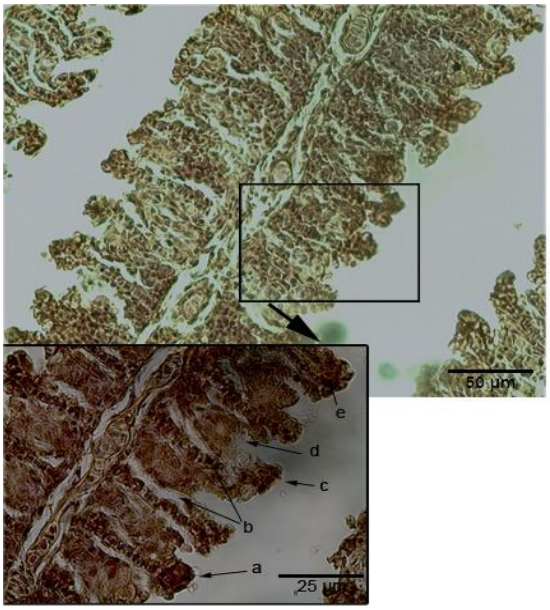
Şekil 3. Pozitif kontrol grubunda ki (5 mg/L 24 saat EMS) balıkların solungaç histopatolojisini gösteren mikrograf. **a.** epitel kaynaşması, **b.** epitel kaybı, **c.** müköz hücre hipertrofi d. kanama



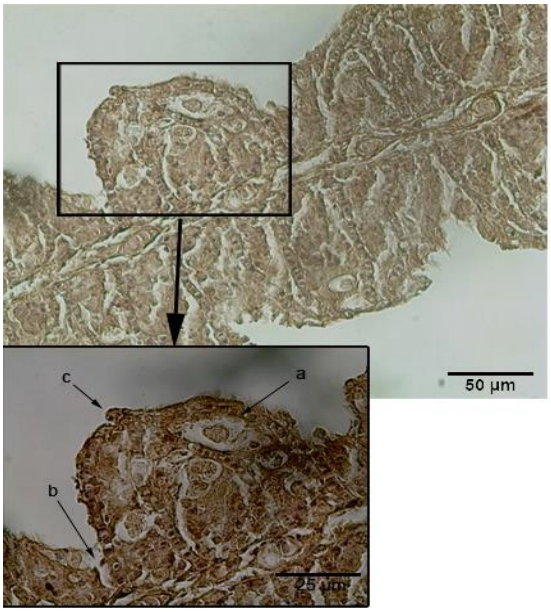
Şekil 4. 100 mg/L 96 saat nCuO uygulanmış balıkların solungaç histopatolojisini gösteren mikrograf. **a.** müköz hücrede hipertrofi **b.** epitel kalkma **c.** iki sekonder lamelin füzyonu



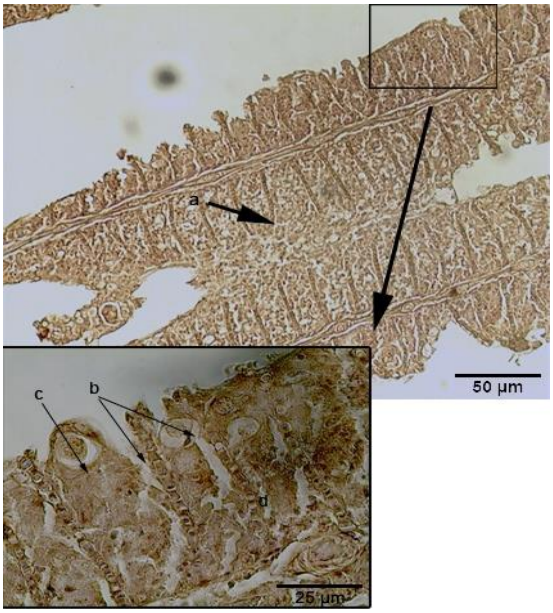
Şekil 5. 150 mg/L 96 saat nCuO uygulanmış balıkların solungaç histopatolojisini gösteren mikrograf. **a.** sekonder lamel epitel kalkması **b.** ödem **c.** dejenerasyon **d.** füzyon başlangıcı (sekonder lamella epitellerinde)



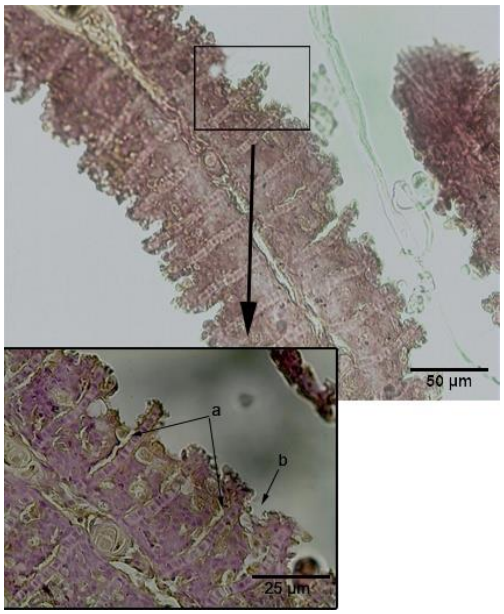
Şekil 6. 200 mg/L 96 saat nCuO uygulanmış balıkların solungaç histopatolojisini gösteren mikrograf. **a.** ödem **b.** sekonder lamel epitel kalkması **c.** epitel hiperplazi
d. füzyon **e.** dejenerasyon



Şekil 7. 1 mg/L 96 saat $CuCl_2$ uygulanmış balıkların solungaç histopatolojisini gösteren mikrograf. **a.** müköz hipertrofi **b.** lamella epitel kalkması **c.** dört sekonder lamelin füzyonu



Şekil 8. 1.5 mg/L 96 saat $CuCl_2$ uygulanmış balıkların solungaç histopatolojisini gösteren mikrograf. **a.** filametnlerde füzyon **b.** sekonder lamel epitellerinin tamamen ortadan kalkması **c.** müköz hücrelerde hiperplazi



Şekil 9. $CuCl_2$ 2 mg/L 96 saat **a.** sekonder lamellada epitel kalkması **b.** lamellalarda füzyon

Bakırın solungaç dokusunda anormalilere sebep olduğunu daha önce gösterilmiştir (Lugowska 2007; Karayakar ve ark. 2010,). Bunlardan; Handy ve ark. (2011), nanomateryal üretiminin günümüzde arttığını, önümüzdeki yıllarda daha büyük üretim patlamaları yaşanacağını belirtmişler, bu materyallerin sucul ekosisteme karıştığını ve bu nedenle balıkların bu kontaminasyona maruz kalmalarının kaçınılmaz olduğunu vurgulamışlardır. Bu etkileşimin bireylerde toksik etkiye sebep olduğunu özellikle solungaçlarda mukus salgısını arttırarak ve solungaç fizyolojisini bozarak solunumun azalmasına, ortamda ki hava miktarının azalmasına ve toksik etkilere neden olarak canlının yaşamını önemli ölçüde etkileyeceğine hatta ölümüne yol

açacağına dikkat çekmişlerdir. Diğer iç organlarda (karaciğer, dalak, böbrek, beyin ve dalak) nanopartiküllerin birikerek oksidatif strese yol açabileceklerini bildirmişlerdir.

Wang ve Tao (2014), *Epinephelus coioides* bireylerinde bakır nanopartikülleri ve $CuSO_4$ konsantrasyonlarında (20 ve 100 µg/l) 24 gün boyunca yarı statik koşullarda tutulan balıklarda konsantrasyon ve zaman arttıkça dokularda bakır nanopartikül birikiminin arttığını tespit etmişlerdir. Özellikle bakır nanopartiküllerinin karaciğer ve diğer organlarda daha çok biriktiğini, kemik dokularda ise $CuSO_4$ birikiminin fazla olduğunu vurgulamışlardır. Luzio ve ark. (2013), dişi zebra balıklarını bakır konsantrasyonlarına (12.5 ve 100 µg/L) farklı sürelerde (6, 12, 24 ve 48 saat) maruz bırakarak solungaç hücrelerinde ki apoptozu incelemişler. Bakırın solungaç epitellerinde apoptoza neden olduğunu kanıtlamışlardır. Bakırın apoptoz incelenmesinde pozitif kontrol olarak da kullanılabileceğini bildirmişlerdir. Lawrence ve Hemingway (2003), bakır ve türevlerinin tatlı su balıklarında klorid hücrelerinin miktarını arttırdığını, bakır konsantrasyonların düşük olduğu zaman ölüm görülmediğini fakat yem alımında, tehlikelerden sakınmada ve yüzme performanslarında düşüşler olduğunu kaydetmektedirler. Carla ve ark. (2002) *Prochilodus scrofa* bireylerini bu tür için LC_{50} değeri olan 29 µg/L'lik konsantrasyonda 96 saat boyunca bekleterek solungaçlarda oluşan değişimleri ve kan değerlerini ölçmüştür. Maruziyet sonunda solungaçların fizyolojilerinde değişimlere rastlamışlardır. Ann ve ark. (1995), bakır sülfata maruz bırakılan *Carassius auratus* bireylerinde konsantrasyona bağlı olarak mukus ve epitel hücrelerinde hiperplazi ortaya çıktığını vurgulamışlardır. Wilson ve Taylor (1993), bakır ve türevlerinin solungaçlar üzerinde tümör, lamellalarda kıvrılma ve kanlanmaya sebep olduğunu bildirmişleridir. Bu çalışmada da yukarıda belirtilen çalışmalarda olduğu gibi nCuO ve $CuCl_2$ maruziyeti sonucu negatif kontrol grubuna göre solungaçlarda birçok patolojik durum gösterildi. Özellikle Tablo 1'de de gösterildiği gibi bu çalışmada kullanılan nanobakır ve bakır klorür tuzlarının solungaçların hücre, doku ve organ yapısında ileri derecede hasarlara neden olduğu gösterilmiştir.

4. Sonuç

Ayrıca bu çalışma sonucunda elde edilen nCuO ve $CuCl_2$ uygulamasından sonra zamana ve konsantrasyona bağlı olarak solungaç yapı bozukluklarında artma bilgisi, sucul ortamlarda farklı boyutlardaki bakır konsantrasyonlarına dikkat edilmesi ve biyomonitoring olarak izlenmesi gerektiğini göstermektedir.

Kaynaklar

[1]Ann, G. M.; Jones, R.; Kane, A.; Anderson, R. S.; Reimscheussel, R.: "Effects of chronic copper exposure on the macrophage chemiluminescent response and gill histology in goldfish (*Carassius auratus*)", *Fish&Shellfish Imminology,* 5-4: (1995) 251-264.

[2]Blaise, C.; Gagne, F.; Ferard, J. F.; Eullaffroy, P.: "Ecotoxicity of selected nanomaterials to aquatic organisms", Environmental Toxicology, Volume 23, Issue5, (2008) 591–598.

[3]Carla, C. C.; Fernandes M. N.: "Gill Tissue Recovery after Copper Exprosure and Blood Parameters Reponse in the Tropical Fish *Prochilodus scrofa*", *Ecotoxicology and Environment Safety*, 52-2: (2002) 83-91.

[4]Donaldson K.; Brown D.; Clouter A.;Duffin R.;MacNee W.; Renwick L.; Tran L.;Stone V.:"The pulmonary toxicology of ultrafine particles", *J. Aerosol. Med* 1,(2002)213–220.

[5]Ebrahimpour, M.; Pourkhabbaz, A.; Baramaki, R.; Babaei, H.; Rezaei, M.: "Bioaccumulationof heavy metals in freshwater fish species, Anzali, Iran",*Bulletin ofEnvironmental Contamination and Toxicology* 87, (2011)386–392.

[6]Farre, M.; Gajda-Schrantz, K.; Kantiani, L.; Barcelo, D.: "Ecotoxicity and analysis of nanomaterials in the aquatic Environment" *Anal BioanalChem.,* (2009) 393:81

[7]Hall Jr.; L.W.; Scott, M.C.; Killen, W.D.;"Ecological risk assessmentof copper and cadmium in surface waters of Chesapeake Bay watershed", *Environ. Toxicol. Chem.*,17, (1998), 1172–1189.

[8]Handy R.D., Owen, R.; Valsami-Jones, E.: "The Ecotoxicology ofNanoparticles and Nanomaterials: Current Status, Knowledge Gaps, Challenges, and Future Needs", *Ecotoxicology,* 17 (2008a), 315-325.

[9]Handy, R. D.; Al-Bairuty, G.; Al-Jubory, A.; Ramsden , C. S.; Boyle, D.; Shaw, B. J.; Henry, T. B.: "Effects of manufactured nanomaterials on fishes: a target organ and body systems physiology approach", *Journal of Fish Biology*Volume 79, Issue 4, (2011) 821–853.

[10]Handy, R.D.; Kammer, F.V.D.; Lead, J.R.; Hassellov, M.; Owen, R.; Crane, M.: "The ecotoxicity and chemistry of manufactured nanoparticles",*Ecotoxicology,* (2008b)17, 287–314.

[11]Hollis, L.; Hogstrand, C.; Wood, C. M.:"Tissue-Specific Cadmium Accumulation, Metallothionein Induction and Tissue Zinc and Copper Levels during Chronic Sublethal Cd Exposure in Juvenile Rainbow Trout",*Arc. Environ.Contam.Toxicol*., 41,(2001) 468-474.

[12] Jiang F, Shen Y, Ma C, Zhang X, Cao W, Ru, Y, (2017), Effects of TiO_2 nanoparticles on wheat *(Triticum aestivum L.)* seedlings cultivated under super-elevated and normal CO_2 conditions, PLoS ONE 12(5): e0178088

[13]Johnson, W. W.; Finley, M. T.: "Handbook of acute toxicity of chemicals to fish and aquatic invertebrates", *Resour. Publ*. 137 *Fish Wildl. Serv*. (1980)USDI, / Washington, DC. USA.

[14]Karayakar, F.; Cicik, B.; Ciftci, N.; Karaytug, S.;Erdem, C.; AY, Ö.: "Accumulation of Copper in Liver, Gill and Muscle Tissues of *Anguilla anguilla* (Linnaeus, 1758)",*Journal of Animal and Veterinary Advances*, 9(17), (2010)2271-2274.

[15]Karlsson, H. L.; Cronholm,P.;Gustafsson, J.; Möller, L.: "Copper Oxide Nanoparticles Are Highly Toxic: A Comparison between Metal Oxide Nanoparticles and Carbon Nanotubes" *Chem. Res. Toxicol.* 21, (2008)1726–1732.

[16]Lawrence, A.; Hemingway, K.: "Molecular/Cellular Process and the Physiological Response to Pollution", *Effects of Pollition on Fish,* (2003) Chapter 3, 1-200.

[17]Lugowska, K..: "The Effect of Cadmium and Cadmium/Copper mixture during the embriyonic development on defomation of common carp Lavae",*Electronic Journal of Ichthyology November,* (2007) *2: 46-60* .

[18]Mustane, C.; White J. C.: "Toxicity of Silver and Copper to *Cucurbitapepo*: Differential, Effects of Nano and Bulk-Size Particles",*Environmental Toxicology*, (2012) DOI 10.1002/tox.

[19]Parikh, P. H.; Rangrez A.; Adhikari B. R.; Desai B. N.: "Effect of Dimethoateon Some Histoarchitecture of Freshwater Fish *Oreocromis mossambicus* (Peters, 1852). *The Bioscan,* 5 (1), (2010) 55-58.

[20]Pickering, Q.H., Henderson, C.: "The acute toxicity of some heavy metals to different species of warm water fishes", *Int. J. Air Water Pollut*., 10, (1996) 453–463.

[21]Santos, E. M.; Ball, J. S.; Williams, T. D.; Wu, H.; Ortega, F.; van Aerle, R.; Katsiadaki, I.; Falciani, F.; Viant, M. R.; Chipman, J. K.; Tyler, C. R.: "Identifying Health Impacts of Exposure to Copper Using Transcriptomics and Metabolomics in a Fish Model" *Environ. Sci. Technol.* 44,(2010) 820–826.

[22]Schwaiger, J.; Wanke R.; Adam S.; Pawert M.;Honnen W.; Triebskorn R.:. "The use of histopathological indicators to evaluate contaminant-related stress in fish", *Journal of Aquatic Ecosystem Stress and Recovery,* 6, (1997) 75-86.

[23]Schwarzenbach, R.P.; Escher, B.I.; Fenner, K.; Hofstetter, T.B.; Johnson, C.A.; von Gunten, U.; Wehrli, B.:"The challenge of micropollutants in aquaticsystems", *Science*, 313, (2006),1072–1077.

[24]Stoeger, T.; Reinhard, C.; Takeneka.S.; Schroeppel, A.; Karg.E.; Ritter.B.; Heyder.J.; Schulz. H.: "Installation of six different ultrafine carbon particles indicate a surface area threshold dose of acute lung inflammation in mice", *Environ Health Perspect* 114, (2006) 328-333.

[25]Teh, S.J.; Adams S.M.;Hinton D.E.: "Histopathological biomarkers in feral freshwater fish populations exposed to different types of contaminant stress", *Aquatic Toxicology*, 37, (1997) 51-70

[26]Tellis, M.S.; Alsop, D.; Wood, C.M.;"Effects of copper on the acute cortisolresponse and associated physiology in rainbow trout", *Comparative Biochemistryand Physiology. Part C: Toxicology and Pharmacology* 155, (2012)281–289.

[27]Tilton, F.A.; Bammler, T.K.; Gallagher, E.P.: "Swimming impairment and acetylcholinesterase inhibition in zebra fish exposed to copper or chlorpyrifos separately, ae as mixtures", Comparative Biochemistry and Physiology, 153 (2011) 9–16.

[28]Wang, T; Long, X.; Chen, Y.; Liu Z.; Yans, S: "The potential toxicity of copper nanoparticles and copper sulphate on juvenile *Epinephelus coioides*",*Aquatic Toxicology*152, (2014), 96–104.

[29]Wilson, R.W.; Bergman, H.L.; Wood, C.M.: "Metabolic costs and physiological consequences of acclimation to aluminum in juvenile rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss)", 1. Acclimation* 51, (1994) 527–535.

[30]Xiong, D.; Fang, T.; Yu, L.; Sima, X.; Zhu, W.: "Effects of nano-scale TiO2, ZnO and their bulk counterparts on zebrafish: Acute toxicity, oxidative stress and oxidative damage",*Science of the Total Environment*, 409, (2011), 1444–1452.

Fizik

(Physics)

THE EFFECT OF ON ELECTRON DENSITY FLUCTUATIONS ON CRITICAL TEMPERATURE IN LAYERED SUPERCONDUCTORS WITH ARBITRARY THICKNESS OF CONDUCTING LAYER

I. N. Askerzade[a,b], R.T. Askerbeyli[c]
[a] Department of Computer Engineering and Center of Excellence of Superconductivity Research, Ankara University, , Turkey
[b]Institute of Physics Azerbaijan National Academy of Sciences 33, H.Cavid 33.Baku, AZ1143, Azerbaijan
[c] Department of Numerical Methods of Karabuk University, TR 78050, Turkey

Abstract

The effect of the fluctuations of electron density in layered superconductors on the superconducting transition temperature T_c is considered. Thickness of conducting layer in modeling of superconducting compounds is mainly taken into account. It is observed increasing of the thickness of conducting layers increase the transition temperature T_c. Also it was shown that, the fluctuations of electron density has negligible character in the case layers with highly different dielectric constants. Obtained results are applicable to of $Bi_2Sr_2Ca_{n-1}Cu_nO_{2n+4+\delta}$ compounds with n=1,2,3.

Keywords: Fluctuations, Electron density, Critical temperature, Coulomb repulsion

1. Introduction

It is well known, superconducting state is characterized by a complex order parameter $\Psi = |\Psi| \exp(i\phi)$ with amplitude $|\Psi|$ and a phase ϕ. In Bardeen-Cooper-Schrieffer and Eliashberg mean field theory [1,2], it was shown that value of critical temperature T_c, does not depend on the phase ϕ of order parameter Ψ. The role of fluctuations in superconductors was considered by many authors (see for example [3-7]). Influence of fluctuations were studied in reseaches [3-4] taking into account d-wave symmetry of order parameter in cuprate compounds. There is research [7], which investigate that thermal fluctuations can be neglected because of Coulomb interaction at zero temperature T=0. The detailed effects of fluctuations with some other approachs were considered in [5,6].

Clear understanding of the role of fluctuations in new superconductors still remains as an open question. In study [8], the Lowrence-Doniach free energy functional was used to study the fluctuation effects on critical temperature in quasi-2d superconductors, by considering phase fluctuations of the order parameter. It was shown that T_c decreases with tunnelling integral between superconducting planes in layered superconductors. In [9], the analytical calculations of fluctuation part of specific heat conducted using two-band Ginzburg-Landau equations. The results applied to MgB_2, by comparing with available experimental data. Analytical calculations of fluctuation part of magnetic susceptibility using two-band Ginzburg-Landau equations was discussed in research [10]. The results are applied to $Ba_{1-y}K_yFe_2As_2$ and obtained good agreement with experimental data.

However, since the superconducting fluctuation properties of the layered systems are defined by the parameters thickness of conducting and separating layers. We reconsider the role of density fluctuations in layered superconductors with arbitrary thickness of conducting layers. We employed the real Coulomb interaction potential in superlattice with alternating dielectric constants of layers. Obtained results shows good qualitative agreement with available experimental data for Bi based cuprate superconductors and with another theoretical calculations.

2. Basic equations

To calculate of fluctuation effects in superconductors, Ferrel approach describes the critical temperature under fluctuations [11] as

$$T_c \propto e^{-\frac{<\phi^2(0)>}{2}} \quad , \tag{1}$$

where $\phi(\vec{r})$ is the phase of order parameter $\Psi = |\Psi| \exp(i\phi)$. Notation < > means average is to be taken over the equilibrium states of ensemble. Relation between velocity operator $\vec{v}$ and phase $\phi(\vec{r})$ has a form

$$\vec{v} = \frac{1}{m} grad\phi(\vec{r}) \quad , \tag{2}$$

where m is the mass of free electrons. If use continuity equation (n_0 is the average density of electrons)

$$\frac{\partial n}{\partial t} + n_0 div\vec{v} = 0 \quad , \tag{3}$$

and Eq. (2), Fourier component of phase $\phi_{q\omega}$ can be converted to the density fluctuations [12-13]

$$\left\langle \phi_{q\omega} \phi_{q\omega}^{\ *} \right\rangle = \frac{m\omega^2}{n_0 q^4} \left\langle n_{q\omega} n_{q\omega}^{\ *} \right\rangle \quad . \tag{4}$$

From last Eq. (4) we can get expression for $\left\langle \phi^2(0) \right\rangle$ at temperature *T=0*

$$\left\langle \phi^2(0) \right\rangle = \frac{m}{(2\pi)^2 n_0^2} \int d\omega d^3 q \frac{\omega^2}{q^4} \left\langle n_{q\omega} n_{q\omega}^{\ *} \right\rangle . \tag{5}$$

For the calculation of $\left\langle n_{q\omega} n_{q\omega}^{\ *} \right\rangle$ in Eq. (5) it is necessary to take into account the Coulomb interaction in layered superconductor [12,13] using expression

$$\left\langle n_{q\omega} n_{q\omega}^{\ *} \right\rangle = \frac{V - V_0}{V_0^2} \quad , \tag{6}$$

where V_0 is the bare Coulomb potential, V is the screened potential. In derivation of Eq. (6) it was used Dyson equation for screening Coulomb potential similar to [13].

3. Results and Discussion

We will use the expression for the bare Coulomb potential $V_0(q,q_z)$ in metal-dielectric superlattice [8,14]

$$V_0(q,q_z) = \frac{2\pi e}{\varepsilon q} \frac{\alpha_1 \sinh q(a+d) + \beta_1 \sinh q(a-d)}{\alpha_1^2 \cosh q(a+d) - \beta_1^2 \cosh q(a-d) - \eta \cos q_z (a+d)} , \tag{7}$$

where q, q_z momentum in plane and in perpendicular direction, d is the thickness of conducting layer, a is the distance between superconducting layers. In Eq. (7) constants α_1, β_1 and η is defined as :

$$\alpha_1 = \frac{1+\eta}{2} \ , \ \beta_1 = \frac{1-\eta}{2} \ , \ \eta = \frac{\varepsilon_1}{\varepsilon} \ , \tag{8}$$

where ε and ε_1 respectively the static dielectric constants of the metal (conducting layer) and dielectric. Similar Coulomb potential was used to study the physical properties of high temperature compounds in [8,15-18]. In the long wavelenght limit ($q(a+d)<<1$, $q_z(a+d)<<1$), the potential (7) can be rewritten as

$$V_0(q,q_z) = \frac{4\pi e}{\varepsilon q^2} \frac{(a+\eta d)}{(1+\eta^2)ad + \eta(a^2+d^2) + q_z^{\ 2}(a+d)^2} . \tag{9}$$

The model in [15-18] shows that, to increase the thickness of the conducting layer by adding CuO_2 planes also increase the critical temperature of cuprate compounds.

Calculating of integral over ω and over angle in Eq. (5), leads to result

$$\left\langle \phi^2(0) \right\rangle = \frac{m^2 v}{8\pi^2 n_0^2} \frac{{\omega_0}^2}{e^2} \int dq \sqrt{\kappa^2 + q^2} \quad , \qquad (10)$$

where $\omega_0 = \kappa v$. In the last Eq. κ is the Debye momentum, which has a usual order of magnitude $\kappa^2 = e^2 \frac{m p_0}{2\pi^2}$, where $p_0 = \sqrt{2mE_F}$, E_F is the Fermi energy. In calculation screened Coulomb potential $V(q, q_z)$ function was applied Eq. (11)

$$V(q, q_z) = \frac{V_0(q, q_z)}{1 + V_0(q, q_z)\Pi(q, q_z, \omega)} \quad , \qquad (11)$$

and for the polarization operator $\Pi(q, q_z, \omega)$ we use following expression

$$\Pi(q, q_z, \omega) = \frac{m p_0}{\pi^2} \left(1 - \frac{\omega}{\sqrt{\omega^2 + v^2(q^2 + q_z^2)}}\right) . \qquad (12)$$

It means that in the case of long wavelength limit, we can consider energy spectrum of carriers as in 3d case and neglected by the influence of layered character of system. In order to magnitude, Exp. (10) yields to final result for the density fluctuations of electrons in layered superconductors with real potential (9)

$$\left\langle \phi^2(0) \right\rangle = \frac{m^2 v}{n_0^2} \frac{{\omega_0}^2}{e^2} A(a, d, \eta) \quad . \qquad (13)$$

Structural factor $A(a, d, \eta)$ related with Coulomb potential in layered systems (9) and has a form

$$A(a, d, \eta) = \left[\frac{1 + \eta^2 + \eta\left(\frac{a}{d} + \frac{d}{a}\right)}{1 + \eta + \frac{a}{d} + \eta\frac{d}{a}} \right] . \qquad (14)$$

As followed from Eq. (13) and (14), in general case the electron density fluctuations in layered systems are of three dimensional character and do not have a destructive effects on the superconducting state in contrast to 2D case [19,20]. In contrast to calculations [13], there is additional factor $A(a, d, \eta)$, which is related with structural parameters of layered superconductors. Results of calculations of factor *A* as function of *a/d* for different ratio parameters η is presented in Fig. 1. As you can see from Fig. 1, in the case $d \to 0$, i.e. then thickness of conducting layer is zero, the quantity, *A* also tends to zero $A \to 0$. Such conclusion is in agreement with result of paper about negligible character of electron density fluctuations in 2D systems [21]. Density fluctuations has maximum suppression effect on critical temperature for the region corresponding to $\eta \to 1$ and *a/d* $\to 0$. Decreasing the ratio parameter, $\eta \to 0$, leads to decreasing of fluctuations, and as result increasing of critical temperature, T_c. On the other word, isotropisation of Coulomb potential $\eta \to 1$ leads to enhancement of fluctuation effects.

The values of *d* and *a* for different homologous cuprate series presented in [22]. The ratio *a/ d* as function of number of CuO_2 planes in *Bi* based compounds (n=1,2,3) changes linearly.

In our opinion, increasing of critical temperature with increasing number of CuO_2 planes in unit cell of $Bi_2Sr_2Ca_{n-1}Cu_nO_{2n+4+\delta}$ (n=1,2,3) compounds (T_c(n=1) $\approx$40K, T_c(n=2)$\approx$90K and T_c(n=3) $\approx$110K [23, 24]) can be explained using above presented calculations. In our opinion, obtained results can be applied to recently discovered classes of superconductors-to FeAs based compounds, which also has similar crystal structure with cuprate superconductors [23, 24].

In this paper the influence of Coulomb repulsion on density electron fluctuations in layered superconductors with finite thickness of layers is presented. It is shown that with increasing of ratio *a/d*, the effect of density fluctuations on the critical temperature becomes weaker. Results of calculations are in agreement with available experimental data for the family of compounds $Bi_2Sr_2Ca_{n-1}Cu_nO_{2n+4+\delta}$ (n=1,2,3). Fluctuations have a strong influence on close dielectric constants.

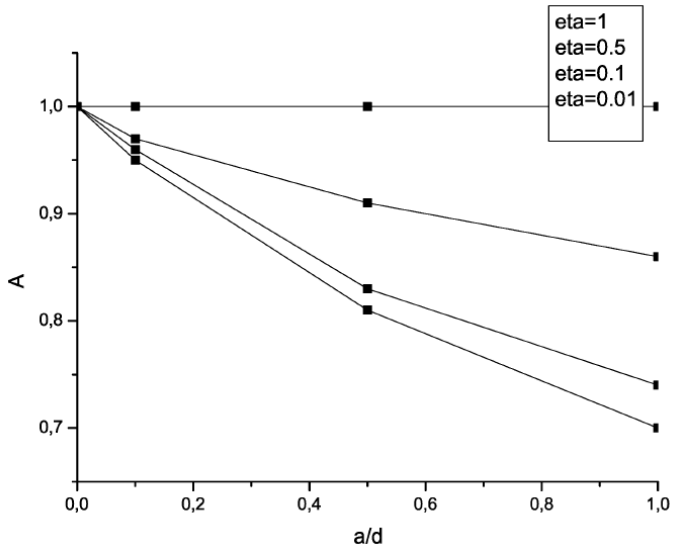


Fig. 1. Factor $A(a,d,\eta)$ as function of ratio *a/d* for different values of η

References

[1] Bardeen J., Cooper L. N., Schrieffer J. R., Phys. Rev. 106(1957)162.
[2] Eliashberg G.M., Sov Phys JETP, 11(1960) 696.
[3] Pasamakanti A., Phys. Rev. B 62(2000)6786.
[4] Emery V.J., Kivelson S.A., Nature 374(1995)434.
[5] Artemenko S.N., Volkov S.V., 86(2001)708.
[6] Carlson E.W., Phys. Rev. Lett. 83(1990)612.
[7] Mills A.J. et al , J. Phys. Chem. Solids, 59(1998)1749.
[8] Nakhmedov E.N., Saclı O.A., Askerzade I.N., J. of Phys. Cond. Matt. 5(1993)1099.
[9] Askerzade I.N., Jour. Supercond. Nov. Magn. 24 (2011)275.
[10] Askerzade I.N., Jour.Supercond.Nov.Magn.,28(2015)644.
[11] Ferrel P., Phys. Rev. Lett. 15(1964)330.
[12] Dzyaloshinski I.E., Kats E.I., Sov. Phys. JETP,28(1988)178.
[13] Katz E.I., Sov. Phys. JETP,29(1969)897.
[14] Guseinov R.R., Phys Stat Solidi B 125(1984)237.
[15] Askerzade I.N., J. of Korean Phys. Society, 45(2004)475.
[16] Askerzade I.N., Phys. Uspekhi,52(2009)977.
[17] Askerzade I.N., B.Tanatar, Physica C, 384(2003)404.
[18] Askerzade I.N., Modern Physics Letters B, 17(2003)11.
[19] Rice T.M., Phys. Rev. 140(1965)A1889.
[20] Hohenberg P.C.. Phys Rev. 158(1967)383.
[21] Tsuzuki T., J.Low Temperature Physics 9(1972)525.
[22] Harshman D.R., Mills(Jr) A.P., Phys. Rev. B45(1992)10684.
[23] Kamihara Y., et al , J. Am. Chem. Soc. 130 (2008)3296.
[24] Askerzade I., Unconventional superconductors: anisotropy and multiband effects, Springer-Verlag, 177p. (2012).

NONLINEAR OPTICAL ABSORPTION AND REFRACTION PROPERTIES OF ZINC PHTHALOCYANINE COMPOUNDS

Murat Erdem[1]*, Fatma Kuzey Edeş Huyal[2], Gönül Eryürek[2], Hande R. Pekbelgin Karaoğlu, Makbule Burkut Koçak[3]
[1]Marmara University, Department of Physics, Istanbul 34722, Turkey, merdem@marmara.edu.tr
[2]Istanbul Technical University, Department of Physics Engineering, Istanbul 34469, Turkey, gozenl@itu.edu.tr
Istanbul Technical University, Department of Physics Engineering, Istanbul 34469, Turkey, kuedes@itu.edu.tr
[3]Istanbul Technical University, Department of Chemistry, Istanbul 34469, Turkey, pekbelgin@itu.edu.tr
Istanbul Technical University, Department of Chemistry, Istanbul 34469, Turkey, mkocak@itu.edu.tr

Özet

Merkezi simetriye sahip çinko fitolasiyanin (Zn-Pc) çözeltisinin iki farkli molar oranlari icin doğrusal soğurma spektrumları ölçülerek spektral özellikleri incelenmiştir. Yakın morötesi bölgede 355 nm dalga boyunda B-bandı ve kızıl ötesi bölgede 671 nm dagaboyunda kızıl ötesi bölgede Q-bandı olmak üzere kuvvetli iki soğurma bandı gözlemlenmiştir. Ayrıca farklı iki molar orana sahip Zn-Pc çözeltilerinin doğrusal olmayan optik özellikleri 632 nm sürekli ve 532 nm darbeli lazer uyarması altında Z-scan metodu kullanılarak incelenmiştir. Sonuçlar malzemenin farklı uyarılma dalga boylarında farklı karakteristikler sergilediğini göstermiştir.

Abstract

Linear absorption properties of the centrosymmetric zinc phthalocyanine (Zn-Pc) with two different molar solutions investigated using UV-Vis absorption spectroscopy. Two strong bands: the B band in the near UV (λ= 355 nm) and the Q band in the red (λ = 671 nm) were observed. The nonlinear optical behaviors of the two different molar Zn-Pc solutions were also investigated using a single-beam Z-scan transmission measurement technique under pulse (532 nm) and continues wave (632 nm) laser excitation. The results indicated that the nonlinear absorption exhibited different behavior with different laser sources.

Keywords: Zinc phtalocyanines, Nonlinear absorption, Nonlinear refraction.

1. Introduction

Nonlinear optical investigations started firstly with second harmonic generation in inorganic $LiNbO_3$ crystals [1]. Since inorganic materials have limited usefulness in nonlinear optical applications, other materials have been searched for. The nonlinear optical properties of the Phtalocyanines, have lately attracted considerable attention in photonic and optoelectronic technologies due to their wide reverse saturable absorption, rapid response times and ease of chemical processing [2-5]. The studies have been divided into two categories as investigation of second order and third order nonlinear optical processes for the non-centrosymmetric and centrosymmetric structures respectively. While non-centrosymmetric phthalocyanines can be used as electro-optic modulators or frequency doublers [6]. Centrosymmetric materials are candidates for optical limiters or optical switchers [7]. When intense light propagates in the centrosymmetric media, total absorption of the matter is given by the formula,

$$\propto = \propto_0 + \beta I \quad (1)$$

here α_0, I and β correspond the lineer absorption coefficient, intensity of the beam and the nonlinear absorption coefficient respectively. Third order susceptibility of the matter includes real and imaginary parts which is given as,

$$\chi^{(3)} = \chi_R^{(3)} + i\chi_I^{(3)} \quad (2)$$

Real part is evaluated after measurements for the nonlinear absorption are taken. For the real part, nonlinear refraction should be measured as could be seen in the formula given below,

$$\chi_I^{(3)} = \frac{n_0^2 \varepsilon_{0c^2}}{w}\beta \qquad \chi_R^{(3)} = 2n_0^2\varepsilon_0 c\gamma$$

(3.a,b)

The transmittance of the centrosymmetric nonlinear medium is measured using the Z-scan method. Open aperture (OA) and Closed Aperture (CA) Z-scan experiments are applied to evaluate nonlinear absorption and nonlinear refraction coefficients respectively. In the open aperture Z-scan method, there is no aperture in front of the detector and measurements are implemented via translating the material in the positive and negative directions with respect to the focal point. The transmittance data form a peak or a valley at the 0 point of the z-axis which corresponds to the focus of the beam. A peak indicates a negative absorption coefficient, while a valley gives a positive absorption coefficient. The nonlinear absorption coefficient is evaluated by fitting the data using the equation below,

$$T(z) = 1 - \frac{2(x^2+3)}{(x^2+9)(x^2+1)}\frac{\beta I_0 L_{eff}}{2}$$

(4)

The closed aperture Z-scan experiment is carried out to obtain the nonlinear refraction coefficient. This experiment is quite similar to the open aperture Z-scan measurement, where the only difference is that this time there is an aperture in front of the detector. If the material has a self-focusing nature, the transmittance suddenly increases and after focus a rapid decrease is observed. In the case of self-defocusing materials, the opposite behavior is observed. The advantage of the Z-scan measurement with respect to Degenerate four wave mixing method (DFWM) or interferometric methods is also to determine the sign of the nonlinear refraction coefficient. Materials having negative nonlinear refraction coefficients show a peak first and then a valley, while materials with positive nonlinear refraction coefficients show a peak after the valley.

Another point that should be taken into account in closed aperture measurements is that these measurements also involve nonlinear absorption effects. In order to distinguish nonlinear absorption effects from transmittance data, open aperture measurements are made using lenses instead of apertures. After that the closed aperture transmittance data is evaluated by dividing the transmittance data of the aperture included set-up to the transmittance data of the lens included set-up. Subsequently, the nonlinear refraction coefficient is calculated correctly using the distance between the peak and the valley in the graph by the following equation,

$$\Delta T_{p-v} \cong 0.406(1-S)^{0.25} n_2 k I_0 L_{eff} \ .$$

(5)

It should have been emphasized at the beginning, but instead is left to the end, that using a Gaussian beam profile is a very powerful restriction in the Z-scan. The Gaussian beam may be generated using spatial filters or airy pattern.

In this study, we will mention third order nonlinear optical properties of Zn-Pc which are evaluated using the Z-scan method. The Z-scan method is convenient for sensitive measurements and is therefore widely used for calculating third order nonlinear optical quantities. The aim of this study is to investigate concentration dependent nonlinear optical properties of Zn-Pc solutions by applying the Z-scan method.

2. Experimental

Zn-Pc compounds with two different molar ratio were supplied from the our chemistry group and structural shape of the Zn-Pc is given in the Figure 1,

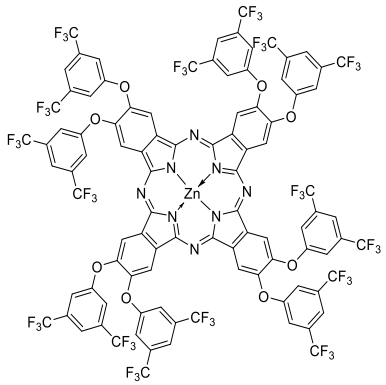


Figure 1. Chemical Structure of ZnPc (Mw:2402 gr/mol)

Using a Perkin Elmer Spectrum One FTIR device, our chemistry group evaluated the FTIR measurements in order to determine the structural formation of the Zn-Pc. Absorption measurements were obtained using a Scinco Sp-1000 UV-Visible spectrometer so as to calculate linear absorption coefficient of relevant absorption.

A frequency doubled Nd:YAG laser operated in a near Gaussian transverse mode at 532 nm, (with a 10 Hz repetition rates and 10 ns pulse width) and a CW diode laser at 632 nm were used to measure all Z-scan experiments. When Z-scan measurements were made, a high reflective mirror at 632 nm on the optical path and two prisms reflecting 10% of the incident light intensity were used. Thus, it is possible to control the power of the laser beam. The laser light reflected from the second prism was passed through a 50 μm pin-hole system placed between two lenses with a focal length of 30 mm. The system consisting of these two lenses and a circular slit is known as a spatial filter and is to form a laser beam with the Gaussian profile. Two lenses with a focal length of 200 mm were used to focus the light passing through the spatial filter and a focal distance of 100 mm to collect in the light detector passing through the material. For the closed aperture measurements we used aperture instead of lens infront of the detector (See Fig.2).

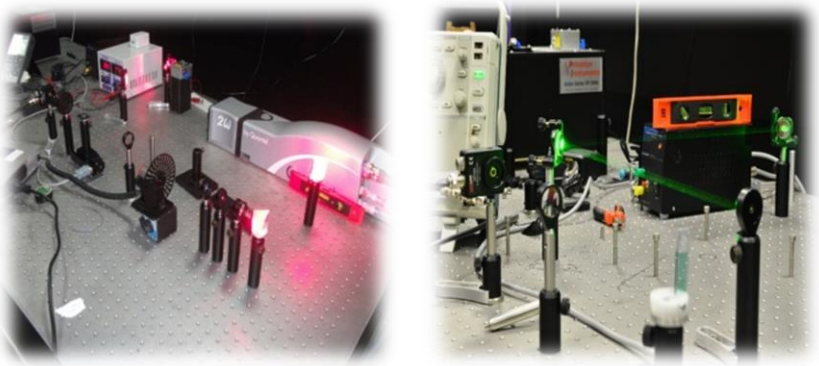


Figure 2. Photograph from our Z-scan measurements taken under **a)** 632 nm CW laser excitation and **b)** 532 nm pulsed laser excitation.

The main difference in the measurements taken at 632 nm and 532 nm is the use of a chopper and lock-in-amplifier to amplify the signal and eliminate noise when working with 632 nm diode cw laser. The other difference is that the filter is used to block the incoming wave at 1064 nm when the measurement is taken via 532 nm Q-switch laser.

3. Results and Discussions

The linear absorption spectra of the compounds were recorded using UV-vis spectrometer. Two strong bands: the B band in the near UV (λ= 335nm) and the Q band in the red (λ = 675 nm) were observed. In

particular, a low absorption is observed at around 632 nm and 532 nm, which we expect from the absorption spectrum. Because the high linear absorption for the applied wavelength will not allow us to measure the nonlinear absorption.

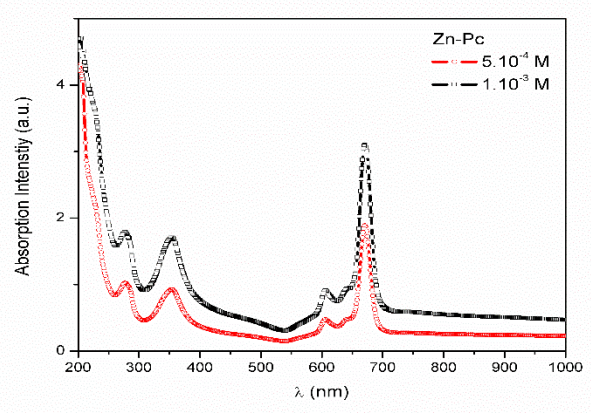


Figure 3. Absorption spectrum of the Zn-Pc solution with a concentration of 10^{-3} M in the visible region.

In the figure 4, OA-Zscan and CA-Zscan measurements are given under 632 nm diode cw laser excitation. Input power of the laser is 10 mW. Below this threshold value, we could not observe the nonlinear behavior of the compunds The measurement of the OA Z-scans for the centrosymmetric Zn-Pc samples reveal that while the normalized transmittance curve of open aperture Z-scan exhibited negative valley characteristics shape under continuous wave laser excitation the signal profile exhibited a peak followed by a valley under continuous wave laser excitation for the CA Z-scans.

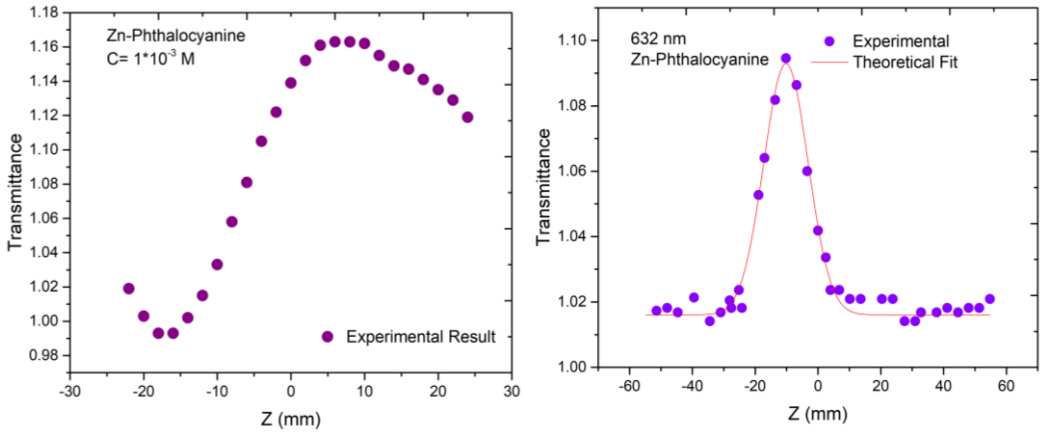


Figure 4**.** Nonlinear refraction (CA) and absorption (OA) curves of the 1.10 $^{-3}$ M concentration of Zn-Pc solutions under 632 nm cw excitation.

Figure 5 illustrates the OA Z-scans in two separate molar concentrations and their behavior with respect to each other under pulsed laser excitation. The measurement of the nonlinear absorption for the ZnPc solutions under pulsed laser excitation exhibited positive valley characteristics shape. These characteristics indicate nonlinear absorption. The nonlinear absorption also increased with increasing molar concentration.

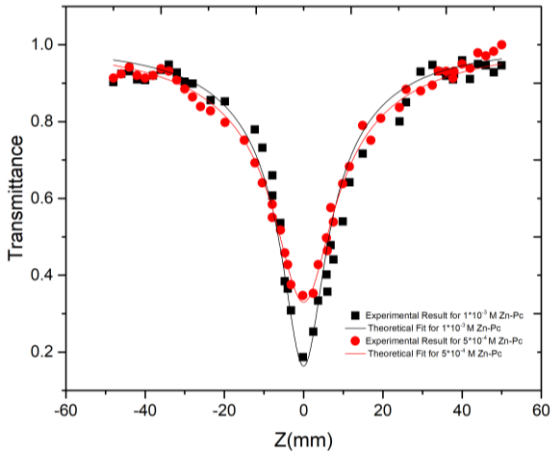


Figure 5. Nonlinear absorption in two separate molar concentrations of Zn-Pc

The nonlinear optical behaviors of the different molar Zn-Pc solutions were investigated using a single-beam Z-scan transmission measurement technique under pulse (532nm) and continues wave (632 nm) laser excitation. The nonlinear absorption is exhibited different behavior with different laser sources. Nonlinear absorption intensity has shown the dependency of molar concentration of the Zn-Pc solutions.

Acknowledgment: The conducted research was financially supported by TUBITAK with the project code - **115R030**. The authors would like to thank **Mr. Erem AHMETALI** for the synthesis of the Zn-Pc.

References

[1] Boyd R.W, "Nonlinear optics", New York: Academic Press, (2003).
[2] Ngubeni, G.N., Biritton. J., Mack. J., New. E., Hancox. I., Walker. M., Nyokong.T., Jones. T.S., Khene. S., "Spectroscopic and nonlinear optical properties of the four positional isomers of 4α-(4-tert-butylphenoxy)phthalocyanine", J.Mater. Chem.C. 3 10705- 10714 (2015)
[3] Yağlıoğlu. H.G., Arslan. M., Abdurrahmanoğlu. Ş., Ünver.H., Elmali. A., Bekaroğlu. Ö., "The nonlinear refraction and nonlinear absorbtion in 4-(4,6-diaminopyrimidin-2-ylthio) substituted double-decker Lu(III) phthalocyanine", J. Phys. and Chem. Sol. 69, 161-167 (2008)
[4] Torre, G., Vazques, P., Lopez, F.A., Torres, T., "Role of Structural Factors in the Nonlinear Optical Properties of Phthalocyanines and Related Conmpounds", Chem. Rev. 104, 3723-3750 (2004).
[5] O'Flaherty, B.S.M., Hold, S.V., Cook, M.J., Torres, T., Chen, Y., Hanack, M., Blau.W.J., "Molecular Engineering of Periphally and Axially Modified Phthalocyanines for Optical Limiting and Nonlinear Optics", Adv.Mater. 15, 1, 19-32, (2004).
[6] Sastre A., Torres T., Díaz-García M. A., Agulló-López F., Dhenaut C., Brasselet S., Ledoux I., and Zyss J. "Subphthalocyanines: Novel Targets for Remarkable Second-Order Optical Nonlinearities", J. Am. Chem. Soc, *118* (11), pp 2746–2747 (1996).
[7] James S. Shirk, Richard G. S. Pong, F. J. Bartoli, and Arthur W. Snow "Optical limiter using a lead phthalocyanine",. Appl. Phys. Lett. 63, 1880 (1993).

ELEKTRON GEÇİRGENLİĞİNİN YAPAY SİNİR AĞLARI İLE ANALİZİ

ANALYSIS OF ELECTRON PERMEABILITY WITH ARTIFICIAL NEURAL NETWORKS

Nimet Işık [a], Ali Hakan Işık[b]
[a] Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi, Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Bölümü, Burdur, Türkiye, nimetok@hotmail.com
[b] Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi, Bilgisayar Mühendisliği Bölümü, Burdur, Türkiye, ahakan@mehmetakif.edu.tr

Özet

Son yıllarda zeki algoritmaların birçok bilimsel alanda uygulanmasıyla birlikte, atom ve molekül fiziği alanında başarılı uygulamalar gerçekleştirilmektedir. Bu kapsamda, zeki algoritmalardan yapay sinir ağları (YSA) ile elektron yörünge tahmini yapılabilmektedir. YSA'lar verilen örneklerle öğrenme yeteneğine sahip hesaplama sistemleridir. Bu çalışmada, üç-katmanlı YSA algoritması, elektron tabancalarında geçirgenlik parametrelerinin analizinde kullanılmıştır. Çalışma ile literatürde yoğun olarak kullanılan elektron tabancalarından yedi-elemanlı elektron tabancasında elektron geçirgenliği lens voltaj değerlerine bağlı olarak incelenmektedir. SIMION 8.1 programı veri kaynağı olarak kullanılmıştır. Çalışmada, Matlab R2012b kullanılarak veri analizi yapılmıştır. Elde edilen yüksek doğruluk ve performans sonuçları, YSA algoritmasının elektron tabancası analizinde deneysel çalışmaları destekleyen alternatif bir yöntem olduğunu ortaya koymuştur.

Anahtar Kelimeler: Yapay Sinir Ağı, Elektron tabanca, Atom ve molekül

Abstract

In recent years, with the application of intelligent algorithms to many scientific fields, successful applications have been realized in the field of atom and molecular physics. In this context, intelligent algorithms can be used to predict electron trajectories with artificial neural networks (ANN). ANN 's are calculation systems with learning ability given examples. In this study, the three-layer ANN algorithm was used to analyze the permeability parameters in electron guns. In this study, the electron guns used in the literature are studied in terms of electron permeability lens voltage values in a seven-element electron gun. SIMION 8.1 program is used as data source. In the study, data analysis was performed using Matlab R2012b. The obtained high accuracy and performance results show that the ANN algorithm is an alternative method supporting experimental studies in electron gun analysis.

Keywords: Artificial Neural Network, Electron gun, Atom and molecule

1. Giriş

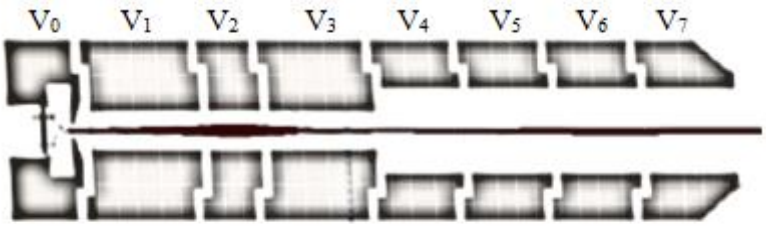
Elektron spektrometrelerinde elektron demetinin kontrolü için kullanılan en temel aygıt elektron tabancalarıdır [1-6]. Isıtılan filament yardımıyla üretilen elektron demeti, elektron tabancası tarafından odaklanmaktadır. Elektron tabancalarının yüksek geçirgenliğe sahip olması deneysel sonuçlar açısından büyük öneme sahiptir. Elektron spektrometrelerinde en temel problemlerden biri, elektronların lens voltajlarına bağlı olarak geçirgenliğinin analiz edilmesidir [2-4]. Bu nedenle geçirgenliğin deneylerden önce SIMION 8.1 ve CPO programları yardımıyla hesaplanabilmektedir. Sonlu fark yöntemini kullanan SIMION 8.1 programı yüksek doğrulukta sonuçlar vermesi açısından tercih edilmektedir [7]. Bu çalışmada SIMION 8.1 programı kullanılarak elde edilen veri kümesi yenilikçi bir yöntem olan yapay sinir ağının eğitilmesi ve test işleminde kullanılmıştır. Elde edilen verilere göre yapay sinir ağı yüksek hassasiyette hızlı çözüm vermesi açısından literatüre katkı sunmaktadır.

Bu çalışma dört bölümden oluşmaktadır. İkinci bölümde elektron tabancası ve elektron geçirgenliği üzerine ayrıntılı bilgi ile çalışmada kullanılan yapay sinir ağı hakkında bilgi sunulmuştur. Bulgular ve tartışma

bölümünde, yapay sinir ağı analiz sonuçları verilmiştir. Son bölümde ise sonuçların yorumlanması, ileride yapılacak çalışmalar konusunda öneriler sunulmuştur.

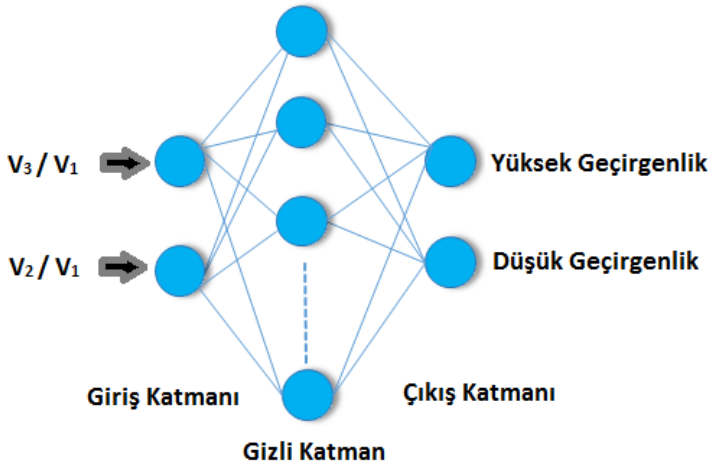
2. Elektron Geçirgenliği ve Yapay Sinir Ağları

Yedi elemanlı elektron tabancası, atom ve molekül fiziği deneyleri başta olmak üzere birçok farklı alandaki deneylerde kullanılmaktadır. Elektron tabancasında ısınan bir filament yardımıyla elde edilen elektron demeti, elektrostatik lensler vasıtasıyla odaklanabilmekte ve kontrol edilebilmektedir. Elektrostatik lenslere uygulanan voltajlar değiştirilerek elektron demetinin kontrolü sağlanmaktadır. SIMION 8.1 programı kullanılarak elde edilen yedi elemanlı elektron tabancası şematik görüntüsü şekil 2.1 de verilmiştir. V_0 lens elemanı içerisinde yer alan filamentin ısıtılması ile üretilen elektron demeti V_1 lens elemanına voltajlar sayesinde iletilmektedir. V1-V3 lens elemanları voltaj değerleri değiştirilerek farklı geçirgenlik (Transmission; T) elde edilebilmektedir. V3 lens elemanı içerisinde yer alan aperture'un geometrik sınırlandırmasına (Aperture yarıçapı 0.5 mm alınmıştır) bağlı olarak V_3/V_1 ve V2 /V1 voltaj oranlarının değiştirilmesi ile farklı geçirgenlik modları ortaya çıkmaktadır. Geçirgenlik değeri ($0< T \leq 1$) aralığında değişmektedir. Yapılan çalışmada geçirgenlik ($0< T \leq 0.5$) aralığı alçak geçirgenlik modu olarak tanımlanırken, ($0.5< T \leq 1$) geçirgenlik aralığı yüksek geçirgenlik modu olarak tanımlanmaktadır. Voltaj değerlerine karşılık (V_3/V_1 ve V_2/V_1) hesaplanan geçirgenlik değerlerinin sınıflandırılması yapay sinir ağları algoritması kullanılarak gerçekleştirilmiştir[9].



Şekil 2.1. Yedi elemanlı elektron tabancasının SIMION 8.1 programı ile alınan görüntüsü

Yapay sinir ağları, insan beyinin en önemli özellikleri olan öğrenebilme, genelleme, eksik bilgilerle çalışabilme özelliklerinin matematiksel olarak benzetilmesi ile geliştirilmiştir. Yapay sinir ağları, karmaşık, doğrusal ve kuralı olmayan ve ilk karşılaşılan problemlere yüksek performansta bilgi türetebilmektedir. Söz konusu algoritma konusunda ilk çalışmalar 1940 yılında başlamıştır. 1919 yılında Hebbian öğrenme kuralı ile öğrenme konusunda öneri getirilmiştir [10]. Yapay sinir ağları; giriş, gizli ve çıkış katmanından meydan gelmektedir. Şekil 2.'de çalışmada kullanılan yapay sinir ağının mimarisi verilmiştir.



Şekil 2.2. Oluşturulan Yapay Sinir Ağı Mimarisi

3. Bulgular ve Tartışma

SIMION 8.1 programı kullanılarak hesaplanan geçirgenlik değerleri yenilikçi bir yöntem olan yapay sinir ağı eğitimi ve testinde kullanılmıştır. Ağın eğitimi aşamasında, problemi en iyi temsil eden veriler seçilerek veri kümesi oluşturulmuştur. Bu veri kümesi [-1, 1] aralığına normalize edilmiştir. Normalizasyon uygulanan veriler en düşük MSE değeri elde edilene kadar eğitim süreci devam etmiştir. En iyi oluşturulan yapay sinir ağı mimarisinde gizli katman nöron sayısı 10 olduğu bulunmuştur. Eğitim süreci Levenberg-Marquardt algoritması ile gerçekleştirilmiştir. Aktivasyon fonksiyonu olarak tanjant hiperbolik fonksiyonu ($\tanh=(e^{x}-e^{-x})/(e^{x}+e^{-x})$) kullanılmıştır. Ayrıca, eğitim ve test aşamasında yöntemin doğruluğu ve hassasiyeti regresyon katsayısı ile değerlendirilmiştir. Regresyon değerlerine bakıldığında 0,83054 değeri ile yüksek hassasiyette test verilerini sınıflandırdığı bulunmuştur. Söz konusu mimaride %84 doğruluk değeri elde edilmiştir. Ortalama Karesel Hata (MSE) değeri ise 0.022 olarak bulunmuştur. Tüm mimariler 1000 döngü değerinde ortaya çıkmıştır. Tablo 1 'de farklı yapay sinir ağı mimarilerinden elde edilen regresyon, ortalama karesel hata ve döngü sayısı sonuçları sunulmuştur.

Tablo 1. Farklı YSA Mimarileri için Regression, MSE and Epoch Sonuçları.

Mimari	Regresyon			Ortalama Karesel Hata (MSE)	Epoch (Döngü)
	Eğitim	Doğrulama	Test		
2-2-2	0.713	0.718	0.786	0.123	1000
2-3-2	0.728	0.778	0.796	0.118	1000
2-4-2	0.759	0.688	0.798	0.106	1000
2-6-2	0.815	0.646	0.724	0.054	1000
2-8-2	0.821	0.756	0.786	0.038	1000
2-10-2	0.828	0.858	0.830	0.022	1000
2-12-2	0.814	0.796	0.740	0.026	1000
2-14-3	0.815	0.746	0.764	0.030	1000

4. Sonuçlar

Bu çalışmada yapay sinir ağları kullanarak elektron tabancalarında geçirgenlik parametrelerinin analizi gerçekleştirilmiştir. Elde edilen sonuçlar, yapay sinir ağlarının elektron tabancalarının geçirgenlik modunu yüksek doğrulukta bulunmasını sağladığını ortaya koymuştur. Çalışmanın yüksek maliyet ve süre gerektiren deneysel çalışmaların öncesinde uygulanabilecek alternatif bir yöntemdir. Gelecekte aynı veri kümesine ya da deneysel çalışmalardan elde edilecek verilere farklı zeki algoritmalar uygulanmasıyal daha yüksek hassasiyette sonuçlara ulaşılabilir. Ayrıca, sınır eleman yöntemi ile elektrostatik lens sistemlerinde elektron demet yörüngesini hesaplayan CPO programı verileriyle farklı yapay sinir ağı mimarikeri eğitilebilir.

Kaynaklar

[1] Barefoot, T. W., Ebinger, H. D., Yates, J.T., "Low-Energy Broad Beam Electron Gun", J. Vac. Sci. Technol. 15, 2740–2742, (1997).
[2] Lewis, B. M., Tran, H. T., Read, M. E., Ives R. L., "Design of an Electron Gun Using Computer Optimization", IEEE Transactions on Plasma Sciences, 32(3), 1242-1250, (2004).
[3] Raj, S., Sarma, D., "Optimization of a Low-Energy High Brigthness Electron Gun for Inverse Photoemission Spectrometers", Rev. Sci. Instrum., 75(4), (2004).
[4] Ulu, M., Sise, O., Dogan, M., Optimizing the Performance of an Electron Gun Design Followed by Lenses and Apertures, Rad. Phys. Chem., 76, 636-64, (2007).
[5] David, J., Ives L., Tran H., Bui T., Read M., Computer Optimized Design of Electron Guns, IEEE Transactions on Plasma Sciences, 36(1), (2007).
[6] N. Isik, A.H. Isik, "Optimization of Electron Gun Parameters Using Artificial Neural Networks", Acta Phys. Pol. A 129, 628, (2016).

[7] Simion 3D v8.1, Scientific Instrument Services Inc. www.simion.com, (2012).
[8] Isik N., "Determination of Electron Optical Properties for Aperture Zoom Lenses Using an Artificial Neural Network Method," Microscopy and Microanalysis, 22(2), 458-462, (2016).
[9] Heddle, D.W.O., Electrostatic Lens Systems. London: IOP Press, (2000).
[10] Haykin, S., Neural Networks: A Comprehensive Foundation. Prentice-Hall Inc., Englewood Cliffs, NJ, USA, (1999).

SEMICLASSICAL NERNST-ETTINGSHAUSEN EFFCT OF QUASI-TWO-DIMENSIONAL ELECTRON GAS

S.R. Figarova[1a] and H.I. Huseynov[2b]
[a]Baku State University, Baku, Azerbaijan, e-mail: figarov@bsu.edu.az
[b]Azerbaijan University of Architecture and Construction, Baku, Azerbaijan, e-mail: huseynov.h.i@mail.ru

Abstract

Semiclassical Nernst-Ettingshausen effect is considered for quasi-two-dimensional electron gas with a cosine dispersion law. The transverse Nernst-Ettingshausen coefficient as a function of the band filling and magnetic field is calculated. For impurity ion scattering the transverse Nernst-Ettingshausen coefficient changes sign from positive to negative.

Keywords: Transverse Nernst-Ettingshausen effect, Superlattice

1. Introduction

In superlattices, both natural ($InSe, GaSe, TaSe, NbTe$) and artificially created ($GaAs/AlGaAs$), and heterostructures, electron gas is quasi-two-dimensional or quasi-three-dimensional depending on the degree of miniband filling, i.e. on topology of the Fermi surface. The transverse Nernst-Ettingshausen (NE) effect has theoretically been investigated only in some newspapers [1-2, for review]. Depending on the orientation relative to the layer plane and magnitude of an external magnetic field, the temperature gradient direction, and also dimensionality of the electron gas in layered conductors and superlattices with a cosine dispersion law, a number of unique effects are observed. Among them are oscillations [3] and a change in sign of the NE coefficient in classical fields in periodically modulated heterostructures [4] and layered semiconductor compounds [5]. In most papers, the transverse NE effect is studied in the magnetic field perpendicular to the layer plane in the approximation of a two-dimensional degenerate electron gas. Two-dimensional electron systems with a linear and sinusoidal dispersion law are considered in these papers. Thermomagnetic phenomena, including the effect NE, are characterized by the fact that they are more sensitive to scattering mechanisms (which are associated with of the NE coefficient sign), temperature, the magnetic field direction, and also the Fermi surface topology. As is known, in low-dimensional structures up to temperatures of 77 K phonon scattering dominates, and at helium temperatures, mainly scattering by impurity ions occurs.

The present paper is devoted to the study of the transverse NE effect in quasi-two-dimensional systems (an open Fermi surface-a corrugated cylinder) and quasi-three-dimensional systems (a closed Fermi surface-an ellipsoid) for scattering by weakly-screened impurity ions, when the magnetic field and the temperature gradient are directed in the layer plane. The general expression of the NE coefficient in a longitudinal magnetic field for a degenerate electron gas is derived. The limiting cases with respect to the magnetic field are considered (strong and weak magnetic fields). Dependences of the NE coefficient on parameters of superlattice, temperature and magnetic field, as well as on the degree of miniband filling are obtained. It has been shown that the NE coefficient in a longitudinal magnetic field for impurity ion scattering changes its sign, depending on the current carrier concentration. It has been established that the NE coefficient depends on the magnetic field magnitude, the ratio $\varepsilon_0 / k_0 T$ (where ε_0 is the miniband half-width), and the ratio of the screening radius to the constant superlattice $a/2r_0$, and also the charge carrier mobility.

2. Relaxation Time and Components of Galvanic and Thermomagnetic Tensors in a Longitudinal Magnetic Field

The motion of electrons in superlattices in the layer plane is free, and it is considered in the weak-coupling approximation, and the motion in the direction perpendicular to the layers is described in the strong-coupling approximation. If the dispersion law in the layer is assumed to be quadratic and confine ourselves to the case

when one mini-band is filled, then the energy spectrum can be written in the form:

$$\varepsilon(k) = \varepsilon_{\perp} + \varepsilon_0[1 - \cos(ak_z)], \qquad (1)$$

here $\varepsilon_{\perp} = \frac{\hbar^2 k_{\perp}^2}{2m_{\perp}}$, $k_{\perp}$ and k_z are transverse and longitudinal components of the wave vector, respectively, $k_{\perp}^2 = k_x^2 + k_y^2$, ε_o is the miniband half-width, a is the superlattice constant, $m_x = m_y = m_{\perp}$ is the effective mass of conduction electrons in the layer plane, and $\hbar$ is Planck's constant. When scattering by impurity ions with a change in the screening radius, the nature of the scattering varies greatly. For weak screening ($kr_0 >> 1$, k is the wave vector of conduction electrons, r_0 is the screening radius), components of the inverse-relaxation time tensor depend in different ways on the components of the wave vector [6-7] and have the form:

$$\tau_{\perp} = \tau_{\perp 0}\left(\frac{\varepsilon_{\perp}}{k_0 T}\right)\frac{1}{\ln\left(\frac{4r_0}{a}Z\right)}, \tau_{\perp 0} = \frac{\tau_0 (2r_0)^3 (2m_{\perp} k_0 T)^{3/2}}{\hbar^3} \quad , \quad \tau_{ij} = = \tau_{ij0}\left(\frac{\varepsilon_{\perp}}{k_0 T}\right)^{1/2} Z,$$

$$\tau_{ij0} = \frac{\tau_0 (2r_0)^2 (2m_{\perp} k_0 T)^{1/2}}{a\hbar}, \qquad (2)$$

where $Z = ak_z$, $\tau_0 = \frac{(m_{\perp}\chi)^{1/2}}{8\pi N_i e a^{3/2}}$, χ is the dielectric constant of the crystal, N_i is the concentration of the impurity, k_0 is Boltzmann constant, and e is the electron charge. Formula (2) was obtained in the Born approximation $r_0 << r_B$ (where $r_B = \chi\hbar^2 / me^2$ is the effective Bohr radius). As is known, the screening radius of a degenerate electron gas in the quasi-two-dimensional case depends on the degree of band filling $Z(\varepsilon_F) = ak_z$ and the electron gas concentration n, here ε_F is the boundary Fermi energy. The screening radius r_0, in the general case, is determined by the formula [8]:

$$r_0^{-2} = \frac{4\pi e^2}{æ}\int\left(-\frac{\partial f_0}{\partial \varepsilon}\right) g(\varepsilon) d\varepsilon, \qquad (3)$$

where f_0 is the Fermi-Dirac distribution function, g is the state density, which for a quasi-two-dimensional electron gas has the form:

$$g(\varepsilon) = \frac{m_{\perp}}{\pi^2 \hbar^2 a} Z(\varepsilon), \qquad (4)$$

where $Z(\varepsilon) = \pi$ at $\varepsilon > 2\varepsilon_0$ and $Z(\varepsilon) = \arccos(1 - \varepsilon/\varepsilon_0)$ at $\varepsilon < 2\varepsilon_0$. For a degenerate electron gas $Z(\varepsilon_F) = Z_0$, Z_0 is the degree of miniband filling, which determines the dimensionality of the electronic system.

Substituting expression (4) into formula (3) for the screening radius of a degenerate electron gas in the quasi-two-dimensional case, we have:

$$r_0^{-2} = \frac{4\pi e^2}{\chi}\frac{m_{\perp} z(\mu_F)}{\pi^2 \hbar^2 a} = \frac{4\pi e^2 n}{\chi \varepsilon_0}. \qquad (5)$$

We assume that the electron concentration is equal to the impurity concentration due to the system's electroneutrality $(n = N_i)$.

To determine the NE coefficient, which is expressed in terms of components of galvano- and thermomagnetic tensors, it is necessary to start from the generalized Ohm's law:

$$j_i = \sigma_{ik} E_k - \beta_{ik} \nabla T_k , \qquad (6)$$

where σ_{ik}, β_{ik} are components of galvanomagnetic and thermomagnetic tensors, respectively.

Solving the Boltzmann kinetic equation in the τ-approximation (quasiclassical case $\varepsilon_0 >> \hbar/\tau$) for anisotropic energy spectrum (1) and relaxation time (2), we find the distribution function $f\left(\vec{k},\vec{r},t\right)$ by which for the current density j_i, passing from summation to integration in cylindrical coordinates, we have:

$$j_i = -\frac{e m_\perp}{2\pi^2 \hbar^2 a} \int_0^{Z_0} dZ \int_0^{2\pi} d\varphi \int_0^{\infty} \left(-\frac{\partial f_0}{\partial \varepsilon_\perp} \right) P_i \upsilon_i^2 d\varepsilon_\perp , \qquad (7)$$

where P_i is the momentum of the generalized force [9]. Proceeding from formulas (6)-(7) and the expression for the momentum, we obtain formulae for components of the galvanic σ_{ik} - and thermomagnetic β_{ik} tensors of a degenerate electron gas with a cosine-dispersion law.
It follows from formulae that the components of galvano- and thermomagnetic tensors depend on the ratio $\varepsilon_0 / k_0 T$, and some of them also on the ratio of effective masses $m_\perp / m_{II0}$ and relaxation times $\tau_\perp / \tau_{II}$ in the plane of the layer and perpendicular to it, $m_{II0}^{-1} = \varepsilon_0 a^2 / \hbar^2$.

3. Coefficient of NE in longitudinal magnetic field

In this paper, we consider the following geometry: the magnetic field $B = B_y$ and the temperature gradient $\nabla_x T$ are located in the layer plane. The NE coefficient for a given geometry of the problem has the form:

$$Q = -\frac{E_z}{B \nabla_x T} = \frac{1}{B} \cdot \frac{\sigma_{xx}\beta_{zx} - \sigma_{zx}\beta_{xx}}{\sigma_{xx}\sigma_{zz} + \sigma_{zx}\sigma_{xz}} . \qquad (8)$$

Substituting expressions for the galvano- and thermomagnetic tensors in (8) in the case of a degenerate electron gas in an arbitrary magnetic field parallel to the layer plane, we obtain for expression the NE coefficient Q/Q_0, where $Q_0 = (k_0/e)(\pi^2/3)u_\perp$, $u_\perp = e\tau_0/m_\perp$ is the mobility of current carriers in the layer plane.

Since for an arbitrary value of the magnetic field and dimensionality of the electron gas it is impossible to obtain an analytical expression for the NE coefficient, we separately consider (expanding expressions in terms of the parameter $\Omega\tau << 1$, $\Omega = eB/\sqrt{m_\perp m_{II0}}$ is the cyclotron frequency) the limiting cases with respect to the magnetic field: a weak field $\Omega\tau << 1$ and a strong field $\Omega\tau >> 1$. In a weak magnetic field the NE coefficient depends on the relation between the miniband half-width and $k_0 T$, and depends logarithmically weakly on the ratio between the screening radius and the superlattice constant and does not depend on the magnetic field. It also follows that the NE strongly depends on the degree of miniband filling Z_0. For a quasi-two-dimensional electron gas ($Z_0 = \pi$, $\zeta > 2\varepsilon_0$, an open Fermi surface) at high current carrier concentrations, the coefficient of the NE is negative. In the case of a strong magnetic field, the NE coefficient is negative and inversely proportional to B^2 and depends on $k_0 T / \varepsilon_0$.

3. Conclusions

The transverse Nernst-Ettingshausen effect in superlattices in a longitudinal magnetic field is investigated for scattering by weakly-screened impurity ions. Quasi-two-dimensional and quasi-three-dimensional degenerate electron gas with a cosine-dispersion law are considered. The general expression for the NE coefficient for scattering by impurity ions is calculated. It is shown that the NE coefficient in a longitudinal magnetic field

for scattering by impurity ions is determined by the magnetic field magnitude, the ratio k_0T/ε_0, the ratio of the screening radius to the superlattice constant $a/2r_0$, and the degree of miniband filling Z_0. It is established that the NE coefficient strongly depends on the degree of miniband filling Z_0, and when the current carrier concentration increases, it changes its sign from positive to negative.

References

[1] Fletcher, R., "Magnetothermoelectric effects in semiconductor systems", Semicond. Sci. Technol., 14(4): R1-R15 (1999).
[2] Zianni, X., Butcher, P.N., Kearney, M.J., "Semiclassical magnetothermopower of a quasi-two-dimensional electron gas", Phys. Rev. B, 49(11): 7520-7527 (1994).
[3] Behnia, K., Méasson, M.A., Kopelevich, Y., "Oscillating Nernst-Ettingshausen effect in bismuth across the quantum limit", Phys. Rev Lett., 98(16): 166602, 4p. (2007).
[4] Nogaret, A., "Signature of phonon drag thermopower in periodically modulated structures", Phys. Rev. B, 66(12): 125302, 7p. (2002).
[5] Nemov, S.A., Zhitinskaya, M.K., Shelimova, L.E., Svechnikova, T.E., "On the hole scattering anisotropy in the $PbSb_2Te_4$ layered compound from data on the Nernst-Ettingshausen coefficient", Phys. Solid State, 50(7): 1215-1217 (2008).
[6] Askerov, B.M., Figarova, S.R., Huseynov, H.I., Figarov, V.R., "Magnetoresistance in quasi-two-dimensional electron gas at scattering on impurity ions", Phys. Status Solidi (B), 251(6): 1197-1201 (2014).
[7] Askerov, B. M., Figarova, S. R., Huseynov, H. I., Figarov, V. R., "Magnetoresistance of layered semiconductors upon the scattering of charge carriers at impurity ions in a parallel magnetic field", Semiconductors, 48(6): 748-753 (2014).
[8] Askerov, B.M., Figarova S.R., Thermodynamics, Gibbs method and Statistical Physics of Electron Gases, Springer, Heidelberg, (2010).
[9] Figarova, S.R., Figarov, V.R., "Transverse magnetoresistance in layered electron systems", EPL, 89(4): 37004-37009 (2010).

NUCLEAR REACTION CROSS SECTIONS AND CALCULATION METHODS

NÜKLEER REAKSİYON TESİR KESİTİ VE HESAPLAMA YÖNTEMLERİ

İsmail Hakkı Sarpun
Afyon Kocatepe Üniversitesi, Fizik Bölümü, Afyonkarahisar, Türkiye

Özet

Nükleer fizikte yapılan bütün çalışmalar radyasyonun madde ile etkileşmesi esasına dayanır. Gelen bir radyasyonun, bir hedef parçacıkla belli bir biçimde etkileşme olasılığını ifade etmenin en kullanışlı yolu tesir kesiti kavramıdır. Tesir kesiti, bu etkileşmelerin gerçekleşme olasılığının bir ölçüsü olarak tanımlanır.

Tesir kesiti genellikle deneysel olarak ölçüldüğü gibi çeşitli simülasyon programlarıyla da teorik olarak hesaplanmaktadır. Bu çalışmada teorik olarak nükleer reaksiyon tesir kesiti hesaplamalarında kullanılan bazı nükleer reaksiyon kodları ele alınmış ve örneklerle karşılaştırılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Nükleer reaksiyon, Nükleer reaksiyon kodları, Tesir kesiti, Talys

Abstract

All work in nuclear physics is based on the principle that radiation interacts with matter. The most useful way of expressing the possibility of an incoming radiation interacting with a target particle in a certain way is the concept of the cross-section. The cross-section is defined as a measure of the likelihood of these interactions taking place.

The cross section is calculated theoretically by various simulation programs as well as experimentally determined. In this study, some nuclear reaction codes which are theoretically used in the nuclear reaction cross section calculations have been discussed and compared with the examples.

Keywords: Nuclear reaction, Nuclear reaction codes, Cross section, Talys

1. Giriş

Nükleer fizik, teknolojik yeniliklerin ortaya çıkması ya da çıkarılması anlamında önemli bir bilim alanıdır ve geniş bir kullanım alanına sahiptir. Bu alanlardan biri olan nükleer tıp hem teşhis hem de tedavi amaçlı olarak kullanılmaktadır. Nükleer fizik sayesinde yapılan hızlandırıcılarla, vücuttaki dokular, kemikler ve organlar test edilmekte ve teşhislerde yardımcı olmaktadır. Nükleer reaksiyonlar ile elde edilen deneysel sonuçlar, temel nükleer fiziğinin anlaşılabilmesi bakımından önem kazanmaktadır. Günümüzde yapılan deneysel çalışmalara teorik çalışmaların da katkısı ile bilim hızla ilerlemektedir. Ayrıca, teorik çalışmaların deneysel çalışmalarla uyum sağlaması bu çalışmaların hızla gelişmesinde önemli olmuştur.

Yüksek enerjili parçacıklardan oluşan düzgün bir demetin kullanıldığı saçılma deneylerinde, gelen parçacıkların sadece küçük bir kesri hedef çekirdeklerle etkileşir. Her etkileşme esnek bir saçılma veya bir nükleer reaksiyonla sonuçlanır ve gelen demetten bir parçacık eksilir. Saçılma deneyleri tesir kesiti kavramıyla karakterize edilir. Tesir kesiti mermi ve hedef çekirdek arasındaki bir etkileşme olma olasılığının ölçüsüdür. Tesir kesiti ne kadar büyükse birim zamanda gerçekleşen etkileşme sayısı ve demetten eksilen parçacık sayısı o kadar fazladır. Her özel etkileşme için bir tesir kesit (esnek, saçılma, reaksiyon, yakalama tesir kesiti gibi) tanımlanabilir. Gelen parçacıklar hedef çekirdekleriyle etkileştiklerinde, her zaman sadece bir tür nükleer reaksiyon medyana getirmeleri gerekmez. Şayet birden fazla türde reaksiyon meydana gelmişse her bir tür için tesir kesiti genellikle farklı olacaktır. Bu özel tesir kesitlerine kısmi-tesir kesitleri denir ve toplam tesir-kesiti bunların toplamına eşit olacaktır.

Bu anlamda, zaman kazanılması açısından yapılacaklar konusunda ilk olarak, bu tesir kesitlerinin teorik olarak önceden hesaplanması gereklidir. Bu hesaplamalar için çeşitli bilgisayar kodları geliştirilmiştir [1].

Kesin nükleer veri, özellikle reaktör çekirdeğinde doz ölçümleri için zorunludur. Reaktörlerin yapısal malzemesi içindeki radyasyon hasarı ve reaktörlerin güvenliği konularında bu nükleer verilerden faydalanılmaktadır. Genel olarak nükleer reaksiyonlarda veri değerlendirmesi, bazı sistematik adımları barındırmaktadır. Bibliyografik derleme ve deneysel veri derlemeleri aşamaları bu adımlardır. Bu adımlar, teorik nükleer modelleme tabanında değerlendirilmeli ve birlikte takip edilmelidir.

Nükleer reaksiyonların deneysel olarak çalışıldığı ve verinin derlendiği bazı laboratuarlar mevcuttur. Bunlar arasında, LLNL Livermore (USA), CEA Saclay (Fransa) sayılabilir. Bu iki önemli laboratuvar dışında, MSU Moscow (Rusya), KAERI (Kore), JAERI (Japonya) laboratuvar ve araştırma merkezleri nükleer veri derleme ve değerlendirme noktasında önemli kuruluşlardır. Bu veriler, uluslararası olarak bilgisayarla işlenmiş IAEA tarafından kontrol edilen mevcut EXFOR kütüphanesinde kısmen derlenmiştir. Bu büyük çaba gerektiren çalışma, henüz bitmemiştir ve yapılan çalışmalar ışığında derlemeler devam etmektedir. Literatürde EXFOR dışında ENDF, CINDA, JENDL, JEFF, FENDL v.b pek çok bilgisayar tabanlı kütüphane bulunmaktadır [2].

Bunlardan EXFOR, CINDA v.b kütüphaneler hem deneysel veri hem de kendi bünyelerinde teorik hesaplanmış verileri depolayan diğer kütüphanelerin linklerinin barındırmaktadır. JENDL, ENDF, TENDL gibi kütüphaneler sadece teorik olarak hesaplanmış sonuçları barındırmaktadır. Bunlar arasında özellikle TENDL kütüphanesi, TALYS, nükleer reaksiyon kod programının teorik hesaplamalarının depolandığı lokal bir kütüphanedir. Nükleer reaksiyon verilerinin güncelliği aşamasında, deneysel veriler noktasında en sık kullanılan ve sürekli güncelleme çalışmaları yapılan EXFOR ve benzer olarak teorik hesaplama verileri noktasında da ENDF sürümleri öne çıkmaktadır. Yapılan hesaplamaların verilerinin depolandığı bu kütüphaneler dışında çekirdeklere göre hesaplanmamış reaksiyonları da bünyesinde barındıran XUNDL kütüphanesi de mevcuttur.

EXFOR [3], dünya çapındaki Nükleer Reaksiyon Veri Merkezleri tarafından sürdürülen deneysel nükleer reaksiyon verisinin bilgisayarla işlenmiş kütüphanesidir. Nükleer Reaksiyon Veri Merkezlerinden kullanıcılara kadar, ağ üyeleri arasında genel olarak okunabilir bilgisayar formatında aktarıma imkan verir. Kaynakçasal bilgi ve açıklamalar ile birlikte, nükleer reaksiyon veri tablolarında sayısal büyük bir çeşitlilik için tasarlanmıştır [4].

2. Nükleer Reaksiyon Kodları

Birçok nükleer reaksiyon hesaplama kodu bulunurken, çoğu araştırmacı kendisine has kodlar da yazabilmektedir. Fakat bütün olası reaksiyonlar için hesaplama yapan ve reaksiyon tesir kesiti yanında birçok nükleer özellik hakkında da bilgi veren nükleer kodların sayısı azdır. Bunlar arasında en çok kullanılan bazı reaksiyon kodları aşağıda verilmiştir:

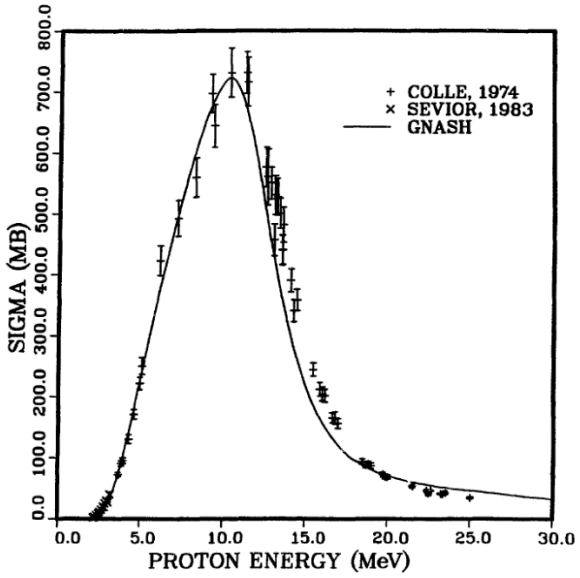
- GNASH: Young, Arthur and Chadwick, LANL, 1974-
- STAPRE: Uhl, Univ. Vienna, 1976-
- EMPIRE: Herman, ENEA, IAEA, BNL, 1982-
- ALICE: Blann, LLNL, 1974-
- CEM: Mashnik, Bogoliubov Lab. of Theo. Phys., 1992-
- TALYS: Koning, Hilaire, Duijvestijn, NRG/CEA, 1998-

2.1. GNASH Kodu

GNASH [5] nükleer teori kodunun ilk hali 1974'te tamamlanmıştır. Kod, o zamandan beri sürekli geliştirilmiş ve uygulamalar için çeşitli nükleer veri sağlamak için sıklıkla kullanılmıştır. Birçok teorik model kullanılsa da, Hauser-Feshbach istatistiksel modeli GNASH kodunun temelini oluşturmaktadır. Kodun mevcut yapısı, gelen parçacık için: nötron, proton, döteron, triton, ^{3}He ve ^{4}He parçacıklarına izin

verir. Bu parçacıkların gelme enerjileri 0,1 keV-100 MeV aralığında olabilir [Gnash]. Şekil 1.a'da GNASH input dosyasına bir örnek ve Şekil 1.b'de GNASH ile yapılmış bir hesaplamanın deneysel veriler ile karşılaştırılması yapılmıştır.

```
n + nb-93 calculation - gn5cp0b tcnbtr nblevtr t33nbtr
gnipnb2 14-MeV Test Calc for IAEA - Kopecky gsf
1 0 0 3 1 1 0 0
-1 0 0 0 0 0 00 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
8 3 3 1 0 0 0 00 0 1 0 1 0 0 0 0 1
1. 41093. 1.00
0.0888 0. 0. 0.
+01
14. 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0
41094. 4. -0.0118 1. 1001. 2004.
41093. 4. -0.0 1. 1001. 2004.
41092. 4. -0.0 1. 1001. 2004.
40093. 4. -0.0 1. 1001. 2004.
40092. 4. -0.0 1. 1001. 2004.
40091. 4. -0.0 1. 1001. 2004.
39090. 4. -0.0 1. 1001. 2004.
39089. 4. -0.0 1. 1001. 2004.
e1 0.0000 0.0000
m1 0.00000 0.0000
e2 0.00000 0.0000
16.59 5.05 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.
```

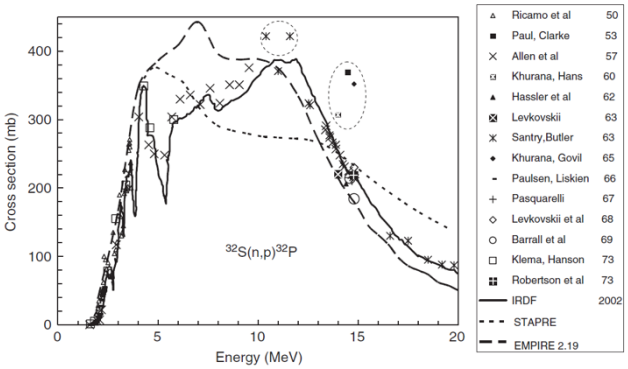


Şekil 1. a) GNASH input dosyası ve b) GNASH sonuçlarının deneysel verilerle karşılaştırılması.

2.2. STAPRE Kodu

1976'daki orijinal STAPRE [6] programında M. Uhl tarafından yapılan önemli iyileştirme, ZSTDE altprogramında uygulanan seviyeli yoğunluk yaklaşımıyla ilgilidir. Parçacıkların ve gama ışınlarının emisyonu ve fisyon ile nükleer reaksiyonlar için enerjiyle ortalama tesir kesitlerini hesaplar. Sadece parçacık ile oluşturulan reaksiyonlar hesaplanabilir. Gama ışınlarının sayısı keyfi olmakla birlikte, sırayla yayılan parçacıkların sayısı 6 ile sınırlandırılmıştır. Yayılan parçacıkların ve fotonların açısal dağılımları hesaplanmaz. Son versiyonu olan STAPREF'de ardışık yayılan parçacıkların sayısı, 150 MeV'a kadar olan parçacık enerji aralığını kapsayacak şekilde dizi boyutlarını arttırarak 30'a kadar kolaylıkla genişletilebilir. Şekil 2.a'da STAPRE input dosyasına bir örnek ve Şekil 2.b'de STAPRE ile yapılmış bir hesaplamanın deneysel veriler ile karşılaştırılması yapılmıştır.

```
* 56FE(N,PN)55MN - M.UHL, STAPRE PACKAGE, NEA DATA BANK, 1981
1 2 199
3 2 3 3 0.50
FE26.MN25.MN25.
56. 0. +1 7.646
14.1 2 5
500. 2 1 0 9 1 0.20
0 0 0
7.646 10.564 7.325 57FE
7.27 9.077 7.897 56MN
10.224 8.607 7.938 55MN
1
101420
1
1NEUTRONENTRANSMISSIONSKOEFFIZIENTEN A= 56.
19
.1666-0 .3854-0 .5914-0 .7942-0 1.0957-0 2.0948-0 3.0923-0 4.0900-0
.....
837486-9 930388-81023227-71116106-61209392-61302124-51395341-51488822-5
1581181-41674369-41767700-41860126-31953216-32046356-32138568-32231878-3
6.22 1. -0.48 6.15 1. 1.1 12 FE56
0.000 0. 1 0.847 2. 1 2.085 4. 1 2.658 2. 1 2.942 0. 1 2.960 2. 1
3.120 1. 1 3.123 4. 1 3.370 2. 1 3.388 6. 1 3.445 3. 1 3.449 1. 1
6.45 1. -2.00 9 MN56
0.000 3. 1 0.027 2. 1 0.111 1. 1 0.212 4. 1 0.215 2. 1 0.335 5. 1
0.340 3. 1 0.454 4. 1 0.486 3. 1
6.06 1. 0.14 5 CR53
0.000 1.5-1 0.564 0.5-1 1.006 2.5-1 1.287 3.5-1 1.539 3.5-1
7.270 2. 3. -1 1000. 1
```

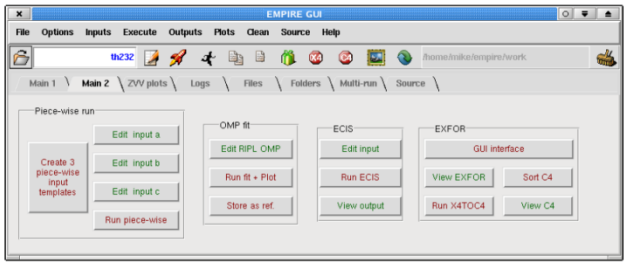


Şekil 2. a) STAPRE input dosyası ve b) STAPRE ve EMPIRE kodlarının sonuçlarının deneysel verilerle karşılaştırılması.

2.3. EMPIRE Kodu

EMPIRE [7], çeşitli nükleer modelleri içeren ve geniş bir enerji ve olay parçacıkları aralığındaki hesaplamalar için tasarlanmış nükleer reaksiyon kodlarının modüler bir sistemidir. Sistem nükleer veri değerlendirme çalışmasının yanı sıra nükleer reaksiyonların teorik araştırmaları için de kullanılabilir. Foton, nükleonlar, döteron, triton, ^{3}He ve hafif veya ağır iyonlar mermi parçacığı olarak seçilebilir. Enerji aralığı, nötron mermisi durumunda rezonans bölgesinin hemen üzerinde başlar ve ağır iyon ile indüklenen reaksiyonlar için birkaç yüz MeV'a kadar uzanır. Kod, optik model, Coupled Channels ve DWBA, Multi-step Direct, Multi-step Compound, Eksiton modeli, hybrid Monte Carlo simülasyonu ve tam özellikli Hauser-Feshbach modelini içeren geniş dalgalanmaları ve fisyon için optik model dahil olmak üzere birçok model hesaplamasını içerir. Şekil 3'de EMPIRE input dosyası ve giriş arayüzü verilmiş olup Şekil 2.b'de EMPIRE ile yapılmış bir hesaplamanın deneysel veriler ile karşılaştırılması yapılmıştır.

```
240.0                ;INCIDENT ENERGY (IN LAB)
248.   96.             ;TARGET  A , Z, Spin , parity (integer!!)
48.    20.             ;PROJECTILE A, Z, SPIN
6                    ;NUMBER OF NEUTRONS TO BE EMITTED
0                    ;NUMBER OF PROTONS TO BE EMITTED
0                    ;NUMBER OF ALPHAS TO BE EMITTED
0   0.   0.            ;NUMBER OF LI TO BE EMITTED AND ITS A AND Z
IOUT        3.
NEX       100.
BETAV       8.6
SHRJ       20.
SHRD        3.
NIXSH       1.
LTURBO      2.
DEFPAR      1.
GO
-1.
```



Şekil 3. EMPIRE input dosyası ve giriş arayüzü.

2.4. ALICE/ASH Kodu

ALICE/ASH [8] programı ALICE kodlarının geliştirilmiş ve değiştirilmiş bir sürümüdür. ALICE/ASH-2006 programı, 300 MeV lik gelme enerjisine kadar, uyarılma fonksiyonu, ikincil parçacıkların açısal dağılımı ve enerjisi hesaplamaları için uygulanabilir. Şekil 4.a'da ALICE/ASH kodu input dosyası ve Şekil 4.b'de CEM kodu input dosyası verilmiştir.

```
N_W181 1111
 1.0181.0  1.0 73.0  0.0  0.00 0.000  8   5   10    10   00.504    0  9.01L  5
cABS_AL7.DAT    Proton induced reaction for 181.00-73.00
  5.0  0.0002 1 0. 0    0    0  1.0  0.0  0.0  1.0  0.0  1.0 1.00  0.0    0   2
  7.0  0.0002 1 0. 0    0    0  1.0  0.0  0.0  1.0  0.0  1.0 1.00  0.0    0   2
  8.0  0.0002 1 0. 0    0    0  1.0  0.0  0.0  1.0  0.0  1.0 1.00  0.0    0   2
 10.0  0.0002 1 0. 0    0    0  1.0  0.0  0.0  1.0  0.0  1.0 1.00  0.0    0   2
 12.0  0.0002 1 0. 0    0    0  1.0  0.0  0.0  1.0  0.0  1.0 1.00  0.0    0   2
 14.0  0.0002 1 0. 0    0    0  1.0  0.0  0.0  1.0  0.0  1.0 1.00  0.0    0   2
 16.0  0.0002 1 0. 0    0    0  1.0  0.0  0.0  1.0  0.0  1.0 1.00  0.0    0   2
 18.0  0.0002 1 0. 0    0    0  1.0  0.0  0.0  1.0  0.0  1.0 1.00  0.0    0   2
 20.0  0.0002 1 0. 0    0    0  1.0  0.0  0.0  1.0  0.0  1.0 1.00  0.0    0   2
 22.0  0.0002 1 0. 0    0    0  1.0  0.0  0.0  1.0  0.0  1.0 1.00  0.0    0   2
 24.0  0.0002 1 0. 0    0    0  1.0  0.0  0.0  1.0  0.0  1.0 1.00  0.0    0   2
 26.0  0.0002 1 0. 0    0    0  1.0  0.0  0.0  1.0  0.0  1.0 1.00  0.0    0   2
 28.0  0.0002 1 0. 0    0    0  1.0  0.0  0.0  1.0  0.0  1.0 1.00  0.0    0   2
 30.0  0.0002 1 0. 0    0    0  1.0  0.0  0.0  1.0  0.0  1.0 1.00  0.0    0   2
-1
```

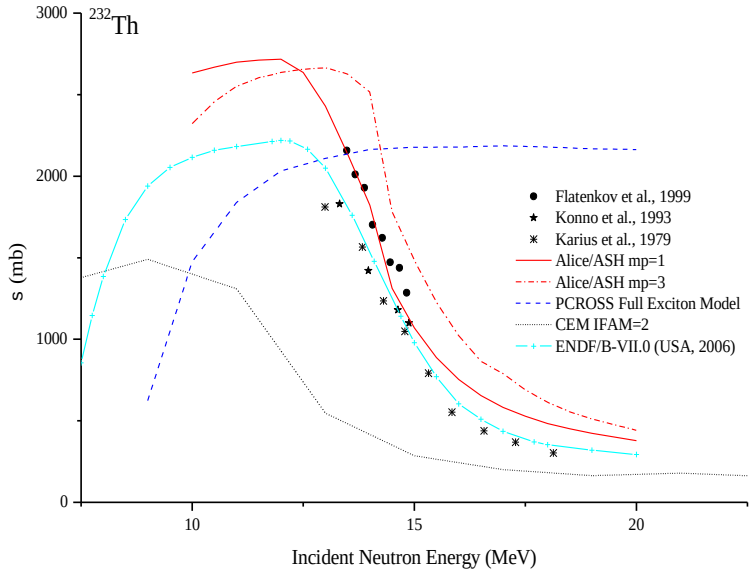
```
0.940  0.010 167.  65.  1 1  02000  .1001.5001.200 9 6 3 1 1 1 1 3 2
1.00100.010.00.2039762D+0 0-1 1 1-1-1 1 1 5.80 4.30 2.80 0.50
1.2020.0012.014.0
20. 30.-40. 50. 64. 74.115.125.140.150.-
95.105.115.125.135.145.155.165.170.180.
 0.   25.    5.   25.  100.    15.  100.  350.   25.  350. 1650.  100.
 0  50000 0 .2222222D+0 0
```

Şekil 4. a) ALICE/ASH ve b) CEM input dosyası.

2.5. CEM Kodu

Fortran 77 programlama dilinde yazılmış olan CEM03.03 kodu [9], daha önceki CEM03.01 ve CEM2k + GEM2 kodlarının genişletilmiş ve geliştirilmiş bir versiyonudur ve Cascade-Exciton Model (CEM) nükleer

reaksiyonlarını uygular. CEM03.03, toplam üretilen izotopların toplam reaksiyon ve fisyon tesir kesitleri, nükleer fisyon özelliklerini, uyarma fonksiyonlarını, nüklit dağılımlarını (verimleri) hesaplarken ayrıca bunların A ve Z dağılımları, enerji ve açısal spektrumları, çift diferansiyel kesitlerini de hesaplar. Gelen parçacık için birkaç GEV'lik enerjiye kadar n, p, d, t, He-3, He-4, Pion+, Pion- ve Pion-0 kullanılabilir. Buna ek olarak, CEM03.03, çıkış dosyasında ayrıca Forward (F) ve Backward (B) üretilen izotopların verimleri, ortalama kinetik enerjileri, ortalama yayma açısının A ve Z-dağılımları, paralel hızları ve F/B oranı, laboratuvar sistemindeki tüm ürünlerin ortalama açısı, iki fisyon parçasının arasındaki ortalama açı dağılımı, nötron çokluğu, uyarma enerjisi, momentum ve açısal momentum ve INC sonrası ve kalıcı safhaların kütle ve yük sayıları arasındaki farkları verebilir. Şekil 5'de ALICE/ASH ve CEM kodu sonuçlarını gösteren bir grafik verilmiştir.

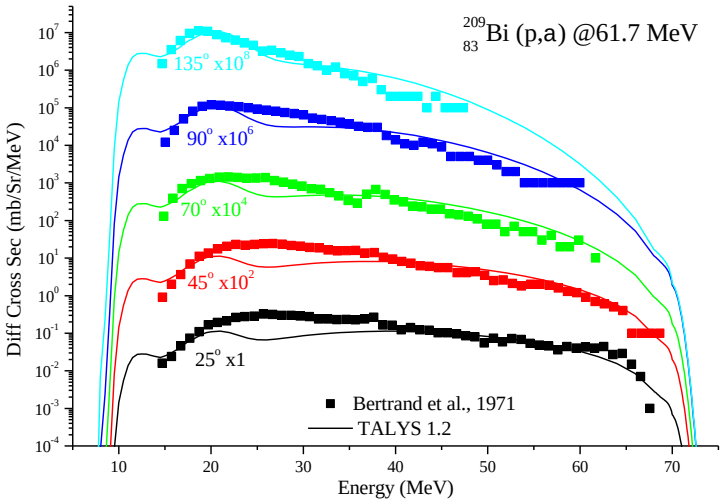


Şekil 5. ALICE/ASH ve CEM nükleer kodu hesaplamasını gösteren bir grafik.

2.6. TALYS Kodu

TALYS [10,11] Linux tabanında çalışan; nükleer reaksiyonların analizi ve tahmini için kullanılan bilgisayar programıdır. Nötron, proton, döteryum, trityum, ^{3}He, alfa ve gama girişli reaksiyonlarda 1 keV-1 GeV enerji aralığında hesaplama yapabilir. Hedef çekirdek kütleleri için 12 ve daha ağır olma şartı TALYS 1.2 sürümü ile 5<A<239 olarak değiştirilmiştir. TALYS 1.8; 1 GeV enerjisine kadar esnek-esnek olmayan saçılma tesir kesiti ve toplam tesir kesiti hesaplamaları; optik model, bileşik, direkt ve denge-öncesi reaksiyon hesaplamaları yapabilmektedir [12]. Gama kuvvet fonksiyonu için Kopecky ve Uhl [13], seviye yoğunluğu için ise, Fermi Gaz Modeli [14] kullanılır. Kompozit parçacıklar nedeniyle oluşan direkt etkiler, Kalbach'ın olaycılık modeli [15] ile hesaplanır. Varsayılan optik model potansiyeli Koning and Delaroche [16]'den derlenmiştir. Şekil 6.a'da Talys kodu input dosyası ve Şekil 6.b'de TALYS kodu sonuçlarını gösteren bir grafik verilmiştir.

```
projectile a
element bi
mass 209
energy eng
fission y
fismodel 5
outfission y
best y
channels y
```



Şekil 6. a) TALYS input dosyası ve b) TALYS kodunun sonuçlarının deneysel verilerle karşılaştırılması.

3. Sonuç

Nükleer uygulamaların çoğunda kullanılan bilgisayar kodları mikroskobik fenomena ile makroskopik etkileri arasında köprü görevi görür. Ayrıca kolayca kullanılabilir bir şekilde matematiksel ve algoritmik dil kullanarak son yarım yüzyıl boyunca bilim ve teknolojinin gereksinim duyduğu fizik bilgi zenginliğini sağlar. Birçok durumda bu bilgisayar kodları nispeten karmaşık bir yapıya sahip olabilir: birçok modüler koda ilaveten aynı zamanda ilgili data kütüphanelerini (genel uygulama veya proje odaklı için), uygulamaya bağlı kod / veri dizileri, test soruları vb durumları içerirler.

Kaynaklar

[1] Büyükuslu H., 2010, Nükleon girişli reaksiyonlarda deforme olan ve deforme olmayan hedef çekirdekler için denge ve denge-öncesi etkilerin incelenmesi, Doktora Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Isparta, s. 171.

[2] Koning, A. J. and Duijvestijn, M. C., 2006, "New nuclear data evaluations for Ge isotopes", Nucl. Instr. and Meth. in Phys. Research Sec. B: Beam Interactions with Materials and Atoms, Vol. 248, Iss. 2, pp. 197 – 224.

[3] EXFOR Nuclear Data Library, 2017, https://www-nds.iaea.org/exfor/exfor.htm.

[4] Watanabe, Y. 2008, Introduction to nuclear reaction theory and nuclear data evaluation, The 4th Japan - Korea Joint summer school on accelerator and beam science, nuclear data, radiation engineering and reactor physics.

[5] Young P.G., Arthur E.D., Chadwick M.B., 1992, Comprehensive Nuclear Model Calculations: Introduction to the Theory and Use of the GNASH Code, LANL, LA-12343-MS.

[6] http://www.oecd-nea.org/tools/abstract/detail/nea-0461.

[7] https://www-nds.iaea.org/empire218/

[8] Broeders C.H.M., Konobeyev A.Yu., Korovin Yu.A., Lunev V.P., Blann, M., 2006. ALICE_ASH — Pre-compound and Evaporation Model Code System for Calculation of Excitation Functions, Energy and Angular Distributions of Emitted Particles in Nuclear Reactions at Intermediate Energies. Forschungszentrum Karlsruhe in der Helmholtz-Gemeinschaft Wissenschaftliche Berichte FZKA 7183.

[9] Mashnik S.G., Sierk A.J., Gudima K.K., Baznat M.I., 2006, CEM03 and LAQGSM03 - new modeling tools for nuclear applications, J. Phys. Conf. Ser. 41, 340-351.

[10] Koning A. J., Hilaire, S. M., Duijvestijn, M. C., TALYS-1.8 A Nuclear Reaction Program, User Manual (NRG, The Netherlands) (2015).

[11] Koning A. J., Hilaire S., Duijvestijn M. C., 2005. TALYS: comprehensive nuclear reaction modeling. In: Haight RC, Chadwick MB, Kawano T, Talou P (eds) Proceedings of the international conference on nuclear data for science and technology-ND 2004, AIP Vol. 769. Santa Fe, USA, pp 1154–1159.
[12] Koning, A. J. and Duijvestijn, M. C., 2006. New nuclear data evaluations for Ge isotopes Nuclear Instruments and Methods in Physics Research Section B: Beam Interactions with Materials and Atoms, 248 (2): 197-224.
[13] Kopecky J. and Uhl M., 1990. Test of gamma-ray strength functions in nuclear reaction model calculations Physical Review C, 41 (5): 1941-1955.
[14] Ericson T., 1960. A theory of fluctations in nuclear cross sections, Annals of Physics, 23: 390-413.
[15] Kalbach C., 2005. Preequilibrium reactions with complex particle channels Physical Review C 71,034606.
[16] Koning, A.J. and Delaroche, J.P., 2003. Local and global nucleon optical models from 1 keV to 200 MeV, Nuclear Physics A, 713 (231): 231-310.

BAND STRUCTURE OF CRYSTAL $InGaTe_2$

U.S. Abdurahmanova
Azerbaijan Technical University, Baku, Azerbaijan

Abstract

The electronic band structure of $InGaTe_2$ have been calculated using the full-potential linearized augmented plane-wave (FP-LAPW) method based on the density functional theory (DFT), which is implemented in WIEN2k code. The exchange-correlation potential within the general gradient approximation (GGA) was used. The equilibrium structure was determined by minimizing the total energy with respect to the lattice parameters, and the internal parameters of the structure were optimized using the Hellmann–Feynman forces. The electronic band structure of the $InGaTe_2$ have been calculated in the high symmetry directions and Γ, T, N, P points in the Brillouin zone. The calculated band structure shows that $InGaTe_2$ is semiconductor with direct band gap of 0.65 eV at the T point in the Brillouin zone.

Keywords: DFT, $InGaTe_2$ electronic structure, Band structure.

1. Introduction

A complex studying of physical processes in new class semiconductor compounds always have scientific and practical importance, therefore has led to a special attention of researchers. That is why in this work we investigated a semiconductor crystal $InGaTe_2$ that one of semiconductor compounds $A^{III}B^{III}C_2^{VI}$ type. Although there are some sources of information about this chain crystalline structure crystal, it is the first time that we calculated the band structure of this compound using full-potential linearized augmented plane-wave (FP-LAPW) method based on the density functional theory (DFT).

2. Method of Calculation

Currently, there are some exactly methods to explore the matter's electronic band structure. These include Pseudopotensial and Full Potential Linearized United Synthesis Waves (FP LAPW). The FP LAPW method is one of the most accurate methods for calculating electron structure of the crystal. It is possible to study the electron density, full energy, band structure, optical properties, etc. by using the FP LAPW method through the Density Functional Theory [1, 2]. The elementary cage is divided into two sections, which are not interspersed: I- atomic spheres, II-intermediate region. Displacement of wave functions is used atomic functions in the I sphere and used the plane waves in the II- interval: Inside R_α radius of α atom spheres wave functions is selected linear combination of radial functions and extraction of $Y_{\ell m}(\theta,\varphi)$ spherical harmonics,

$$\Phi_{\vec{k}_n} = \sum_{\ell m}\left[A_{\ell m,\vec{k}_n} u_\ell(r,E_\ell) + B_{\ell m,\vec{k}_n} \dot{u}_\ell(r,E_\ell)\right] \qquad (1)$$

here $u_\ell(r,E_\ell)$ - is thespherical part of potential inside α spheres and is a solution of radial Shredinger equation for E- energy. $\dot{u}_\ell(r,E_\ell)$ is derivative of the function $u_\ell(r,E_\ell)$ suitable for energy E_ℓ. The functions $u_\ell(r,E_\ell)$ and $\dot{u}_\ell(r,E_\ell)$ are calculated by the numerical integral of the radial Schrinderinger equation within the sphere. In the region between the atomic spheres wave function is shown as total of plane waves:

$$\psi_{\vec{k}_n} = \frac{1}{\sqrt{V}} e^{i\vec{k}_n \cdot \vec{r}} \quad (2)$$

In expression (2) $\vec{k}_n = \vec{k} + \vec{K}_n$ - inverse lattice vectors, $\vec{K}_n$ -is the wave vector in the first Brillouin zone. Thus, plane waves in each atomic sphere are combined with functions that similar atomic functions. In order to solve the Kohn-Sham equation, divide the total wave function into the LAPW base. Then,

$$\psi_{\vec{k}} = \sum_n C_n \Phi_{\vec{k}_n} \quad (3)$$

C_n - coefficients are determined based on the Relay-Rits variation principle. To assembly this line is controlled by the "cutoff" parameter $R_{mt} K_{\max} = 6 - 9$, here R_{mt}- is the smallest radius of the atomic sphere in the elementary cage, in $K_{\max}$ -is according to the higest value of K vector in dividing.

In general, in the LAPW (APW) method the potential is divided in the atomic sphere and in the intermediate region as follows:

$$V(\vec{r}) = \begin{cases} \sum_{LM} V_{LM}(r) Y_{LM}(\theta, \varphi) \\ \sum_{\vec{K}} V_{\vec{K}} e^{i\vec{K}\cdot\vec{r}} \end{cases} \quad (4)$$

Divide the (4) expression in center of the α atomic sphere on Spherical harmonics in plane waves.

$$\frac{1}{\sqrt{V}} e^{i(\vec{k}+\vec{K})r} = \frac{4\pi}{\sqrt{V}} e^{i(\vec{k}+\vec{K})r_\alpha} \sum i^l j_l(\left|\vec{k}-\vec{K}\right| r') Y_m^{l*}(\vec{k}+\vec{K}) Y_m^l(\hat{r}') \quad (5)$$

In (5) the $j_l(x)$ is spherical Bessel functions.Considering that at the boundary of the sphere ($\vec{r}' = \vec{R}_\alpha$), this function is equal to l_m part of the wave function, then given the followinf expression:

$$A_{lm}^{\alpha,\vec{k}+\vec{K}} = \frac{4\pi i^l e^{i(\vec{k}+\vec{K})\vec{r}_\alpha}}{\sqrt{V} U_l^\alpha(R_\alpha, E)} j_l(\left|\vec{k}+\vec{K}\right| R_\alpha) Y_m^{l*}(\vec{k}+\vec{K}) \quad (6)$$

This scheme is suitable to spherical average in the sphere, to average volume in the intermediate region and allows to assign $A_{lm}^{\alpha,k+K}$ unique unequivocally appointed.

In this work has been shown information about results of calculation band structure of compound $InGaTe_2$. The calculating of electronic band structure of $InGaTe_2$ was carried out using the full-potential linearized augmented plane-wave (FP-LAPW) method based on the density functional theory (DFT), which is implemented in WIEN2k [3] code and the results were analyzed. As exchange-correlation potential used Generalized Gradient Approximation. In order this the lattice parameters and atomic coordinates were appointed by minimizing energy and Helman -Feynman forces from the first principles (ab-initio). For calculating the band structure of this crystal was used optimized lattice parameters and chalcogen parameter: a=8.3945 $\overset{0}{A}$, c=6.8352 $\overset{0}{A}$, x=0.1730 $\overset{0}{A}$.

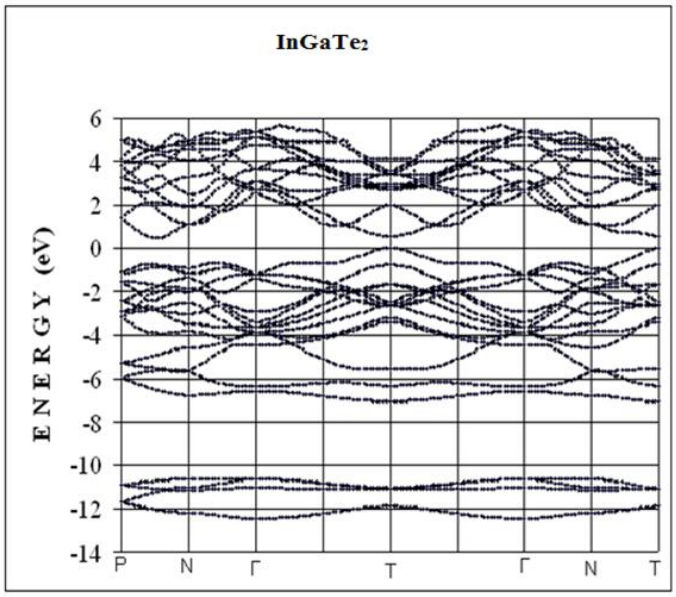
In the calculations in displacement of the wave function the maximal kinetic energy of k_{max} is determined by the $R_{min} \cdot k_{max}$= 7, here R_{min} is the minimal radius of atomic spheres. Displacement of wave functions according to the *l*-orbital moment is l_{max}= 10 within the atomic sphere and beyond the atomic sphere is l_{max} = 4.

The process of minimizing Hellman-Feynman forces affecting to atoms continued until the power module is ~ 10^9 eV/m. Integration on reverse cage was carried out at 550 k points, which were not brought to the Brillouin zone. Electrons with energy -6.0 Ry are valent electrons, in this low-energy electrons are adopted as core electrons. Band structure calculation was carried out in symmetric points Γ, T, N, P of Brillouin zone and on the lines connecting these points. The Table of irreducible and double irreducible representations of wave vector groups for space group is D_{4h}^{18} ($I4/mcm$).

3. Results and Discussion

As shown in the picture valence band of $InGaTe_2$ compound is divided into three zones. The lowest subband consisting of four states, about ~6 eV are remote from the others with wide energy gap. Group-Theoretical Analysis shows that these bands located about −10÷—11 eV are obliged by the origin to 5 s-states of Te. The following group of four valence bands located at about −5 eV energy region, comes generally from s-states of atoms of In and Ga. The remained big group consisting of ten bands with 5 eV wide occurs from p-states of atoms of In, Ga and Te.

Figure. Band structure of compound $InGaTe_2$



It is revealed that the photoemission structure consists of three pronounced areas. Authors attributed peak at −11.5 eV to 5 s-states of Te, peak about −4 eV to Ga-Te bonds, and a complex features about −5÷0 eV to Ga-Ga and Ga-Te bonds that are accordance with our band structure calculation and the group-theoretical analysis. Energy gap from our calculations turns out 0.56 eV [4]. Calculations show that, ceiling of valent zone and the bottom of the conduction band is located at T point of the Brillouin zone. That means this compound has a straight pass.

References

[1] Hohenberg P., Kohn W., Phys. Rev. 136, B864, (1964).
[2] Kohn W., Sham L.J., Phys. Rev. 140, A1133, (1965).
[3] Blaha P., Schwarz K., Madsen G.K.H., Kvasnicka D., Luitz J., "WIEN2k, An Augmented Plane Wave + Local Orbitals Program for Calculating Crystal Properties", Karlheinz Schwarz Techn. Universitaet Wien, Wien, Austria, (2001).
[4] Godzhayev E.M., Dzhakhangirli Z.A., Abdurahmanova U.S., Mehdieva Sh.M., " Optical functions, band structure and effective masses of electrons and holes in $InGaTe_2$", Open Journal of Inorganic Non–Metallic Materials, № 4: 13–20, (2014).

PHOTOLUMINESCENCE PROPERTIES OF POROUS SILICON AT HNO_3 POSTTREATMENT

ФОТОЛЮМИНЕСЦЕНТНЫЕ СВОЙСТВА ПОРИСТОГО КРЕМНИЯ ПОСЛЕ ОБРАБОТКИ В HNO_3

Мамедов М.З., Рустамов Ф.А., Дарвишов Н.Х., Багиев В.Э., Эйвазова Г.М., Боброва Е.Ю., Гафарова Х.О.
Отдел Физики Полупроводников, Институт Физических Проблем, Бакинский Государственный Университет, Баку, Азербайджан, farhad.rustamov@bsu.edu.az,

Аннотация

Исследовано влияние обработки в HNO3 при комнатной температуре на фотолюминесцентные свойства пористого кремния, полученного химическим травлением. Показано, что такая обработка приводит к значительному гашению фотолюминесценции, которая с течением выдержки на воздухе заново востанавливается. Установлено, что гашение фотолюминесценции связано со значительной десорбцией водорода с поверхности пористого кремния под действием HNO_3, а востановление ее связано с дальнейшим окислением поверхности на воздухе. При этом востановление фотолюминесценции и увеличение ее интенсивности коррелируют с появлением и увеличением поглощения на кислородных связях Si-O-Si при 1180 $см^{-1}$ и 1045 $см^{-1}$ при выдержке на воздухе. Неизменность положения максимума фотолюминесценции при изменении ее интенсивности в процессе выдержки на воздухе, как в неообработанных, так и в обработанных в HNO_3 образцах коррелирует с неизменностью поглощения на кислородных связях Si-O-Si при 1108 $см^{-1}$ и O_3-SiH при 882 $см^{-1}$.

Ключевые слова: пористый кремний, фотолюминесценция, кислородные связи

Abstract

The effect of posttreatment in HNO_3 at room temperature on the photoluminescence properties of stain etched porous silicon were investigated. It was shown, that this posttreatment leads to a significant quenching of the photoluminescence, which is then restored again with exposure to air. It is found that the photoluminescence quenching associated with significant desorption of hydrogen from the surface of porous silicon under the HNO_3 action and its subsequent recovery associated with surface oxidation in air. This recovery of photoluminescence and the increase of it's intensity are correlated with the appearance of absorption on the oxygen bonds Si-O-Si at 1180 cm^{-1} and 1045 cm^{-1} at exposure to air. Stability of photoluminescence peak position, despite of changing intensity, both in treated and untreated samples, during exposure to air, correlates with the absorption stability on the oxygen bonds at 1108cm^{-1} and 882cm^{-1}.

Keywords: porous silicon, photoluminescence, oxygen bonds

1. Введение

Потенциальные возможности использования пористого кремния (ПК) для изготовления оптоэлектронных устройств привлекают внимание исследователей с момента обнаружения уникальных свойств этого материала [1,2]. Одними из наиболее важных, как с практической, так и с фундаментальной точек зрения, являются его оптические свойства, особенно интенсивная красно-оранжевая фото- и электролюминесценция в видимой области [1-4]. Исследования показывают также перспективность применения слоев пористого кремния в качестве сенсоров и антиотражающих покрытий для солнечных элементов.

Пористый кремний, полученный электрохимическим или чисто химическим методами травления, проявляет видимую фотолюминесценцию (ФЛ) при комнатной температуре. Объясняется это квантоворазмерным эффектом расширения запрещенной зоны кристаллитов кремния с уменьшением их размера [3,4]. Но наличие в объеме ПК нанокристаллитов с соответствующей шириной запрещенной зоны еще не означает, что ПК будет проявлять наблюдаемую фотолюминесценцию. После травления на поверхности кремния образуется значительное количество оборванных ненасыщенных связей. Эти оборванные связи, являясь центрами безызлучательной рекомбинации, подавляют фотолюминесценцию. В свежеприготовленном пористом кремнии часть этих оборванных связей скомпенсирована водородными связями, благодаря чему пористый кремний проявляет видимую фотолюминесценцию [1, 5, 6]. Но водородные связи, компенсирующие оборванные связи, являются нестабильными и при выдержке в обычных атмосферных условиях постепенно заменяются на более стабильные кислородные связи, и вместе с этим происходит некоторая деградация люминесцентных свойств [2, 5, 7-9]. Исследование Фурье спектров поглощения показывает, что кислородные связи в ПК, полученном химическим методом травления, имеются уже в свежеприготовленных образцах, что связано с наличием в травящем растворе HNO_3 [2, 6, 9, 10]. Окисление поверхности ПК имеет комплексных характер. С одной стороны, окисление поверхности ПК приводит к замене нестабильных связей $Si\text{-}H_n$ более стабильными связями Si-O, компенсирующими центры безыизлучательной рекомбинации. С другой стороны, окисление нанокристаллитов может привести к уменьшению их размера и, соответственно, к расширению запрещенной зоны из-за квантоворазмерного эффекта, что проявляется в виде смещения максимума ФЛ в высокоэнергетическую область спектра [1-3, 11]. И наконец, согласно работам Delarua и др. [12, 13], окисление поверхности в высокопористых ПК приводит к появлению локальных излучательных уровней рекомбинации в запрещенной зоне нанокристаллитов. Эти уровни подавляют излучательную рекомбинацию зона-зона в нанокристаллитах кремния. Поэтому несмотря на уменьшение размеров и, соответственно, расширение запрещенной зоны нанокристаллитов кремния в высокопористых ПК, полученных традиционными способами, наблюдаемый максимум ФЛ не превышает значения ~2.1 эВ [14-16]. Поэтому, чтобы увеличить интенсивность фотолюминесценции, желательно скомпенсировать как можно большее количество оборванных связей, а чтобы придать стабильность этим свойствам, заменить нестабильные водородные связи на более стабильные. Исследование обработки полученных образцов ПК в различных кислотах преследует именно такую цель [17-19]. Особенный интерес среди этих окислителей представляет HNO_3, так как он входит в состав самого травящего раствора и является основным окислителем, применяемым в промышленном технологическом цикле обработки кремниевых пластин.

В данной работе исследовано влияние обработки свежеприготовленных образцов ПК в азотной кислоте HNO_3 на фотолюминесцентные свойства пористого кремния, полученного чисто химическим методом травления и анализ полученных данных с помощью FTIR спектроскопии, с целью выяснения роли различных кислородных связей.

2. Эксперимент

Образцы пористого кремния получены методом химического травления на монокристаллических подложках p-типа кремния с удельными сопротивлением 10 Ом·см и ориентацией (111). Для удаления загрязнений и обезжирования поверхности пластинки погружались в ацетон на 50 мин и далее промывались бидистиллированной водой. Далее поверхность пластин подвергалась обработке в концентрированной фтористоводородной кислоте HF (50%) в течение 5 мин для удаления окисного слоя. Формирование слоев ПК проводилось при комнатной температуре и естественном освещении в модифицированном растворе $HF:HNO_3:CH_3COOH$ в объемном отношении 1200:1:1200, т.е. в растворе с недостатком окислителя [21, 22]. После травления образцы промывались в бидистиллированной воде, изопропиловом спирте и высушивались в струе N_2. Некоторые образцы, сразу после получения слоев ПК, подвергались дальнейшей обработке в азотной кислоте HNO_3 при комнатной температуре.

Измерения спектров ФЛ проводились при комнатной температуре. ФЛ возбуждалась светом ксеноновой лампы ДКСЛ-1000, пропущенным через монохроматор SPM-2 и регистрировалась с помощью монохроматора ИКС-12 в геометрии “на отражение”. Поверхностные химические связи на ПК анализировались Фурье спектрометром Varian 3600.

3. Результаты и обсуждение

На Рис.1 показаны спектры фотолюминесценции ПК, обработанного в течение 10 мин в HNO_3, при различных временах выдержки в обычных атмосферных условиях. Как видно из рисунка, интенсивность в максимуме спектра сначала минимальная, а затем с течением времени возрастает в десятки раз. При этом в начальные минуты интенсивность возрастает резко, а затем медленно, но при этом положение максимума интенсивности не изменяется

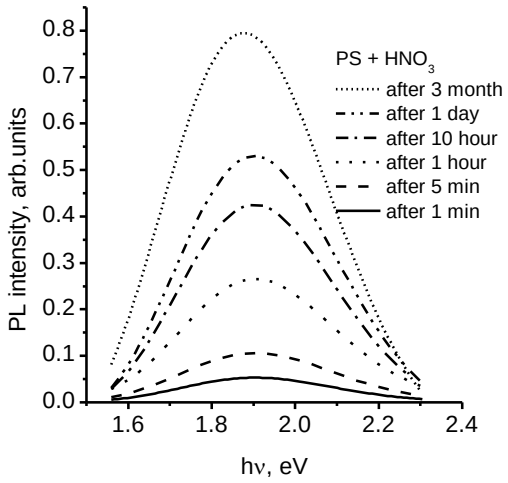


Рис.1. Спектры фотолюминесценции пористого кремния, обработанного в течение 10 мин в HNO_3 и выдержанного на водухе в течение различных времен.

Чтобы понять причину такого поведения ФЛ, были исследованы Фурье спектры необработанных и обработанных в HNO_3 образцов ПК. На Рис.2 показаны Фурье спектры свежеприготовленных образцов ПК, необработанных и обработанных в HNO_3.

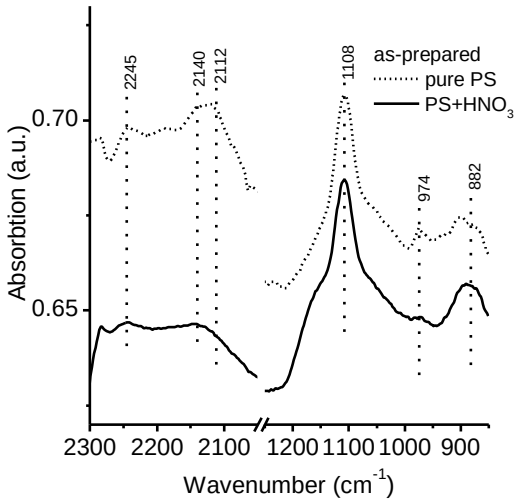


Рис.2. ИК-спектры поглощения образцов пористого кремния, необработанного и обработанного в течение 10 мин в концентрированном HNO_3, сразу после формирования.

Как видно из рисунка, обработка ПК в HNO_3 при комнатной температуре приводит к значительной десорбции водорода без изменения степени окисления поверхности. Интенсивность поглощения на связях SiH_n (2100-2150 cm^{-1}) по сравнению с интенсивностью поглощения на связях Si-O-Si (1108 cm^{-1}) намного меньше в обработанных образцах, чем в необработанных. Эти данные коррелируют с спектрами ФЛ, показанными на Рис.1. Десорбция водорода с поверхности ПК приводит к гашению ФЛ несмотря на наличие кислородных связей Si-O-Si (1108 cm^{-1}) и O_3-SiH (882 cm^{-1}). Таким образом, эти кислородные связи не могут компенсировать болтающиеся связи Si-, являющимися центрами безызлучательной рекомбинации. Роль этих кислородных связей проявляется при дальнейшем атмосферном окислении поверхности ПК. Для сравнения на Рис.3 показаны спектры поглощения обоих типов образцов через 3 месяца выдержки при обычных атмосферных условиях.

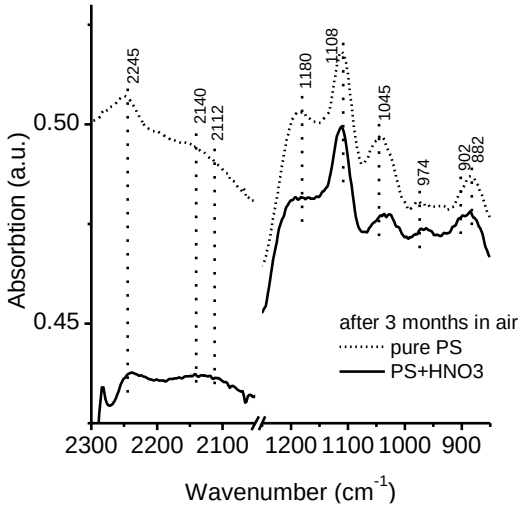


Рис.3. ИК-спектры поглощения образцов пористого кремния, необработанного и обработанного в течение 10 мин в концентрированном HNO_3, после трех месяцев выдержки на воздухе.

Как видно из рисунка, с точки зрения кислородных связей эти спектры почти не отличаются. Сравнение Рис.2 и 3 показывает значительный рост поглощения на колебаниях Si-O-Si (1180 cm^{-1} и 1045 cm^{-1}) в обоих типах образцов и коррелирует с ростом интенсивности ФЛ в обработанных образцах (Рис.1)., хотя при этом положение максимума интенсивности не изменяется. Такая стабильность положения максимума ФЛ коррелирует со стабильностью уровня поглощения на связях Si-O-Si (1108 cm^{-1}) и O_3-SiH (882 cm^{-1}). Эти данные указывают на различную роль разных кислородных связей в механизме ФЛ. На основе совместного анализа спектров поглощения необработанных и обработанных в HNO_3 образцов ПК, полученных химическим методом травления и спектров фотолюминесцеции можно заключить, что связи Si-O-Si (1108 cm^{-1}) или O_3-SiH (882 cm^{-1}) приводят к возникновению локальных уровней в запрещенной зоне нанокристаллитов кремния, обеспечивая стабильность положения максимума ФЛ, а связи Si-O-Si (1180 cm^{-1} и 1045 cm^{-1}) отвечают за компенсацию болтающихся связей Si-, являющихся центрами безызлучательной рекомбинации.

4. Выводы

Исследовано влияние обработки в концентрированном HNO_3 при комнатной температуре на фотолюминесцентные свойства пористого кремния, полученного химическим методом травления.

Выявлено, что такая обработка при комнатной температуре приводит к значительному уменьшению интенсивности ФЛ. С течением времени выдержки при обычных атмосферных условиях происходит восстановление интенсивности ФЛ при неизменном положении ее максимума. Исследование Фурье спектров поглощения показало, что обработка ПК в HNO_3 при комнатной температуре сразу же приводит к значительной десорбции водорода при неизменном уровне окисления. и лишь затем, с течением времени выдержки на воздухе, происходит ее окисление. При выдержке этих образцов на воздухе интенсивность ФЛ значительно увеличивается, а положение ее максимума остается неизменным. Это востановление ФЛ коррелирует с появлением поглощения на кислородных связях Si-O-Si (1180 cm^{-1} и 1045 cm^{-1}). Приведенные данные позволяют заключить, что именно эти связи приводят к компенсации болтающихся связей Si-, блокируя каналы безызлучательной рекомбинации. Неизменность положения максимума ФЛ в процессе атмосферного окисления ПК, полученного чисто химическим методом травления коррелирует с постоянством поглощения на кислородных связях Si-O-Si (1108 cm^{-1}) и O_3-SiH (882 cm^{-1}). Эти связи возникают в процессе формирования ПК, наблюдаются как в необработанных, так и в обработанных в HNO_3 образцах сразу же после высушки и остаются неизменными в процессе атмосферного окисления. Таким образом, именно эти кислородные связи могут быть причиной возникновения локальных излучательных уровней в запрещенной зоне пористого кремния, ограничивающих возможность получения традиционными способами пористого кремния с максимумом ФЛ выше ~2.1 эВ.

Литература

[1] Lehmann, V., Electrochemistry of Silicon, Willey VCH, New York, (2002).
[2] Chanham, L.T., Properties of porous silicon. EMIS Data Review Series No. 18, London, (1997).
[3] Chanham, L.T.,Silicon quantum wire array fabrication by electrochemical and chemical dissolution of wafer, Appl. Phys. Lett. 57: 1046-1048, (1990).
[4] Lehmann, V., Gosele, U., Porous silicon formation: A quantum wire effect, Appl. Phys. Lett. 58: 856-858, (1991).
[5] Kayahan, E., The role of surface oxidation on luminescence degradation of porous silicon, Appl. Surf. Sci. 257(9): 4311-4316, (2011).
[6] Vázsonyi, É., Szilágyi, E., Petrik, P., Horvath, Z., Lohner, T., Fried, M., Jalsovszky, G., Porous silicon formation by stain etching, Thin Solid Films. 388: 295-302, (2001).
[7] Arad-Vosk, N., Sa'ar, A., Radiative and nonradiative relaxation phenomena in hydrogen- and oxygen-terminated porous silicon, Nanoscale Research Letters. 9, 47: 1-6, (2014).
[8] Hossain, S.M., Chakraborty, S., Dutta, S.K., Das, J., Saha, H., Stability in photoluminescence of porous silicon, J. Lumin. 91: 195-202, (2000).
[9] Galeazzo, E., Beltran, A., Ramirez-Fernandez, F.J., Natural Oxidation of Porous Silicon, Brazilian Journal of Physics, 27/A(4): 170-172, (1997).
[10] Jia, Y.Q., Zhang, L.Z., Fu, J.S., Zhang, B.R., Mao, J.C., Characterization of stain etched porous Si with photoluminescence, electron paramagnetic resonance, and infrared absorbtion spectroscopy, J. Appl. Phys. 74(12): 7615-7617, (1993).
[11] Rustamov, F.A., Darvishov, N.H., Mamedov, M.Z., Bobrova, E.Y., Qafarova, H.O., Porous silicon bandgap broadening at natural oxidation, J. Lumin., 131: 2078-2082, (2011).
[12] Wolkin, M.V., Jorne, J., Fauchet, P.M., Allan, G., Delerue, C., Electronic states and luminescence in porous silicon quantum dots: the role of oxygen, Phys. Rev. Lett. 82, 1: 197-200, (1999).
[13] Delerue, C., Allan, G., Lannoo, M., Theoretical aspects of the luminescence of porous silicon, Phys. Rev. B 48, 15: 11024-11036, (1993).
[14] Islam, Md.N., Satyendra K., Influence of surface states on the photoluminescence from silicon nanostructures, J. Appl. Phys. 93(3): 1753-1759, (2003).
[15]. Ramirez-Porras, A., Weisz, S.Z., Stochastic approach to the smart quantum confinement model in porous silicon, Surf. Sci. 515(2-3): 18-22, (2002).
[16] Rustamov, F.A., Darvishov, N.H., Bagiev, V.E., Mamedov, M.Z., Bobrova, E.Y., Qafarova, H.O., Determination of size and bandgap distributions of Si nanopaticles from photoluminescence excitation and emission spectra in n-type stain etched porous silicon, J. Lumin., 154: 2024-2028, (2014).

[17] González-Díaz, B., Guerrero-Lemus, R., Méndez-Ramos, J., Díaz-Herreraa, B., Rodríguez, V. D., Gradual oxidation of stain etched porous silicon nanostructures applied to silicon-based solar cells, Sens. Actuators, A 150: 97–101, (2009).
[18] Hou, X.Y., Shi, G., Wang, W., Zhang, F.L., Hao, P.H., Huang, D.M., Wang, X., Large blue shift of light emitting porous silicon by boiling water treatment, Appl. Phys. Lett., 62(10): 1097-1099, (1993).
[19] Gole, J.L., DeVincentis, J.A., Seals, L., Lillehei, P.T., Prokes, S.M., Dixon, D.A., Chloride salt enhancement and stabilization of the photoluminescence from a porous silicon surface, Phys. Rev. B., 61(8): 5615-5631, (2000).
[20] Oh, D.H., Kim, T.W., Cho, W.J., Kwack, K.D., Effects of a H_2SO_4 treatment on the optical properties in porous Si layers and electrical properties od diode devices fabricated with a H_2SO_4 treated porous Si layer, J. Ceram. Process. Res., 9(1): 57-60, (2008).
[21] Rustamov, F.A., Darvishov, N.H., Mamedov, M.Z., Bobrova, E.Y., Qafarova, H.O., Formation of lateral homogeneous stain etched porous silicon with acetic acid at oxidant insufficiency, Azerb. J. Physics. 18(3): 44-49, (2012).
[22] Rustamov, F.A., Darvishov, N.H., Bagiev, V.E., Mamedov, M.Z., Bobrova, E.Y., Qafarova, H.O., Influence of final treatment on the incubation period and antireflection properties of stain-etched porous silicon, Phys. Status Solidi. A 210(10): 2174-2177, (2013).

ELECTRON IMPACT IONIZATION PROCESSES OF SE^{Q+} IN A PLASMA

Zikri Altun
[1]Marmara University, Department of Physics, Istanbul 34722, Turkey, zikalt@marmara.edu.tr

Özet

Se^{q+} $(q = 15 - 24)$ iyonlarının konfigurasyon ortalamalı ve seviye ayrışımlı elektron çarpmalı tesir kesit ve oran katsayıları çarpıtılmış dalag yöntemi çerçevesinde hesaplanmıştır. Hesaplamalar çekirdeğe en yakın 1s kabuğu hariç diğer bütün kabukların doğrudan iyonlaşma tesir kesitlerini ve iç kabuklardan tek elektron uyarılması sonucu oluşan ve enerjileri tek elektron iyonlaşma eşik enerjisi üzerinde olan otoiyonlaşma özelliğine sahip konfigüarasyonları da içine almaktadır. Otoiyonlaşabilen konfigürasyonlar için dallanma oranları da hesaplnmıştır. Elektron sıckalıkları için izotropik Maxwell türü bir dağılım kabul edilerek, toplam tesir kesitlerinin konvolusyonlarından oran katsayıları hesaplanmıştır. Konfigürasyon ortalamalı sonuçlarla seviye ayrışımlı sonuçlar arasında iyi bir uyumun olduğu bulunmuştur.

Abstract

Electron-impact ionization cross sections and rate coefficients are calculated for Se^{q+} $(q = 15 - 24)$ ions using a configuration-average and level-resolved distorted-wave methods. Calculations include both the direct ionizations from all the subshells except for the inner most 1s shell and the excitation-autoionization contributions resulting from the single electron excitations from inner shells to excited configurations having energies above the first ionization threshold. Branching ratios are also calculated for the autoionizing excited state. Total cross-sections are convoluted with an isotropic Maxwellian electron temperature distribution to obtain the coefficients. The good agreement is found between the configuration-average and level-resolved distorted-wave results.

Keywords: Electron impact ionization, Rate coefficients, Distorted wave, Branching ratio.

1. Introduction

Atomic processes play a key role in determining the conditions of plasmas whether it originates from space or man made in a laboratory for practical applications and scientific research purposes [1,2]. Diagnostic techniques benefits from the results of these collisions to measure the physical properties of the plasma and help to identify the underline dynamics leading to these collisions. Atomic processes such as line emission, electron impact ionization and recombination, and charge exchange contributes significantly to the energy and particle balance in the hot center of the plasma where light atoms could be completely striped off their electrons while partially charged transition elements and beyond could be present. On the other hand the interaction of a plasma with its external environment takes place through its edge [3,4]. The plasma in the surrounding boundary acts like a buffer between the core plasma and the physical wall of the vacuum chamber containing the plasma. Although the limiters could be used to reduce the direct interactions of the edge plasma with the wall, but still there could be plenty of impurities entering from the wall to the edge of the plasma, or inserted in for diagnostic purposes and perhaps penetrating all the way to the core region [5-7]. From the atomic processes point of view the edge plasma is much richer due to its much lower temperature compared to the core region. Electron impact excitation and Ionization, dielectronic recombination, charge exchange, radiative and radiationless decay, emission, and absorption of photons are some examples of atomic process occurring in the edge plasma [5-9]. Thus, it is crucial to have reliable data that characterize these different type of atomic processes to provide the base for the experimental spectroscopic analysis of the radiation originating from a plasma. Many of the atomic processes in a plasma occur simultaneously; hence the interpretation of the spectra emitted from the plasma requires sophisticated theoretical models that reflect the underline dynamics inside the plasma. Thus, the cross sections and rate coefficients calculated over wide range plasma temperature for different kind of atomic processes are

essential input for the reliable mathematical modeling and for the diagnostics of astrophysical and laboratory plasmas.

Detection of selenium in the spectra of astrophysical nebulae and metal poor stars and also its potential to be used as diagnostic element for laboratory plasmas is the deriving motivation in this study [10-13]. We investigate the electron impact ionization of selenium element in different ion stages, i.e., Se^{q+} (q=15-22). The direct ionization cross section from 2s,2p,3s, and 3p subshells of these ions are calculated within a CADW method. In addition, excitation–autoionization contributions originating from the inner-shell excitations are calculated using both the configuration-average distorted-wave (CADW) [14,15] and a semirelativistic level-resolved distorted-wave (LLDW) [17,18] methods. Direct and indirect ionization cross sections are integrated with a Maxwellian electron velocity distribution to produce rate coefficients.

The rest of this paper is organized as follows. In section II, we give a brief review of the configuration-average level-resolved distorted-wave theory used to calculate ionization and excitation cross sections, as well as autoionization rates. In section III, we compare the CADW and LLDW cross sections and rate coefficients. A brief summary is provided in conclusion section IV. Unless otherwise stated, we will use atomic units.

2. Theory

The total electron impact ionization cross-section, in the independent processes approximation, can be written as

$$\sigma_{tot} = \sum_{I,F} \sigma_{dir}(I \to F) + \sum_{I,J,F} \sigma_{dir}(I \to F)\sigma_{exc}(J \to F) \quad (1)$$

where σ_{dir} is the direct ionization cross-section of the inital configuration I to a final configuration F and is $\sigma_{exc}(I \to J)$ the excitation cross-section of the initial configuration I to an autoionizing configuration J. The excitation-autoionization branching ration of the autoionizing configuration J is given by

$$B^a_{exc}(J \to F) = \frac{A^a(J \to F)}{A^a(J \to F) + A^r(J \to F)} \quad (2)$$

where $A^a(J \to F)$ and $A^r(J \to F)$ are the total autoionization and radiative decay rates from the autoionizing configuration J to the final configuartion F [14,15]. Let us consider a general transition between configurations of the form

$$(n_1 l_1)^{w_0} k_i l_i \to (n_0 l_0)^{w_0 - 1} k_e l_e k_f l_f \quad (3)$$

where w_0 is the occupation number, and $n_1 l_1, k_i l_i, k_e l_e,$ and $k_f l_f$ are the quantum numbers of the bound, incident, ejected and final continuum electrons. The configuration-average direct electron impact ionization cross-section for such a transition is given by:

$$\sigma_{dir}(I \to F) = \frac{32 w_0}{k_i^3} \int_0^{E/2} \frac{d(\frac{k_e^2}{2})}{k_e k_f} \sum_{l_i l_e l_f} (2l_i + 1)(2l_e + 1)\big(2l_f + 1\big) S\big(n_1 l_1 k_i l_i \to k_e l_e k_f l_f\big) \quad (4)$$

where $E = \epsilon_{n_1 l_1} + \epsilon_i = \epsilon_e + \epsilon_f$, with ϵ being the kinetic energy of the continuum electrons $k = \sqrt{\epsilon}$, and $S(n_1 l_1 k_i l_i \rightarrow k_e l_e k_f l_f)$ represents the contributions from the direct, exchange and interference scattering terms [16,17]. The energies and bound orbitals needed to evaluate the cross-section of equation (4) are calculated in the Hartree–Fock Relativistic (HFR) approximation [14,15], which includes the mass-velocity and Darwin corrections within modified Hartree–Fock differential equations. The continuum radial orbitals are obtained by solving a single-channel Schrödinger equation, which also includes the mass–velocity and Darwin corrections, where the distorting potential is constructed from HFR bound orbitals. V^N potential is used for the incident and scattered electron and V^{N-1} is used for the ejected electron [15].

For low to moderately charged atomic ions, the inner-shell excitation cross-section may be calculated using a CADW method [14-16]. A general inner-shell excitation may be represented by

$$(n_2 l_2)^{w_2 - 1} k_i l_i \rightarrow (n_1 l_1)^{w_1} (n_2 l_2)^{w_2} k_f l_f \quad (5)$$

Where w_1 and w_2 are final state occupation numbers, $n_1 l_1$ and $n_2 l_2$ are quantum numbers of bound electrons, and $k_i l_i$ and $k_f l_f$ are the quantum numbers of the initial and final continuum electrons. The configuartion averaged excitation cross section charactersing the excitation process of equation (5) is given by

$$\sigma_{exc}(I \rightarrow J) = \frac{8\pi}{k_i^3 k_f}(w_1 + 1)(4l_2 + 3 - w_2) \times \sum_{l_i l_e l_f}(2l_i + 1)(2l_e + 1)\big(2l_f + 1\big) S(n_0 l_0 k_i l_i \rightarrow k_e l_e k_f l_f) \quad (6)$$

The inner-shell excitation cross-section may also be calculated using a level-resolved multi-configuration distorted-wave method as described in the reference [16-17].

3. Results and Discussions

We present cross-sections and rate coefficients for Se^{15+} and Se^{19+} ions in this paper. $[NeI]3s^2 3p^6 3d$ and $[NeI]3s^2 3p^3$ are the ground state configurations of Se^{15+} and Se^{19+} ions respectively. The direct electron impact ionization cross-sections are calculated for all the subshells except for the inner most subshell of these ions. The total energies of both the ground and the ionic cores used in calculating the energy thresholds for subshell ionization processes are calculated using an HFR atomic structure code [15-17]. The excitation–autoionization contributions for $Se^{15+}$are taken into account via the excitations from the $2s, 2p, 3s$ and $3p$ subshells of the into allowed excited subshells with quantum numbers $(n = 3 - 8, l = 0 - 3)$. For Se^{19+} ion only $2s \rightarrow nl$ and $2p \rightarrow nl$ excitations are determined to be autoionizing. The direct electron impact ionization cross sections are calculated only using the CADW approximation. The excitation autoionization contributions are calculated in both CADW and DWLL approximation. The configuration-average distorted-wave cross sections are convoluted with an isotropic Maxwellian electron temperature distribution to obtain the rate coefficients as described in the reference

Figure 1(a) and 1(b) represents partial and total electron impact ionization cross-sections of for Se^{15+} and Se^{19+} ions repectively. The curve labeled as $\sigma_{2s}^{CADW}, \sigma_{2p}^{CADW}, \sigma_{3s}^{CADW}, \sigma_{2p}^{CADW}$, and σ_{3d}^{CADW} represent the partial ionization cross-sections from the subshells. The curve labeled as σ_{CADW}^{DIRECT} is the sum of the partial subshell croo-sections. The excitation autoionization contributions with and without the branching ratios calculated in both CADW and DWLL approximations are added to total subshell cross-section and the results are pictured in the curves labeled as $\sigma_{NBR}^{CADW}, \sigma_{WBR}^{CADW}, \sigma_{NBR}^{DWLL}$ and σ_{WBR}^{CADW}. It is interesting to see that the effect of branching ratios on the cross sections are hardly noticeable in the entire energy range considered in CADW approximation for both ions. However, the effect of branching ratios on DWLL cross-section of

$Se^{15+}$is quite significant. The insets in Figurs 1(a) and 1(b) are inserted for the clarity of the threshold region.

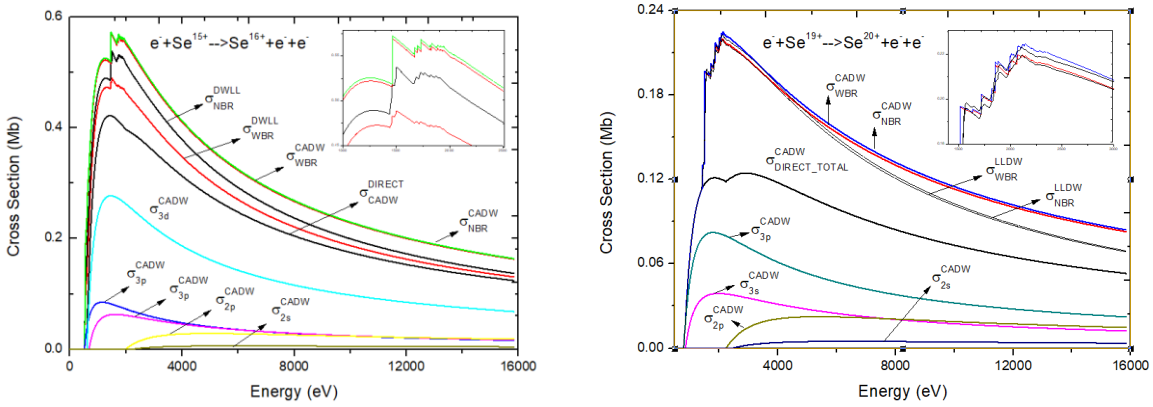


Figure 1. Electron impact ionization cross-section of Se^{15+} and Se^{19+} ions.

Figure 2(a) and 2(b) represents the rate coefficients of the electron impact ionization of Se^{15+} and Se^{19+} respectively. The curves labeled as R_{total}^{CADW} and R_{total}^{LLDW} represent the rates calculated from the total CADW and DWLL cross-sections respectively. The threshold region of the curves labeled as R_{total}^{HYBRID} and R_{total}^{HYBRID} are calculated in DWLL approximation and the rest is calculated in the CADW approximation. We expect that these rates should better compare with measurements.

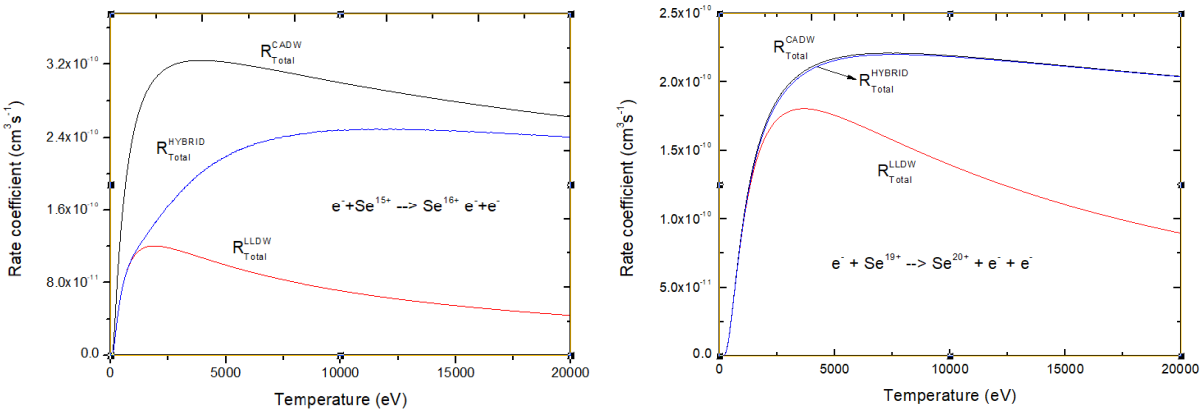


Figure 2. Electron impact ionization rate coefficient of Se^{15+} and Se^{19+} ions.

4. Conclusion

We have used the CADW and LLDW methods to calculate the total electron impact ionization cross-sections of $Se^{q+}, q = (15 - 24)$ ions. Here we only presented results for two of these ions and hope to present entire calculation in a separate paper. The excitation–autoionization contributions are calculated with and without the branching ratios. The results show that the branching rations can be completely ignored in CADW approximation for both Se^{15+} and Se^{19+}. However, the effect of branching ratios are found quite significant for Se^{15+}ion in DWLL approximation. These results also show the computationally simple configuration averaged
calculations compare quite well with the computationally demanding DWLL results. We hope our calculations could stimulate further studies both theoretically and experimentally.

Acknowledgement

I thank the BAAPKO of Marmara University and NERSC in Oakland, California for computational support.

References

[1] "UV and X-Ray Spectroscopy of Laboratory and Astrophysical Plasmas", Edited by Eric H. Silver, Lawrence Livermore National Laboratory, California and Steven M. Kahn, University of California, Berkeley (2004).
[2] W. von Hellermann et al, "Progress in spectroscopic plasma diagnostics and atomic data" AIP Conference Proceedings 345, 269 (1995).
[3] "Atomıc and plasma-materıal interaction data for fusion, volume 9" Edited by R.E.H. Clark, Publisher: International Atomic Energy Agency, Wagramer Strasse 5, P.O. Box 100, A-1400 Vienna, Austria (2001).
[4] Plasma edge diagnostics by atomic beam supported emission spectroscopy-status and perspectives To cite this article: E Hintz and B Schweer 1995 Plasma Phys. Control. Fusion 37 A87.
[5] Edge and divertor plasma: detachment, stability, and plasma-wall interactions To cite this article: S.I. Krasheninnikov et al. Nucl. Fusion 57 102010 (2017).
[6] C. Iorga, V. Stancalie, "Atomic data and line intensities for the S V ion", Atomic Data and Nuclear Data Tables Volumes 115–116, Pages 1-286 (2017).
[7] Ralf Schneider, "Plasma-wall interaction: how atomic processes influence the performance of fusion plasmas", 75 International Conference on Atomic Processes in Plasmas, edited by J. D. Cfillaspy, J. J. Curry, and W. L. Wiese, American Institute of Physics (2007).
[8] N R Badnell et al ,"Atomic processes for astrophysical plasmas",J. Phys. B: At. Mol. Opt. Phys. 49 094001 (2016).
[9] M S Pindzola et al ,"Atomic Collision Processes for Astrophysical and Laboratory Plasmas", J. Phys.: Conf. Ser. 548 012010 (2014).
[10] D. Porquet · J. Dubau · N. Grosso ,"He-like Ions as Practical Astrophysical Plasma Diagnostics: From Stellar Coronae to Active Galactic Nuclei. Space", Sci Rev. 157: 103–134 DOI 10.1007/s11214-010-9731-2 (2010).
[11] Sibasish Laha et al, "Emission Line Ratios of FE III as Astrophysical Plasma Diagnostics" The Astrophysical Journal, 841, 2017 May 20.
[12] Alnawashi G A et al, "Electron-impact ionization of Se2+", J. Phys. B: At. Mol. Opt. Phys. 47 135203 (2014); "Electron-impact ionization of Se3+", J. Phys. B: At. Mol. Opt. Phys. 27 105201 (2014).
[13] M S Pindzola and S D Loch, "Electron-impact ionization of Se2+ and Se3+", J. Phys. B: At. Mol. Opt. Phys. 49 125202 (2016).
[14] Pindzola M S, Griffin D C and Bottcher C "*Atomic Processes in Electron–Ion and Ion–Ion Collisions",* (*NATO Advanced Studies Institute, Series B: Physics* vol 145) ed F Brouillard (New York: Plenium) p 75 (1986).
[15] Cowan R D, "The Theory of Atomic Structure and Spectra*"*(Berkeley CA: University of California Press) (1981).
[16] Loch S D et al "Electron-impact ionization of atomic ions in the W isonuclear sequence", Phys. Rev. A 72 052716–1 (2005).
[17] D. C. Griffin; M. S. Pindzola; C. Bottcher,"Distorted-Wave Calculations of The Electron- Impact Ionization of Highly Ionized Na like Ions", Phys. Rev. A, 36 3642 (1987).

СИНТЕЗ КАТОДНОГО МАТЕРИАЛА НОВОГО ТИПА ЛИТИЙ-ИОННЫХ СЕРНЫХ АККУМУЛЯТОРОВ ДЛЯ ВОЗОБНОВЛЯЕМОЙ ЭНЕРГЕТИКИ

А.А. Агишева[1], А.А. Ментбаева[2]
[1]Актюбинский региональный государственный университет им. К. Жубанова,
г. Актобе, Казахстан, alma76@bk.ru
[2]Назарбаев Университет, г. Астана, Казахстан, almagul.mentbayeva@nu.edu.kz

Аннотация

Одним из проблемных моментов развития альтернативной энергетики является разработка систем хранения энергии, в частности, поиски химических способов аккумулирования солнечной энергии, поскольку в последние годы солнечные панели и ветряные генераторы дешевеют, и на первый план выходит проблема низкой стабильности поставок энергии. Химические аккумуляторы для этой цели подходят лучше всего, но их недостатком является высокая цена. Снизить цену позволит использование дешевых материалов. В данной работе предложен инновационный катодный материал для литий-серного элемента. Синтез нового катодного материала литий-серного элемента осуществлен на основе серы, инкапсулированной в полианилин для улучшения механической, химической, структурной, электрохимической стабильности полученного композита. Методом сканирующей электронной микроскопии была проведена оценка морфологии полученного продукта.

Ключевые слова: литий-серные элементы, катодный материал, инкапсуляция в полианилин.

1. Введение

Доля солнечных и ветровых электростанций в выработке энергии постоянно растет, солнечные панели и ветряные генераторы дешевеют, однако несовершенство систем хранения энергии ограничивает их развитие. Решение проблемы синхронизации потребления энергии и ее выработки, которая для возобновляемых источников энергии может зависеть от сезонных факторов для наземных устройств и расположения на освещенной либо теневой стороне Земли для космических станций, связано с долгосрочным хранением электроэнергии с помощью аккумуляторов. Поиск химических способов аккумулирования возобновляемой энергии связан с низкой стабильностью ее поставок. Надежная и дешевая технология хранения выработанной в часы пика производительности энергии предоставит ее потребителям в часы максимальной нагрузки или при вынужденном простое генерирующих мощностей.

Одним из способов хранения электрической энергии является дальнейшее развитие в области литий-ионных элементов. Литий-ионные батареи для накопления ионов нуждаются в объемных катодах, изготовляемых из неорганических окислов, что ограничивает их энергоемкость, делая малопригодными для интенсивных приложений. Продолжаются попытки создать литиево-серные аккумуляторы, так как такой тип элементов отличается значительно большим количеством запасаемой энергии, а также низкой себестоимостью благодаря доступности серы [1-4]. Сера потенциально прекрасный материал для аккумуляции энергии, в том числе, благодаря низкой массе, имеет удельную мощность 1672 мА*ч/г**,** массу вдвое меньше кобальта и может поглощать вдвое больше ионов лития на единицу объема. К другим достоинствам литий-серного аккумулятора можно отнести отсутствие необходимости использовать компоненты защиты, широкий диапазон температур, при которых такой аккумулятор способен работать, и общую экологическую безопасность.

Трудность создания такого аккумулятора заключается в изготовлении серного катода. Сера - изолятор, как в случае электронной, так и ионной проводимости, поэтому для работы электродов аккумулятора необходим близкий контакт серы с проводником. Катоды литий-серных аккумуляторов

реагируют с ионами лития, в результате чего через некоторое время электроды оказываются покрытыми слоем сульфида лития. Затрудняется доступ к электродам. Помимо этого, полисульфид-ионы, являющиеся интермедиатами процессов окисления-восстановления и формирующиеся в процессе разряда таких батарей, частично растворяются в электролите, что приводит к быстрой потере активной массы серы и падению ёмкости устройства. Наконец, сера склонна к разбуханию при циклировании, что приводит к необратимым структурным изменениям электрода и его крошению.

2. Основная часть

Полианилин (ПАНИ) - представитель класса электропроводящих полимеров. Макромолекулы ПАНИ формируют систему полисопряжения в результате строгого чередования бензольных колец и атомов азота, находящихся в основной полимерной цепи. Носители заряда – положительные поляроны – вводятся в полимер путем его химического или электрохимического окисления. Делокализация носителей заряда и повышение электропроводности происходит в результате стабилизации поляронов сильными кислотами. В зависимости от состояния окисления и степени протонирования кислотами ПАНИ может существовать в различных формах, связанных обратимыми переходами [5,6]. Благодаря сочетанию высокой стабильности, отсутствия токсичности и низкой себестоимости электропроводящий полимер использовался для инкапсуляции серного катода.

ПАНИ относится к неперерабатываемым материалам - не плавится и практически нерастворим. К нему неприменимы традиционные методы получения полимерных слоев формованием из расплава или раствора. Для формирования слоя используется метод «in-situ полимеризация» (полимеризация на месте), позволяющий выращивать полимерную пленку на поверхности носителя непосредственно при окислительной полимеризации анилина.

Рост тонких слоев ПАНИ происходит при погружении носителя – серы - в полимеризационную среду. «In-situ полимеризация» включает в себя два взаимосвязанных процесса: химический – это рост макромолекул ПАНИ и физический – самосборку растущих цепей в сложные надмолекулярные структуры. В результате на поверхности серы формируется упорядоченный слой электропроводящего полимера, прочно сорбированный на поверхность. Самоорганизация макромолекул ПАНИ осуществляется в полимерные слои с одномерной, трехмерной и дендроидной морфологией частиц.

Окислительную полимеризацию анилина проводят методом «in-situ полимеризация», при которой полимерная пленка полианилина образуется непосредственно на поверхности частиц серы. Для этого серу (для получения композита SP+C) или серу с печной сажей (для получения композита SPC) измельчают в агатовой ступке, добавляют рассчитанное количество анилина и инициатора реакции и перемешивают на магнитной мешалке в течении нескольких часов. Полимеризацию ведут при нагревании до завершения процесса. Образовавшийся раствор темно-зеленого цвета с черно-малахитовым осадком на дне отфильтровывают с применением вакуумного фильтра, осадок промывают несколько раз водой и этанолом. Промытый осадок высушивают в вакууме в сушильном шкафу в течение длительного времени.

Таким образом, SPC композиты готовились смешиванием в шаровой мельнице серы и печной сажи, то есть на первом этапе синтеза, тогда как SP+C композиты готовились добавлением печной сажи перед последним этапом термической обработи.

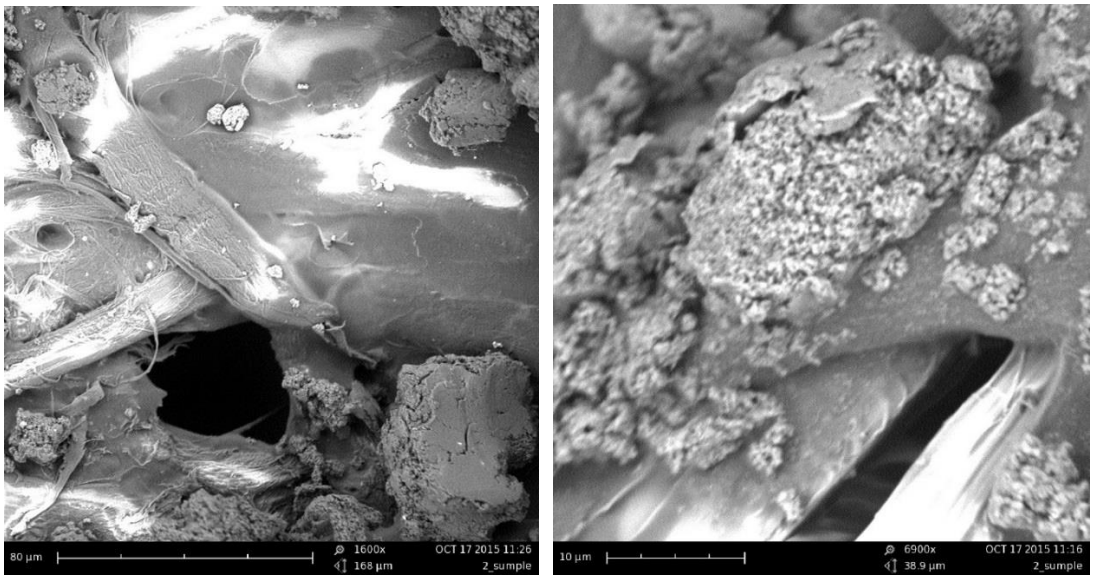


Рисунок 1 - Морфология ПАНИ. Увеличение 1600 и 6900 раз

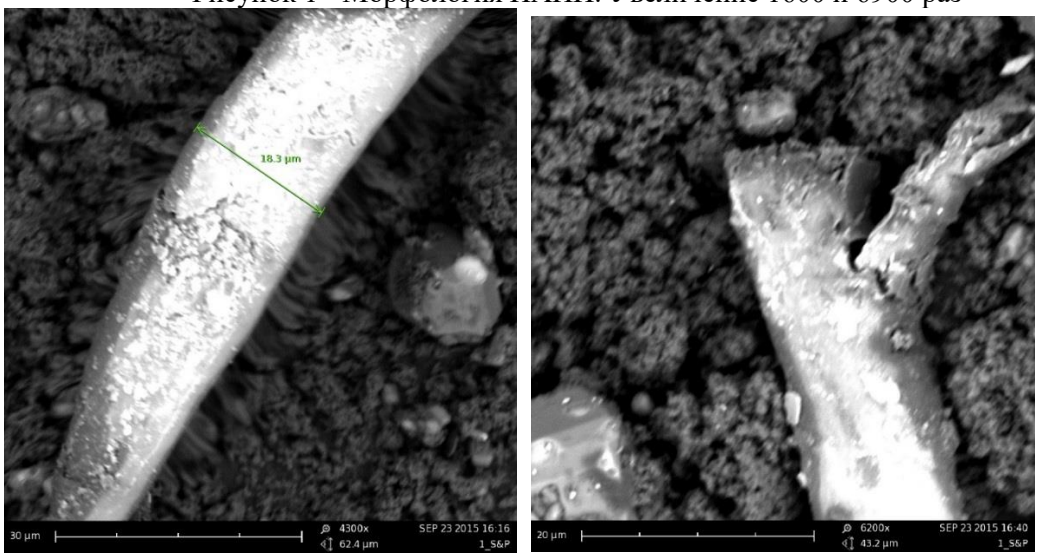


Рисунок 2 - Морфология SP после синтеза и сушки. Увеличение 4300 и 6200 раз

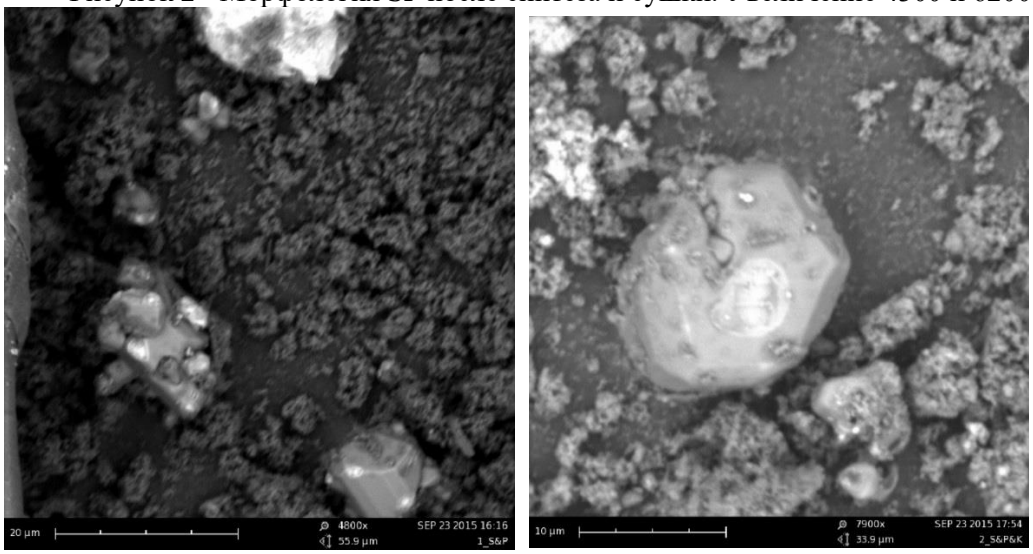


Рисунок 3 - Морфология SP+C до термической обработки. Увеличение в 4800 и 7900 раз

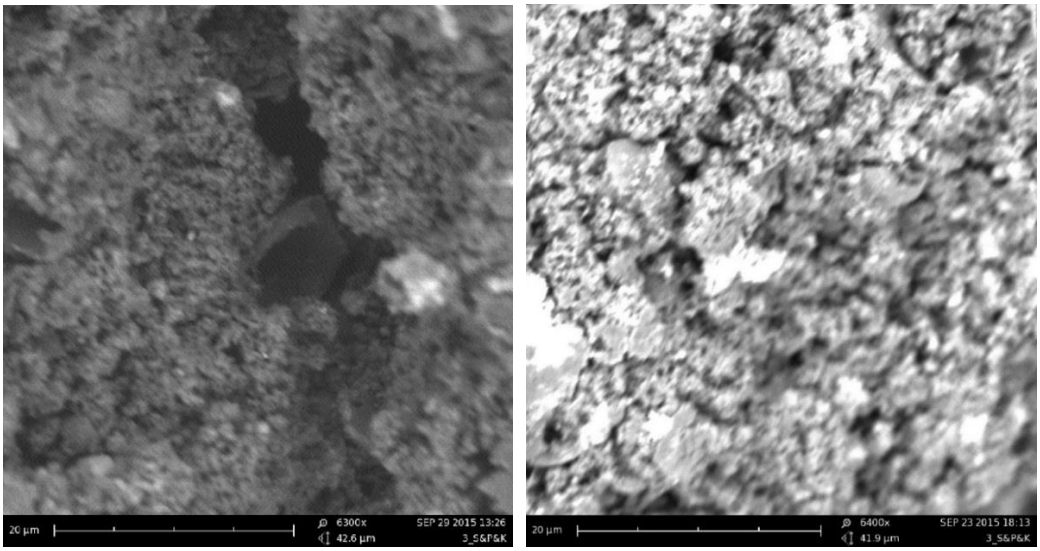


Рисунок 4 - Морфология SP+C после термической обработки.
Увеличение в 6300 раз и 6400 раз

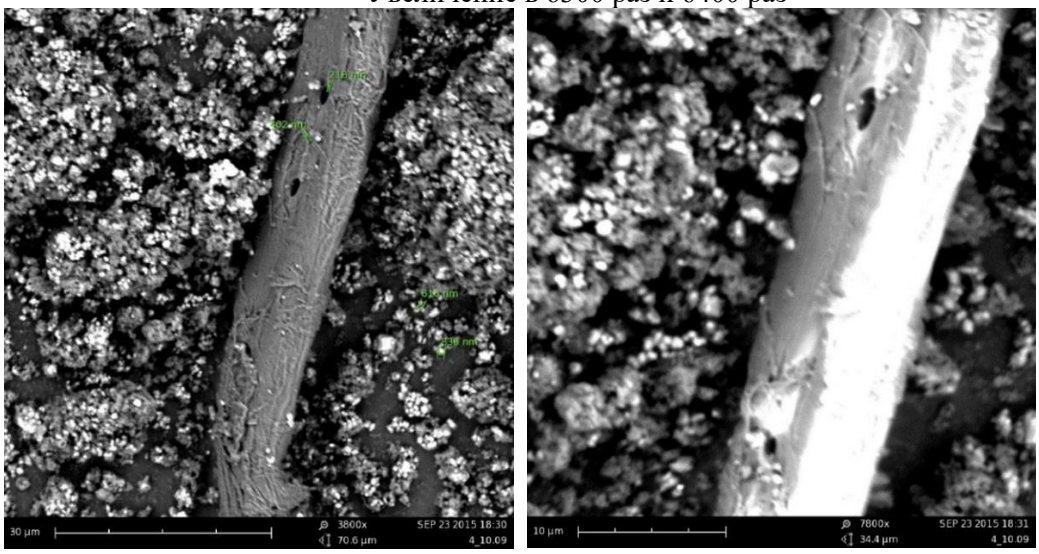


Рисунок 5 - Морфология SPC после синтеза и сушки. Увеличение 3800 и 7800 раз

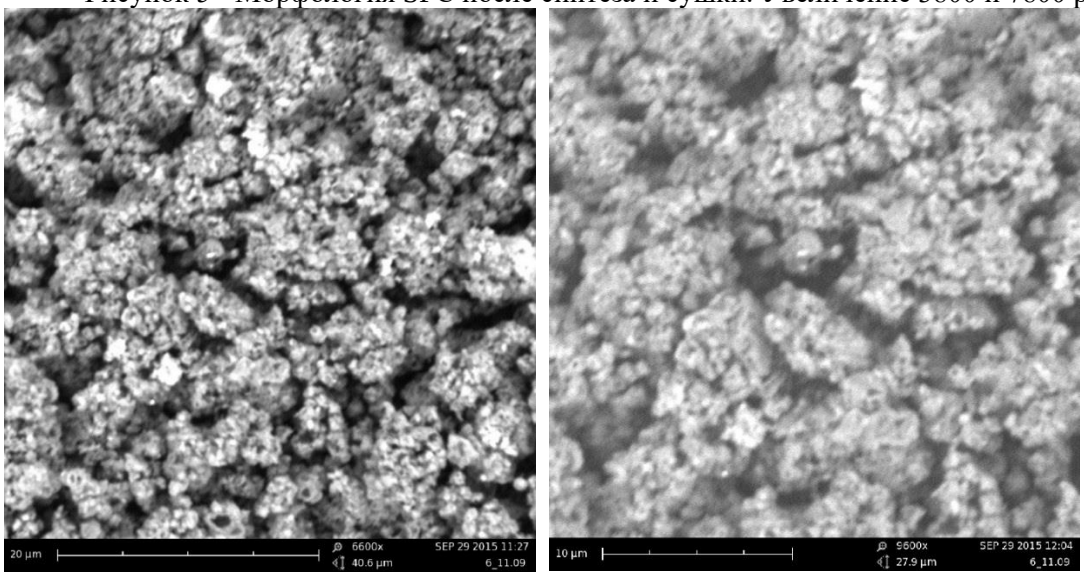


Рисунок 6 - Морфология SPC после термической обработки. Увеличение 6600 и 9600 раз

Образовавшийся порошок измельчают в агатовой ступке до однородного состояния, формируют таблетки диаметром 5 мм, в атмосфере аргона в перчаточном боксе помещают в герметичную металлическую банку, в которой подвергают тепловой обработке, достаточной по температуре и времени. Полученные образцы катодного материала вновь измельчают в агатовой ступке. Из расчета соотношения углеродной бумаги и серы готовят навеску композита. Взвешивают определенное количество композита (80%), добавляют рассчитанное количество (по 10%) АВ (черной ацетиленовой сажи) и PvdF (поливинилиденфторида). Из смеси методом «доктор Блэйд» на алюминиевой подложке или углеродной бумаге с алюминиевой подложкой формуют катодные листы, которые подвергают сушке. Из обработанных листов вырезают катоды определенного размера. В случае испытаний в составе пуговичной батарейки диаметр катодов составляет 15 мм.

Поверхностную морфологию полученных композитных материалов наблюдают методом сканирующей электронной микроскопии на электронном микроскопе Phenom G2PRO (Phenom-World) с 45000-кратным увеличением.

На рисунках 1-6 представлены результаты сканирующей электронной микроскопии образцов ПАНИ (рисунок 1); композита SP+C: после полимеризации и сушки без добавления печной сажи (рисунок 2), после добавления печной сажи до последней термической обработки (рисунок 3), после термической обработки (рисунок 4); композита SPC: до последней термической обработки (рисунок 5), после термической обработки (рисунок 6).

Из рисунков 1-6 можно видеть, что условия синтеза приводят к местным концентрационным и термическим флуктуациям в реакционных средах, приводящим к образованию и росту двух видов полимерных частиц - плотноупакованных гранул, дающих аморфные агрегаты, и нановолокон и нанотруб, приводящих к появлению волокон и труб микроразмеров. Оба вида образований наблюдаются после синтеза ПАНИ, композита SP+C и композита SPC (рисунки 1,2,5). В случае ПАНИ волокна и трубы срастаются в сплошное плоское микрообразование (рисунок 1). В случае композита SP+C (рисунок 2) микроволокна и микротрубы имеют большие размеры до 25мкмХ1мм, чем в случае композита SPC (рисунок 5) - до 13мкмХ400мкм.

На рисунке 3 представлена микрофотография композита SP+C до термической обработки, то есть после добавления печной сажи в синтезированный и просушенный композит SP+C. Можно видеть агломераты печной сажи размером до 20 мкм.

На рисунках 4 и 6 показаны композиты SP+C и SPC после последней термической обработки. Микроволокон и микротруб не наблюдается. Возможно, при температуре термической обработки образующиеся между макромолекулами водородные, иные межмолекулярные связи, сохраняющие волокнистую морфологию надмолекулярных структур ПАНИ со включенными атомами (звеньями атомов) серы, разрушаются, что приводит к перестройке волокнистых структур в более плотные гранулярные структуры. Пористость волокнистого полимера значительно выше, чем гранулярного**.** Поэтому будет наблюдаться уплотнение материала, уменьшение размеров микропор и, следовательно, облегчаться транспорт литиевых ионов во время работы катода из термически обработанного композита, что косвенно подтверждается результатами батарейных тестов.

3. Выводы и заключение

В данной работе был осуществлен синтез нового катодного материала литий-серного элемента на основе серы, инкапсулированной в полианилин для улучшения механической, химической, структурной, электрохимической стабильности полученного композита. Методом сканирующей электронной микроскопии была проведена оценка морфологии полученного продукта.

SPC композиты готовились смешиванием в шаровой мельнице серы и печной сажи, то есть на первом этапе синтеза, тогда как SP+C композиты готовились добавлением печной сажи перед последней

термической обработкой. Дальнейшие батарейные тесты показали большую емкость ячеек с SPC композитом, которые более стабильны при циклировании. Это связано с тем, что предварительное добавление печной сажи приводит к морфологическим изменениям в структуре катодного материала и, несомненно, дальнейшая тепловая обработка все более улучшает электрохимические свойства композита. Пары серы проникают более глубоко в ПАНИ-С, приводя к лучшей дисперсии серы в композите. Взаимодействие между ними в ходе последней тепловой обработки может играть важную роль в усилении интеграции композита и улучшении электрохимических свойств литий-серной ячейки.

Уникальность данной разработки заключается в новых материалах, которые были использованы при создании ячейки. Рассмотрены условия синтеза катодного материала с необходимыми морфологическими характеристиками для стабильной работы электрохимической ячейки на основе дешевого и экологически безопасного компонента – серы.

Список использованной литературы

[1] Y. Zhang, Z. Bakenov, Y. Zhao, A. Konarov, Q. Wang, P. Chen, Three-dimensional carbon fiber as current collector for lithium/sulfur batteries, Ionics, 20 (2014) 803.
[2] Zhao Y, Zhang Y, Gosselink D, Doan TNL, Sadhu M, Cheang HJ, Chen P (2012) Polymer electrolytes for lithium/sulfur batteries. Membranes 2:553–564.
[3] Y. Zhang, Y. Zhao, Zh. Bakenov. A simple approach to synthesize nanosized sulfur/graphene oxide materials for high-performance lithium/sulfur batteries. Ionics (2014) DOI 10.1007/s11581-014-1165-5.
[4] Zhang Y, Zhao Y, Konarov A, Gosselink D, Li Z, Ghaznavi M, Chen P (2013) One pot approach to synthesize PPy@S core-shell nanocomposite cathode for Li/S batteries. J Nanopart Res 15:2007.
[5] Шишов М.А., Мошников В.А., Сапурина И.Ю. Наноструктуры олиго- и полианилина и их свойства, Физика и химия стекла, 37(1): 147–154, (2010).
[6] Спивак Ю.М., Мошников В.А., Сапурина И.Ю., Казанцева Н.Е. Атомно-силовая микроскопия наноструктур полианилина, Биотехносфера,19 (1): С 7–13, (2012).

İLİMDE BİRLİK VEYA 21.YÜZYILDA TÜRKLEŞMEK, İSLAMLAŞMAK, MUASIRLAŞMAK

Saleh Sultansoy
TOBB Ekonomi ve Teknoloji Üniversitesi, Ankara, Türkiye, E-posta: ssultansoy@etu.edu.tr
AMEA Fizika İnstitutu, Bakı, Azerbaycan
ATLAS, LHeC and FCC Collaborations, CERN

Özet

Önsöz: Azerbaycan Bayrağının üç renki
1. 21.yüzyılda Türkleşmek: Tarih, Bilim ve Nevruz Sümer'de başlar
2. 21.yüzyılda İslamlaşmak: Göklerde ve Yerde nice Ayetler vardır
3. 21.yüzyılda Muasırlaşmak: En Stratejik STRATEJİ – gelişmiş ülkelerin AR-GE altyapısı
4. Türk Bilim Kenti projesi
Sonsöz: Milli kültürümüzü muasır medeniyet seviyesinin üzerine nasıl çıkarırız

Ön söz: Azerbaycan Bayrağının üç renki

Türk ve İslam Dünyasının son muhteşem devleti olan Osmanlı Devleti-Aliyesi çökerken İsmayıl Bey Gaspıralı, Mehmet Akif Ersoy, Ali Bey Hüseyinzade, Ziya Gökalp başta olmakla Türk-İslam düşünürleri yeni bir dirilişin başlatılması için yollar arıyordu. Bu arayışın sonucu olarak Türkleşmek-İslamlaşmak-Muasırlaşmak sentezi önerildi ve bu temelde yeddi düvele rağmen Türkiye Cumhuriyeti kuruldu.

Türkleşmek: "Büyük devletler kuran Atalarımız büyük ve kapsamlı medeniyetlere de sahip olmuştur. Bunu aramak, tetkik etmek, Türklüğe ve cihana bildirmek bizler için bir borçtur." Çünkü "Türk çocuğu Atalarını tanıdıkça daha büyük işler yapmak için kendinde kuvvet bulacaktır." Bunun için DTCF, TTK ve TDK kuruldu.

İslamlaşmak: "Doğrudan-doğruya Kuran'dan alıp ilhamı, asrın idrakine söyletmeliyiz İslamı!" Kutsal kitabımızda 600'den fazla ayet bize Aklımızı kullanarak İlim yapmayı emreder, bunlardan 10'u "Göklerde ve Yerde" mevcut olan nice ayetlerin araştırılmasının önemini vurgular.

Muasırlaşmak: "Maksadımız Türk kültürünü muasır medeniyet seviyesinin üzerine çıkarmaktır." Bu maksada ulaşmak için "Türk kültürü"nün ve "muasır medeniyet seviyesi"nin ne olduğunu iyi anlamamız gerekiyor. Gelişmiş ülkelerin AR-GE altyapısının benzerini kurmadan Dünyada söz sahibi olmamız mümkün değildir.

Bu sentez Azerbaycan Cumhuriyetinin üç renkli bayrağında yer almıştır: mavi renk Türklüğü, kırmızı renk Muasırlığı, yeşil renk İslamı temsil etmektedir. Ay-yıldız ise Göklerdeki Ayetlere vurgu yapıyor. Bu üç rengin karışımı diğer tüm renkleri oluşturmak için yeterlidir. Üç rengin eşit karışımı Ak oluyor! Yani üç renkten biri bile eksik ise sistem çalışmıyor.

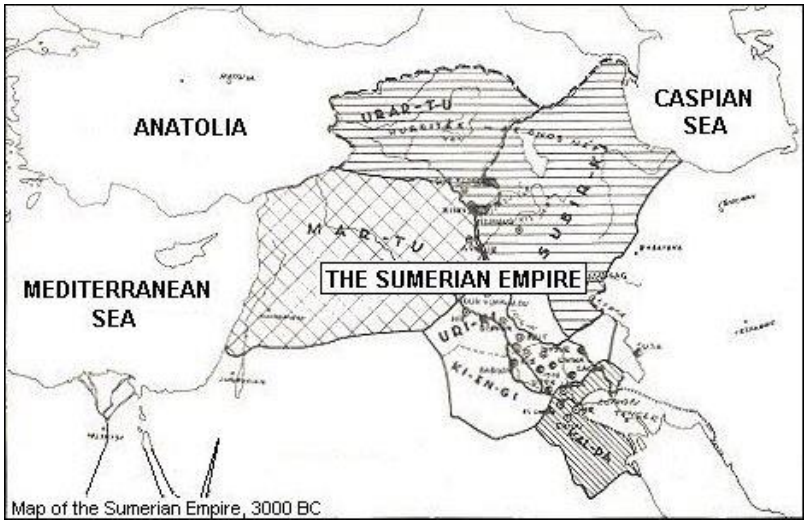
1. 21.yüzyılda Türkleşmek: Tarih, Bilim ve Nevruz Sümer'de başlar

"Türkler Anadolu'ya 11.yüzyılda geldi" savı gaflettir, dalalettir ve hatta ihanettir. 19.yüzyılda oryantalistlerin uydurduğu bu savı özellikle Avrupa, Rusya, İran, Ermenistan, Yunanistan ve İran'ın "resmi tarihçileri" savunmaktadır. Nedenleri kolayca anlaşılabilir. Mesela, Ankara'nın doğusunun Büyük Ermenistan (daha doğrusu Hayastan, Ermeni ve Hay kavramlarını ayırmamız şarttır), batısının Büyük Yunanistan (daha doğrusu Grekistan) yapma projesinin ideolojik temelini bu sav oluşturuyor. Bizim tarihçilerin (bir kısmının diyelim) bu savı papağan gibi tekrarlamasının nedenini anlamak mümkün değildir.

Tarihi araştırmalar Türklerin (veya daha geniş anlamda Turanlıların) son 6 bin yılda Avrasya'nın yarısından fazlasında meskunlaştığını ve bu sürenin en az 2 bin yıllık kısmında hegemon olduğunu göstermektedir. Bu bölüm Ortadoğu ve Doğu Akdeniz ile ilgili bazı bilgileri içeriyor.

Milattan önce 2.bin yıl: Mezopotamyayı Sümerler yönetiyor, Anadolu'da Hatti devleti, Kuzey-Doğu Akdeniz'de Girit-Minos uygarlığı. Hepsi Turani ve Türkçeye benzer eklemeli yapıya sahip dillerde konuşuyor. Bu dönemde bu coğrafyayı bizimle Samiler paylaşıyor. Topraklarımıza göz diken Greklerin, Hayların, Farsların izi-tozu bile yoktur.

Aşağıdaki resimde milattan önce üç binli yıllarda (günümüzden 5 bin yıl önce) Sümer devletinin haritası verilmiştir. Haritadan görüldüğü gibi Sümer devleti Doğu Anadoluyu ve Azerbaycan'ı da kapsıyordu. *Sümerlerin Orta Doğu coğrafyasına nereden geldiği ile ilgili bir çok farklı görüş mevcut iken, buradan nereye gittiği arkeolojik araştırmalar sonucunda bilinmektedir. Samilerin baskısına maruz kalan Sümerler Doğu Anadolu ve Azerbaycan üzerinden Hazarın kuzey ve güney kıyılarından Türkistan coğrafyasına göç etmişlerdir. Çuvaşistan'da Sümerli kentinin, Altaylarda Üç-Sümer dağlarının olması bir rastlantı değildir!*



1980'lerin başında Sovyetlerin iki en önemli yayın organından biri olan İzvestiya gazetesinde kısa bir yazı çıktı (bu yazı öneminden dolayı kalın harfler ile yazılmıştı): "**Ortak Sovyet-Moğol arkeoloji grubu Gobi çölünde milattan önce 2.-3.bin yıllara ait çok sayıda kil tablet bulmuştur. Bu tabletlerin okunması İnsanlık tarihinin birçok karanlık sayfasına ışık tutacaktır**". Maalesef, bu konuda daha sonra hiçbir bilgi açıklanmadı. Bulunan tabletler ya imha edildi, ya da bir yerlerde saklı tutuluyor. Birileri karanlıkta kalmamızı tercih etti… *Son yıllarda gündeme gelen "Beyaz piramitler" Çin menşeli olsaydı tarih kitaplarında ve derslerinde geniş yer tutardı!*

Bugüne dek dilbilimciler Sümerce 2500 civarında kelime tespit etmişlerdir. Bunların arasında yüzlerce kelime hem anlam hem de telaffuz olarak günümüz Türk lehçelerinde mevcuttur. Burada sadece Nevruz diye adlandırılan bayramın kökenine değineceğim (bak, S. Sultansoy "Tarih, Bilim ve Nevruz (A-Ki-Ti) Sümer'de başlar"). *Tarihi bilgilere göre en eski Nevruz kutlamaları milattan önce üçüncü bin yılda A-Ki-Ti adıyla Sümer'de yapılmıştır. A-Ki-Ti'nin anlamı: Yerin Dirilmesi veya Toprağın Uyanması. Ki - yer, toprak demektir. Günümüz Türkçesinde Kir, Kır, Kil şeklini almıştır. Ti - uyanmak, yaşama dönmek demektir. Günümüz Türkçesinde Ti-rilmek, Di-rilmek şeklini almıştır.* A-Ki-Ti Sümerceden İngilizceye "building life on earth" olarak çevriliyor. Bu çeviri yukarıda verilen yorumun doğru olduğunun bir kanıtıdır. Yerin Dirilmesi Bayramının günümüzden 5 bin yıl önce Sümer'de kutlandığı kil tabletlerde yazılmıştır.

Elamlar, Hattiler, Lullubiyler, Hurritler, Turukkalar, Medler ve binyıllar önce Orta Doğu Coğrafyasında meskun olan nice kavimler eklemeli dillerde konuşuyordu. 2500 yıl bundan önce Doğu Anadolunun en kudretli devletinin adı İşkuz (yani İç-Oğuz: Sami dillerinde kelimenin başındaki ilk sesli harf yazımda

düşüyor. Mesela, Arap kaynaklarında Oğuz Eli al-Guzia şeklinde yazılıyor). Daha fazla bilgi için bak: S.Sultansoy, "Türkler ve Bilim: Dün, Bugün, Yarın".

Türk Dil Kurumu, Türk Tarih Kurumu ve DTCF, 1938 yılından sonra daldığı (daha doğrusu daldırıldığı) derin uyku halinden kurtulup, yukarıda bahsedilen konuları çok ciddi şekilde araştırmak zorundadır!

2. 21.yüzyılda İslamlaşmak: Göklerde ve Yerde nice Ayetler vardır

Kuran-i-Kerim'de açık bir şekilde belirtildiği üzere, Kuran'daki Ayetlere ilaveten Göklerde ve Yerde ibret alacağımız nice Ayetler vardır! Yine Kuran-i-Kerim'de açık bir şekilde belirtildiği üzere, Ayetler bize okuyup, (düşünerek) anlayıp, uygulamamız için gönderilmiştir!

Maalesef, 11.yüzyıldan itibaren kısmen ve özellikle 16.yüzyıldan sonra tamamen, Ayetlerin yerine "Bin bir gece masalları"na yöneldik. 17.yüzyıla dek 8 asır boyunca Dünyayı şekillendiren İslam aleminin son 400 yıldaki hazin hali bu yanlış yönelimin sonucudur. Bu halden kurtulabilmemiz için yapmamız gerekeni Mehmet Akif Ersoy çok güzel belirlemiştir: **"Doğrudan-doğruya Kuran'dan alıp ilhamı, Asrın idrakine söyletmeliyiz İslamı"**. Atatürk'ün Kuran-i-Kerim'in Türkçe mealinin hazırlanmasına verdiği önem doğrudan bununla bağlıdır.

Kutsal kitabımızda 600'den fazla Ayet bize Aklımızı kullanarak İlim yapmayı emreder. Kuran'ı diğer Kitaplardan ayıran en büyük fark budur. Aşağıda meali verilen Ayetler, Göklerdeki ve Yerdeki Ayetlerin (yani Bilgiye sahip olmak amaçlı temel araştırmaların) önemini vurgulamaktadır.

Bakara 164: *Şüphesiz, **göklerin ve yerin yaratılmasında**, gece ile gündüzün art arda gelişinde, insanlara yararlı şeyler ile denizde yüzen gemilerde, Allah'ın yağdırdığı ve kendisiyle yeryüzünü ölümünden sonra dirilttiği suda, her canlıyı orada üretip yaymasında, rüzgarları estirmesinde, gökle yer arasında boyun eğdirilmiş bulutları evirip çevirmesinde **düşünen bir topluluk için gerçekten ayetler vardır.***

Yunus 6: Gece ile gündüzün art arda gelmesinde ve **Allah'ın göklerde ve yerde yarattıklarında** (kötülüklerden) ***sakınan bir topluluk için*** **ayetler vardır.**

Yunus 101: *De ki: "**Göklerde ve yerde ne var? Bir bakıverin**." İman etmeyen bir topluluğa **apaçık ayetler** ve uyarmalar bir şey sağlamaz.*

Yusuf 105: ***Semalarda ve yeryüzünde nice ayetler vardır.** Ve onlar, o ayetlerden (delillerden) yüz çevirerek yanından geçerler.*

Casiye 3: *Muhakkak ki **müminler için göklerde ve yerde mutlaka âyetler** (deliller) vardır.*

Casiye 13: *Kendinden (bir nimet olarak) **göklerde ve yerde** olanların tümüne sizin için boyun eğdirdi. Şüphesiz bunda, **düşünebilen bir kavim için gerçekten ayetler vardır.***

Rum 25: ***Göğün ve yerin** O'nun emriyle durması da **O'nun ayetlerindendir**. Sonra sizi yerden bir çağrıyla çağırdığı zaman bir de bakarsınız ki çıkarılıyorsunuz.*

Ankebüt 44: *Allah, o **gökleri ve yeri**, o yüksekleri ve aşağıyı hak ile yarattı, boşuna değil, gelişigüzel de değil, bir hak sebebi ve hikmeti iledir. Göğü de öyle, yeri de, yukarısı da, aşağısı da, âlimi de, cahili de, hepsinin hakkı da, yaratıcının hakkı önünde baş eğmek, boyun bükmektir. **Şüphesiz bunda müminler için bir âyet var. İlmin kıymetini, hakkın önemini, Hak'tan gayrısının hiçliğini ve bundan dolayı Allah'ın gayrısından veli, dost edinmenin çürüklüğünü ve bunun neticesinde müminlerin muvaffak olacaklarını ispat eden bir âyet.***

Âli İmran 190: Göklerin ve yerin yaratılışında, gece ile gündüzün birbiri ardınca gelip gidişinde ***aklıselim sahipleri*** **için gerçekten açık ayetler vardır**.

Âli İmran 191: Onlar, ayakta dururken, otururken, yanları üzerine yatarken (her vakit) **Allah'ı anarlar, göklerin ve yerin yaratılışı hakkında derin derin düşünürler** (ve şöyle derler:) Rabbimiz! Sen bunu boşuna yaratmadın. Seni tespih ederiz. Bizi cehennem azabından koru!

Yusuf 105 Ayeti, İsrail oğullarının en büyük günahlarından birini (zannımca en büyüğünü) açıklıyor. İsrail oğulları bu yanlışlarını anlayıp gereğini yaparken (GSMH'den AR-GE'ye en büyük payı İsrail ayırmaktadır), İslam alemi 17.yüzyıldan itibaren bu günaha boğazına kadar batmıştır. Diğer 8 Ayetin günümüzdeki anlamı aşağıdaki Tabloda yekunlaştırılmıştır.

Göklerde ve Yerde var olan Ayetlerden yüz çevirmemiz ne anlama geliyor	
Ayet	**Anlamı**
Bakara 164	Düşünen bir topluluk değiliz.
Yunus 6	Sakınan bir topluluk değiliz.
Yunus 101	İman etmeyen bir topluluğuz.
Casiye 3	Mümin değiliz.
Casiye 13	Düşünebilen bir kavim değiliz.
Ankebüt 44	Mümin değiliz. İlmin kıymetini bilmiyoruz.
Âli İmran 190	Aklıselim değiliz.
Âli İmran 191	Cehennem azabından korunabilmemiz müşküldür.

Yüzümüzü Göklerde ve Yerdeki nice Ayetlere çevirmezsek Türk ve İslam dünyasının bugünkü hazin hali devam edecektir.

Göklerdeki Ayetlerin (Astronomi bilimi) önemini kavrayabilmemiz için aşağıda resmi verilen bir gökadasına dikkatle bakmamız yeterlidir. *Bu gökadasında (Samanyolumuzun benzeri) milyarlarca yıldız (Güneşimizin benzeri) var. Alem'de (Evrenimizde) milyarlarca gökadası var.* **Alemlerin Rabbinin kudreti sonsuzdur !!!**



3. 21.yüzyılda Muasırlaşmak: En Stratejik STRATEJİ

Muasırlaşmanın temelinde doğru belirlenmiş, etkin Bilim ve Teknoloji stratejisi yatıyor. Anglosaksonların ve genel olarak Batının yükselişinin asıl nedeni son yüzyıllarda bilim ve dolayısıyla teknoloji alanlarında gerçekleştirdikleri atılımdır. **Japonya ve Güney Kore faz geçidini 15 yılda başardı!** Türk Cumhuriyetlerinin bağımsızlığa kavuşmasından **25 yıl geçti …**

Gelişmiş ülkelerin AR-GE altyapılarını irdelersek üç ana model ortaya çıkıyor: Anglosakson modeli (en etkin örneği ABD), Kıta Avrupası modeli (en etkin örneği Almanya) ve Uzak Doğu modeli (en etkin örnekler Japonya ve Güney Kore). Son modelin özelliği kalkınmanın kısa sürede sağlanmasıdır. Daha fazla bilgi için bak: H. Halilova ve S. Sultansoy "En Stratejik STRATEJİ: Gelişmiş ülkelerin AR-GE altyapıları ve Türkiye için öneriler".

Burada Japonya ve G.Kore ile ilgili bazı bilgiler verilecektir. Aşağıdaki Tabloda Japonya, G.Kore, Türkiye ve İsrail'in kişi başına gayri-safi milli hasılası ve AR-GE harcamaları karşılaştırılmıştır. 1955 ile 2010 arasında aşikar görünen değişimin nedeni İlim-İrfan'ın ayrılmaz parçası olan Doğa Bilimlerine (Göklerdeki ve Yerdeki Ayetlere) yaklaşım farkıdır.

Ülke	Kişibaşına GSMH (US $)		Ar-Ge/GSMH (%)	Kişibaşına Ar-Ge (US $)
	1955 (BM)	2010 (Dünya B)	2010 (Dünya B)	2010 (Dünya B)
Türkiye	300	10,000	0.9	90
Japonya	280	42,000	3.3	1400
G. Kore	70	21,000	3.8	800
İsrail	??	29,000	4.0	1200

Dünya standartlarına göre AR-GE harcamalarının eşik değerleri:

AR-GE/GSMH	Asgari	Optimum
1970'ler	%1	> %2
2010'lar	%2	> %3

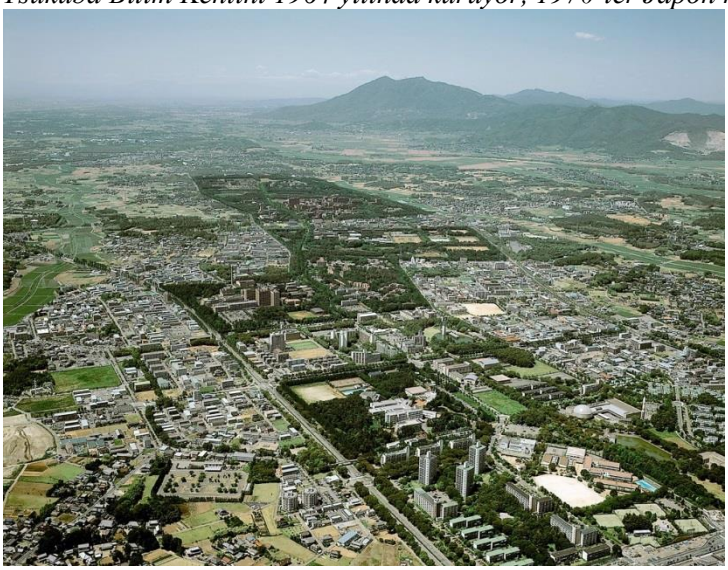
2003 yılından itibaren alınan BTYK kararlarına (5 yılda %2, 10 yılda %3) rağmen, Türkiye halen 1970'lerin asgari düzeyini yakalayamamıştır. Diğer Türk ve İslam ülkelerinde de bu değer %1'in (birçoğunda %0.5'in bile) altındadır.

Avrupa Birliği ile ilgili iki not:

- 15 yıl bundan önce kabul edilen Lizbon Kararları gerçekleşse idi (2010'da tüm AB ülkelerinde AR-GE/GSMH > %3), bugün AB krizle karşılaşmayabilirdi,
- Bu değer Yunanistan'da %1 civarında, Portekiz, İspanya ve İtalya'da %1.5'in altındadır.

AR-GE'ye ayrılan harcamalar kadar bu harcamaların etkin bir şekilde yapılması da çok önemlidir. Uzak Doğu modelinin ana eksenini (Axis Mundi) Bilim Kentleri oluşturuyor.

Japonya Tsukuba Bilim Kentini 1964 yılında kuruyor, 1970'ler Japon mucizesi.



Güney Kore Daedeok Bilim Kentini 1973 yılında kuruyor, 1980'ler Kore mucizesi.



Güney Kore Sejong'da ikinci Bilim Kentini kuruyor, 5 yıllık süre için ayrılan harcama 40 milyar dolar (yani Türkiye'nin 5 yıllık toplam AR-GE harcamasından fazla).

İlk Türk Bilim Kenti (Ankara Temel Araştırmalar Merkezi - ATAM) projesi 1994 yılında önerildi ve ilgili Kanun Tasarısı TBMM'ne sunuldu…

4. Türk Bilim Kenti projesi – ATAM

Ankara Temel Araştırmalar Merkezi projesi 1993-1994 yıllarında Ankara Üniversitesi ve Gazi Üniversitesi öğretim üyelerinden oluşan 15 kişilik bir grup tarafından gelişmiş ülkelerdeki durum incelenerek hazırlandı. 1994 yılı sonunda proje TBMM'ne sunuldu ve ilgili Kanun tasarısı gündemin 2.sırasına kadar yükseldi. Maalesef, erken seçimden dolayı proje rafa kaldırıldı.

ATAM projesi çerçevesinde isimleri aşağıda verilen ulusal araştırma enstitülerinin kurulması önerilmişti:
1) Yüksek Enerji Fiziği
2) Termonükleer Füzyon
3) Yüksek Sıcaklık Süperiletkenliği
4) Atom ve Molekül Fiziği (Lazerler ve Spektroskopi)
5) Bilişim Teknolojileri
6) Moleküler Biyoloji
7) Biyoteknoloji
8) Yeni ve Yenilenebilir Enerji Kaynakları
9) Lineer Olmayan Çalışmalar
10) Jeolojik Sistemler
11) Uzay Araştırmaları
12) Yeni Malzemeler
13) Polimer Araştırmaları
14) Biyosistemler ve Çevre Bilimi
15) Optoelektronik
16) Nükleer Teknoloji
17) Ergonomi (İnsan Mühendisliği)

Bu listeyi son 20 yılın gelişmelerini göz önünde tutarak güncelleyerek, Türk Bilim Kenti projesini yeniden TBMM gündemine taşımalıyız.

Son söz: Milli kültürümüzü muasır medeniyet seviyesinin üzerine nasıl çıkarırız

Bu amaca ulaşmak için yapmamız gerekenlerin bir kısmı aşağıda verilmiştir.

7'den 77'ye Bilim: bu bakımdan son yıllarda farklı illerimizde kurulan Bilim Merkezleri büyük öneme sahiptir. Buna ilaveten tüm bilim alanlarında farklı yaş ve eğitim düzeylerine hitan eden kitaplar yayınlamalıyız. Yabancı dillerde yayınlanan kaliteli kitapları Türkçeye çevirmeliyiz. Çocuklar için çizgi filmleri çok yararlı olur. Türk ve İslam alimlerinin hayatı ile ilgili belgeseller toplumun İlim-İrfana yönlendirilmesinde faydalı olur. Bu görevi TÜBİTAK ve Milli Eğitim bakanlığımız üstlenmelidir.

AR-GE harcamaları: bu mevzuda 2003 yılında itibaren alınan BTYK kararlarının neden uygulanmadığı irdelenmelidir. 2023 yılında %3 değerine ulaşmak istiyorsak 2017 yılından itibaren AR-GE/GSMH değerlerini her yıl %20 oranında artırmamız gerekiyor. Eklenen bütçenin yarısını Türk Bilim Kentinin kuruluşuna ayrılırsa, 2023 yılında yolun yarısını kat etmiş oluruz.

Bilim ve teknoloji işbirliği: Avrupa Çerçeve Programının benzerini Türk ve İslam devletleriyle başlatmalıyız. CERN başta olmakla uluslararası araştırma merkezleri ve kurumlarında etkin konuma gelmeliyiz.

Türkçe bilim terminolojisi: bilim ve teknolojinin çeşitli alanlarında kullanılan terimlerin bir çoğunu Türkçeleştirmek yararlı olur (aşırıya varmamak şartıyla!!!). Bunu yaparken tüm Türk lehçeleri dikkate alınmalıdır.

Asım'ın nesli: "maddenin kudret-i zerriyesi"ni umursamayanlar Asımın nesli olamaz. Mehmet Akif ERSOY'u, İsmail Bey GASPRALI'yı ve diğer büyüklerimizi doğru anlayıp yeni kuşaklara anlatmalıyız.

En önemlisi: Diyanet İşleri Başkanlığı ve İlahiyat Fakülteleri Kuran'daki İlimle ilgili Ayetlerin doğru anlaşılmasından sorumlu tutulmalıdır.

Türkiye'nin asıl görevi yeni bir Türk-İslam Rönesans'ını başlatmaktır. Bunun için ivedilikle (gelişmiş ülkelerin Ar-Ge altyapısını göz önünde tutarak) **etkin bir Bilim ve Teknoloji Stratejisi** hazırlayıp hayata geçirmeliyiz. **İlim-İrfan**'ın bizim coğrafyada yaygınlaşması için azami gayret sarf etmeliyiz. Bunu yaparsak **Türk-İslam aleminin** (ve genelde **İnsanlığın**) **huzur ve refaha** kavuşmasını sağlayabiliriz. **Yeter ki Göklerdeki ve Yerdeki Ayetlerden yüz çevirmeyelim !!!**

Kimya

(Chemistry)

REMOVAL OF HEAVY METALS FROM WATER BY ION SELECTIVE ADSORBENTS

İYON SEÇİMLİ MODİFİYE ADSORBANLARLA SULARDAN AĞIR METAL GİDERİMİ

Sabahattin Deniz[a], Yalçın Kaan Türkmenoğlu[b], Güler Dartan[b]
[a]Marmara Üniversitesi Teknoloji Fakültesi Tekstil Mühendisliği Bölümü, İstanbul, Türkiye, sdeniz@marmara.edu.tr
[b] Marmara Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Kimya Bölümü, İstanbul, Türkiye, yalcinkaanturkmenoglu@gmail.com

Özet

Sulu ortamlardaki pek çok ağır metal iyonu, çevre sağlığı açısından geri dönülemez zararlara sebep olabilmektedir. Ağır metallerin endüstri, fabrika ve şehirleşme alanlarda kullanımından dolayı çevre kirliliği de sürekli artmaktadır. Çevre açısından önemli olmanın yanı sıra pahalı metallerin geri kazanımı ekonomik açıdan da önem taşımaktadır. Hem çevresel olumsuz etkileri hem de geri kazanımın ekonomik katkıları düşünüldüğünde azalan su kaynaklarının ağır metallerden arıtılması oldukça önemli bir konudur.

Bu çalışmada önce 3-aminopropilsilika, sistein ile modifiye edildi ve yeni sentezlenen bu adsorban karakterize edildi. Sonrasında ise adsorbanın Hg^{2+} ve Au^{3+} iyonları için adsorpsiyon kapasiteleri incelendi. Maksimum adsorpsiyon için ağır metal iyonlarının konsantrasyonu, adsorpsiyon süresi, pH gibi parametreler optimize edildi. Hg^{2+} ve Au^{3+} iyonları için maksimum adsorpsiyon kapasitesi pH:6'da 60 dakikada sırasıyla $100,6 \pm 0,2$; $44,5 \pm 0,2$ $mg.g^{-1}$ olarak belirlendi.

Anahtar kelimeler: Silika, Adsorban, Ağır Metal, Altın, Cıva

Abstract

Many heavy metals in water can cause irreversible damage in terms of environmental health. Environmental pollution is continuously increasing because of using heavy metals in many of industries, factories and in urbanization. Removing of heavy metals is an important issue for recovery of precious metals as well as environment health. Because of all these reasons, removing of heavy metals from decreasing water sources is a quite important issue.

In this work, the adsorbent has been synthesized via modification of 3-aminopropylsilica by cysteine then characterized. After that, adsorption capacity of it have been determined for Hg^{2+} and Au^{3+} ions. Adsorption conditions, such as initial metal ion concentration, contact time and pH, has been optimized for getting maximum adsorption capacity. Maximum adsorption capacities for Hg^{2+} and Au^{3+} were obtained; 100.6 ± 0.2, 44.5 ± 0.2 $mg.g^{-1}$ adsorbent respectively at pH 6.0 in 60 minutes.

Keywords: Silica, Adsorbent, Heavy metal, Gold, Mercury

1. Giriş

Ağır metallerin genel tanımı fiziksel özellik bakımından yoğunluğu 5 $g.cm^{-3}$'ten daha fazla olan metallerdir. Ağır metal grubunda kurşun, krom, demir, kadmiyum, cıva, nikel, kobalt, bakır ve çinko olmak üzere 60'tan fazla metal vardır. Her ne kadar metalleri sınıflandırırken veya tanımlarken yoğunluk değerleri kullanılsa da metallerin biyolojik etkilerini yoğunlukları baz alınarak tanımlamak zordur. Bu sebeple genel olarak zehirli ve çevre kirliliği oluşturan tüm metaller ağır metal olarak adlandırılmaktadır.

Endüstriyel atıkların veya asit yağmurlarının toprağı ve dolayısıyla içerisinde bulunan ağır metalleri çözmesiyle birlikte çözünen ağır metaller ırmak, göl ve yeraltı sularına ulaşır buradan da su kaynaklarına

geçiş sağlarlar ve çeşitli anyonlarla suda az çözünen bileşiklerine dönüşerek suyun dibine çöker ve sediment tabakasında birikirler. Su havzalarında kontrolsüz bir şekilde sanayileşmeye izin verilmesi, su kaynaklarında ağır metal konsantrasyonu sürekli olarak artmasına neden olmaktadır [1].

Su içeriğindeki ağır metaller insanlar üzerinde böbrek, üreme sistemi, karaciğer, beyin ve merkezi sinir sisteminde zehirlenmeye yol açabilir [2]. Bu sebeple zehirli ağır metallerin sudan uzaklaştırılması yükse öneme sahip bir konudur. Ayrıca gümüş, altın ve platin gibi değerli metallerin geri kazanımı çevre problemlerini çözmesinin yanı sıra ekonomik potansiyele sahiptir [3]. Ağır metal içeren atık sulardan ağır metal gideriminde özellikle kimyasal çöktürme, indirgenme/yükseltgenme, ters ozmos, membran filtrasyonu, iyon değişimi, nötralizasyon, buharlaştırma ve adsorpsiyon gibi arıtım yöntemleri kullanılmaktadır [4]. Adsorpsiyon işlemi, atık sularda bulunan ağır metallerin, organik ve kimyasal kirletici olan maddelerin uygun bir katı yüzeyine tutturularak giderilmesinde oldukça sık kullanılmaktadır [5]. Adsorpsiyon kapasitesini arttırma ve ortamda başka iyonlar da varken sadece hedefe odaklı metal iyonların alıkoyma için seçimli adsorpsiyon çok daha önemli bir konu haline gelmiştir [6].

Bu çalışmada silika esaslı mikro partiküllerin sistein ile modifiye edilmesiyle elde edilen adsorbanın farklı miktarlarda ağır metal iyonu içeren numunelerdeki ağır metal iyonlarının adsorpsiyon miktarlarının belirlenmesi ve maksimum adsorpsiyon için optimum ortam şartları belirlenmiştir.

2. Genel

2.1. Ağır Metaller

Genel olarak zehirli ve çevre kirliliğine neden olan tüm metallere ağır metal denir. Birçok endüstri alanında kullanılan metal iyonları genellikle zehirli ve çevre kirliliğine neden olan ağır metallerdir. Endüstri alanında ve şehirleşmede ki dünya çapındaki artış bütün ekosistemlerde özellikle de su kaynaklarının olduğu yerlerde ciddi bir şekilde kirliliğe neden olmaktadır. Ağır metaller genellikle endüstriyel atık suların içme sularına karışması yoluyla veya ağır metallerle kirlenmiş taneciklerin tozlaşması yoluyla hayvanlar ve insanlar üzerinde etkili olurlar. Çözünebilir haldeki ağır metaller oldukça zararlıdır, çünkü kolay bir şekilde taşınabilir sonrasında ise bitki ve hayvanların dokularına kolaylıkla geçebilirler. Bu tür ağır metal içeren kaynaklar belirlenmiş standart kirlilik değerlerinin altına düşürülmeden çevreye salınmamalıdır [7]. Tablo 1.' de çeşitli endüstride dallarında kullanılan ağır metaller verilmiştir [8].

Tablo 1. Bazı Endüstri Dallarında Kullanılan Metal Türleri

Endüstri	Cd	Cr	Cu	Hg	Pb	Ni	Sn	Zn
Kâğıt Endüstrisi	-	+	+	+	+	+	-	-
Petrokimya	+	+	-	+	+	-	+	+
Klor-alkali Üretimi	+	+	-	+	+	-	+	+
Gübre Sanayi	+	+	+	+	+	+	-	+
Demir-Çelik Sanayi	+	+	+	+	+	+	+	+
Enerji Üretimi(Termik)	+	+	+	+	+	+	+	+

2.1.1. Ağır Metallerin Etkileri

Bazı ağır metallerin canlı organizmasında belirli bir düzeyde bulunmaları gereklidir. Bununla birlikte bu ağır metallerin yüksek miktarlarda bulunası veya diğer ağır metallerin az da olsa organizmada bulunması en iyi ihtimalle psikolojik yapıyı etkileyerek sağlık problemlerine sebep olabilmektedirler [9].

Ağır metalin etkisi canlının türüne ve metal iyonunun yapısına da bağlıdır (çözünürlük değeri, kimyasal yapısı, redoks ve kompleks oluşturma yeteneği, vücuda alınış şekline, çevrede bulunma sıklığına, pH değeri vb.). Ağır metaller devamlı olarak tüketilen içme sularında ve yiyeceklerde bulunabileceğinden yiyecek ve içeceklerin içerebileceği ağır metal miktarında sınırlama vardır. Bu sınır değerleri yasal kuruluşlar tarafından periyodik bir şekilde kontrol edilir [1].

Metallerin, özellikle de ağır metallerin neden olduğu sağlık problemlerinin çoğu ileri derecede tanı ve tedavi gerektiren kronik hastalıklar veya kanserlerdir. Bu durum karşısında ağır metallerden korunma faaliyetlerinin tedavi faaliyetlerinden daha başarılı olabileceği düşünülmektedir.

2.2. Adsorpsiyon

Bir fazda bulunan iyon ya da moleküllerin, bir diğer fazın yüzeyinde yoğunlaşması ve konsantre olması işlemi olarak tanımlanabilir. Havada veya suda bulunan kirleticilerin çeşitli adsorbanlar üzerine adsorpsiyonu, kirlenmiş olan havanın veya suyun iyileştirilmesinde sıklıkla kullanılmaktadır. Birikim gösteren maddeye adsorbat, adsorplayan katıya adsorban denilmektedir. Üç tip adsorpsiyon çeşidi vardır:

- Fiziksel
- Kimyasal
- Değişim (İyon değişimi gibi)

Fiziksel adsorpsiyon moleküller arası düşük çekim gücünden veya van der Walls kuvvetlerinden oluşmaktadır. Adsorbe olan molekül katı yüzeyine sabit bir şekilde bağlanmamıştır, yüzey üzerinde sürekli olarak hareketli bir durumda bulunmaktadır. Bununla birlikte, adsorbat adsorbanın yüzeyinde birikir ve gevşek bir tabaka oluşturur. Fiziksel adsorpsiyon çoğunlukla geri dönüşümlü olarak meydana gelmektedir.

Kimyasal adsorpsiyon kuvvetli güçlerin etkisiyle oluşur. Genellikle adsorbat yüzey üzerinde bir molekül kalınlığında tabaka oluşturur, moleküller yüzey üzerinde hareketsiz bir şekilde durur. Adsorban yüzeyinin hepsi bu mono moleküler tabaka ile kaplandığında, adsorbanın adsorplama kapasitesi dolmuş olur. Bu tür adsorpsiyonlar çok az olarak geri dönüşümlüdür. Adsorbe olan maddenin adsorban yüzeyinden uzaklaştırılması için adsorbanın yüksek sıcaklıklara kadar ısıtılması gerekir.

Değişim adsorpsiyonu, adsorbat ile yüzey arasındaki elektriksel çekim ile olmaktadır. İyon değişimi de bu adsorpsiyon türüne dahil edilir. Burada, zıt elektrik yüklerine sahip olan adsorbat ile adsorban yüzeyinin birbirlerini çekmesi durumu söz konusudur. Elektrik yükü fazla ve küçük çaplı olan iyonlar daha iyi bir şekilde adsorbe olurlar.

Adsorpsiyonun hızı ve miktarı adsorbanın yüzeyine bağlı bir durumdur. Gazların adsorpsiyonunda basınç yükseltilirse, adsorban daha çok miktarda madde adsorplayacaktır. Aynı durum çözeltilerin adsorpsiyonu için de geçerlidir. Çözeltinin adsorpsiyonu, adsorbe olacak maddenin yapısına ve çözelti içerisindeki derişimine bağlıdır. Bunların yanında sıcaklık da önemli bir faktördür [10].

Adsorpsiyon çalışmalarında dikkat edilmesi gereken en önemli faktörler:

- Sıcaklık etkisi
- Çözeltinin pH' sı
- Başlangıç adsorbat derişimi
- Karıştırma hızı
- Karıştırma süresidir.

2.2.1. Seçimli Adsorpsiyon

Metal iyonları ligand adı verilen çeşitli organik moleküllerle uygun şartlarda sağlam kompleks bileşikler oluştururlar. Bir metal bir ligand ile belirli şartlar çok sağlam kompleks verirken aynı ligand aynı şartlarda başka hiçbir metal ile kompleks oluşturmayabilir. Bu durum ağır metallerin seçimli olarak kompleks oluşturmalarına dayanarak seçimli adsorpsiyon yapılmasına olanak sağlar. Bu şekilde şelat yapıcı ligandların bir destek katısı üzerine bağlanması, farklı matrisler bulunan metal iyonlarının seçimli olarak adsorpsiyonunu ve adsorpsiyon kapasitesinin artmasını sağlar.

Silika jel termal, mekanik ve kimyasal kararlılığından dolayı iyi bir destek materyalidir. Bazı metallerin seçimli adsorpsiyonunda kullanılabilecek silika jel yüzeyine bağlanmış şelat yapıcı ligandlar Tablo 2. de verilmiştir [6,11].

Tablo 2. Bazı metallerin adsorpsiyonunda kullanılan silika jel üzerine bağlanan şelat yapısı ligandlar

Metal	**Ligand**
Fe^{3+}	Formil salisilik asit
Ag^{+}, Au^{3+}, Pt^{2+}	Tiyo üre
Ag^{+}	2-merkaptobenzotiyazol
Hg^{2+}	Ditiyokarbamat, ditizon
Cu^{2+}, Fe^{3+}, Co^{2+}, Zn^{2+}, Pb^{2+}	8-hidroksi kinolin, salisilaldehit, o-vanilin, 2-hidroksi-5-nonilasetofenon oksim

Bazı ligandlar belirli pH' larda birden fazla metalle kompleks oluşturabilirler. Bu durumda aynı ligand kullanılsa bile ortamın pH ayarlanarak seçimli adsorpsiyon yapılabilmektedir.
Kükürt içeren ligandların özellikle Hg^{2+}, Au^{3+} ve Ag^{+} iyonlarına karşı seçici oldukları ve bu iyonlarla çok kararlı kompleksler yaptıkları bilinmektedir [11,15-17]. Bu sebeple bu çalışmada 3-aminopropil silika, molekül yapısında kükürt bulunan bir amino asit olan L-sistein ile modifiye edilerek yeni bir adsorban sentezlenmiştir.

3. Deneysel Çalışmalar

3.1. Kullanılan Araç ve Gereçler

Tüm çözeltiler ve reaktiflerin hazırlanmasında MERCK Millipore Direct-Q-3 model ultra saf su cihazı ile kullanıldı.
Tarım işlemlerinde Precisa XB 220 A model 0,001g hassasiyete sahip analitik terazi kullanıldı.
Düşük hacimlerdeki çözeltilerin ve çözücülerin aktarımı için Eppendorf Research Plus marka 100-100µL ve 100-1000µL otomatik pipetler kullanıldı.
pH ölçümleri yapmak için Mettler Toledo pH metre kullanıldı.
Çözeltilerin karıştırılmasında Heidolph marka MR 3001 K model manyetik karıştırıcı kullanıldı.
Santrifüj işlemlerinde Hettich marka EBA 21 model santrifüj cihazı kullanıldı.
Cıva ve Altın analizleri için Analytik Jena marka ZEEnit 700P model alevli atomik absorpsiyon spektrofotometresi kullanıldı.
Adsorbanın karakterizasyonu işlemlerinde Perkin-Elmer ATR-FTIR cihazı kullanıldı.

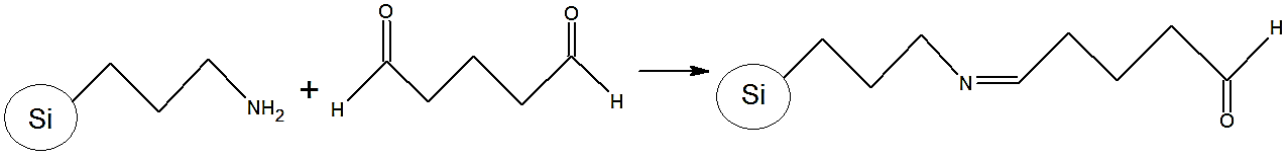
3.2. Yöntem

Bu çalışma iki aşamadan oluşmaktadır.

- İlk aşamada Hg^{2+} ve Au^{3+} iyonları için spesifik olacağı düşünülen silika esaslı modifiye adsorban sentezlendi ve yapısı aydınlatıldı.
- İkinci aşamada ise sentezlenen adsorbanın farklı konsantrasyonlarda Hg^{2+} ve Au^{3+} iyonları içeren sulu çözeltilerle muamele edilerek adsorpsiyon kapasitesi tespit edildi ve maksimum adsorpsiyon yapacağı optimum şartlar belirlendi.

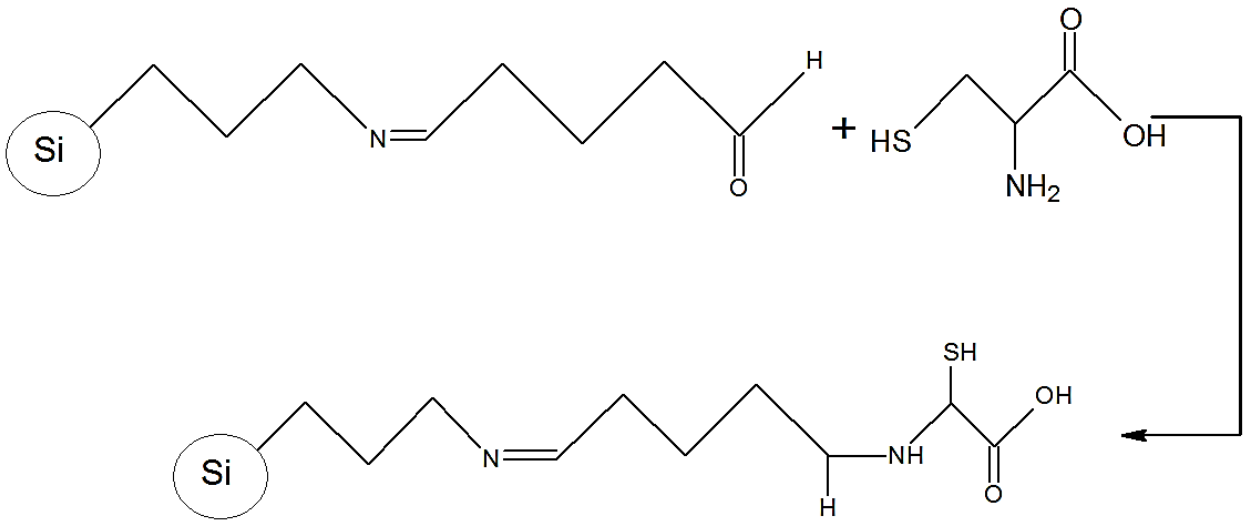
3.3. Modifiye Adsorbanın Sentezi

150 mL %25'lik Glutardialdehit üzerine 5 gram 3-Aminopropil Silika yavaşça bir şekilde ilave edildi. Maddeler 750 rpm karıştırma hızında 2 saat boyunca oda sıcaklığında karıştırıldı. Karıştırma işlemi bittikten sonra kahverengimsi katı madde saf su ile yıkandı. 4500 rpm' de santrifüj edilerek katı madde ayrıldı. Bu yıkama işlemi 5 defa yapıldı. Bu aşamada gerçekleşen reaksiyon Şekil 1. deki gibidir.



Şekil 1. 3-Aminopropil Silika ile Glutardialdehitin Reaksiyonu

İlk adımda sentezlenen madde ve 1 gram L-sisteinin bir miktar saf suda çözülmesiyle ele geçen çözelti karıştırıldı. Oda sıcaklığında 750 rpm' de bir gece karışmaya bırakıldı. Reaksiyon bittikten sonra elde edilen adsorban madde saf su ile yıkanarak 4500 rpm' de santrifüj edildi. Ardından dekante edilerek katı madde ayrıldı. Ele geçen katı adsorban liyofilizatörde kurutuldu. Bu aşamada gerçekleşen reaksiyon ise Şekil 2. deki gibidir.



Şekil 2. 3-Aminopropilsilika ve Glutaraldehitin Reaksiyon Ürünü ile L-Sisteinin Reaksiyonu

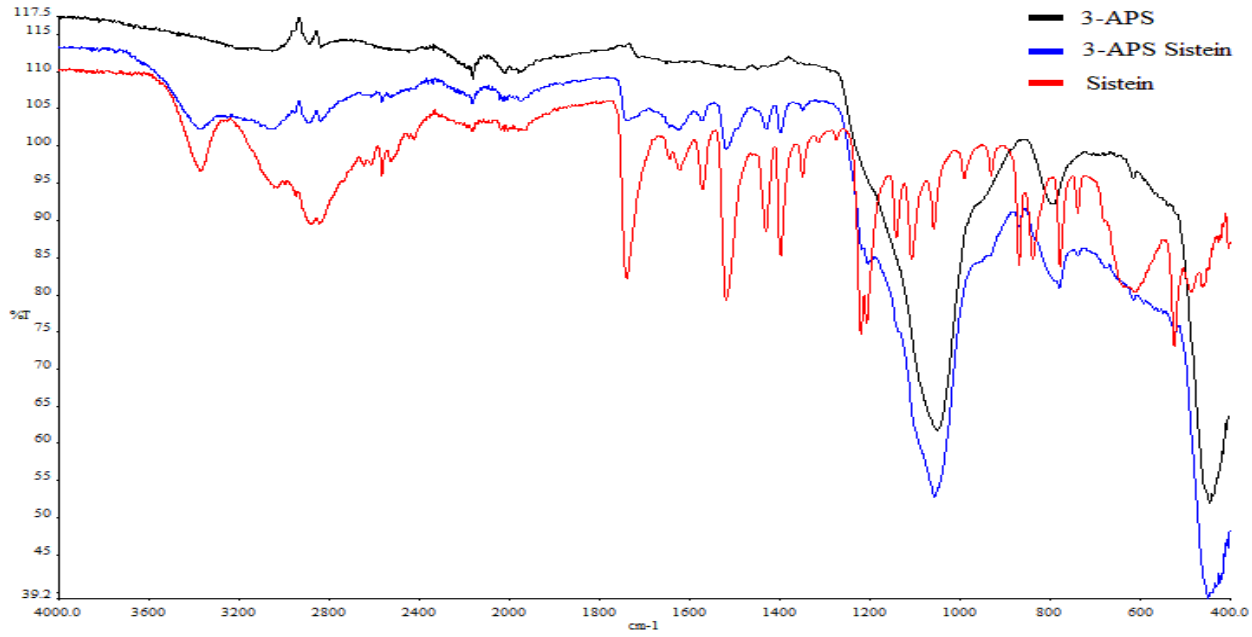
3.4. Adsorpsiyon Çalışmaları

Sentezlenen adsorbanın Hg^{2+} ve Au^{3+} iyonları için adsorpsiyon kapasitesini belirlemek için 0,1 g adsorban farklı konsantrasyonlarda metal çözeltileri ile, pH 3–7 aralığında ve 10 – 120 dakika temas sürelerinde muamele edildi. Her bir çalışmada adsorban ve çözelti santrifüjlenerek ayrıldı. Adsorpsiyon sonrası ele geçen çözelti PTFE filtre ile süzüldükten sonra çözeltide kalan metal iyonları Alevli Atomik Absorpsiyon (FAAS) ile analiz edildi.

4. Sonuçlar

4.1. Adsorbanın Karakterizasyonu

Elde edilen adsorban madde ve başlangıç maddelerinin ATR-FTIR spektrumları alınmış ve Şekil 3. de gösterilmiştir. Sentezlenen adsorbana ait spektrumda 3363 cm^{-1} de –OH gerilmesine ait pik, 3048 cm^{-1} de –CH_2 gerilme ait pik, 2550 cm^{-1} de –SH gerilmesine ait pik, 1742 cm^{-1} de sistein molekülünün karboksil karboniline ait gerilme pik, 1571 cm^{-1} de C=N gerilmesine ait pik, 1517 cm^{-1} de C=N titreşimine ait pik, 1623 cm^{-1} de –CS gerilmesine ait pik, 1207 cm^{-1}ve 1057 cm^{-1} de –CO gerilmesine ait pik ve 777 cm^{-1} de, =CH gerilmesine ait pikler gözlenmiştir.



Şekil 3. Adsorban ve Başlangıç Maddelerinin FTIR spektrumu

4.2. Maksimum Adsorpsiyon için Optimum Şartlar

Sentezlenen adsorbanın Hg^{2+} ve Au^{3+} iyonlarının maksimum adsorpsiyonu için optimum şartları belirlemek için yapılan çalışmalara ait veriler Şekil 4.' te ve optimum şartlar da Tablo 3.' te verilmiştir. Buna göre sistein modifiyeli silika adsorbanımızın Hg^{2+} ve Au^{3+} iyonları için pH=6' da maksimum adsorpsiyon kapasitesi sırasıyla 100,6 ± 0,2 ve 44,5 ± 0,2 $mg.g^{-1}$ olarak belirlendi.

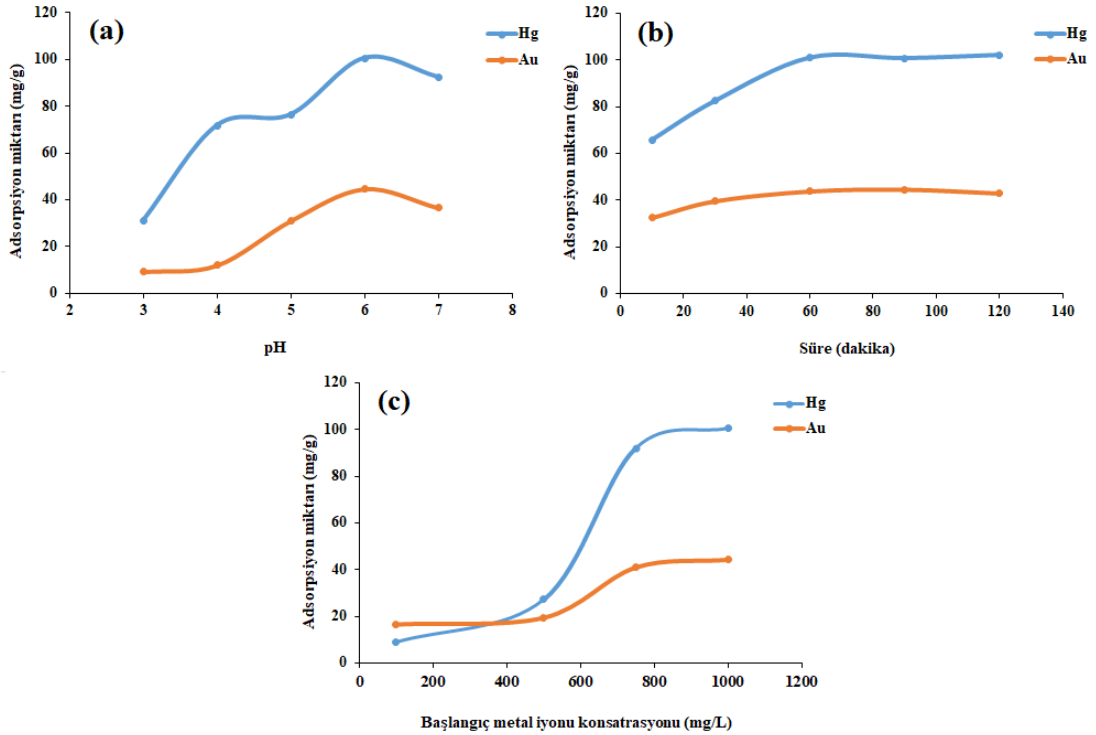
Tablo 3. Maksimum Adsorpsiyon İçin Gerekli Optimum Şartlar

Metal İyonu	pH	Başlangıç Konsantrasyonu (mg. L^{-1})	Temas Süresi (dakika)	Adsorpsiyon Miktarı ($mg.g^{-1}$)
Hg^{2+}	6	750	60	100,6 ± 0,2
Au^{3+}	6	750	60	44,5 ± 0,2

Sentezlenen adsorban maddenin maksimum adsorpsiyon kapasitesinin benzer diğer adsorbanlara göre mukayesesi yapılmış ve sonuçlar Tablo 4.' te verilmiştir. Yapılan çalışma farklı çalışmalar ile kıyaslandığında adsorpsiyon kapasitesinin diğer çalışmalara göre nispeten yüksek olduğu görülmektedir. Maksimum adsorpsiyon kapasitesi ve metal seçiciliği yönüyle değerlendirildiğinde bu çalışmada sentezlenen adsorbanın benzerlerine göre daha avantajlı olduğu düşünülmektedir.

Tablo 4. Sentezlenen Adsorbanın Benzer Diğer Adsorbanlarla Karşılaştırılması

Sistem	Çalışılan Metal	pH	Adsorpsiyon Kapasitesi (mg. g^{-1})	Referans
1,3,4-trithiane	Pb^{2+}, Hg^{2+}	5	9,5 – 35,5	12
Choline modifiye silica gel	Pb^{2+}, Hg^{2+}	7	11,7 – 60,1	13
B1 vitamini modifiyeli 3-aminopropil silica gel	Pb^{2+}, Hg^{2+}	5	9,54 – 39,4	14
Karboksimetil kitin ve karboksimetil kitosan hidrojel	Au^{3+}	3,9	37,6 – 11,9	15
Poli((N-hidroksimetil) akrilamid)-1-allil-2-tiyoüre) (p(nHMA-ko-ATU)) hidrojel	Au^{3+}, Ag^{+}	1	76	16
P (Penta3MP4/PEG-DA/HEMA) hydrojelleri	Au^{3+}	0,5	45,2	17
Sistein ile modifiye edilmiş 3-aminopropil silica jel	Hg^{2+},Au^{3+}	6	44,5 – 100,6	Bu Çalışma



Şekil 4. Adsorpsiyona (a) pH etkisi, (b) Temas süresinin etkisi, (c) Başlangıç metal iyonunun etkisi

Kaynaklar

[1] Kahvecioğlu, Ö., Kartal, G., Güven, A., Timur, S., "Metallerin Çevresel Etkileri-I", TMMOB Metalurji Mühendisleri Odası Metalurji Dergisi, 136: 47-53, (2003).

[2] Chen, J.P., Lim, L.L., "Keyfactors in chemical reduction by hydrazine for recovery of precious metals", Chemosphere, 49: 363–370, (2002).

[3] Wang L., Xing R., Liu S., Yu H., Qin Y., Li K., Feng J., Li R., Li P., "Recovery of silver (I) using a thiourea-modified chitosan resin", Journal of Hazardous Materials 180: 577–582, (2010).

[4] Özsoy, H.D., Kumbur, H., "Endüstriyel Atık Sulardan Adsorpsiyon Yöntemi ile Ağır Metal Gideriminde Kullanılan Çeşitli Adsorbentler ve Giderim Verimleri", Ulusal Çevre Sempozyumu, Mersin, 18-21, (2007).

[5] Sağ, Y., Yalçuk, A., Kutsal, T., " Mono and multi component biosorption of heavy metal ions on *Rhizopusarrhizus* in a CFST", Process Biochemistry, 35: 787-799, (2000).

[6] Goswami, A; Singh, A. K., "Silica gel functionalized with resacetophenone: synthesis of a new chelating matrix and its application as metal ion collector for their flame atomic absorption ion collector for their flame atomic absorption spectrometric determination", Analytica Chimica Acta, 454: 229-240, (2002).

[7] Yıldırım, M., Şener S., Yavuz, M.Y., Bahar, E., "Türkiye'de tarımsal, kentsel ve endüstriyel atıklarla kirlenen sulama suyu kaynakları üzerine yapılan bazı araştırmalar", III. Ulusal Su Mühendisliği Sempozyumu, İzmir, 271-280, (2007).

[8] Türkmenoğlu, K. Y., "Silika esaslı mikro partiküllerle sulu ortamdan ağır metal uzaklaştırılması", Yüksek Lisans Tezi, Marmara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 4, (2017).

[9] Duffus, J.H., Worth, H. G. J. "Fundamental toxicology for chemists", Royal Society of Chemistry Information Services, United Kingdom, (1996).

[10] Sawyer, C. N., McCarty P. L. "Chemistry For Environmental Engineering", 3rd Ed., McGraw Hill Inc., Singapore, (1978).

[11] Rether, A., Schuster, M., "Selective separation and recovery of heavy metal ions using water-soluble *N*-benzoylthiourea modified PAMAM polymers", Reactive & Functional Plymers, 57: 13-21, (2003).

[12] Ercan Ö., Aydın A., "Removal of Mercury, Antimony, Cadmium and Lead from Aqueous Solution using 1,3,5-Trithiane as an Adsorbent" J. Braz. Chem. Soc. 24(5): 865–872, (2013).

[13] Abdel-Fattah T., Mahmoud M.E., "Heavy metal ions extraction from aqueous media using nanoporous silica", Chemical Engineering Journal 175: 117–123, (2011).

[14] Deniz, S., Tasci, N., Yetimoglu, E. K., Kahraman, M. V., "A new thiamine functionalized silica microparticules as a sorbent for removal of lead, mercury and cadmium ions in aqueous media" J. Serb. Chem. Soc., 82(2): 215–226, (2017).

[15] Donia A.M., Atia A.A, Elwakeel K.Z., "Gold(III) recovery using synthetic chelating resins withamine, thio and amine/mercaptan functionalities", Sep. Purif. Technol. 42: 111–116, (2005).

[16] Sahiner N., Karakoyun N., Sahan T., Butun S., Aktas N., "Reusable soft hydrogels for gold recovery from acidic environments", Sep. Sci. Technol. 48(5): 805–812, (2005).

[17] Fırlak M., Kahraman M.V., Yetimoğlu E.K., "Preparation and characterization of photocured thiol-ene hydrogel: adsorption of Au(III) ions from aqueous solutions", J. Appl. Polym. Sci. 126: 322–332, (2012).

ANALYSIS OF PHYSICAL AND THERMODYMANIC PROPERTIES OF POLY (ACETYL BENZOFURAN METYLMETHACRYLATE) HOMOPOLYMER AND POLY (ACETYL BENZOFURAN METYLMETHACRYLATE-CO-ACRYLONITRILE) COPOLYMERS WITH INVERS GAS CHROMATOGRAPHY

POLİ (ASETİL BENZOFURAN METİLMETAKRİLAT) HOMOPOLİMERİ VE POLİ (ASETİL BENZOFURAN METİLMETAKRİLAT-KO-AKRİLONİTRİL) KOPOLİMERLERİNİN FİZİKSEL VE TERMODİNAMİK ÖZELLİKLERİNİN İNVERS GAZ KROMATOGRAFİSİ İLE İNCELENMESİ

M. Hamdi Karagöz[1a], Özkan Bolat[2b]
[a]Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Van, Türkiye, E-posta: mhkaragoz@yahoo.com.tr
[b]Arif Nihat Asya Anadolu Lisesi, Gaziantep, Türkiye, E-posta: ozkanbolat33@gmail.com.tr

Özet

Bu çalışmada, poli(asetil benzofuran metilmetaktilat) [poli(ABM)] homopolimeri, poli(asetil benzofuran metilmetakrilat 0.41-ko-akrilonitril) [poli(ABM 0.41-ko-AN)] ve poli(asetil benzofuran metilmetakrilat 0.71-ko-akrilonitril) [poli(ABM 0.71-ko-AN)] kopolimerlerini İnvers Gaz Kromatografisi ile termodinamik ve fiziksel özellikleri incelendi. Kromosorb W katısı üzerine kaplanmış homopolimer ve kopolimerler kolon içine doldurularak poli(ABM) homopolimeri için 70-220 ^{0}C, poli(ABM 0.41-ko-AN) ve poli(ABM 0.71-ko-AN) kopolimerleri için 70-200 ^{0}C aralığında problar her 10 ^{0}C de bir enjekte edilerek spesifik alıkonma süreleri bulundu. Bu sürelerden, spesifik alıkonma hacimleri (Vg^0) hesaplandı.

$lnVg^0$; 1/T grafiklerinden poli(ABM) homopolimerin camsı geçiş sıcaklığı (Tg) 150 ^{0}C, poli(ABM 0.41-ko-AN) ve poli(ABM 0.71-ko-AN) kopolimerlerini camsı geçiş sıcaklıkları 120 ^{0}C civarında bulundu. Camsı geçiş sıcaklıkları (Tg) altındaki sıcaklıklarda polimer üzerinde probların adsorbiyon ısıları bulundu. Camsı geçiş sıcaklıkları (Tg) üzerindeki sıcaklıklarda sorpsiyon için probların ΔH_1^s, ΔG_1^s ve ΔS_1^s değerleri hesaplandı.

Sonsuz seyreltik hale ait probların ağırlıkça aktiflik katsayısı $(a_1/w_1)^\infty$, kısmi molar serbest enerjisi (ΔG_1^∞), kısmi molar ısısı (ΔH_1^∞), Florry-Huggins etkileşim parametresi (χ) ve çözünürlük parametresi (δ_2) değerleri bulundu.

Anahtar kelimeler: Asetil benzofuran metilmetakrilat (ABM), asetil benzofuran metilmetakrilat-ko-akrilonitril (ABM-ko-AN), İnvers Gaz Kromatografisi, termodinamik ve fiziksel özellikler.

Abstract

In this work, the thermodynamic parameters of poly(acetyl benzofuran methylmethacrylate) [poly(ABM)] homopolymer, poly(acetyl benzofuran metylmethacrylate 0.41-co-acrylonitrile) [poly(ABM 0.41-co-AN)] and poly(acetyl benzofuran metylmethacrylate 0.71-co-acrylonitrile) [poly(ABM 0.71-co-AN)] copolymers were investigated by using Inverse Gas Chromatography. Polymer was covered with the Chromosorb Wand was packed with in column, then the probes were injected at different temperatures for poly(ABM) homopolymer at 70-220 ^{0}C, poly(ABM 0.41-co-AN) and poly(ABM 0.71-co-AN) copolymers at 70-200 ^{0}C with the 10 ^{0}C intervals and the specific retention volumes were obtained.

The glasstransition temperature (Tg) of poly(ABM) homopolymer was found as 150 ^{0}C from the plotofin Vg^0

versus 1/T. The glas stransition temperature (Tg) of poly(ABM 0.41-co-AN) and poly(ABM 0.71-co-AN) copolymers were found as 120 ^{0}C from the plotofin Vg^0 versus 1/T. The heatsof the adsorbtion of probeson the polymer at the temperatures below the glass transition temperature were found. Above the glass transition temperature ΔH_1^s , ΔS_1^s and ΔG_1^s values of probes for sorption were determined.

The weightactivity coefficients $(a1/w1)^{\infty}$, Flory – Huggins interaction parameters (χ), partial molar free energies (ΔG_1^{∞}) and partial molar heats (ΔH_1^{∞}) values of probes were obtained for infinite ilution state. The solubility parameters (δ_2) of polymer were determined by values of Flory – Huggins interaction parameters. It was observed that the solubility parameters decreased with the increasing temperature.

Keywords: Acetyl benzofuran metylmethacrylate (ABM), acetyl benzofuran metylmethacrylate-co-acrylonitrile (ABM-co-AN), Inverse Gas Chromatography, physical and thermodynamic properties.

1. Giriş

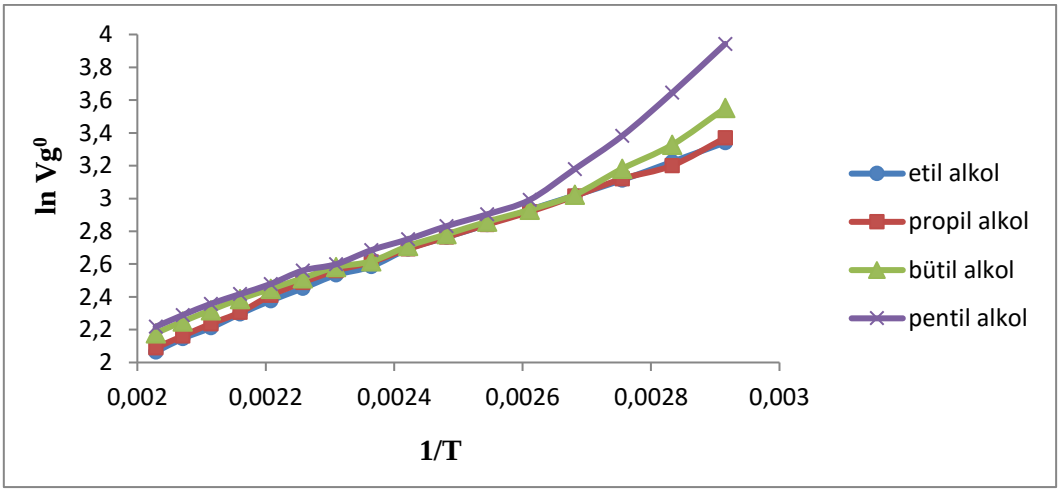
Gaz kromatoğrafisinin temeli, uçucu bileşiklerin sabit bir faz üzerinden farklı hızlarda göç etmelerine dayanır. Gaz kromatoğrafisi, uçucu bileşiklerin farklı hızlarda göç ettiklerinden dolayı bileşikleri birbirinden ayırmak için kullanılır. İnvers Gaz Kromatoğrafisi yöntemiyle uçuculuk özelliği olmayan polimerlerin fiziksel ve fizikokimyasal özelliklerinin incelenmesinde önemli bir tekniktir.

İnvers Gaz Kromatoğrafisi'nde enjekte edilen uçucu maddeden ziyade sabit fazın özellikleri incelenir. Bu yöntemin kullanılmasındaki avantajlar şöyledir:

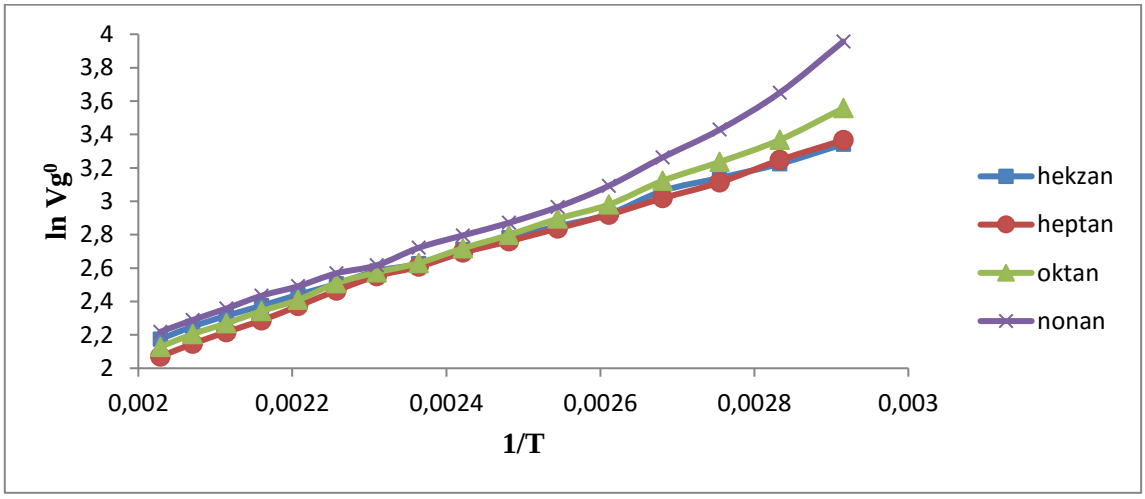
a) Bilinen çözücülerde çözünmeyen polimerlere de uygulanabilir.
b) Fazla masraf gerektirmez, ekonomiktir.
c) Uygulanması basittir, zaman ve emek israfını en az seviyeye indirir.
d) Polimerin özellikleri katı halde inceleneceği için uyulama alanına yönelik bilgiler elde edilir.

Bu çalışma ile Chromosorb W destek katısı üzerine kaplanmış poli(ABM) homopolimerin, poli(ABM0.71-ko-AN) ve poli(ABM0.41-ko-AN) kopolimerlerin fiziksel ve termodinamik özellikleri İnvers Gaz Kromatografisi tekniğiyle incelendi. Prob olarak fiziksel ve kimyasal özellikleri farklı alkoller ve alkanlar kullanıldı. Çalışma sonucunda probların farklı sıcaklıklarda polimerler üzerindeki alıkonma süreleri bulundu. Bulunan sonuçlar doğrultusunda polimerlerin camsı geçiş sıcaklıkları (Tg), çözünürlük parametreleri (δ2), probların camsı geçiş sıcaklığı altındaki polimerler üzerindeki adsorbsiyon ısıları (ΔHa); sorbsiyona ait entalpileri (ΔH1s), serbest enerjileri (ΔG1s), entropileri (ΔS1s) ; sonsuz seyreltik duruma ait entalpileri (ΔH1∞), kısmi molar serbest enerjileri (ΔG1∞), ağırlık kesri aktiflik katsayıları (a1/w1)∞ ve Florry-Huggins etkileşim parametreleri (χ) değerleri hesaplanmıştır.

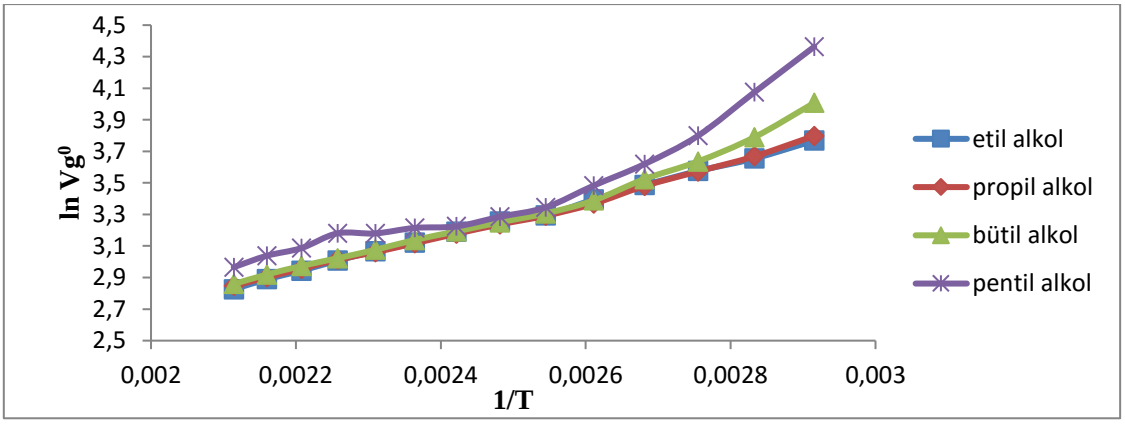
Probların fiziksel ve kimyasal özelliklerine bağlı olarak alıkonma hacimlerinin (Vg0) farklı olduğu gözlendi. Sıcaklık arttıkça alıkonma hacim değerlerinin azaldığı gözlendi. Probların alıkonma hacimlerinin 1/T'ye karşı grafikleri çizildi. Bu grafiklerden her üç polimere ait camsı geçiş sıcaklıkları tespit edildi.



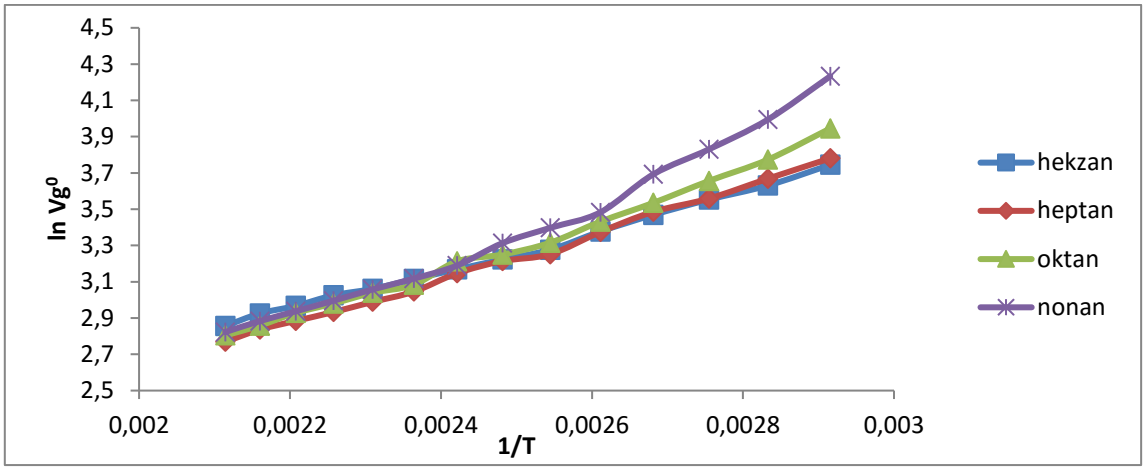
Şekil 4.1. Poli(ABM) homopolimerine ait 343-493 ^{0}K aralığı için lnVg^{0} ; 1/T grafiği (alkoller).



Şekil 4.2. Poli(ABM) homopolimerine ait 343-493 ^{0}K aralığı için lnVg^{0}; 1/T grafiği (alkanlar).
poli(ABM) homopolimerinin camsı geçiş sıcaklığı (Tg) 150 0C

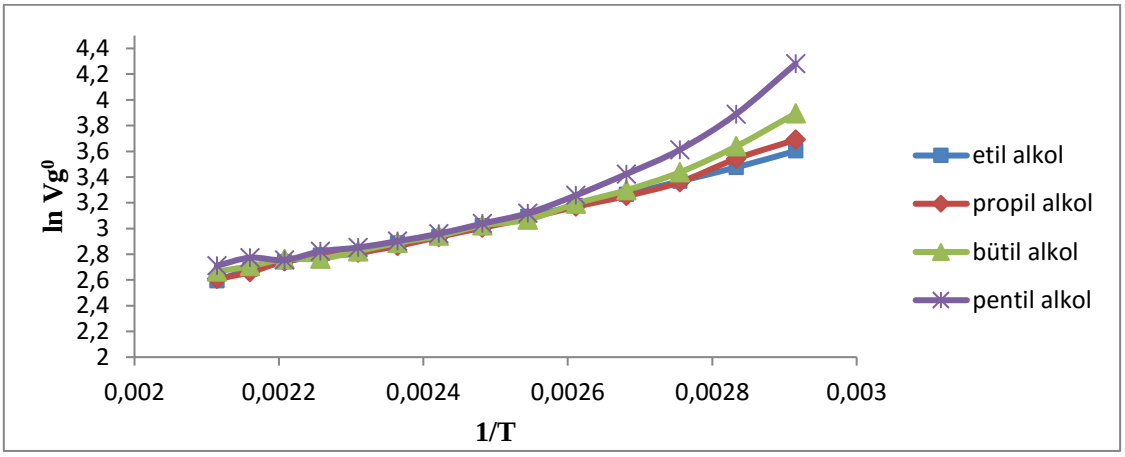


Şekil 4.12. Poli(ABM0.41-ko-AN) kopolimerine ait 343-473 ^{o}K aralığı için lnVg^{o}; 1/T grafiği (alkoller).

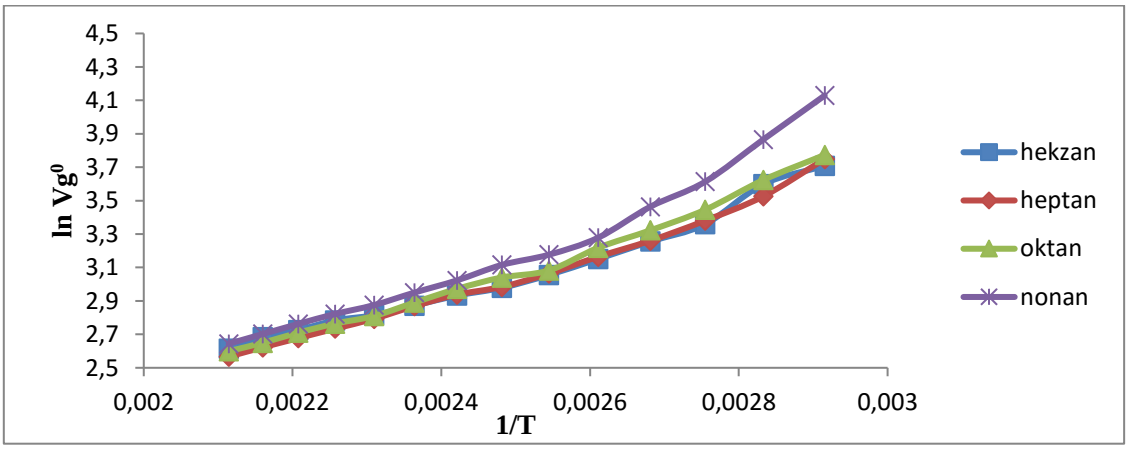


Şekil 4.13. Poli(ABM0.41-ko-AN) kopolimerine ait 343-473 ^{o}K aralığı için lnVg^{o}; 1/T grafiği (alkanlar).

Poli(ABM0.41-ko-AN) kopolimerlerinin camsı geçiş sıcaklıklarının ise 120 0C civarında olduğu tespit edilmiştir.



Şekil 4.22. Poli(ABM0.71-ko-AN) kopolimerine ait 343-473 ^{o}K aralığı için lnVg^{o}; 1/T grafiği (alkoller).



Şekil 4.23. Poli(ABM0.71-ko-AN) kopolimerine ait 343-473 ^{o}K aralığı için lnVg^{o}; 1/T grafiği (alkanlar).

Poli(ABM0.71-ko-AN) kopolimerlerinin camsı geçiş sıcaklıklarının ise 120 0C civarında olduğu tespit edilmiştir.

Poli(ABM)

Problar	ΔHa
Etil Alkol	3173.217
1-Propil Alkol	3934.347
1-Bütil Alkol	2977.032
1-Pentil Alkol	395.19
n-Hekzan	954.506
n-Heptan	1373.596
n-Oktan	708.721
n-Nonan	-1158.337

Poli(ABM0,41-ko-AN)

Problar	ΔHa
Etil Alkol	3566.694
1-Propil Alkol	3769.827
1-Bütil Alkol	1778.778
1-Pentil Alkol	-1882.955
n-Hekzan	1293.18
n-Heptan	1250.663
n-Oktan	648.854
n-Nonan	-1504.286

Poli(ABM0,71-ko-AN)

Problar	ΔHa
Etil Alkol	3009.154
1-Propil Alkol	2419.849
1-Bütil Alkol	386.756
1-Pentil Alkol	-3381.458
n-Hekzan	-1427.341
n-Heptan	-616.182
n-Oktan	-229.871
n-Nonan	-2981.31

Poli(ABM)

Problar	ΔH_1^s
Etil Alkol	-2688.013
1-Propil Alkol	-2593.035
1-Bütil Alkol	-2171.791
1-Pentil Alkol	-2503.023
n-Hekzan	-2405.66
n-Heptan	-3011.099
n-Oktan	-2756.763
n-Nonan	-2812.201

Poli(ABM0,41-ko-AN)

Problar	ΔH_1^s
Etil Alkol	-2046.411
1-Propil Alkol	-1956.837
1-Bütil Alkol	-1974.859
1-Pentil Alkol	-1145.286
n-Hekzan	-1779.298
n-Heptan	-2340.487
n-Oktan	-2407.647
n-Nonan	-2823.129

Poli(ABM0,71-ko-AN)

Problar	ΔH_1^s
Etil Alkol	-2181.527
1-Propil Alkol	-2117.744
1-Bütil Alkol	-2154.504
1-Pentil Alkol	-2085.157
n-Hekzan	-1893.849
n-Heptan	-2258.225
n-Oktan	-2331.545
n-Nonan	-2537.796

Problar	ΔH_1^∞
Etil Alkol	5651.822
1-Propil Alkol	5643.874
1-Bütil Alkol	6734.34
1-Pentil Alkol	7077.097
n-Hekzan	3755.231
n-Heptan	4151.24
n-Oktan	5165.802
n-Nonan	6046.838

Problar	ΔH_1^∞
Etil Alkol	6651.085
1-Propil Alkol	6946.353
1-Bütil Alkol	7627.894
1-Pentil Alkol	7268.446
n-Hekzan	4404.384
n-Heptan	5288.797
n-Oktan	5881.321
n-Nonan	6801.699

Problar	ΔH_1^∞
Etil Alkol	6436.886
1-Propil Alkol	6699.965
1-Bütil Alkol	8448.922
1-Pentil Alkol	8836.387
n-Hekzan	4446.112
n-Heptan	5205.94
n-Oktan	6042.665
n-Nonan	6700.958

Problar	ΔHv
Etil Alkol	8339.835
1-Propil Alkol	8236.909
1-Bütil Alkol	8906.131
1-Pentil Alkol	9580.12
n-Hekzan	6160.891
n-Heptan	7162.339
n-Oktan	7922.565
n-Nonan	8859.039

PROBLAR	ΔH_V
Etil Alkol	8697.496
1-Propil Alkol	8903.19
1-Bütil Alkol	9602.753
1-Pentil Alkol	8413.732
n-Hekzan	6183.682
n-Heptan	7629.284
n-Oktan	8288.968
n-Nonan	9624.828

Problar	ΔH_V
Etil Alkol	8618.413
1-Propil Alkol	8817.709
1-Bütil Alkol	10603.426
1-Pentil Alkol	10921.544
n-Hekzan	6339.961
n-Heptan	7464.165
n-Oktan	8374.21
n-Nonan	9238.754

Probların alıkonma hacimlerinin 1/T'ye karşı grafikleri çizildi. Bu grafiklerden her üç polimere ait camsı geçiş sıcaklıkları tespit edildi. İnvers Gaz Kromatografisi ile yaptığımız çalışmada poli(ABM) homopolimerinin camsı geçiş sıcaklığı (Tg) 150 0C civarında, poli(ABM0.71-ko-AN) ve poli(ABM0.41-ko-AN) kopolimerlerinin camsı geçiş sıcaklıklarının ise 120 0C civarında olduğu tespit edilmiştir.

AN ve ABM monomerlerinden elde edilecek kopolimerlerin camsı geçiş sıcaklığı, poli(AN) ve poli(ABM) homopolimerlerinin camsı geçiş sıcaklıkları arasında olması beklenmektedir. Çalışma sonucunda polimer içerisinde AN birimlerinin artmasıyla poli(ABM0.71-ko-AN) ve poli(ABM0.41-ko-AN) kopolimerlerinin camsı geçiş sıcaklıklarının (Tg) düştüğü gözlendi. Probların poli(ABM) homopolimeri üzerindeki etkileşimi poli(ABM0.41-ko-AN) ve poli(ABM0.71-ko-AN) kopolimerlerine göre daha zayıf, probların poli(ABM0.41-ko-AN) ve poli(ABM0.71-ko-AN) kopolimerleri üzerindeki etkileşimleri ise poli(ABM) homopolimerine göre daha güçlü olduğu söylenebilir ΔHa değerlerine bakıldığında kopolimer içerisindeki AN yüzdesinin düşük olduğu kopolimerlerde etkileşiminin daha güçlü olduğu görülmektedir. AN yüzdesinin fazla olduğu kopolimerde ise etkileşim daha zayıftır. Bunun nedeni ise ortamdaki AN oranı arttıkça polimerde zincir içi ve zincirler arası dipolar etkileşimler CN grupları arasında artmıştır. Böylece problarla polimerler arası etkileşim azalmıştır. ΔHa sonuçlarına bakıldığında polimer içersindeki AN yüzdesi azalmasıyla polimer-prob etkileşiminin arttığı gözlenmiştir. poli(ABM) homopolimeri için n-nonanın adsorbsiyon ısısı negatif diğer probların adsorbsiyon ısıları pozitiftir. Bu camsı geçiş sıcaklığı altında n-nonan hariç diğer probların poli(ABM) homopolimeri ile hemen hemen etkileşmediği söylenebilir. poli(ABM0.41-ko-AN) kopolimeri için 1-pentil alkol ve n-nonan hariç diğer probların adsorsiyon ısıları pozitif olduğu görülmüştür. 1-Pentil alkol ve n-nonanın poli(ABM0.41-ko-AN) kopolimeri ile etkileştiği diğer probların ise etkileşmediği ifade edilebilir. baktığımızda ise poli(ABM0.71-ko-AN) kopolimeri için 1-pentil alkol, n-hekzan, n-heptan, n-oktan, n-nonan adsorbsiyon ısıları negatif; etil alkol, 1-bütil alkol ve 1-propil alkol değerleri pozitiftir. Alkanlar ve 1-pentil alkol poli(ABM0.71-ko-AN) kopolimeri ile etkileşirken; etil alkol, 1-propil alkol ve 1-bütil alkolün polimer ile etkileşmediği sonucuna varılabilir. . Deney sonuçlarına göre $\Delta G1s>0$,$\Delta S1s<0$ ve $\Delta H1s<0$ olduğu görülmüş ve olayın sorbsiyon bölgesinde kendiliğinden yürüdüğü gözlenmiştir. Alkollerin molar buharlaşma ısılarının(ΔHv) alkanlara göre daha yüksek olduğu görüldü. Bunun ise alkollerdeki polar gruplardan kaynaklandığı düşünülmektedir. Polimer içinde AN birimleri arttıkça probların polimer içindeki çözünürlüklerinin artttığı görülmektedir.

Etil alkol, 1-propil alkol, 1-bütil alkol, 1-pentil alkol ve n-hekzan, n-heptan, n-oktan, n-nonan sıralamasına bakılarak düşük karbonlu alkol ve alkanların yüksek karbonlulara oranla çözme yeteneklerinin daha fazla olduğu ve bununda küçük karbonlu alkol ve alkanların polimer içerisine kolayca difüzlendiklerinden kaynaklanabileceği söylenebilir. Alkanların alkollere göre daha iyi çözücü olduğu anlaşılmaktadır. Kopolimerdeki AN birimleri arttıkça probların polimerleri çözücülüğünü arttırmıştır.

HYDROTHERMAL SYNTHESIS AND CHARACTERIZATION OF MICROCRYSTALLINE METAL-ORGANIC FRAMEWORK STRUCTURED VANADIUM COMPOUND

METAL-ORGANİK ÇERÇEVE YAPILI MİKRO KRİSTALİN VANADYUM BİLEŞİĞİNİN HİDROTERMAL SENTEZİ VE KARAKTERİZASYONU

Sabri Çevik*[a], Zeynep Alkan Alkaya[b]
[a]Afyon Kocatepe University, Science and Literature Faculty, Department of Chemistry, 03200 Afyonkarahisar TURKEY E.mail: scevik@aku.edu.tr
[b] *Usak University, Banaz Vocational School 64500 Banaz, Uşak TURKEY* E.mail: zeynep.alkan@usak.edu.tr

Abstract

Metal-Organic Framework (MOF) compounds as nanoporous materials have attraction both academia and industry due to owing various applications such as gas storage, gas separation, shape/size selective catalysis, electromagnetism, photochemistry, imaging, sensing, drug storage and delivery. MOF compounds can be regarded as new class of crystalline nanoporous material family incorporating thousands of different structures. MOF structured compounds are self-assemblies of metal ions and symmetric organic ligands. MOFs in nanoporous material science have been also named as coordination polymers, hybrid organic-inorganic materials, metal organic polymers, or porous coordination networks.

Mild hydro/solvothermal techniques are common to prepare microporous crystalline compounds. Coordination polymeric vanadium compound, $[VO(C_6H_{10}(COO)_2)]$, has been synthesized hydrothermal synthetic method (for 67 hours at 160 ^oC). The compound was characterized by FTIR spectroscopy, elemental analysis (CHNS and V), thermogravimetric analysis, room-temperature magnetic susceptibility measurement, and powder x-ray diffraction methods.

Keywords: Vanadium compounds, MOF structures, coordination polymers

Özet

Nano-gözenekli materyal olarak Metal Organik Çerçeve (MOF) yapılı bileşikler, gaz depolama, gaz ayırma, şekil/boyut seçici kataliz, elektromanyetizma, fotokimya, görüntüleme, algılama, ilaç depolama ve dağıtımı gibi çeşitli uygulamalar nedeniyle hem akademik hem de endüstriyel alanda ilgi çekmektedir. MOF yapılı bileşikler, binlerce farklı yapı içeren kristalin nanogözenekli materyal ailesinin yeni sınıfı olarak kabul edilmektedir. MOF yapılı bileşikler metal iyonlar ve simetrik organik ligandların kendiliğinden etkileşmeleriyle (*self-assembly*) oluşmaktadır. Nanogözenekli malzeme biliminde MOF yapılar aynı zamanda koordinasyon polimerleri, hibrid organik-inorganik malzemeler, metal organik polimerler veya gözenekli ağ yapılı koordinasyon bileşikleri olarak da adlandırılmaktadır.

Hidro/solvotermal sentez teknikleri, mikro gözenekli kristalin bileşikleri hazırlamak için yaygın olarak kullanılmaktadır. Vanadyum içeren koordinasyon polimeri $[VO(C_6H_{10}(COO)_2)]$ bileşiği hidrotermal sentez yöntemiyle (67 saatte 160^{o}C'de) sentezlenmiştir. Bu bileşik, FTIR spektroskopisi, elementel analiz (CHNS ve V), termogravimetrik analiz, oda sıcaklığında manyetik duyarlılık ölçümü ve toz x-ışını kırınımı yöntemleriyle kısmen karakterize edilmiştir.

Anahtar kelimeler: Vanadyum bileşikleri, MOF yapılar, Koordinasyon polimerleri

1. Introduction

Chemical syntheses require control over selected sites of building blocks under the desired molecule. In this case, chemists have to develop a variety of strategies to be used. Synthetic organic chemists can synthesize

very different kinds of compounds by using one or more covalent bonds at the same time and using synthesis methods based on the formation strategy [1-3]. Interlocking, or catenation, on the molecular level has captured the imagination of scientists because of its potential for constructing complex biological and synthetic assemblies [4-6]. Metal Organic Framework (MOF) structured compounds, highly porous and crystalline materials, have unusual structural diversity with their range of chemical and physical properties. They also have extended crystalline structures. Metal cations or clusters of cations ("nodes") are connected by symmetric organic "strut" or "linker" ions or molecules. The variety of transition metal ions, organic linkers, and structural motifs provides opportunity with an essentially infinite number of possible combinations. In addition, the possibility for post-synthetic modification adds an additional possibilities to the synthetic variability [4-9]. MOF structured compounds are self-assemblies of metal ions and symmetric organic ligands. MOFs in nanoporous material science have been also named as coordination polymers, hybrid organic-inorganic materials, metal organic polymers, or porous coordination networks [1-3].

MOF-structured compounds are formed by self-assembly of metal ions and symmetrical organic ligands. Relatively simple and low molecular weight organic ligands react to form new and much larger coordination polymeric molecules. These polymers are readily prepared as large molecules with simple repeating structures [1-9].

MOFs can be compared to zeolites for their specific properties such as large internal surface areas, extensive porosity, and high degree of crystallinity. MOFs and zeolites have been employed for similar applications such as gas storage and separation as well as heterogeneous catalysis. MOFs are also used for photochemistry, imaging, sensing and drug delivery applications [1-9].

Mild hydro/solvothermal techniques are common to prepare porous crystalline compounds. Here, coordination polymeric vanadium compound, [$VO(C_6H_{10}(COO)_2)$], has been synthesized hydrothermal synthetic method. The compound was characterized by FTIR spectroscopy, elemental analysis (CHNS and V), thermogravimetric analysis, room-temperature magnetic susceptibility measurement, and powder x-ray diffraction methods.

2. Experimental

2.1. Materials and Physical Measurements

All chemicals used during the course of this investigation were reagent grade and used as received from the commercial sources (Alfa Aesar, Aldrich, and Fluka) without further purification. The IR spectrum (KBr Pellet; 4000–400 cm–1) was recorded on a Perkin Elmer BX-II FT-IR spectrophotometer. Elemental analysis (CH) was performed on Elementar Vario EL III. Thermogravimetric analysis was performed on a Shimadzu brand DTG 60 model instrument under inert gas (nitrogen) atmosphere by heating (20 ^oC/min) in the temperature range 25–700 ^oC. Room temperature magnetic susceptibility measurement was obtained from Sherwood Magway MSB MK1 instrument. X-ray powder diffraction data collected on a Shimadzu brand XRD-6000 model diffractometer.

2.2. Synthesis of [$VO(C_6H_{10}(COO)_2)$]

The reaction was carried out in a 23 mL Parr brand Teflon® lined acid digestion bomb, heated in an Isolab programmable electric oven. A mixture of V_2O_5 (0,5 mmol), 1,4-cyclohexanedicarboxylic acid (1 mmol), $N(Met)_4Cl$ (1 mmol) and water (5 ml) was placed in a 23 mL Parr Teflon-lined autoclave which was subsequently heated for 67 h inside the oven at 160^oC. After the acid digestion bomb was cooled at room temperature for 4 h. Very small light brown needle-like single crystals, colorless thin long crystals, dark blue unidentified powder substance and light brown powder were obtained. The yield for the light-brown single crystals of the compound was 18 % yield based on V.

3. Results and Discussions

The crystals of compound have light yellow-brown color and needle-like shape. The compound is insoluble in commonly used solvents such as water, ethyl alcohol, acetone, acetonitrile.

FTIR spectrum of the compound obtained with KBr palette in 4000-400 cm^{-1} region and showed in figure 1. The asymmetric stretching of the carboxyl group and the symmetrical stretching of the carboxylate group appeared at 1522 and 1433 cm^{-1}, respectively. $\Delta = \nu_{asym}(CO_2)-\nu_{sym}(CO_2)$ is 89 cm^{-1}. This could illustrate that vanadium and ligand coordinated in chelating mode [10-12]. V = O bond peak appears 950-1000 cm^{-1} region. But there is no strong peak in the region. So that we could assume there is no terminal V = O bond in the compound. There could be V−O−V bonds due to a peak at 898 cm^{-1} for $\nu(V-O-V)_{as}$[13-15].

TGA analysis of the compound was shown in figure 2. Only one weight loss 61.4% occurred in the range 490-515 ^oC. The 61.4% weight loss corresponds to decomposition of the organic ligand. Remaining solid could be a vanadium oxide. Up to 490 ^oC no weight loss is quite interesting and also it proves that the compound is a coordination polymer. XRD powder pattern is shown in figure 3.

Room temperature magnetic susceptibility measurements and manganometric titrations showed that vanadium ions have +4 oxidation state in the compound. Results of magnetic measurements, manganometric titrations, elemental and thermogravimetric analysis of the compound suggest the molecular formula as $[VO(C_6H_{10}(COO)_2)]$.

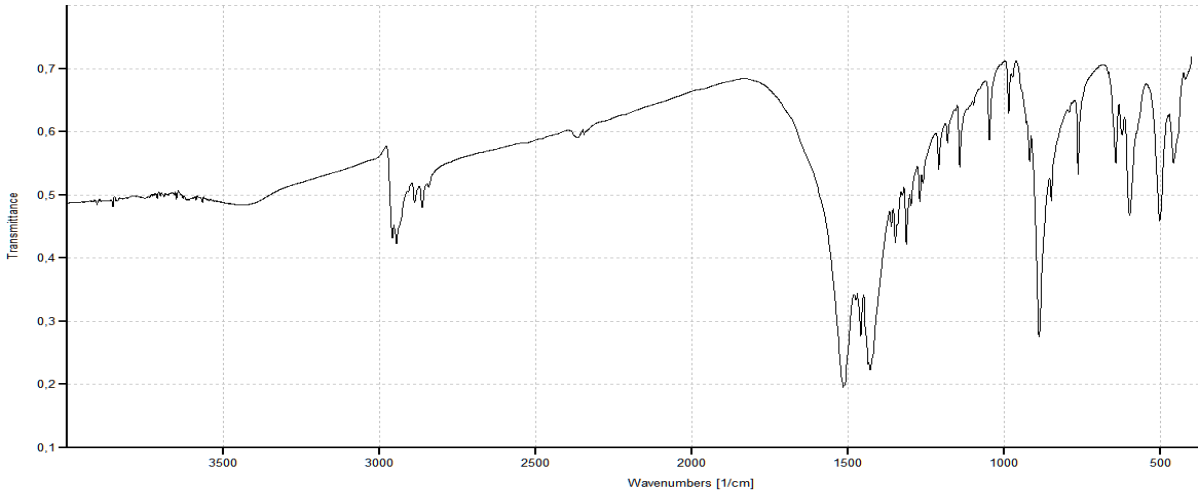


Figure 1. FTIR spectrum of the compound

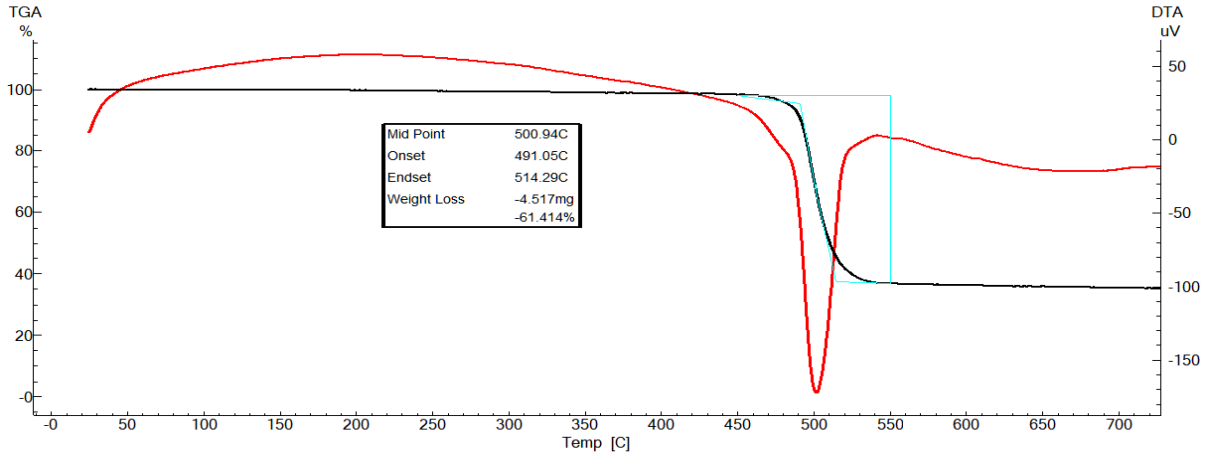


Figure 2. TGA and DTA curves of the compound

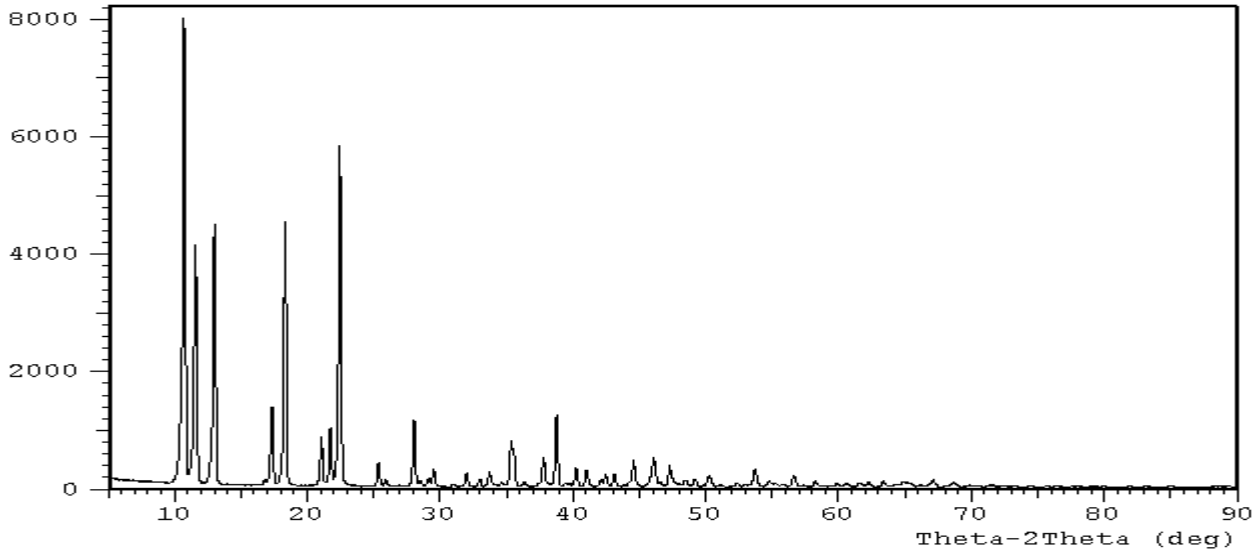


Figure 3. XRD powder pattern of the compound

4. Conclusions

There is no compound involving vanadium and cyclohexane-1,4-dicarboxylate reported up to date in our knowledge. Single crystal data analysis several times applied to the compound, but it was weak diffracted. Unfortunately, we could not obtained the single crystal structure. Our efforts continue to do so. As a result, the compound was partly characterized.

Some applications of the compound has been done. The results of them are promising and they will be reported elsewhere. The physical and chemical properties of the compound are considered to indicate that the compound is most likely to have a MOF or coordination polymeric structure.

Acknowledgements

This work was partly supported by grants from Afyon Kocatepe University BAPK- FEF2005-0042 and Turkish State Planning Organization DPT-2005K-12060.

References

[1] *Yaghi, O.*M., Li, H., Davis, C., Richardson D. And Groy, T. L. "Synthetic Strategies, Structure Patterns, and Emerging Properties in the Chemistry of Modular Porous Solids " Acc. Chem. Res. 31: 474-84, (1998).

[2] Shi, Z., Zhang, L., Zhu, G., Yang, G., Hua, J., Ding, H. And Feng, S. "Inorganic/Organic Hybrid Materials: Layered Vanadium Oxides with Interlayer Metal Coordination Complexes" Chem. Mater. 11: 3565-70, (1999).

[3] Evans, O. R. And Lin, W. "Crystal engineering of NLO materials based on metal-organic coordination networks" Acc. Chem. Res. 35: 511-22 , (2002).

[4] Zhou, H.-C., Long, J. R. and Yaghi, O. M. "Introduction to metal–organic frameworks" Chem. Rev., 112: 673–674 (2012).

[5] Zhou, H.-C. and Kitagawa, S. "Metal–Organic Frameworks (MOFs)" Chem. Soc. Rev., 43: 5415–5418 (2014).

[6] Furukawa, H., Cordova, K. E., O'Keeffe, M. and Yaghi, O. M. "The chemistry and applications of metal-organic frameworks " Science, 341: 974–986. (2013).

[7] Cook, T. R., Zheng Y.-R. and Stang, P. J. "Metal–Organic Frameworks and Self-Assembled Supramolecular Coordination Complexes: Comparing and Contrasting the Design, Synthesis, and Functionality of Metal–Organic Materials" Chem. Rev., 113: 734–777 (2013).

[8] Li, B., Chrzanowski, M., Zhang Y. and Ma, S. "Applications of metal-organic frameworks featuring multi-functional sites" Coord. Chem. Rev., 307: 106–129, (2016).

[9] Lauren E. Kreno,L. E., Leong, K., Farha O. K., Allendorf, M., Van Duyne, R. P., and Hupp, J. T. "Metal–Organic Framework Materials as Chemical Sensors" Chem. Rev., 112: 1105–1125, (2012).

[10] Sgarabottoa, P., Biscegliea, F., Pelosia, G. and Abdel-Rahmanb L. "Synthesis, X-ray crystal structures and characterization of copper(II)-2,2′-bipyridyl derivatives of (4-amino)-hippuric acid and of l-proline" Polyhedron 18: 2505–2510, (1999).

[11] Costa, B.S., Wagner, C.C. and Baran, E.J. "Vibration spectra and electrochemical behavior of bispicolinate copper(II)" .*The Journal of the Argentine Chemical Society,* **92:**109-117, (2004).

[12] Tarushi, A., Christofis, P. and Psomas, G. "Synthesis, characterization and interaction with DNA of mononuclear metal complexes with oxolinic acid" *Polyhedron*, **26:** 3963-3972, (2007).

[13] Schwendt, P. and Joniaková, D. "Vibrational spectra of vanadium (V) compounds. II. Vibrational spectra of divanadates with nonlinear bridge VOV" Chem Zvesti, 29: 381-86, (1975).

[14] Cevik, S., Alkan Alkaya, Z., Dal, H.and Sarı, M. "Hydrothermal Synthesis and Crystal Structure of Novel Oxovanadium Coordination Polymer: $[(V^{IV}O)_2(OH)_2(C_{10}H_6(COO)_2)]_\infty$" Synthesis and Reactivity in Inorganic, Metal-Organic, and Nano-Metal Chemistry, 46: 1426-31, (2016).

[15] Cevik, S., Poyraz, M., Sarı, M. and Büyükgüngör, O. "A Novel Three Dimensional Organic–Inorganic Hybrid Based Porous Phase: Synthesis and Characterization of Reduced Oxovanadium pyromellitate, $[V^{IV}_2O_2(H_2O)_2(C_6H_2(COO)_4)]$" Journal of Chemical Crystallography, Volume 37: 497–502, (2007).

DETERMINATION OF THE AMOUNT OF SUGAR IN THE SQUEEZED BEET PULP PRODUCED IN AMASYA, KAYSERİ AND KONYA SUGAR FACTORIES AND THE ANALYSIS OF ITS REMOVAL

AMASYA, KAYSERİ VE KONYA ŞEKER FABRİKALARINDA ÜRETİLEN SIKILMIŞ KÜSPELERDEKİ ŞEKER MİKTARININ TESPİT EDİLMESİ VE BU KÜSPELERDEKİ ŞEKER MİKTARININ GİDERİLEBİLİRLİĞİNİN ARAŞTIRILMASI

Abdullah Aydın[a], Levent Küçükkarasu[b], Naziye Çoban[c], Nevzat Kahveci[d], Osman Canıtez[e]
[a]Ahi Evran Üniversitesi, Kırşehir, Türkiye, E-posta: aaydin@ahievran.edu.tr
[b,c]Amasya Şeker Fabrikası A.Ş., Suluova – Amasya, Türkiye, E-postab: leventkucukkarasu@mynet.com.tr
E-posta: ardacoban5555@hotmail.com.tr
[d]Konya Şeker San. ve Tic. A.Ş., Konya, Türkiye, E-posta: nkahveci@konyaseker.com.tr
[e]Kayseri Şeker Fabrikası A. Ş., Kayseri, Türkiye, E-posta: info@kayseriseker.com.tr

Özet

Pancar kıyımlarından ham şerbet üretilirken, şekerin olabildiğince ekstrakte edilmesi istenir. Fakat şeker dışı maddelerin ekstraksiyonunun da olabildiğince engellenmesi gerekir. Bu engelleme olmazsa şeker küspenin içinde kalır. Bu çalışmada ise Amasya, Kayseri ve Konya Şeker Fabrikalarında üretilen sıkılmış küspelerdeki şeker miktarının tespit edilmesi ve bu küspelerdeki şeker miktarının giderilebilirliğinin araştırılması amaçlanmıştır. Bu amaç kapsamında ilk önce işaret edilen fabrikalarda üretilen sıkılmış küspelerdeki şeker miktarları tespit edilmiştir. Bu tespit, sıkılmış küspenin kuru maddesi ve polar şekeri tayin edilerek yapılmıştır. Bu tayin sonucunda, Amasya Şeker Fabrikasında üretilen sıkılmış küspenin polar şekeri % 1,19; Kayseri Şeker Fabrikasında üretilenin % 3,18; Konya Şeker Fabrikasında üretilenin ise % 1,05 olduğu tespit edilmiştir. İfade edilen amaç kapsamında ikinci olarak ise bu küspelerdeki şeker miktarının giderilebilirliğinin araştırılması amaçlanmış ve bu amaca yönelik çalışma devam etmektedir.

Anahtar kelimeler: Amasya, Kayseri ve Konya Şeker Fabrikaları, Şeker, Sıkılmış küspede şeker miktarı, Sıkılmış küspedeki şeker miktarının giderilebilirliği

Abstract

Maximum sugar extraction during the production of raw juice from beet slices is highly desirable. However, the extraction of substances other than sugar should be prevented. Otherwise, sugar remains in the pulp. This study aims to determine the amount of sugar in the squeezed beet pulp produced in the Amasya, Kayseri, and Konya Sugar Factories, and analyze its removal. Therefore, the amount of sugar amount was first determined in the squeezed pulp produced in these factories by determining the dry matter and polar sugar amounts in the squeezed pulp. The polar sugar amount in the squeezed pulp produced in Amasya, Kayseri, and Konya Sugar Factories was 1.19%, 3.18%, and 1.05%, respectively. Analyses of the removability of the sugar amount in these pulps continue in line with the second objective of this study.

Keywords: Amasya, Kayseri and Konya Sugar Factories, sugar, sugar amount in squeezed pulp, removal of the sugar amount in squeezed pulp

1. Giriş

Besin yaşamak, varlığını sürdürmek için gerekli şeydir [1]. Bu şey yani besin ise mikro bir nehre benzetilen dünyamız yani küresel köyümüzde [2] yaşayan canlılar için gereklidir. Bu canlıların canlılık niteliği taşıyan en küçük yapısına hücre denir [3]. Bu yapı bozulmuşsa yani kanser hücresi olmuşsa şeker bu hücreleri beslemektedir [4]. Bu besin, insanlara hayvanlar tarafından bulaştırılmaktadır. Bulaşan ise hayvan yemi

olarak doğrudan çiftçiye verilen ya da uzun vadede yararlanılacak şekle getirilmek üzere küspe kurutma tesisine iletilen sıkılmış küspelerdeki [5,6] şekerdir. Oysa son yıllarda çok çeşitli difüzör tipleri geliştirilmiştir. Bütün difüzyon cihazları ters akım prensibine göre çalışır. Pancar kıyımı difüzor içinde aşağıdan yukarı helezon ile taşınırken ters yönden gelen sıcak su ile karşılaşır ve şekerini suya bırakır. Yeterince şekersizlendirilmiş olarak difüzyon cihazını terk eden pancar kıyımı küspe preslerinden geçirilerek bünyesindeki suyun fazlasından kurtarılır [5].

1.1.Çalışmanın Önemi

Yeterince şekersizlendirilmiş olarak ifade edilen sıkılmış küspe/lerdeki şeker miktarını tespit edilmesi ve onun giderilmesi önemlidir. Tüm bu nedenden dolayı bu besinin sıkılmış küspelerde giderilmesi önemlidir.

1.2.Çalışmanın Amacı

Bu çalışmada, özel olarak sıkılmış küspelerdeki yani şekeri alınmış küspelerdeki [7] şeker miktarı giderilebilir mi? Sorusunun çözümüne odaklanılmıştır. Bu soru kapsamında bu çalışmada, Amasya, Kayseri ve Konya Şeker Fabrikalarında üretilen sıkılmış küspelerdeki şeker miktarının tespit edilmesi ve bu küspelerdeki şeker miktarının giderilebilirliğinin araştırılması amaçlanmıştır.

2. Yöntem

Bu amaç kapsamında küspenin içinde kalan şekerin miktarı, "sıkılmış küspenin kuru maddesi ve polar şekeri tayin edilerek kontrol edilir" [8]. İşaret edilen küspenin polar şekeri - küspe motorundan geçirilmiş ve iyice karıştırılmış küspeden 26,00 gram tartılır. Starmix beherine alınır, otomatik pipetle 178,2 ml seyreltik bazik $Pb(C_2H_3O_2)_2$ çözeltisi konur. 12000 rpm de 2 dakika çekilir, süzülür ve Sakarimetrenin 26g/100 ml skalasında okunan değerin iki katı alınarak % Pol bulunur - Şeklinde tayin edilmiştir [9]. Bu tayin Konya örneklemine yöneliktir. Diğer örneklemlere yönelik tayinler ise onların resmi raporlarından alınmıştır [10, 11]. Bunlar bulgular kısmında sunulmuştur.

3. Bulgular

Yukarıda ifade edilen kontrollerde/tayinlerde Amasya, Kayseri ve Konya Şekerde aşağıdaki bulgulara ulaşılmıştır (Tablo 1).

Tablo 1. Amasya, Kayseri ve Konya Şeker fabrikalarında üretilen sıkılmış küspelerdeki polar şeker ve kuru madde miktarı

Şeker Fabrikası	Polar Şeker, %	Kuru Madde
Amasya	1,19	14,4
Kayseri	3,18	16,27
Konya	1,05	20,50

Bu çalışmada ise özel olarak işaret edilen şeker fabrikalarında üretilen ifade edilen küspelerdeki şeker miktarının giderilebilirliğinin araştırılmasına odaklanılmıştır. Bu yönde çalışma devam etmektedir.

4. Sonuçlar

Yukarıda işaret edilen tayin ve resmi rapor sonuçlarına göre, Amasya Şeker Fabrikasında üretilen sıkılmış küspenin polar şekeri % 1,19; Kayseri Şeker Fabrikasında üretilenin % 3,18; Konya Şeker Fabrikasında üretilenin ise % 1,05 olduğu tespit edilmiş ve saptanmıştır. Yukarıda ifade edilen amaç kapsamında ikinci olarak ise bu küspelerdeki şeker miktarının giderilebilirliğinin araştırılması amaçlanmış ve bu amaca yönelik çalışma devam etmektedir.

Kaynaklar

[1] Türk Dil Kurumu [TDK], Güncel Türkçe Sözlük. http://www.tdk.gov.tr/index.php?option=com_gts&arama=gts&guid=TDK.GTS.5967423c4efca4.53866559, Erişim (13.07.2017).
[2] Aydın, A., Kimyaya Genel Bakış, (Genel Kimya 1 Kitabında Bölüm, Editör: Canan Nakiboğlu), 1. Baskı, Anı Yayıncılık, Ankara, (2016), ISBN:978-605-170-125-7.
[3] Atasoy, B., Genel Kimya, Gündüz Eğitim ve Yayıncılık, Ankara, (2000), ISBN: 975-6859-11-3.
[4] Bilim – Teknoloji, Şeker En Ölümcül Zehirdir – Şekerin Zararları, http://www.bilim-teknoloji.com/seker-en-olumcul-zehirdir-sekerin-zararlari/, Erişim (13.07.2017).
[5] TÜRKŞEKER - Türkiye Şeker Fabrikaları A.Ş., Tarihçe, http://www.turkseker.gov.tr/tarihce.aspx, Erişim (14.07.2017).
[6] Amasya Şeker, Hakkımızda, http://amasyaseker.com.tr/kurumsal/hakkimizda, Erişim (14.07.2017).
[7] Amasya Şeker, Melaslı Kuru Küspe, http://amasyaseker.com.tr/urunler/melasli-kuru-kuspe, Erişim (14.07.2017).
[8] Çimen, H, Şeker Üretim Sürecinde Şerbetlerdeki Şeker Dışı (Yüksek Lisans Tezi). T.C.Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya, sayfa: 8, 2010.
[9] Kahveci, N., Konya Şeker San. ve Tic. A.Ş. Sıkılmış Küspe Raporu, Konya, 13.12.2016.
[10] Güven, S. ve Maden, Y., Amasya Şeker Fabrikası A.Ş. 2015/2016 Kampanyası Teknik Raporu, Suluova-Amasya, sayfa: 4, 2016.
[11] Yetkin, A. ve Özoğlu, M., Kayseri Şeker Fabrikası A.Ş. On Günlük İşletme Raporu (Rapor No: 9), Kayseri, 26.10.2016.

INVESTIGATION OF THERMAL DEGRADATION KINETICS OF A NOVEL COUMARIN DERIVED COPOLYMER

KUMARİN TÜREVLİ YENİ BİR KOPOLİMERİN TERMAL BOZUNMA KİNETİĞİNİN ARAŞTIRILMASI

Adnan Kurt[1*], Ahmet Faruk Ayhan[1], Murat Koca[2]
[1]Adıyaman Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Kimya Bölümü, Adıyaman, akurt@adiyaman.edu.tr
[2]Adıyaman Üniversitesi Eczacılık Fakültesi Farmositik Kimya Bölümü, Adıyaman, mkoca@adiyaman.edu.tr

Özet

Mevcut çalışmada, 3-benzoil kumarin-7-il-metakrilat monomeri ile metil metakrilatın oluşturduğu kumarin türevli yeni bir kopolimerin termal degradasyon kinetiği detaylıca araştırıldı. Bu amaçla farklı ısıtma hızlarında TGA analizleri yapıldı. Kopolimerin Kissinger metoduna göre hesaplanan termal bozunma aktivasyon enerji değeri 212.28 kJ/mol olarak ölçüldü. Kopolimerin termal bozunma mekanizmasının belirlenmesinde Tang kinetik metodu kullanıldı. Elde edilen sonuçlardan, kopolimerin 20 °C/dak optimum ısıtma hızında D_3 üç boyutlu yayılma tipi yavaşlama mekanizması üzerinden ilerlediği belirlendi.

Anahtar Kelimeler: Kumarin türevli kopolimer, Termal degradasyon kinetiği, Aktivasyon enerjisi

Abstract

In present study, thermal degradation kinetics of a novel coumarin derived copolymer consisted between 3-benzoyl coumarin-7-yl-methacrylate and methyl methacrylate monomers were investigated in detail. For this purpose, TGA analysis at different heating rates was performed. Thermal decomposition activation energies of the copolymer according to Kissinger method was calculated as 212.28 kJ/mol. Tang kinetic method was used to determine the thermal decomposition mechanism of copolymer. From the obtained results, it was determined that the copolymer proceeded through a D_3 three-dimensional diffusion type deceleration mechanism at the optimum heating rate of 20 ^{o}C/min.

Key words: Coumarin derived copolymer, Thermal degradation kinetics, Activation energy

1. Giriş

Hetero halkalı polimerlerin sentezi, karakterizasyonu ve farklı uygulama alanlarındaki test edilebilirliği günümüzde yaygın çalışılmaktadır. Bu polimerler, sadece makromoleküler özelliklerinden dolayı değil, aynı zamanda sahip oldukları fonksiyonel özelliklerinden dolayı da spesifik uygulamalarda kullanılmaktadır [1]. Bu polimer grubunda yer alan ve polifenolik bileşik sınıfında yer alan kumarin türevli polimerler, reaktif fonksiyonel polimerlerin öncü üyelerindendir. Kumarin türevli polimerler elektro-optik materyalleri, organik-inorganik hibrit materyalleri, sıvı kristal materyalleri, ışık depolama/enerji transfer materyalleri gibi fizyolojik özelliklerinden dolayı endüstriyel uygulamalarının yanı sıra [2-6]; antibakteriyel, antibiyotik, antimitotik, antiviral, antitümör, antifungal ve antioksidant gibi biyokimyasal özellikleri [7-13] dikkat çekicidir ve yaygın çalışma konuları arasındadır. Son yıllarda kumarin polimerlerinin bazı fiziksel özelliklerinin incelenmesine yönelik birtakım çalışmalar mevcuttur [14-17]. Ancak, literatür bilgimize göre; bu bileşik sınıf esaslı kopolimer sistemlerinin termal bozunma kinetiklerinin incelenmesine yönelik çalışmaya rastlanılmamıştır. Bu açıdan, kumarin türevli yeni bir monomer olan 3-benzoil kumarin-7-il-metakrilat monomerinin ticari özellikli bir monomer olan metil metakrilat ile %54 oranında kumarin monomer birimlerini içeren kopolimerinin termal degradasyon kinetiği rapor edilmiştir.

2. Materyal ve Metot

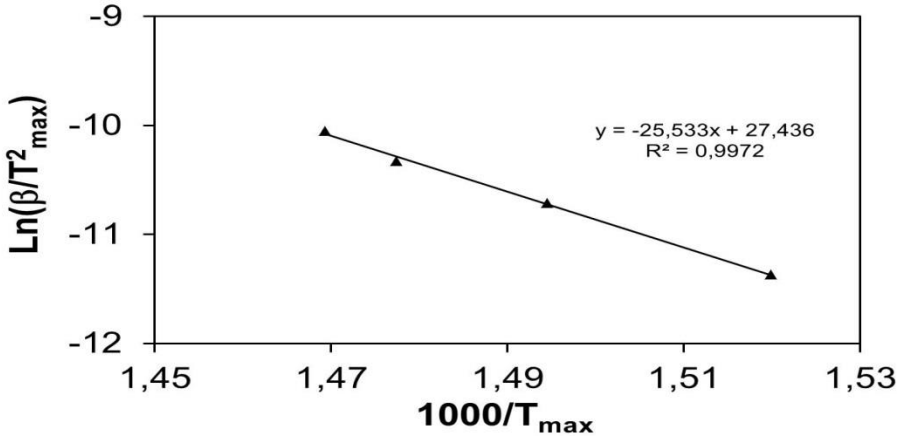
Kumarin türevli yeni bir monomer olan 3-benzoil kumarin-7-il-metakrilat'ın sentezi önceki çalışmamızda belirtildiği üzere gerçekleştirildi [18]. Polimerin thermogravimetrik analizinde SEIKO SII TG/DTA 7300 Simultane TG/DTA sistemi kullanıldı. Bu amaçla, belirli miktarlarda polimer örnekleri 5 ^{o}C dak^{-1}, 10 ^{o}C dak^{-1}, 15 ^{o}C dak^{-1} ve 20 ^{o}C dak^{-1} ısıtma hızlarında azot gazı atmosferinde oda sıcaklığından 500 ^{o}C'ye kontrollü bir ısıtma programı uygulanarak TGA analizleri yapıldı.

3. Sonuçlar ve Tartışma

Kumarin kopolimeri için farklı ısıtma hızlarında kaydedilen bozunma eğrilerinden alınan verilerden yararlanılarak termal bozunma aktivasyon enerjisi Kissinger metoduna göre tayin edildi. Kissinger eşitliği aşağıdaki gibidir [19].

$$\ln\left(\frac{\beta}{T_{max}^2}\right) = \left\{\ln\frac{AR}{E} + \ln\left[n(1-\alpha_{max})^{n-1}\right]\right\} - \frac{E}{RT_{max}} \quad (1)$$

Burada T_{max}, bozunmanın maksimum hızda gerçekleştiği sıcaklığına karşılık gelir ve dTG'den belirlenir. α_{max} maksimum dönüşüm, n reaksiyon derecesi olarak tanımlanır. Aktivasyon enerjisi, ln (β/T^2_{max})'ya karşı $1000/T_{max}$ grafiğinin eğiminden hesaplanır. Buna göre, poli(BKMA:0,54-ko-MMA) kopolimerinin termal bozunma aktivasyon enerji değerini hesaplamak için farklı ısıtma hızlarında elde edilen ln(β/T^2_{max}) - $1000/T_{max}$ eğrisi Şekil 1'de gösterildiği gibi grafiğe geçirildi. Aktivasyon enerji değerinin hesaplanabilmesi için gerek duyulan maksimum bozunma hızına karşılık gelen sıcaklıklar (T_{max}) 5, 10, 15 ve 20 °C/dakika ısıtma hızlarında sırasıyla 384.81 °C, 395.98 °C, 403.72 °C ve 407.45 °C olarak ölçüldü. Şekil 1'de gösterilen doğrunun eğiminden aktivasyon enerjisi 212.28 kJ/mol olarak hesaplandı.



Şekil 1. Kopolimer için farklı ısıtma hızlarındaki Kissinger grafiği

Poli(BKMA:0,54-ko-MMA) kopolimerinin termal bozunma mekanizmasının tespit edilmesi amacıyla Tang metodu [20] kullanıldı. Tang metodunun eşitliği aşağıdaki eşitliğe göre hesaplanır:

$$\ln\left[\frac{g(\alpha)}{T^{1.89466100}}\right] = \left[\ln\frac{AE}{\beta R} + 3.63504095 - 1.89466100\ln E\right] - 1.00145033\frac{E}{RT} \quad (2)$$

Bu eşitlikte yer alan β: ısıtma hızı, T: sıcaklık, E: aktivasyon enerjisi, R: ideal gaz sabitidir. g(α): integral fonksiyonu olarak tanımlanır ve literatürde bu fonksiyon değerleri mevcuttur [21]. Tang metoduna göre

ln[g(α)/T1.89466100]'e karşı 1000/T grafiğinden elde edilen grafiğin eğiminden her bir g(α) fonksiyonuna karşılık gelen aktivasyon enerji değerleri hesaplandı. Hesaplanan bu aktivasyon enerji değerleri Kissinger metoduna göre elde edilen aktivasyon enerji değeri ile karşılaştırılarak termal bozunma mekanizması belirlendi. Tang metoduna göre 5, 10, 15 ve 20 °C/dak ısıtma hızlarında, her bir g(α) fonksiyonu için hesaplanan aktivasyon enerjileri ve lineer regresyon (R) değerleri Çizelge 1'de özetlendi.

Çizelge 1.Tang Metoduna göre hesaplanan aktivasyon enerjileri

Mekanizma	Isıtma hızı							
	5 °C/dakika		10 °C/dakika		15 °C/dakika		20 °C/dakika	
	E (kJ/mol)	R	E (kJ/mol)	R	E (kJ/mol)	R	E (kJ/mol)	R
A_2	37,74	0,9980	36,89	0,9964	36,95	0,9974	42,42	0,9955
A_3	21,94	0,9975	21,33	0,9954	21,34	0,9967	24,95	0,9943
A_4	14,04	0,9967	13,55	0,9938	13,53	0,9956	16,21	0,9926
R_1	78,08	0,9992	76,65	0,9982	76,81	0,9988	87,03	0,9975
R_2	81,57	0,9988	80,07	0,9977	80,25	0,9984	90,87	0,9969
R_3	82,75	0,9987	81,24	0,9975	81,42	0,9983	92,18	0,9967
D_1	165,83	0,9992	163,09	0,9984	163,52	0,9990	184,05	0,9977
D_2	170,41	0,9990	167,59	0,9981	168,03	0,9987	189,11	0,9974
D_3	175,16	0,9988	172,27	0,9977	172,73	0,9984	194,35	0,9970
D_4	171,99	0,9989	169,15	0,9980	169,60	0,9986	190,85	0,9972
F_1	85,14	0,9984	83,59	0,9971	83,79	0,9979	94,82	0,9963
F_2	4,85	0,8039	4,48	0,7582	4,45	0,7704	6,02	0,8055
F_3	19,38	0,9407	18,76	0,9304	18,79	0,9355	22,04	0,9313

Çizelge 1 analiz edildiğinde, tüm g(α) fonksiyonları içinnde Dn yayılma tipi yavaşlama mekanizmaları dikkat çekicidir. Zira, bu yavaşlama tipi mekanizmalar için hesaplanan aktivasyon enerjileri, reaksiyon mekanizmasından bağımsız olan Kissinger (E = 212.28 kJ/mol) metoduna göre hesaplanan aktivasyon enerjisine en yakın değerlerdir. Dn yayılma tip yavaşlama mekanizmaları arasında özellikle 20 °C/dak ısıtma hızında, D_3 üç boyutlu yayılma tipi yavaşlama mekanizmasındaki aktivasyon enerjisi Kissinger metodundan hesaplanan değere en yakın değere karşılık gelmektedir. Tang metodu için 20 °C/dak ısıtma hızında D3 üç boyutlu yayılma tipi yavaşlama mekanizmasındaki aktivasyon enerjisi E = 194.35 kJ/mol; lineer regrasyon değeri ise R = 0.9970 olarak ölçülmüştür. Bu sonuçlardan, kumarin türevli yeni bir kopolimer sistemi olan poli(BKMA:0,54-ko-MMA) kopolimerinin Tang metoduna göre D_3 üç boyutlu yayılma tipi yavaşlama mekanizması üzerinden 20 °C/dak optimum ısıtma hızında termal bozunma mekanizmasının ilerlediği belirlenmiştir.

4. Teşekkür

Mevcut çalışmaya FEFYL/2016-0004 nolu proje kapsamında destek veren Adıyaman Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi'ne (ADYUBAP) teşekkür ederiz.

5. Kaynaklar

[1] Patel, H.J., Patel, M. G., Patel, A. K., Patel, K. H. And Patel, R. M. eXPRESS Polymer Letters 2(10): 727-734, (2008).
[2] Brun MP.; Bischoff L.; Garbay C. Angewandte Chemie International Edition 43, 3432, (2004).
[3] Zhao L.; Loy DA.; Shea KJ. Journal of the American Chemical Society 128, 14250, (2006).
[4] Jackson PO.; O'Neill M.; Duffy WL.; Hindmarsh P.; Kelly SM.; Owen G. J. Chem Mater 13, 694, (2001).
[5] Kim C.; Trajkovska A.; Wallace JU.; Chen SH. Macromolecules 39, 3817, (2006).
[6] Tian Y.; Akiyama E.; Nagase Y.; Kanazawa A.; Tsutsumi O.; Ikeda T. J Mater Chem 14, 3524, (2004).
[7] Soine TO. Journal of Pharmaceutical Sciences 53, 231, (1964).

[8] Pratibha S.; Shreeya P. Indian Journal of Chemistry-B 38, 1139, (1999).
[9] Patonay TG.; Litkei Y.; Bognar R.; Erdei J.; Misztic C. Pharmazie 39, 86 (1984).
[10] Shaker RM. Pharmazie 51, 148, (1996).
[11] Emmanuel-Giota AA.; Fylaktakidou KC.; Hadjipavlou-Litina DJ.; Litinas KE.; Nicolaides DN. Journal of Heterocyclic Chemistry 38, 717, (2001).
[12] Nofal ZM.; El-Zahar M.; Abd El-Karim S. Molecules 2000, 5, 99.
[13] Srivastava A.; Mishra V.; Singh P.; Kumar R. Journal of Applied Polymer Science 2012, 126, 395.
[14] Kurt,A., Kaya, M., and Koca, M., "Synthesis and Characterization of Coumarin Derived Surface Active Monomer", Adıyaman University Journal of Science, 6 (1): 110-121, (2016).
[15] Essaidi Z.; Krupka O.; Iliopoulos K.; et al. Optical Materials 35, 576, (2013).
[16] Kurt, A., Koca, M., "Synthesis, characterization and thermal degradation kinetics of poly(3-acetylcoumarin-7-yl-methacrylate) and its organoclay nanocomposites", *Journal of Engineering Research,* 4 (4), 46-65, (2016).
[17] Zhang C.; Liang R.; Jiang C.; et al. Journal of Applied Polymer Science 108, 2667, (2008).
[18] Ayhan AF, "Kumarin Türevli Kopolimer Sistemlerinin Geliştirilmesi", Yüksek Lisans Tezi, Adıyaman Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Adıyaman, 24 (2017).
[19] Kissinger HE,. Reaction kinetics in differential thermal analysis. Analytical Chemistry, 29: 1702-1706, (1957).
[20] Tang, W.; Liu, Y.; Zhang, H.; Wang, C. Thermochim Acta, 408, 39 (2003).
[21] Chen, Y., and Wang, Q., "Thermal oxidative degradation kinetics of flame-retarded polypropylene with intumescent flame-retardant master batches in situ prepared in twin-screw extruder", Polymer Degradation and Stability, 92: 280–291, (2007).

Matematik

(Mathematics)

FİBONACCİ SAYILARININ MAKSİMUM ELEMANLI MATRİSLERDE UYGULAMALARI

Mustafa Bahşi[a], Bahar Akyüz[b]
[a]Aksaray Üniversitesi, Aksaray, Türkiye, mhvbahsi@yahoo.com
[b]Aksaray Üniversitesi, Aksaray, Türkiye, akyuz.bhr@gmail.com

Özet

Bu çalışmada, elemanları Fibonacci sayılarından oluşan maksimum elemanlı matrislerin determinantlarını, terslerini, Hadamard terslerini ve normlarını inceledik. Sonuçları Fibonacci sayılarına bağlı olarak elde ettik. Ayrıca, elde edilen sonuçlarla ilgili sayısal örnekler verdik.

Anahtar Kelimeler: Fibonacci Sayıları, Maksimum Elemanlı Matris.

1. Giriş

Son yıllarda teknolojik gelişmelerin hızla artmasında, matematik ile diğer bilimler arasındaki yakınlaşmanın rolü yadsınamaz. Bu yakınlaşmada matris teorisi öne çıkan konulardan birisi olmuştur. Çünkü; mühendislik, istatistik gibi çoğu uygulamalı bilimlerde matrislerle karşılaşılmaktadır.

Uygulamalı bilimlerde verilen bir problemin matris temsilleri yazılarak elde edilen matrisin özellikleri incelenerek verilen problemle ilgili önemli bilgiler elde edilebilir. Özdeğer, singüler değer, norm ve determinant gibi kavramlar matrislerin ve dolayısıyla üzerinde çalışılan problemin özellikleri hakkında bize önemli bilgiler sunmaktadır. Fakat, büyük boyutlu matrislerde bu kavramların sayısal değerlerini hesaplamak oldukça güçtür. Bundan dolayı matris teorisi çalışmalarında, matrisi veya elemanlarını özel seçmek; hem kolaylık hem de dikkate değer bulgular elde edilmesi açısından son yıllarda araştırmacılar tarafından tercih edilen bir seçenek olmuştur. En çok tercih edilen özel matrislerden biri, elemanları Fibonacci sayı dizisi veya Fibonacci sayı dizisi ile ilişkili sayı dizileri seçilerek oluşturulan Circulant matrislerdir. Ayrıca son yıllarda elemanları $a_{ij}=\min(i,j)$ veya $a_{ij}=\max(i,j)$ ve bunların genellemeleri olan minimum ve maksimum elemanlı matrisler üzerinde çalışmalar da artmaktadır.

Minimum ve maksimum elemanlı matrislere ilk defa Pólya ve Szegö tarafından yazılan ve 4. baskısı 1971 yılında basılan Problems and Theorems in Analysis II kitabında karşılaşıldığı [1] de belirtilmiştir. [2] de, S_r^n, $A_n=\left[\min(i,j)\right]_{i,j=1}^{n}$ matrisinin *r.* mertebeden esas minörlerinin toplamı olmak üzere S_r^n ile Fibonacci sayıları arasında

$$\sum_{r=0}^{n} S_r^n = F_{2n+1}$$

eşitliği verilmiştir. Bu çalışma genelleştirilerek [3] ve [4] de

$$A_k=\left[k+\min(i,j)-1\right]_{i,j=1}^{n}=\begin{bmatrix} k & k & k & \dots & k \\ k & k+1 & k+1 & \dots & k+1 \\ k & k+1 & k+2 & \dots & k+2 \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ k & k+1 & k+2 & \dots & k+n-1 \end{bmatrix}$$

ve

$$B_k = \left[k + \max(i, j) - 1\right]_{i,j=1}^{n} = \begin{bmatrix} k & k+1 & k+2 & \dots & k+n-1 \\ k+1 & k+1 & k+2 & \dots & k+n-1 \\ k+2 & k+2 & k+2 & \dots & k+n-1 \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ k+n-1 & k+n-1 & k+n-1 & \dots & k+n-1 \end{bmatrix}$$

matrisleri tanımlanmış ve bu matrislerin determinantları, Öklid normları ve terslerinin mevcut olduğu durumlar için,

$$\det(B_k) = (-1)^{n+1}(k+n-1),$$

$$\|A_k\|_E = \sqrt{n\left[(n+1)\frac{n^2+(4k-3)n+2(3k-2)(k-1)+1}{6} - (k-1)^2\right]},$$

$$B_k^{-1} = \begin{pmatrix} -1 & 1 & 0 & 0 & \dots & 0 & 0 & 0 \\ 1 & -2 & 1 & 0 & \dots & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & -2 & 1 & \dots & 0 & 0 & 0 \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & & \vdots & \vdots & \vdots \\ 0 & 0 & 0 & 0 & \dots & 1 & -2 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & \dots & 0 & 1 & -\dfrac{k+n-2}{k+n-1} \end{pmatrix}$$

gibi bazı bulgular elde etmişlerdir. [1] de ise varolan çalışmalar daha da genelleştirilerek, elemanları $z_1 \le z_2 \le \dots \le z_n$ şartını sağlayan reel sayılardan oluşan

$$(T)_{\min} = \begin{bmatrix} z_1 & z_1 & z_1 & \dots & z_1 \\ z_1 & z_2 & z_2 & \dots & z_2 \\ z_1 & z_2 & z_3 & \dots & z_3 \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ z_1 & z_2 & z_3 & \dots & z_n \end{bmatrix} \quad \text{ve} \quad (T)_{\max} = \begin{bmatrix} z_1 & z_2 & z_3 & \dots & z_n \\ z_2 & z_2 & z_3 & \dots & z_n \\ z_3 & z_3 & z_3 & \dots & z_n \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ z_n & z_n & z_n & \dots & z_n \end{bmatrix}$$

matrisleri için

$$(T)_{\min} = \begin{bmatrix} 1 & 0 & \dots & 0 \\ 1 & 1 & \dots & 0 \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 1 & 1 & \dots & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} z_1 & 0 & \dots & 0 \\ 0 & z_2 - z_1 & \dots & 0 \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 0 & 0 & \dots & z_2 - z_1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1 & 1 & \dots & 1 \\ 0 & 1 & \dots & 1 \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 0 & 0 & \dots & 1 \end{bmatrix} \tag{1}$$

ve

$$(T)_{\max} = \begin{bmatrix} 1 & 1 & \dots & 1 \\ 0 & 1 & \dots & 1 \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 0 & 0 & \dots & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} z_1 - z_2 & 0 & \dots & 0 \\ 0 & z_2 - z_3 & \dots & 0 \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 0 & 0 & \dots & z_n \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1 & 0 & \dots & 0 \\ 1 & 1 & \dots & 0 \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 1 & 1 & \dots & 1 \end{bmatrix} \tag{2}$$

şeklinde matris çarpanları verilmiştir. Son olarak [5] de elemanları Fibonacci sayılarından oluşan

$$F=[F_{\min(i,j)+1}]_{i.j=1}^{n}=\begin{bmatrix} F_2 & F_2 & F_2 & \cdots & F_2 \\ F_2 & F_3 & F_3 & \cdots & F_3 \\ F_2 & F_3 & F_4 & \cdots & F_4 \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ F_2 & F_3 & F_4 & \cdots & F_{n+1} \end{bmatrix}$$

matrisinin determinantı, tersi incelenmiş ve spektral normu için alt ve üst sınırlar verilmiştir.

Biz ise, [5] de verilmiş çalışmanın daha genel halini maksimumlu matrisler açısından inceleyeceğiz. Şöyle ki; $k \geq 0$ tamsayısı için elemanları

$$a_{ij}=F_{k+\max(i,j)-1}$$

şeklinde Fibonacci sayıları olarak seçilen maksimumlu

$$A=\begin{bmatrix} F_k & F_{k+1} & F_{k+2} & \cdots & F_{k+n-1} \\ F_{k+1} & F_{k+1} & F_{k+2} & \cdots & F_{k+n-1} \\ F_{k+2} & F_{k+2} & F_{k+2} & \cdots & F_{k+n-1} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ F_{k+n-1} & F_{k+n-1} & F_{k+n-1} & \cdots & F_{k+n-1} \end{bmatrix} \tag{3}$$

matrisinin determinantı, normu, tersi ve Hadamard tersi gibi özelliklerini inceleyeceğiz. Şimdi çalışmamızla ilgili bazı yardımcı bilgileri verelim

Tanım 1.1. Başlangıç değerleri $F_0=0$, $F_1=1$ olmak üzere $F_{n+1}=F_n+F_{n-1}$, $n\geq 1$ bağıntısı ile tanımlanan sayılara Fibonacci sayıları, bu sayıların oluşturduğu $\{F_n\}_{n\geq 0}$ sayı dizisine ise Fibonacci sayı dizisi denir [6].

Tanım 1.2. Başlangıç değerleri $L_0=2$, $L_1=1$ olmak üzere $L_{n+1}=L_n+L_{n-1}$, $n\geq 1$ bağıntısı ile tanımlanan sayılara Lucas sayıları, bu sayıların oluşturduğu $\{L_n\}_{n\geq 0}$ sayı dizisine de Lucas sayı dizisi denir [6].

Fibonacci ve Lucas sayılarına ait karakteristik denklem $x^2-x-1=0$ olup, bu denklemin kökleri $\alpha=\frac{1+\sqrt{5}}{2}$ ve $\beta=\frac{1-\sqrt{5}}{2}$ şeklindedir. *n*. Fibonacci ve *n*. Lucas sayıları α ve β ya bağlı olarak sırasıyla

$$F_n=\frac{\alpha^n-\beta^n}{\alpha-\beta} \tag{4}$$

ve

$$L_n=\alpha^n+\beta^n \tag{5}$$

şeklinde yazılıp bu yazılımlara Fibonacci ve Lucas sayılarının Binet formülleri denir [6]. Ayrıca, $\alpha=\frac{1+\sqrt{5}}{2}$ sayısı altın oran olarak bilinir ve Fibonacci ve Lucas sayıları ile altın oran arasında

$$\lim_{n\to\infty}\frac{f_{n+1}}{f_n}=\alpha$$

ve

$$\lim_{n\to\infty}\frac{l_{n+1}}{l_n}=\alpha$$

bağıntıları mevcuttur [6]. Fibonacci ve Lucas sayılarının kendileri ve birbirleri arasında çok ilginç özellikler vardır. Bunlardan bazıları:

$$\sum_{i=1}^{n}F_i^2=F_nF_{n+1},$$

$$\sum_{i=1}^{n}F_iF_{i-1}=F_n^{\,2}\ (\ n \text{ çift ise }\ )$$

$$\sum_{i=1}^{n}F_iF_{i-1}=F_n^{\,2}-1\ \ (n \text{ tek ise})$$

$$F_n+L_n=2F_{n+1}$$

şeklindedir [6].

Tanım 1.3. $A=(a_{ij})_{m\times n}$ ve $B=(b_{ij})_{m\times n}$ matrislerinin Hadamard çarpımı

$$A\circ B=(a_{ij}.b_{ij})$$

şeklinde tanımlanır [7].

Hadamard çarpımın spektral normu için, $r(A)=\max\limits_{1\le i\le m}\sqrt{\sum\limits_{j=1}^{n}\left|a_{ij}\right|^2}$ (maksimum satır normu) ve

$c(A)=\max\limits_{1\le j\le n}\sqrt{\sum\limits_{i=1}^{m}\left|b_{ij}\right|^2}$ (maksimum sütun normu) olmak üzere

$$\left\|A\circ B\right\|_2\le r(A)c(B) \tag{6}$$

eşitsizliği geçerlidir [7].

Tanım 1.4. $A=(a_{ij})_{m\times n}$ matrisinin Hadamard tersi $a_{ij}\neq 0$ olmak üzere

$$A^{\circ -1}=\left(\frac{1}{a_{ij}}\right)_{m\times n}$$

şeklindedir [7].

Tanım 1.5. $A=(a_{ij})_{m\times n}$ matrisinin Öklid normu

$$\left\|A\right\|_E=\left(\sum_{i=1}^{m}\sum_{j=1}^{n}\left|a_{ij}\right|^2\right)^{\frac{1}{2}}$$

şeklinde tanımlanır [7].

Tanım 1.6. $\left\|A\right\|_2=\{\,\lambda:\lambda$, A^HA'nın mutlak değerce en büyük öz değerinin karekökü$\}$ şeklinde tanımlanan norma A matrisinin spektral normu denir [7].

Lemma 1.7. $1\neq x\in\mathbb{R}$ için

$$\sum_{k=0}^{n-1}x^k=1+x+x^2+\cdots+x^{n-1}=\frac{x^n-1}{x-1}$$

(7)

ve

$$\sum_{k=1}^{n-1}kx^k=\frac{(n-1)x^{n+1}-nx^n+x}{(x-1)^2} \tag{8}$$

eşitlikleri geçerlidir [5].

Çalışmamızın Bulgular Bölümünde adı geçen A matrisi (3) ile verilen matristir. Bu durumu her defasında tekrarlamayacağız.

2. Bulgular

Teorem 2.1. A matrisinin determinantı

$$|A| = \frac{1}{F_{k+n-2}}(-1)^{n+1}\prod_{i=0}^{n} F_{k+i-1}$$

şeklindedir.

İspat. A matrisi

$$A = \begin{bmatrix} F_k & F_{k+1} & F_{k+2} & \cdots & F_{k+n-1} \\ F_{k+1} & F_{k+1} & F_{k+2} & \cdots & F_{k+n-1} \\ F_{k+2} & F_{k+2} & F_{k+2} & \cdots & F_{k+n-1} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ F_{k+n-1} & F_{k+n-1} & F_{k+n-1} & \cdots & F_{k+n-1} \end{bmatrix}$$

şeklinde olup (2) eşitliğine göre A matrisi

$$A = \begin{bmatrix} 1 & 1 & \cdots & 1 \\ 0 & 1 & \cdots & 1 \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 0 & 0 & \dots & 1 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} F_k - F_{k+1} & 0 & \cdots & 0 \\ 0 & F_{k+1} - F_{k+2} & \cdots & 0 \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 0 & 0 & \dots & F_{k+n-1} \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} 1 & 0 & \cdots & 0 \\ 1 & 1 & \cdots & 0 \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 1 & 1 & \dots & 1 \end{bmatrix}$$

biçiminde çarpanlara ayrılabileceğinden

$$|A| = \begin{vmatrix} 1 & 1 & \cdots & 1 \\ 0 & 1 & \cdots & 1 \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 0 & 0 & \dots & 1 \end{vmatrix} \begin{vmatrix} F_k - F_{k+1} & 0 & \cdots & 0 \\ 0 & F_{k+1} - F_{k+2} & \cdots & 0 \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 0 & 0 & \dots & F_{k+n-1} \end{vmatrix} \begin{vmatrix} 1 & 0 & \cdots & 0 \\ 1 & 1 & \cdots & 0 \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 1 & 1 & \dots & 1 \end{vmatrix}$$

yazılır.

$$\begin{vmatrix} 1 & 1 & \cdots & 1 \\ 0 & 1 & \cdots & 1 \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 0 & 0 & \dots & 1 \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} 1 & 0 & \cdots & 0 \\ 1 & 1 & \cdots & 0 \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 1 & 1 & \dots & 1 \end{vmatrix} = 1$$

olduğundan

$$|A| = (F_k - F_{k+1})(F_{k+1} - F_{k+2})...(F_{k+n-2} - F_{k+n-1})F_{k+n-1} = (-F_{k-1})(-F_k)...(-F_{k+n-3})F_{k+n-1} = \frac{(-1)^{n+1}}{F_{k+n-2}}\prod_{i=0}^{n} F_{k+i-1}$$

elde edilir.

Teorem 2.2. A matrisinin Öklid normu için

$$\|A\|_E = \frac{1}{\sqrt{5}}\left[2\left[nL_{2k+2n} - (n+1)L_{2k+2n-2} + L_{2k-2}\right] - \left[L_{2k+2n-1} - L_{2k-1}\right] - 2n(-1)^{k+n-1}\right]^{\frac{1}{2}}$$

eşitliği geçerlidir.

İspat. Öklid normu tanımı, Fibonacci ve Lucas sayılarının Binet formülleri, (7) ve (8) eşitlikleri kullanılarak

$$\|A\|_E^2 = \sum_{i=1}^{n}(2i-1)F_{k+i-1}^2 = \sum_{i=1}^{n}2iF_{k+i-1}^2 - \sum_{i=1}^{n}F_{k+i-1}^2$$

$$= 2\sum_{i=1}^{n} i\left(\frac{\alpha^{k+i-1}-\beta^{k+i-1}}{\alpha-\beta}\right)^2 - \sum_{i=1}^{n}\left(\frac{\alpha^{k+i-1}-\beta^{k+i-1}}{\alpha-\beta}\right)^2$$

$$= \frac{1}{(\alpha-\beta)^2}\left[2\sum_{i=1}^{n} i\left(\alpha^{2k+2i-2} - 2(\alpha\beta)^{k+i-1} + \beta^{2k+2i-2}\right) - \sum_{i=1}^{n}\left(\alpha^{2k+2i-2} - 2(\alpha\beta)^{k+i-1} + \beta^{2k+2i-2}\right)\right]$$

$$= \frac{1}{5}\left[2\left(\sum_{i=1}^{n} i\alpha^{2k-2}\left(\alpha^2\right)^i + \sum_{i=1}^{n} i\beta^{2k-2}\left(\beta^2\right)^i - \sum_{i=1}^{n}2i(-1)^{k+i-1}\right) - \left(\sum_{i=1}^{n}\alpha^{2k+2i-2} + \sum_{i=1}^{n}\beta^{2k+2i-2} - \sum_{i=1}^{n}2(-1)^{k+i-1}\right)\right]$$

$$= \frac{1}{5}\left[2\left(\sum_{i=1}^{n} i\alpha^{2k-2}\left(\alpha^2\right)^i + \sum_{i=1}^{n} i\beta^{2k-2}\left(\beta^2\right)^i - \sum_{i=1}^{n}2i(-1)^{k+i-1}\right) - \left(\sum_{i=0}^{n}\alpha^{2k}\left(\alpha^2\right)^i + \sum_{i=0}^{n}\beta^{2k}\left(\beta^2\right)^i - \sum_{i=1}^{n}2(-1)^{k+i-1}\right)\right]$$

$$= \frac{1}{5}\left[2\left(\alpha^{2k-2}\frac{n\left(\alpha^2\right)^{n+1} - (n+1)\left(\alpha^2\right)^n + 1}{\left(\alpha^2-1\right)^2} + \beta^{2k-2}\frac{n\left(\beta^2\right)^{n+1} - (n+1)\left(\beta^2\right)^n + 1}{\left(\beta^2-1\right)^2} - \sum_{i=1}^{n}2i(-1)^{k+i-1}\right) - \left(\alpha^{2k}\frac{\left(\alpha^2\right)^n - 1}{\alpha^2-1} + \beta^{2k}\frac{\left(\beta^2\right)^n - 1}{\beta^2-1} - \sum_{i=1}^{n}2(-1)^{k+i-1}\right)\right]$$

$$= \frac{1}{5}\left[2\left[nL_{2k+2n} - (n+1)L_{2k+2n-2} + L_{2k-2}\right] - \left[L_{2k+2n-1} - L_{2k-1}\right] - 2n(-1)^{k+n-1}\right]$$

elde edilir.

Teorem 2.3. *A* matrisinin spektral normu için

$$\|A\|_2 \le \sqrt{nF_{k+n-1}^2\left((n-1)F_{k+n-1}^2 + 1\right)}$$

eşitsizliği mevcuttur.

İspat. *A* matrisi iki matrisin Hadamard çarpımı olarak

$$A = \begin{bmatrix} F_k & 1 & 1 & \cdots & 1 \\ F_{k+1} & F_{k+1} & 1 & \cdots & 1 \\ F_{k+2} & F_{k+2} & F_{k+2} & \cdots & 1 \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ F_{k+n-1} & F_{k+n-1} & F_{k+n-1} & \cdots & F_{k+n-1} \end{bmatrix} \circ \begin{bmatrix} 1 & F_{k+1} & F_{k+2} & \cdots & F_{k+n-1} \\ 1 & 1 & F_{k+2} & \cdots & F_{k+n-1} \\ 1 & 1 & 1 & \cdots & F_{k+n-1} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 1 & 1 & 1 & \cdots & 1 \end{bmatrix}$$

$$= A_2 \circ B_2$$

şeklinde yazılsın. A_2 matrisinin maksimum satır normu ve B_2 matrisinin maksimum sütun normu

$$r(A_2) = \sqrt{nF_{k+n-1}^2}$$

$$c(B_2) = \sqrt{(n-1)F_{k+n-1}^2 + 1}$$

olup (6) eşitliğine göre $\|A\|_2 = \|A_2 \circ B_2\|_2 \le r(A_2)c(B_2)$ olacağından A matrisinin spektral normu için

$$\|A\|_2 \le \sqrt{nF_{k+n-1}^2\left[(n-1)F_{k+n-1}^2+1\right]}$$

elde edilir.

Teorem 2.4. $k>0$ olmak üzere A matrisin Hadamard tersinin determinantı

$$\det(A^{\circ -1}) = \frac{F_{k-1}}{F_{k+n-1}F_{k+n-2}}\prod_{i=2}^{n}\frac{1}{F_{k+i-1}}$$

eşitliğini sağlar.

İspat.

$$\left|A^{\circ -1}\right| = \begin{vmatrix} \frac{1}{F_k} & \frac{1}{F_{k+1}} & \frac{1}{F_{k+2}} & \cdots & \frac{1}{F_{k+n-1}} \\ \frac{1}{F_{k+1}} & \frac{1}{F_{k+1}} & \frac{1}{F_{k+2}} & \cdots & \frac{1}{F_{k+n-1}} \\ \frac{1}{F_{k+2}} & \frac{1}{F_{k+2}} & \frac{1}{F_{k+2}} & \cdots & \frac{1}{F_{k+n-1}} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \frac{1}{F_{k+n-1}} & \frac{1}{F_{k+n-1}} & \frac{1}{F_{k+n-1}} & \cdots & \frac{1}{F_{k+n-1}} \end{vmatrix}$$

olup, bu determinanta uygun elemanter satır işlemleri uygulandığında

$$\left|A^{\circ -1}\right| = \begin{vmatrix} \frac{1}{F_k}-\frac{1}{F_{k+1}} & 0 & 0 & \cdots & 0 \\ \frac{1}{F_{k+1}}-\frac{1}{F_{k+2}} & \frac{1}{F_{k+1}}-\frac{1}{F_{k+2}} & 0 & \cdots & 0 \\ \frac{1}{F_{k+2}}-\frac{1}{F_{k+3}} & \frac{1}{F_{k+2}}-\frac{1}{F_{k+3}} & \frac{1}{F_{k+2}}-\frac{1}{F_{k+3}} & \cdots & 0 \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \frac{1}{F_{k+n-1}} & \frac{1}{F_{k+n-1}} & \frac{1}{F_{k+n-1}} & \cdots & \frac{1}{F_{k+n-1}} \end{vmatrix}$$

halini alır. Bu son determinant hesaplanırsa,

$$\begin{aligned} \det(A^{\circ -1}) &= \left(\frac{1}{F_k}-\frac{1}{F_{k+1}}\right)\left(\frac{1}{F_{k+1}}-\frac{1}{F_{k+2}}\right)\left(\frac{1}{F_{k+2}}-\frac{1}{F_{k+3}}\right)\cdots\left(\frac{1}{F_{k+n-2}}-\frac{1}{F_{k+n-1}}\right)\frac{1}{F_{k+n-1}} \\ &= \frac{F_{k+1}-F_k}{F_kF_{k+1}}\frac{F_{k+2}-F_{k+1}}{F_{k+1}F_{k+2}}\frac{F_{k+3}-F_{k+2}}{F_{k+2}F_{k+3}}\cdots\frac{F_{k+n-1}-F_{k+n-2}}{F_{k+n-2}F_{k+n-1}}\frac{1}{F_{k+n-1}} \\ &= \frac{F_{k-1}}{F_kF_{k+1}}\frac{F_k}{F_{k+1}F_{k+2}}\frac{F_{k+1}}{F_{k+2}F_{k+3}}\cdots\frac{F_{k+n-3}}{F_{k+n-2}F_{k+n-1}}\frac{1}{F_{k+n-1}} \\ &= \frac{F_{k-1}}{F_{k+n-1}F_{k+n-2}}\prod_{i=2}^{n}\frac{1}{F_{k+i-1}} \end{aligned}$$

elde edilir.

Teorem 2.5. A matrisinin tersinin elemanları k_{ij} olsun. O halde

$$k_{ij}=\begin{cases} 0 & |i-j|>0 \\ \dfrac{1}{F_{k+i-1}-F_{k+i}} & i=j=1 \\ \dfrac{1}{F_{k+i-2}-F_{k+i-1}}+\dfrac{1}{F_{k+i-1}-F_{k+i}} & 1<i=j<n \\ \dfrac{1}{\left|F_{k+i-1}-F_{k+j-1}\right|} & |i-j|=1 \\ \dfrac{1}{F_{k+i-2}-F_{k+i-1}}+\dfrac{1}{F_{k+i-1}} & i=j=n \end{cases}$$

biçimindedir.

İspat. (2) eşitliğine göre

$$A=\begin{bmatrix} 1 & 1 & \cdots & 1 \\ 0 & 1 & \cdots & 1 \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 0 & 0 & \dots & 1 \end{bmatrix}\cdot\begin{bmatrix} F_k-F_{k+1} & 0 & \cdots & 0 \\ 0 & F_{k+1}-F_{k+2} & \cdots & 0 \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 0 & 0 & \dots & F_{k+n-1} \end{bmatrix}\cdot\begin{bmatrix} 1 & 0 & \cdots & 0 \\ 1 & 1 & \cdots & 0 \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 1 & 1 & \dots & 1 \end{bmatrix}$$

olup

$$A^{-1}=\begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & \dots & 0 & 0 \\ -1 & 1 & 0 & \dots & 0 & 0 \\ 0 & -1 & 1 & \dots & 0 & 0 \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots & \vdots \\ 0 & 0 & 0 & \dots & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & \dots & -1 & 1 \end{bmatrix}\begin{bmatrix} \dfrac{1}{F_k-F_{k+1}} & 0 & 0 & \cdots & 0 \\ 0 & \dfrac{1}{F_{k+1}-F_{k+2}} & 0 & \cdots & 0 \\ 0 & 0 & \dfrac{1}{F_{k+2}-F_{k+3}} & \cdots & 0 \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 0 & 0 & 0 & \cdots & \dfrac{1}{F_{k+n-1}} \end{bmatrix}\begin{bmatrix} 1 & -1 & 0 & \dots & 0 & 0 \\ 0 & 1 & -1 & \dots & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & \dots & 0 & 0 \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots & \vdots \\ 0 & 0 & 0 & \dots & 1 & -1 \\ 0 & 0 & 0 & \dots & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

$$=\begin{bmatrix} \dfrac{1}{F_k-F_{k+1}} & -\dfrac{1}{F_k-F_{k+1}} & 0 & \cdots & 0 \\ -\dfrac{1}{F_k-F_{k+1}} & \dfrac{1}{F_k-F_{k+1}}+\dfrac{1}{F_{k+1}-F_{k+2}} & -\dfrac{1}{F_{k+1}-F_{k+2}} & \cdots & 0 \\ 0 & -\dfrac{1}{F_{k+1}-F_{k+2}} & \dfrac{1}{F_{k+1}-F_{k+2}}+\dfrac{1}{F_{k+2}-F_{k+3}} & \cdots & 0 \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 0 & 0 & 0 & \cdots & \dfrac{1}{F_{k+n-2}-F_{k+n-1}}+\dfrac{1}{F_{k+n-1}} \end{bmatrix}$$

elde edilir ki bu matrisin elemanları teoremin ifadesindeki gibi karakterize edilir.

Teorem 2.6. *A* matrisinin Hadamard tersinin tersi

$$\left(A^{\circ -1}\right)^{-1}=\begin{bmatrix} \frac{F_kF_{k+1}}{F_{k-1}} & -\frac{F_kF_{k+1}}{F_{k-1}} & 0 & \cdots & 0 \\ -\frac{F_kF_{k+1}}{F_{k-1}} & \frac{F_kF_{k+1}}{F_{k-1}}+\frac{F_{k+1}F_{k+2}}{F_k} & -\frac{F_{k+1}F_{k+2}}{F_k} & \cdots & 0 \\ 0 & -\frac{F_{k+1}F_{k+2}}{F_k} & \frac{F_{k+1}F_{k+2}}{F_k}+\frac{F_{k+2}F_{k+3}}{F_{k+1}} & \cdots & 0 \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 0 & 0 & 0 & \cdots & F_{k+n-1}+\frac{F_{k+n-2}F_{k+n-1}}{F_{k+n-3}} \end{bmatrix}$$

şeklindedir.

İspat. (2) eşitliğine benzer şekilde *A* matrisinin hadamard tersini

$$A^{\circ -1}=\begin{bmatrix} 1 & 1 & \cdots & 1 \\ 1 & 1 & \cdots & 0 \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 1 & 0 & \cdots & 0 \end{bmatrix}\begin{bmatrix} \frac{1}{F_{k+n-1}} & 0 & \cdots & 0 \\ 0 & \frac{1}{F_{k+n-2}}-\frac{1}{F_{k+n-1}} & \cdots & 0 \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 0 & 0 & \cdots & \frac{1}{F_k}-\frac{1}{F_{k+1}} \end{bmatrix}\begin{bmatrix} 1 & 1 & \cdots & 1 \\ 1 & 1 & \cdots & 0 \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 1 & 0 & \cdots & 0 \end{bmatrix}$$

şeklinde yazarız. O halde

$$\left(A^{\circ -1}\right)^{-1}=\begin{bmatrix} 0 & 0 & \dots & 0 & 1 \\ 0 & 0 & \dots & 1 & -1 \\ \vdots & \vdots & & \vdots & \vdots \\ 1 & -1 & \dots & 0 & 0 \end{bmatrix}\begin{bmatrix} F_{k+n-1} & 0 & \cdots & 0 \\ 0 & \frac{1}{\frac{1}{F_{k+n-2}}-\frac{1}{F_{k+n-1}}} & \cdots & 0 \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 0 & 0 & \cdots & \frac{1}{\frac{1}{F_k}-\frac{1}{F_{k+1}}} \end{bmatrix}\begin{bmatrix} 0 & 0 & \dots & 0 & 1 \\ 0 & 0 & \dots & 1 & -1 \\ \vdots & \vdots & & \vdots & \vdots \\ 1 & -1 & \dots & 0 & 0 \end{bmatrix}$$

$$=\begin{bmatrix} \frac{F_kF_{k+1}}{F_{k-1}} & -\frac{F_kF_{k+1}}{F_{k-1}} & 0 & \cdots & 0 \\ -\frac{F_kF_{k+1}}{F_{k-1}} & \frac{F_kF_{k+1}}{F_{k-1}}+\frac{F_{k+1}F_{k+2}}{F_k} & -\frac{F_{k+1}F_{k+2}}{F_k} & \cdots & 0 \\ 0 & -\frac{F_{k+1}F_{k+2}}{F_k} & \frac{F_{k+1}F_{k+2}}{F_k}+\frac{F_{k+2}F_{k+3}}{F_{k+1}} & \cdots & 0 \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 0 & 0 & 0 & \cdots & F_{k+n-1}+\frac{F_{k+n-2}F_{k+n-1}}{F_{k+n-3}} \end{bmatrix}$$

olup ispat tamamlanmış olur.

3. Sonuçlar ve Öneriler

Bu çalışma; Aksaray Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsüne sunulmak üzere, Bahar AKYÜZ adlı öğrencinin hazırlamakta olduğu "Fibonacci ve Lucas Sayılarının Maksimum ve Minimum Elemanlı Matrislerde Uygulamaları" başlıklı Yüksek Lisans Tezinin bir parçasıdır. Bu çalışmada sadece, Fibonacci sayılarının maksimum elemanlı matrislerde uygulamalarını verdik. Burada verilen bulguların benzerleri, minimum elemanlı matrisler ve Lucas sayıları için de elde edilmiş olup yukarıda adı geçen tez çalışmasında yer alacaktır.

Kaynaklar

[1] Mattila, M. ve Haukkanen, P., "Studying the various properties of MIN and MAX matrices - elementary vs. more advanced methods", Spec. Matrices, 4:101–109, (2016).
[2] Catalani, M., "A particular matrix and its relationship with Fibonacci numbers", Available from: http://arxiv.org/PS_cache/mat/pdf/0209/0209249v1.pdf.
[3] Bahşi, M. ve Solak, S., "A Particular Matrix and Its Properties", Int. J. of Math. Sci. and Appl., 1(2): 971-974, (2011)
[4] Solak, S. ve Bahşi, M., "A particular matrix and its some properties", Sci. Res. Essays, 8:1-5, (2013).
[5] Petroudi, S. H. J. ve Pirouz, M., "On the bounds for the spectral norm of particular matrices with Fibonacci and Lucas numbers", Int. J. Adv. Appl. Math. and Mech., 3(4): 82-90, (2016).
[6] Koshy, T., Fibonacci and Lucas Numbers with Applications, A Wiley-Interscience Publication, (2001).
[7] Horn, R.A. ve Johnson, C.R., Topics in Matrix Analysis, Cambridge University Press, Cambridge, (1991).

MİMARLIK, PLANLAMA ve TASARIM

(ARCHITECTURE, PLANNING and DESIGN)

Endüstri Ürünleri Tasarımı

(Industrial Product Designing)

HIGH SPEED MANUFACTURE OF A GEOTEXTILE THROUGH NANO-SECOND PULSED LASER TRANSMISSON WELDING PROCESS

H.K. Sezer[a], S. Marimuthu[b]
[a]Industrial Design Engineering, Technology Faculty, Gazi University, Ankara, 06500, Turkey, kursadsezer@gazi.edu.tr
[b]The Manufacturing Technology Centre, Ansty Business Park, Coventry, UK

Abstract

Polypropylene (PP) based Geogrids and glass-fibre based geocomposites are used in many applications such as steep slopes, roadway bases and foundation soils to provide safe and cost-effective reinforced and stabilised soil structures. The latter is applied on the geogrid and bonded to it at each node by heating in a continuous operation to provide waterproofing and further reinforcing. The bonding process challenging task and the existing technology used by major companies suffers from high cost and long lead times increasing the overall cost of the manufacturing process. This research work investigated the use of nano-second pulsed DPSS lasers to join the fibre glass fabric to the polymer geogrid. Results showed that the geocomposite material have a high transmittance in the range of the DPSS laser wavelength (1064 nm) whilst the geogrid show a high absorbance. This opened up the opportunity to use a single-step welding process where the heating and the joining of the parts take place simultaneously though laser transmission welding process. The new laser based welding system has been shown to increase productivity via increasing the process speed and reducing the energy consumption.

Keywords: Laser welding, Transmission welding, Geocomposites

1. Introduction

Geocomposites are used for soil reinforcement and ground stabilisation solutions for numerous applications across the world including roads, railways, runways and embankments. These structures are composed of polypropylene grids with apertures formed along with nodes at the corners, and a geotextile, usually a polyester fabric. The current joining process of these two componenst to form geocomposite involves melting the nodes on geogrid using an induction roller. The nodes are then brought into contact with the geotextile and resolidify to form bonds. The bond strength is enhanced by applying pressure to the newly produced geocomposite via a series of rollers. This process suffers from high cost and long lead times increasing the overall cost of the manufacturing process. Laser transmission welding process, in contrast, can offer higher productivity via increasing the process speed and reducing the energy consumption [1].

The necessity of an optically transparent material for transmission laser welding to take place, along with a second highly absorbing substrate material are obvious [2]. Ghorbel et al. carried out welding of polypropylene using this method and studies the effects of varying power and weld speed on the seam geometry, defect production and material crystallinity [3]. A 120W diode laser with wavelength 940nm was used. The elliptical shape of the weld was left unaltered despite the variation of operating parameters. However the weld size was found to increase significantly with power density due to the increased extent of melting involved. Moreover, reductions in the welding speeds gave both larger and deeper welds due to the prolonged radiaton exposure time. Defects (in the form of Spherulite nucleation) was observed when the material is not melted completely with diminished power and increased speeds. Increased defect size essentially reduced the integrity of the structure and would lead to reduced structural performance, including reduced tensile strength [3]. Consequently increased weld areas led to greater bond strengths and were caused by either increasing the power, reducing the weld speed or both. These variations also led to reductions in defect size which helped to maintain the structural performance of the polypropylene. Varying the parameters in such a way, however, would result in increased costs and decreased productivity rates. It would therefore be necessary to strike a compromise between all factors, depending on which are most important to the particular application.

The ablation threshold of polypropylene is a key parameter in laser transmission welding process. Even when the fluence is close to the ablation threshold, the temperature rise on the polymer surface will be high enough to cause polymer chains to break, thus causing them to explosively leave the polymer surface [4]. Feng et al. characterised the ablation process by two mechanisms; photochemical effects caused by the direct dissociation of molecules from excited electronic states, and the thermal effects caused by a relaxation process that eventually converted photon energy into thermal energy by exciting the molecules and causing them to vibrate more violently. In the former case the laser photons has sufficient energy to break the chemical bonds between polymer chains. Nevertheless, thermal effects usually dominate the ablation process for the majority of fluence and irradiation time combinations used for industrial scale applications, though photochemical effects may play some role.

Despite some relevant work, not directly related to the geocomposite welding application, there are several aspects still needs to be clarified for the technology acceptance. This work aims to address these gaps such as optimisation of laser operating parameters to meet the bond strength standards. An extensive cost analysis also made to demonstrate how the laser transmission process would be financially viable.

2. The Process Specifics

In laser transmission welding of the geocomposite process, a laser beam is directed from above the geotextile, pass directly through the fabric and be absorbed by the black polypropylene grid to form the bonds by heating and melting the underlying plastic nodes. Several advantages of using laser transmission welding process includes low heat input; high process repeatability; high weld speeds and low residual stresses. The high levels of automation associated with this process would also give a high degree of flexibility and control. The various stages of laser welding are relatively simple and are outlined in Figure 1. The laser light is transmitted entirely through the upper material and is absorbed at the top surface of the substrate material. The melting of the latter transfers the heat to the upper-layer, the geotextile. Thus, a mutual melting pool is formed and and resolidify to form a strong weld with provision of external pressure.

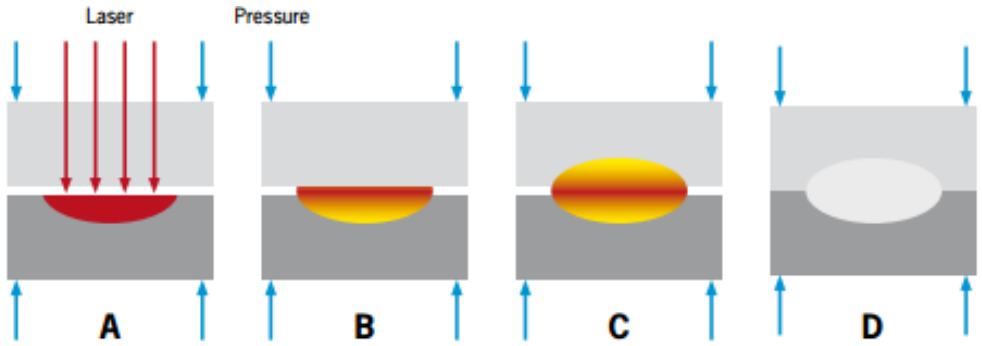


Figure 1. Sequences of the transmission laser welding process [2]

3. Experimental

Feasibility of laser transmission welding of geocomposites was tested using a nanosecond pulsed DPSS (Diode Pumped Solid State) laser emitting at 1064 nm wavelength. A number of factors including bonding strength, effects on the final product, practicality and cost was considered. The laser set-up is shown in Figure 2. Alignment of the laser beam with the nodes on the geogrid was critical to produce accurate samples. This was done by producing a computer part-program that moved the beam directly from one node to the next, with an initial alignment of the beam necessary. The part-program used for the production of a single 4 x 3 square sample to comply with the testing rig for mechanical performance of the weld joints.

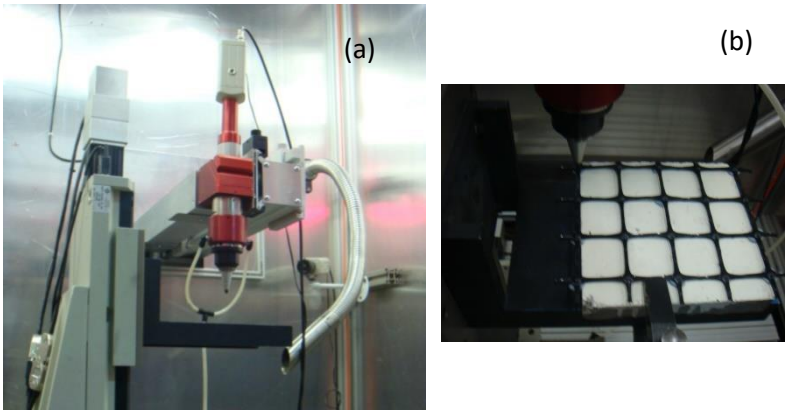


Figure 2. Powerlase AO4 DPSS laser set-up used for transmission welding experiments (a) Single 4 x 3 square sample laser transmission welded (b)

3.1. Design of Experiments

An initial screening laser transmission tests were performed using one-factor-at-a-time method [5], where all levels of variables are paired with levels of every other variable. This followed a two-level factorial design with three factors used for further experimentation. This approach allowed investigation of links between variables if any, whilst reducing the possibility of experimental error and confounding variables. The laser parameters used for each one-factor-at-a-time and factorial design experimental runs are listed in Table 1 and Table 2 respectively. In the first round of laser welding tests (one-at-a-time runs), the objective was to find out how each parameter affected the bond strength. Hence, only one parameter was varied in each set. For each set, only the parameter that was to be investigated was changed and the other parameters were taken as the value of the control set. In sets 1, 2, 3 and 4, the varied parameters were pulse energy, laser dwell time, focal plane position (fpp) and gas pressure respectively. The laser welded geocomposites were then analysed and the results were incorporated into the factorial design of experiments to obtain the different parameter combinations used in the second round of laser welding tests as shown in Table 2. The laser transmission welded geocomposites were subjected to load and tensile testing. The data obtained was then analysed and used for further work.

Table 1. Laser process parameters used in screening laser transmission welding of geocomposite tests

Sample No.	Gas Pressure (bar)	fpp (mm)	Pulse Energy Effect (mJ)	Dwell Time (ms)
SET 1				
1-1	4	0	10	0.6
1-2	4	0	13	0.6
1-3	4	0	16	0.6
1-4	4	0	18	0.6
1-5	4	0	20	0.6
SET 2				
2-1	4	0	16	0.6
2-2	4	0	16	0.8
2-3	4	0	16	0.9
2-4	4	0	16	1
SET 3				
3-1	4	-2	16	0.6
3-2	4	0	16	0.6
3-3	4	2	16	0.6
3-4	4	4	16	0.6
SET 4				
4-1	0	0	16	0.6
4-2	4	0	16	0.6
4-3	8	0	16	0.6

Table 2. Laser process parameters used in screening laser transmission welding of geocomposite tests

Sample No.	Gas Pressure (bar)	fpp (mm)	Pulse Energy Effect (mJ)	Dwell Time (ms)
1	4	4	13	0.6
2	4	0	18	0.9
3	4	4	13	0.9
4	4	0	13	0.6
5	4	0	13	0.9
6	4	4	18	0.6
7	4	4	18	0.9
8	4	0	18	0.6

4. Results and Discussions

Generally, experiments showed that the geocomposite material have a high transmittance in the range of the DPSS laser wavelength (1064 nm) whilst the geogrid show a high absorbance. And successful welding of the geocomposite was achieved in most cases. However, either from the tensile test results or visual examination of the weld quality, some settings showed unsatisfactory results. The range of tensile test results in Set 4 of Table 1 (pressure variation) was the lowest; the difference between maximum and minimum values of load was less than 10 N, while the ranges for the other sets were greater than 10 N. Hence, factorial design was used to investigate the effects of the three parameters investigated in Sets 1 to 3 of Table 1 which were pulse energy, dwell time and focal plane position (fpp) effects. The two levels, upper and lower, used for each factor were to be determined from these results. The results from the initial testing can be seen in Table 3.

Table 3. Results for initial tensile testing (bond strength)

Sample		Displacement at max load (mm)	Max Load (N)	Mean Strength (kN/m)
	Pulse Energy Effect (mJ)			
1-1	**10**	insufficient energy for bonding		
1-2	**13**	20.19	56.37	0.36
1-3	**16**	21.83	88.58	0.57
1-4	**18**	27.45	77.54	0.54
1-5	**20**	35.82	64.42	0.42
	Dwell Time (ms)			
2-1	**0.6**	21.83	88.58	0.57
2-2	**0.8**	21.56	60.4	0.39
2-3	**0.9**	16.86	72.48	0.47
2-4	**1**	22.96	92.61	0.6
	fpp (mm)			
3-1	**-2**	35.39	60.4	0.39
3-2	**0**	26.93	64.42	0.42
3-3	**2**	30.95	60.4	0.39
3-4	**4**	22.92	52.34	0.34
	Gas Pressure (bar)			
4-1	**0**	sample too damaged for testing		
4-2	**4**	26.93	64.42	0.42
4-3	**8**	34.16	56.37	0.36

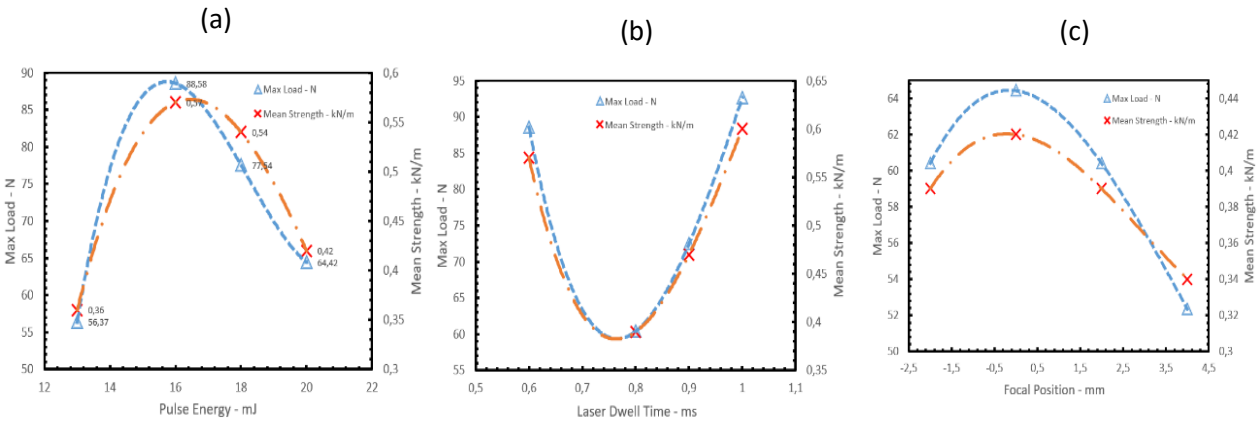


Figure 3. Change in mean strength of the weld joints and maximum load at break with (a) pulse energy (b) laser dwell time and (c) focal position settings.

Table 4. Factorial design using mean strength (obtained from single rib tests) as output

	Sample No	Total	Stage 1	Stage 2	Stage 3	Main Total Factorial Effect
$\mathbf{a_1 b_1 c_1}$	1	36.24	80.53	199.3	366.39	-
$\mathbf{a_2 b_1 c_1}$	6	44.29	118.77	167.09	8.05	A
$\mathbf{a_1 b_2 c_1}$	3	52.34	78.51	22.14	**48.31**	**B**
$\mathbf{a_2 b_2 c_1}$	7	66.43	88.58	-14.09	-4.03	AB
$\mathbf{a_1 b_1 c_2}$	4	40.26	8.05	38.24	-32.21	C
$\mathbf{a_2 b_1 c_2}$	8	38.25	14.09	10.07	-36.23	AC
$\mathbf{a_1 b_2 c_2}$	5	50.33	-2.01	6.04	-28.17	BC
$\mathbf{a_2 b_2 c_2}$	2	38.25	-12.08	-10.07	-16.11	ABC

Effect of pulse energy, laser dwell time, and focal position on bonding performance are shown in Figure 3. General trend of maximum load at berak and mean strength of the weld joints are similar in all cases. Both mean strength and max load first increases with increasing pulse enrgy up to 16 mj after which they decline with further increase of pulse energy. It should be noted that trials with 10 mJ of pulse energy was insufficient for bonding to take place. At the other end of the scale, a pulse energy value of 20 mJ resulted in visible damage to the fabric at almost all the nodes. In case of laser dwell time, a reverse trend to pulse enrgy effect can be observed. However, all the samples in this set met the required bond strength. It should be noted that, during the bonding process, a dwell time of 1ms (max dwell time tested) caused visible damage to the fabric at almost every node. For the focal position effect maximum bond strength is obtained when the laser beam is focused at the workpiece surface (fpp- 0 mm setting), and a decline in bond strength can be observed with fpp shifting away either side from the surface. Nevertheless, similar to the dwell time effect, all the values met the required bond strength. However, fpp-2 setting produced visible damage to the majority of nodes.

Using Yates Algorithm, the main total factorial effects for bond strength analysis were evaluated, Tbale 4. Clearly from the table, the dwell time (B) has the greatest influence on the maximum load. Focal plane position (fpp) (C) has the next largest influence and pulse energy effect (A) has the least influence. These findings were further confirmed by the factorial and Taguchi analysis done using Minitab. This meant that any increase in dwell time would lead to a greater increase in bond strength as compared to the same corresponding increase in pulse energy effect. Hence, Yates algorithm showed that, while pulse energy effect (A) had the greatest influence over the mean strength, dwell time (B) had slightly less influence, with nozzle to workpiece distance (C) having much less influence compared to the other two parameters. A combination of the bond strength and single rib analysis showed us that any decrease in nozzle to workpiece distance (focal plane shifting away from surface) led to an almost proportionate decrease in mean strength for any increase in bond strength. An effective way to increase the bond strength with little compromise of mean strength would be to decrease the pulse energy effect and increase dwell time and/or nozzle to workpiece distance. However, evidence from the microscopic analysis (Figure 4) has shown that the reduction in mean strength was unlikely to be a result of the melting of the plastic by the laser and was more likely a result of the misalignment of the laser with the nodes. This caused the laser to melt the rib instead of the nodes, hence reducing the tensile strength due to the smaller thickness of the rib. This reduction in tensile strength can thus be minimised by using a camera vision system.

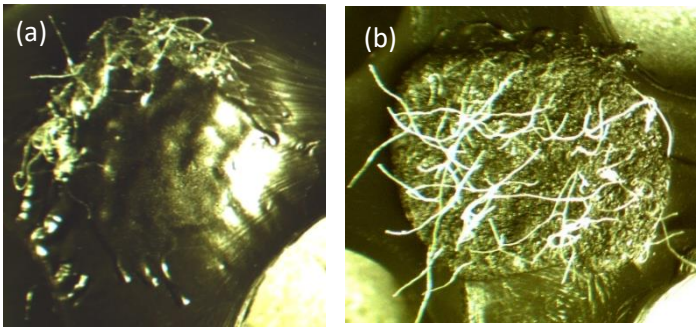


Figure 4. (a) Bond area laser transmission welding process (16 mJ pulse energy, 0.6 ms dwell time, fpp + mm), (b) Bond area - induction roller process

As evident from the bond area images in Figure 4, only the surfaces of the nodes became molten during the laser transmission welding process. This was because the beam penetration into the plastic was low, so the majority of the node was left unaltered and its original shape was maintained. It was found that the bond area was not utilised entirely and the contact made with the polyester fabric did not cover the entire surface of the node. This could have been due to inaccuracies in the alignment of the beam with the node during production. As such, the plastic solidified in places without forming any bonds, thus giving the smooth and fluid appearance on the surface of the node. Analysis of the bond area created using the current induction roller process highlighted several variations, Figure 4.b. It was found that the bond area was much greater than that created by the laser process at approximately 6mm in diameter. For the laser samples the areas varied considerably, though none exceeded 5mm in diameter. The entire surface of the node was melted evenly and was fully utilised to create the bond. This process was found to use the entirety of the node's depth as the node was flatter in comparison. In addition, flattening of the node due to pressure applied by the rollers formed a small lip that followed the edge of the bond area. The rough surface of the node was also the result of such pressure being applied. Microscopic analysis has outlined numerous important discrepancies that occurred between the two techniques. Laser processing was found to melt much less of the plastic. This was beneficial as it would be less likely to affect the physical properties of the plastic, in particular the tensile strength. However, it was much more difficult to produce an accurate bond area that was able to fully utilise the node. This would have detrimental effects on the quality of the bond strength. This work provided a simple comparison between the two production methods, though was by no means conclusive. It did, however, serve as a means of supporting the quantitative results obtained from the sample testing. Taking into account that all the samples met the required bond strength and the reduction in tensile strength assumed to be a result of laser misalignment with the node, the set of laser parameters used in Sample 1 – pulse energy effect of 13mJ, dwell time of 0.6ms and fpp +4mm – was selected as the optimum set; it had the least visible damage to the fabric whilst still meeting the required bond strength and would cost the least compared to the other samples.

5. Conclusions

This research work investigated the use of nano-second pulsed DPSS lasers to join the fibre glass fabric to the polymer geogrid. Results showed that the geocomposite material have a high transmittance in the range of the DPSS laser wavelength (1064 nm) whilst the geogrid show a high absorbance. This opened up the opportunity to use a single-step welding process where the heating and the joining of the parts take place simultaneously though laser transmission welding process. For the majority of test samples, the bonds between the geogrid and fabric were acceptable to the industry requirement. The parameters were optimised to deliver well-bonded samples that stood up well compared to the current products in terms of quality assurance. In addition, these parameters would also achieve a significant increase in processing speed which was required. Theoretically, the setup was such that processing speeds of 13.8 m/min were possible using a single laser. Opportunity for further increases was also available by using multiple lasers.

References

[1] Elias, J. (2000) *Properties of the New Laser-Welded Geogrid Made of Extruded Bars*, Colbond Geosynthetics
[2] Welding Technology Institute of Australia (WTIA) (2006) *Transmission Laser Welding of Plastics.*
[3] Ghorbel, E., Casalino, G. & Abed, S. (2008) *Laser diode transmission welding of polypropylene: Geometrical and microstructure characterisation of weld*, Materials & Design (Volume 30).
[4] Feng, Z. (2000) *Co-occurrence of photochemical and thermal effects during laser polymer ablation via a 248 nm excimer laser*, Applied Surface Science (Volume 40).
[5] Czitrom, V. (1999) *One-Factor-at-a-Time Versus Designed Experiments*, The American Statistician (Volume 53).

SYSTEM IMPROVEMENT PROVIDING FASTER AND PRECISE POSITIONING OF TURRET WEAPON SYSTEMS USING TRIZ APPROACH

TRIZ YAKLAŞIMINI KULLANARAK TARETLİ SİLAH SİSTEMLERİNİN DAHA HIZLI VE HASSAS POZİSYONLAMASINI SAĞLAYAN SİSTEM İYİLEŞTİRMESİ

Hüdayim Başak[a], İbrahim Hamarat[b]
[a] Gazi Üniversitesi, Ankara, hbasak@gazi.edu.tr
[b] Gazi Üniversitesi, Ankara, hamaratibrahim@gmail.com

Özet

Savunma sistemlerinde sabit veya deniz ve kara araçlarına monte edilebilen kumandalı taretli silah sistemleri hızla yaygınlaşmaktadır. Bu sistemlerde 360° dönebilen taret sistemi ve 80° dönebilen yüksekliğin ayarlandığı eksenler bulunmaktadır. Taretli silah sistemlerinde iş makinalarında kullanılan çember dişli hareket iletme mekanizmaları kullanılmaktadır. Özellikle taretli silah sistemlerinde pozisyonlama ve döner eksenlerdeki hassasiyet nişan almada direk etkilidir. Bu çalışma sistemin daha hızlı ve hassas hareket edebilmesi için TRIZ metodolojisi kullanılarak alternatif çözümler önerilmiştir. Çalışmada pozisyonlama hızı ve hassasiyeti arttırırken, bunun için harcanan kuvvet, üretilebilirlik ve uyumluluk gözönünde bulundurularak çözüm sağlanmaya çalışılmıştır.

Anahtar kelimeler: Triz, Taretli silah sistemi.

Abstract

Sea and land defense systems mounted on vehicles can be fixed controlled turrets fasting systems has been expanding rapidly. In this system, 360° rotatable turret system and 80° axes are rotatable where the elevation is set. Fasting motion transmitting mechanisms of the gear systems is used in heavy duty machines that circle the turrets are used. Especially aiming directly on the rotary axes of precision positioning systems and in turrets fasting is effective. To be able to act with greater speed and precision the system date for this study based on the methodology, alternative solutions have been proposed. In the study, while improving the speed and accuracy of positioning, this is a spent force, manufacturability and compatibility, by considering the solution provided.

Keywords: Triz, Turret weapon system.

1. Giriş

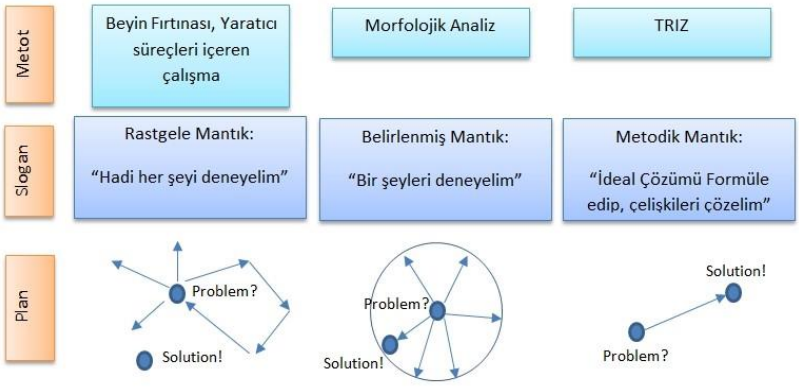
İnsansız savunma sistemleri her geçen gün önem kazanmaktadır. Sınır veya alan savunmasında asker kayıplarını önlemek için uzaktan kumandalı savunma sistemleri yaygınlaşmaktadır. Ülkemizde özellikle karakol savunması, sınır savunması, kamu binaları savunmasında giderek yaygınlaşan bu sistemlerde 360° hareket sağlanan taret mekanizmasında inşaat iş makinalarında kullanılan çember dişli ve bu dişliyi hareket ettiren ve iç tarafında konumlanmış heketini servo motordan alan ve enkoder ile pozisyonlama sağlayan sistem mevcuttur. Atış hassasiyeti ve nişan alma pozisyon hızı bu dişli sisteminden direk etkilenmektedir. Bakım ve montaj zorluğunun yanı sıra pozisyonlama hızı ve hassasiyet hataları ancak yazılımlar sayesinde minimuma indirgenmektedir.Yeh ve arkadaşları dişlerdeki boşluk hatalarını matematiksel formülasyonla çözmek için çalışmalar yapmıştır [1].

Bu çalışmada, taret sistemindeki pozisyonlama hızı ve hassasiyeti TRIZ yaklaşımı ile ideal çözüme kavuşturulması amaçlanmaktadır. Ele aldığımız bu problem, metodik bir problem çözme yaklaşımı olan TRIZ yöntemi ile çözülecektir. ideallik, çelişkiler, yaratıcı prensip ve standartlar, örnek teknolojik gelişim gibi TRIZ araçlarıyla en ideal çözüm aranacaktır.

2. TRIZ Metodu

TRIZ, kısaltması aslen Rusça "теория решения изобретательских задач" kelimelerinin baş harflerinden oluşan ve dilimizde "Yaratıcı Problem Çözme Teorisi" anlamına gelen metodik bir problem çözme yaklaşımıdır. TRIZ, 1946'da Genrich Saulovich Altshuller ve meslektaşları tarafından 40,000 seçilmiş patentin incelenmesi sonucu geliştirilmiş mantığa ve verilere dayalı sorun kalıplarına odaklanan sistematik bir çözüm yöntemidir.

TRIZ ile algoritmik yaklaşımlar kullanılarak eski sistemlerin iyileştirilmesi ve yeni sistemlerin geliştirilmesi sağlanır. Bu amaca ulaşmaya çalışırken iyileştirmeye çalıştığımız bir takım değerler ve buna karşılık fedakârlıkta bulunmamız başka değerlerle karşılaşırız. Örneğin; bir aletin dayanıklılığını artırılmaya çalışıldığında ağırlıktan ödün verilerek yeni bir problem ortaya çıkması gibi. Bu tip problemler yaratıcılık problemi olarak adlandırılmaktadır. Yaratıcı çözümler bu fedakârlıkları minimuma indirerek amaçlanan değere ulaşmamızı sağlarlar. Bu çelişkilerin belirlenmesi için sistem yaklaşımları ya da ayırma prensipleri, hata analizleri yapılabilir. TRIZ şirketlerde hızla yayılma göstererek inovasyon süreçlerinde, proje yönetimi ve risk yönetimi gibi alanlarda sıkça kullanılmaktadır. Ayrıca otomotiv sektöründe Ford ve Chrysler markaları, havacılık sektöründe Boeing ve NASA, teknoloji sektöründe ise Hewlett Packard, Motorola, General Electric, Xerox, IBM, LG ve Samsung gibi birçok firmanın geliştirme aşamalarında TRIZ'i kullandığı rapor edilmiştir [2]. Şekil 1'de TRIZ problem çözme yaklaşımının diğer metotlarla karşılaştırılmasına yer verilmiştir.



Şekil 1. TRIZ yönteminin diğer problem çözme teknikleri ile karşılaştırılması [3].

3. TRIZ Metodu'nun Probleme Uygulanması

3.1. Problemin Tanımlanması

İnsansız savunma sistemlerinin en yaygın olanlarından biri de taretli sistemlerdir. Bu sistemlerde monte edilen silaha uygun pozisyonda nişan aldıran 360° dönen taret sisteminin hareketi istenen açıya dişliyi hareket ettiren motordaki enkoder sayesinde gerçekleşmektedir. Bu çalışmada nişan alma pozisyonunun daha hızlı ve hassas yaparken, ihtiyaç olan kuvvet, üretilebilirlik ve uyumluluk göz önünde bulundurularak çözüm aranmaktadır. Şekil 2'de Aselsan'ın STAMP isimli taretli savunma sistemi gösterilmiştir.

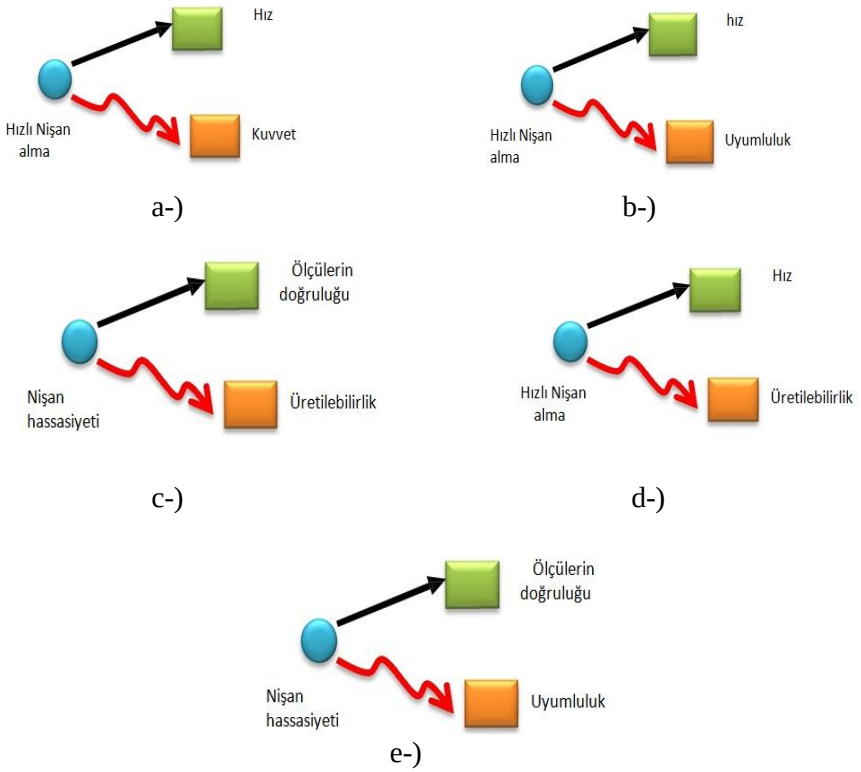


Şekil 2. STAMP taretli savunma sistemi [3].

3.2.Teknik Çelişki Formülasyonu

TRIZ yaklaşımının bu adımında probleme ait teknik çelişkiler (technical contradictions) tespit edilir. Daha sonra bu çelişkiler TRIZ çelişki matrisine göre değerlendirilerek çözüm için yol haritası oluşturulur.

Bu sistemin çelişkileri belirlenirken iyileşen özellikler hız ve hassasiyet, kötüleşen özellikler kuvvet, üretilebilirlik ve uyumluluk olarak belirlenmiştir. İyileşen ve kötüleşen özellikler kartezyen olarak eşleştirilip 40 buluş prensibinden çözüm sağlanmaya çalışılmıştır. Oluşturulan bu teknik çelişki formülasyonu Şekil 3'teki gibi, a-)istenen özellik hızın artması, istenmeyen kuvvet ihtiyacının da artması, b-) istenen özellik hızın artması, istenmeyen uyumluluğun bozulmaması, c-) istenen özellik ölçülerin doğruluğu, istenmeyen üretilebilirliğin azalması, d-) istenen özellik hızın artması, istenmeyen üretilebilirliğin azalmaması ve e-)istenen özellik ölçülerin doğruluğu, istenmeyen uyumluluğun bozulmamasıdır.



Şekil 3. Teknik çelişki gösterimi.

3.3. TRIZ Çelişki Matrisinin Kullanımı

Bu teknik çelişkiler belirlendikten sonra TRIZ çelişki matrisinde ilgili sütün, ilgili satır ile birleştirilip, yöntemin çözüm için bize sunduğu prensipler tespit edilir. TRIZ yaklaşımında 40 tane prensip tanımlanmıştır. Tablo 1'deki rakamlar bu 40 prensibi temsil etmektedir. Örneğin 15 numaralı prensip dinamizm anlamına gelirken 29 numaralı prensip pnömatik veya hidrolik konstrüksiyon ekleme anlamına gelmektedir. Bunlar yaklaşık 40,000 patent incelenerek olası problemlere olası çözümler sunmak için oluşturulmuş prensiplerdir. Tablo 1'de TRIZ çelişki matrisinin bizim problemimizle ilgili olan kısmı bölgesel olarak gösterilmektedir. Çelişki matrisinde kırmızı ile gösterilen soldan sağa sütunlar çözüme ulaşırken kötüye giden özellikleri, yeşil ile gösterilen yukarıdan aşağıya satırlar çözüme ulaşırken iyiye giden özellikleri göstermektedir.

Tablo 1. Teknik Çelişkilerin TRIZ Çelişki matrisinde değerlendirilmesi [4].

Kötüye giden özellikler → / İyiye giden özellikler ↓	Kuvvet(10)	Üretilebilirlik(32)	Uyumluluk(35)	Sistem Karmaşıklığı(37)
Hız(9)	13,28, 15, 19	35,13 8,1	15, 10 26	
Ölçüm Doğruluğu(28)	32, 2	6, 35 25, 18	13, 35, 2	

Bizim problemimize bakarsak teknik çelişki formülasyonumuzda hız ve ölçüm doğruluğu iyiye gitmesini istediğimiz özelliklerdir. Ancak kuvvet, üretilebilirlik ve uyumluluk bu iyileşmelerin karşısındaki engel olarak tanımlanmıştır. Öyleyse bizim satır seçimlerimiz Tablo 1'de gösterildiği gibi "hız" ve "ölçüm doğruluğu", sütun seçimlerimiz ise "kuvet", "üretilebilirlik" ve "uyumluluk" tur. Tablo-1'de satır ve sütün eşleştirmesi ile bulunan yaratıcı prensiplerde seçilen 13, 15, 28, 35 numaralı prensipler TRIZ metodolojisinde sırasıyla şu şekilde tanımlanmaktadır; diğer yoldan dolanma, dinamizm, mekanik system değişikliği, parametre değişikliğidir[4]. Şimdi problemimizi bu TRIZ prensiplerine göre çözmeye çalışacağız.

3.4. Çözüm Önerileri

3.4.1. Çözüm Önerisi-1

TRIZ çelişki matrisinden gelen 13 numaralı diğer yoldan dolanma prensibine göre sistemi içten küçük bir dişliyle hareket ve pozisyon sağlamak yerine dışardan daha büyük dişli ile daha çok çevirme torku ve daha fazla diş sayısından dolayı enkoderin açısına göre daha iyi pozisyonlama sağlanabilir. Motordan gelen hareket diş sayısı daha fazla olan bir dişli ile ve içerideki alandan bağımsız olarak control edilebilir. Çözüm önerisi Şekil 4'te gösterilmiştir.





Şekil 4. Dönmeyi içten ve dıştan sağlama [5].

3.4.2. Çözüm Önerisi-2

TRIZ çelişki matrisinden gelen 15 numaralı dinamiklik prensibine göre sistem daha esnek hale getirilebilir. Bütün bir sistemin alt parçalara bölünerek hareket kabiliyeti arttırılabilir. Bu prensibe gore normal dişli yerine boşluksuz rulman tipi dişli sitemi kullanılabilir.Bu sistemlerde hassas işlenmiş kamın dönme hareketiyle sürekli temas halinde ve kendi ekseni etrafında dönebilen rulmanlı dişli sisteminin dairesel hareketi sağlanmaktadır. Bu sayede daha hızlı hareketin yanısıra boşluksuz olmasından dolayı hassasiyet de sağlanmış olacaktır. Şekil 5'te rulmanlı dişli sistemi gösterilmiştir.



Şekil 5. Rulmanlı dişli sistemi [6].

3.4.3. Çözüm Önerisi-3

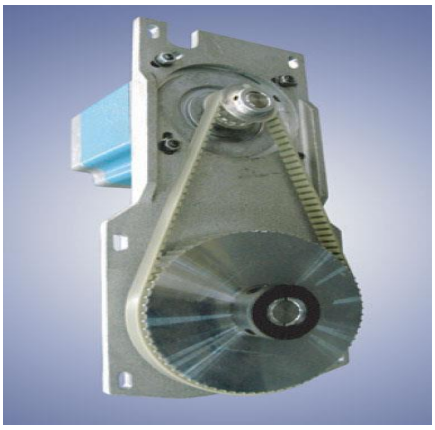
TRIZ çelişki matrisinden gelen 28 numaralı mekanik sistemi değiştir prensibine göre sistemde mekanik yerine built-in motor sistemiyle hareket sağlanabilir. Bu tip motorlarda aktarma organı yoktur. Rotor ve stator dan oluşan system dönme hareketini sağlamaktadır. Bu sayede çok yüksek hızlara çıkarken iyi pozisyonlama hassasiyeti sağlanmış olacaktır. Şekil 6'da built-in motor sistemi gösterilmiştir.



Şekil 6. Built-in motor sistemi[7].

3.4.4. Çözüm Önerisi-4

TRIZ çelişki matrisinden gelen 35 numaralı parametre değişikliği prensibine göre rijit mekanik parçalar yerine esnek parçalar kullanılabilir veya sisteme esnek parça eklenerek system esnek hale getirilebilir. Sistemi katı dişlilerden oluşturmak yerine esnek kayışlar yardımıyla hareket sağlanabilir. Servo motordan alınan hareket redüktörden yani birçok dişliden geçmek yerine sadece kayış ile tarete iletilecektir. Çap farkından dolayı ise pozisyonlama daha hassas yapılacaktır.Bu sayede daha hızlı hareketin yanısıra yüksek tork sağlanmış olacaktır. Şekil 7'de kayışlı hareket sistemi gösterilmiştir.



Şekil 7. Kayış ile hareket aktarımı [8].

4. Sonuç

Bu çalışmada, insansız savunma sistemlerinde kullanılan taret sistemlerindeki hız ve pozisyonlama hassasiyetini arttırmak için TRIZ yöntemini kullanarak çözüm bulunmaya çalışılmıştır. Problemimizde TRIZ Çelişki matrisinden çıkan; diğer yoldan dolanma, sistemde içten tahrikli dişli yerine dıştan tahrikli ve alan kazancından dolayı daha büyük dişli kullanılmış ve hız, hassasiyet ve kuvvet kazancı sağlanmıştır. İkinci çözümde dinamiklik prensibine gore sıradan dişli kullanımı yerine boşluksuz çalışan ve birçok rulmandan oluşan rulmanlı dişli (roller cam) kullanılmış ve bu sayede hem yüksek hızda pozisyonlama hem de boşluksuz çalışmadan dolayı hassas pozisyonlama sağlanmıştır. Üçüncü çözümde ise mekanik sistemi değiştir prensibine göre mekanik hareket aktarma yerine built-in sistemli motor kullanılmış ve hem yüksek hız hem de hassas pozisyonlama sağlanmıştır. Dördüncü çözüm prensibi olan parametre değişikliği prensibine gore rijit hareket aktarımı yerine esnek hareket aktarımı sağlayan kayış sistemi kullanılmış ve bu sayede yüksek hızlara çıkma sağlanış ancak pozisyonlama hassasiyeti diğer çözümlere kıyasla daha uygunsuz bulunmuştur. Sunulan tüm bu çözümler taret sistemi üzerine monte edilebilirlik açısından uygunluk göstermekte, maliyet açısından ise geliştirilebilir olduğu düşünülmektedir. Bu çalışma ile görülmektedir ki, TRIZ yönteminin bize sunduğu TRIZ Çelişki Matrisi kullanılarak, problemimizin çözümüne daha bilimsel verilerle yaklaşabilmekteyiz. Bu durum da bize ideal sonuca daha yakın ve efektif biçimde ulaşmamızı sağlamaktadır.

Kaynaklar

[1] Yeh C., Fu L., Yang J., "Nonlinear Adaptive Control of a Two-Axis Gun-Turret System with Backlash", Volume 29, Issue 1, 5030-5035, (1996).
[2] Triz yöntemini kullanan firmalar, http://tr.wikipedia.org/, (2014).
[3] Kraev, V., "TRIZ Apprentice Course. And Invent", Inc.398 Blue Hills Parkway, Milton, MA 02186, 12 16, (2014).
[4] Aselsan STAMP taret sistemi, http://www.aselsan.com.tr/tr-tr/cozumlerimiz/silah-sistemleri/uzaktan-komutali-atis-sistemleri/12-7-mm-stamp-uzaktan-komutali-stabilize-makinali-tufek-sistemleri, (2017).
[5] Altshuller, G.," 40 Principles Extended Edition: TRIZ Keys to Technical Innovation", 1-137, (2005).

[6] Çember dişli, http://www.enkadisli.com/urun-fotograflari.html, (2017).
[7] Boşluksuz dişli sistemi, http://www.sspm.com.tw/en/CNC-rotary-table-ar.html, (2017).
[8] Built-in motor sistemi, http://www.tecnicaindustriale.net/built_in_torque_motors_1fw6.htm, (2017).
[9] Motor- kayış sistemi, http://www.multicamusa.com/routers.html, (2017).

A BIOMIMETIC BASED APPROACH TO ERGONOMIC PROBLEMS OCCURED IN THE RECOIL MECHANISM

ATEŞLİ SİLAHLARDAKİ GERİ TEPMEDEN KAYNAKLANAN ERGONOMİK SORUNLARA BİYOMİMETİK TABANLI BİR YAKLAŞIM

Hüdayim Başak[a], Ali Onur Şahinoğlu[b]
[a]Gazi Üniversitesi Teknoloji Fakültesi Endüstriyel Tasarım Mühendisliği Bölümü, Ankara, Türkiye Cumhuriyeti
hudayimbasak@gazi.edu.tr
[b]Gazi Üniversitesi Teknoloji Fakültesi Endüstriyel Tasarım Mühendisliği Bölümü, Ankara, Türkiye Cumhuriyeti
alionursahinoglu@gmail.com

Özet

Bu çalışmada ateşli silahlarda bulunan geri tepme mekanizmasının yol açtığı ergonomik sorunlara biyomimetik tabanlı bir çözüm önerisi sunulmuştur. Ağaçkakanlarda bulunan sürekli darbe sönümleme sistemi araştırılmış ve buradaki yapısal mekanik adaptasyonun belirtilen sorunun giderilmesinde nasıl uygulanabileceği tartışılmıştır. Çalışmanın sonunda olası çözüm yolları ve uygulamalar sunulmuştur.

Anahtar Kelimeler: Ateşli silahlar, Ağaçkakan, Biyomimetik, Ergonomi, Geri tepme

Abstract

In this study, a biomimetic based solution is presented about ergonomic problems in firearms which are occurred in the recoil mechanism.A research was conducted about the load absorbation system of woodpeckers and it is questioned how this structural and mechanical adaptation could be carried to the problem area.At the end of the study, possible solutions and practical applications have been presented.

Keywords: Firearms, Woodpeckers, Biomimetic, Ergonomics, Recoil

1. Giriş

Geri tepme, ateşli silahın ateşlenmesi neticesinde merminin ve barutun patlamasına bağlı olarak oluşan gazların namlu ağzına doğru hareketi neticesinde, Newton'un üçüncü yasası gereği tepki gücüne göre oluşan, merminin namlu ağzına olan hareketini dengeleyen, yönü geriye doğru olan momentum olarak açıklanabilir. Bu mekanizma ve mekanizmadan kaynaklanan problemler için tarih boyunca çeşitli çözümler geliştirilmiş, ancak hiçbir çözüm kesin olarak bu sorunu çözememiştir.

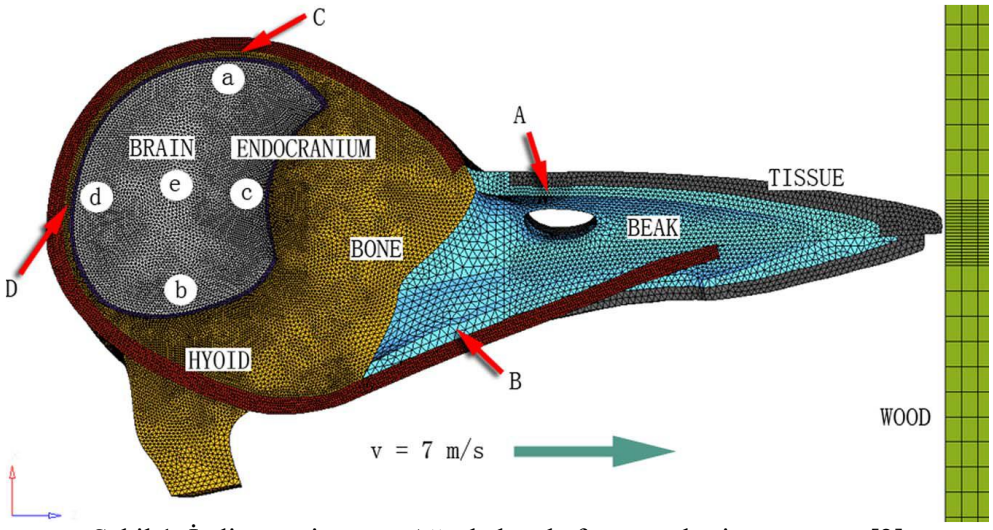
Biyomimetik ve biyomimikri, doğada mevcut halde bulunan modelleri inceleyen, sonra da mevcut bu tasarımları taklit edip ilham alarak, insanlığın mühendislik ve diğer konulardaki çok çeşitli problemlerine çözüm getirmeyi amaçlayan henüz çok yeni bilim dallarıdır. Biyomimetik, insanların doğanın taklidiyle insanların yaptıkları maddelerin, aletlerin, mekanizmaların ve sistemlerin tümünü ifade eden bir terimdir. Doğadaki tasarımların örnek alındığı mühendislik çözümlerinin uygulandığı başlıca alanlar nanoteknoloji, robot teknolojisi, yapay zekâ (AI), tıbbi endüstri ve askeri donanım gibi ileri teknolojinin uygulandığı alanlardır.

Yapılan bu çalışmada geri tepme mekanizmasını ve dolayısıyla buna bağlı olarak ortaya çıkan sorunları azaltmaya yönelik biyomimetik tabanlı çözüm önerileri değerlendirilmiştir. Konuya uygun bir senaryoya sahip ağaçkakanlardaki koruyucu kemik ve kas yapısı araştırılarak bu sistemin ne ölçüde mevcut soruna uygulanabileceği araştırılmıştır. Mekanik ve malzeme yönünden çözüm olabilecek yaklaşımlar irdelenmiş, uygun olan çözüm yaklaşımlarına göre çalışma sahası belirlenmiş, sonrasında bu çözüm önerisi üzerine

literatür taramasına devam edilerek üretim yöntemleri ve uygulama açılarından bulunan bilgi ve sonuçlar sunulmuştur.

2. Geri Tepme Problemlerinin Çözümünde Kullanılabilecek Biyomimetik Örneklem (Ağaçkakan)

Ağaçkakanlar (tür adı Picidea ailesi) Avustralya dışında kalan dünya üzerindeki ormanlık alanların çoğunda bulunurlar. Bu canlı türü yuva yapmak ve yiyecek bulmak gibi yaşamsal fonksiyonları için ağaç kabuklarına birbiri ardına seri vuruşlar yaparak, dilleriyle yakaladıkları böceklerle beslenirler. Bu vuruşlar esnasında yaşanan ekstrem koşullar çok kısa bir zaman diliminde vuku bulur.Öyle ki, Jung ve Nalleway'in [1] belirttiği gibi gagalama eylemi bazen 7 m/s'lik hızlara ulaşır ve 1200 g'lik bir ivlenme yaşanır. Jun Ma ve Dan Zhu ise yayınladıkları çalışmalarında [2] gagalama eyleminin saniyede 25 kerelik bir tekrara ulaştığını ve kuşun beyninin maruz kaldığı titreşim frekansının bir kaç Hz'den 25 Hz'e kadar uzadığını ortaya çıkarmışlardır.Çalışmada sonlu elemanlar modeli oluşturmak için yararlanılan indirgenmiş şema ise Şekil 1'de verilmiştir.



Şekil 1. İndirgenmiş şema-Ağaçkakan kafa yapısı kesit görüntüsü [2]

İnsanın maruz kalabileceği, bir cismin yerçekimi etkisinde sahip olduğu ivme olarak adlandırılan maksimum yerçekimi ivmesi değerinin 300 olduğu düşünüldüğünde, bu eylemin ne kadar ilginç bir hale geldiği anlaşılabilmektedir. Gibson [3] buradan hareketle ağaçkakanların sahip olduğu sönümleme mekanizmasının üç ana koldan oluştuğunu dile getirmiştir. Bunlar, küçük kafatası, kısa eylem zamanı ve beyin ile kafatası arasında kalan büyük boşluktur.

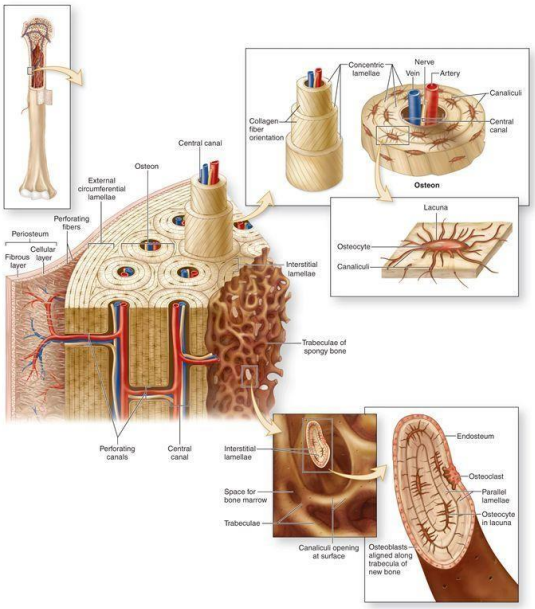
Yapılan başka bir çalışmada [4] Yubo ve ekibi konuya biraz daha genelleyici bir yaklaşım sergilemiş ve ağaçkakanın beyninin bu darbelerden korunmasının tek bir sebebi olmadığını, birçok bileşenin etkili olduğunu yinelemişlerdir. Bu sebepler ise başlıca şu başlıklar altında toplanmıştır:

1. Sert ama esnek gaga
2. Dil kemiği: Kafatasını çevreleyen, kemik ve elastik dokudan oluşan bir yapı
3. Kafatasının ortasındaki süngerimsi kemik
4. Beyin-omurilik sıvısının bulunduğu, kafatasıyla beyin arasında normalden küçük olan boşluk

Çözüm yollarını araştırdığımız konuyla alakalı olarak bu maddeler bir mühendislik kombinasyonu olarak değil tek tek değerlendirilmiştir. Ağırlık, denge, uygulanabilirlik, basitlik gibi mühendislik kısıtları göz önüne alınarak 3 numaralı süngerimsi kemik doku üzerinden yola çıkılmıştır. Bu bağlamda ilk olarak bahsi geçen süngerimsi kemik dokunun yapısını oluşturan ve insan dahil canlıların tümünde ortak olarak bulunan trabeküler kemik yapısıyla alakalı literatür taraması yapılmış ve ulaşılan bilgiler ilerleyen bölümlerde ele alınmıştır.

2.1. Trabeküler kemik yapısı

Ağaçkakan beyninin bu şoka maruz kaldığında gösterdiği dayanımı arkasında yatan nedenlerden en önemlisi ağaçkakanın beynini çevreleyen ve trabeküler yapı denen ince dokuyla çevrilmiş süngerimsi ve ince kemik yapısıdır.

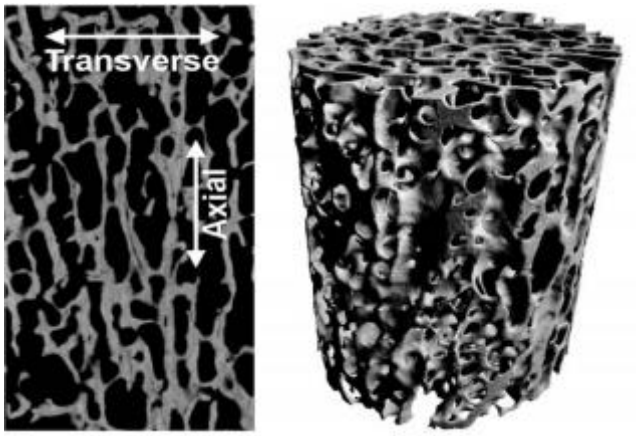


Şekil 2. Trabeküler kemik dokusu [5]

Canlılarda ortak olarak bulunan bu kemik yapısı, Jirousek'in de [6] belirttiği gibi insanın en çok yüke maruz kalan bölgelerinde de rastlanır.Bal peteği görünümündeki normal süngerimsi kemik yatay ve dikey trabeküler plakalardan oluşur.Genel olarak bu kemik yapısı Şekil 2'den de takip edilebileceği gibi kemik gözenekli kemik maddesi ve bu gözeneklerin arasını dolduran trombosit hücrelerinden meydana gelmiştir.

Yükün taşınmasında önemli bir role sahip olan trabeküller, stres çizgileri hizasında bulunurlar. Bu sebeple, karakteristik trabekül dizilimleri, omurga, kalça ve topukta gözlemlenir. Kompresif güçlere karşı kemiğin dayanımını arttıracak biçimde düzenlenen trabeküller, trabeküler mimarinin belirteçleri olan trabeküler kalınlık ve trabeküler alan öncelikli olmak üzere trabeküler kemiğin güç ve sertliğine katkıda bulunur.

Bayraktar ve Keanevy'nin insan boyun kemiği örneğinin sonlu elemanlar modeli üzerinden trabeküler kemik dokusunun atında yatan dayanım mekanizmalarını araştırdıkları yayınlarında [7] belirttikleri şekilde bu kemik yapısının sahip olduğu sanki-lineer esneklik/yoğunluk oranının kemiğin yükleme yapılacak bir modellemeye oldukça müsait olduğu belirtilmiş, çalışmalar bu modellenebilirlik üzerine kurulmuştur.Şekil 3'te trabeküler kemik yapısının render edilmiş hali görülebilir.



Şekil 3. Solda insan trabeküler kemik yapısının kesit görüntüsü-Sağda aynı kemik yapısının render edilmiş hali [6]

3. Geri Tepme Mekanizması

Tuncer ve Alli'nin çalışmalarında [8] geri tepme mekanizmasının amacı; çok kısa bir süre (5–20 ms) içerisinde barutun yanması ile hazne içerisinde oluşan yüksek balistik kuvvetlerin daha uzun bir zaman aralığında (0,2–0,5 s) ve şiddeti düşürülmüş bir kuvvet olarak araca iletilmesini sağlamak olarak ele alınmıştır.Bu yüzden geri tepme sistemlerinden beklenen, onların dinamik özelliklerinden faydalanılarak kısa sürede oluşan tepme kuvvetlerini uzun zaman aralığında düşük kuvvetlere dönüştürmektir.

3.1. Geri Tepme dinamiği

Geri tepme mekanizmasının başlangıç tasarımında silah mekanizmasının destek kısmının hareket etmediği varsayılır ve geri tepme hareketini tanımlamak için bir serbestlik dereceli model kullanıldığını bilinir. Bir serbestlik dereceli model geri tepme hareketinin olduğu yöndeki ötelenme yer değiştirmesini (doğrusal hareket) tanımlar. Bu modelde destek yapının rijit bir şekilde yere sabitlendiği varsayılır.

Atış yapılır yapılmaz geri tepme mekanizması geri tepen namlu ve diğer parçaları durdurucu etkiye sahip kuvveti uygulamaya başlar. "L" mesafesi ateşlemeden sonra geri tepen parçaların sıfır noktasından hareket mesafesidir. Geri tepen parçalar L mesafesine ulaştıktan sonra anlık olarak dururlar ve atış pozisyonunu almak için tekrar ileri doğru hareket ederler. Hareketin bu geri tepilen maksimum mesafeden tekrar sıfır konumuna gelindiği hareket ise ikinci kısmı, yerine gelme hareketini oluşturur.

Geri tepme hareketinde üç kuvvet etkilidir;

• Beşik Kuvveti; Bu kuvvet mühimmata hareketi verecek olan patlayıcının patlaması sonucu oluşan basınçtan dolayı hasıl olur ve kısa süreli olarak etki eder. Geri tepme hareketini başlatan kuvvet bu kuvvettir.
• Yerçekimi Kuvveti; Bu kuvvet geri tepen parçaların farklı namlu atış açılarında aldıkları pozisyona göre ağırlıklarından dolayı oluşan bir kuvvettir. Geri tepen parçalar atış pozisyonunda sabit kaldıkları için yer çekiminin oluşturduğu kuvvet de sabittir.
• Net Durdurucu Kuvvet; ateşleme yapılır yapılmaz mühimmat ilerlemeye baslar, oluşan gaz basıncı ve ağırlık birleşeninden dolayı geri tepen parçalar geriye doğru hareket etmeye başlarlar. Bu harekete karşı sürtünme kuvveti ve geri tepme mekanizması tarafından direnç oluşturulur, böylece durdurucu bir kuvvet ortaya çıkar.

Yuan ve Lee'nin [9] atış performansı ve ergonomisi üzerine yaptıkları çalışmada Osborne ve Smith'e (1986) ait araştırmaya verdikleri referansta bir çok kayda değer atıcının uzun kabze yapısı ve ağır tüfekleri tercih ettiğine değinirler. Böyle bir tüfek genel standartlara göre hala ergonomik bir tüfek olarak değerlendirilir.

Sekulova'nın araştırmasında [10] ergonomik bir ateşli silahı etkileyen en önemli faktörün kabze eğimi olduğu belirtilip, bütün ırklar için uygun bir silah yapmanın mümkün olmadığı, bunun yerine olası en büyük kesime hitap edebilecek bir tasarımın tercih edilmesi gerektiği ön görülür.

4. Çözüm Olasılıkları

Bu aşamada çalışmaya konu olan problemin çözümü için uygulanabilirlik açısından üç ana olasılık öne çıkmaktadır. Bunlar,

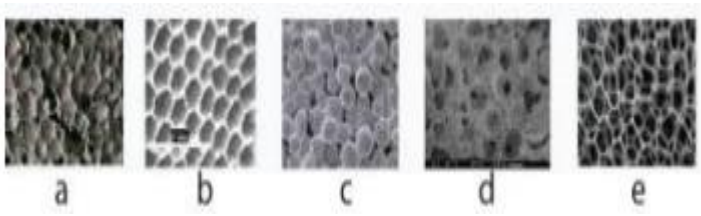
- Metalik köpük malzemelerin kullanımı,
- Akıllı malzemelerin kullanımı
- Parçacık sönümlemeden yararlanmadır.

Akıllı malzemelerin kullanılabilirliği ve parçacık sönümlemeden yararlanma seçenekleri ilerideki aşamalarda ele alınacaktır. Makalenin hacmi nedeniyle bu çalışmada sadece metalik köpükler ile olan araştırma ve olası çözüm önerileri sunulacaktır.

5. Metalik Köpükler

Hücreli metalik malzemeler (HMM) olarak da adlandırılan metalik köpük, metalik sünger ve özel olarak sinterlenen metalik malzemeler oldukça yeni ve kullanımı yaygınlaşan yeni nesil malzemelerdendir. Bu terimler arasındaki genel ayrım gözeneklerin morfolojisinden kaynaklanmaktadır. Ayırt edilebilen ve kendi içinde düzenli olanlar köpük olarak adlandırılırken diğerleri sünger olarak adlandırılırlar. Eğer köpürten malzeme metalik karakterdeyse ve katılaştıktan sonra boşluk içeriyorsa bu malzeme metalik köpük olarak adlandırılır.[11]

Hücrelerin yalıtılmış olmasına ve ya bütün hücrelerin birbirleriyle bağlantılı olduğu yapıya göre kapalı hücreli ve açık hücreli olabilirler.[12] Farklı metalik köpüklere ait SEM görüntüleri Şekil 4.'te verilmiştir.



Şekil 4. Farklı metalik köpüklere ait SEM görüntüleri [12]

Özellikle içinde bulunduğumuz dönemde hemen hemen bütün endüstrilerde hafif malzemelerin kullanımı, mekanik, termal, elektrik ve akustik özellik ve isterler de göz önünde bulundurulduğunda gittikçe yaygınlaşmaktadır. Enerji absorbsiyonu, ısıl yönetim ve akustik absorbsiyonu alanlarındaki üstün performansları düşünüldüğünde metalik köpük malzemeler bu kullanım artışında ciddi pay sahibi olmaktadırlar.

Başpınar ve Yavuz'un yaptıkları araştırmada [13] metalik köpüklerden özellikle alüminyum köpüklerin darbe enerjisini plastik enerjiye diğer metallerden daha iyi dönüştürebildikleri belirtilir. Varyoz ise [14] metalik köpüklerin yüksek kesme ve kırılma mukavemeti, düşük yoğunluk ve kimyasal süzme gibi üstün özelliklerine dikkat çekmektedir.

Aynı çalışmada metalik köpüklerle diğer mühendislik malzemelerinin köpük yapıları arasındaki belirgin farklardan bahsedilir. Polimer köpükler rijitlik açısından yeterli olmayıp, seramik köpükler ise oldukça kırılgandırlar. Haiweu ve Zengang [15] bu nedenle metalik köpüklerin kullanımının mühendislik açıdan diğer mühendislik malzemelerine nazaran daha iyi sonuç vereceğini belirtmektedir.

Dahil [16] ise metalik köpüklerin en büyük avantajının az ağırlık ve yüksek sönümleme kapasitesinin birleşimi olduğunu belirtir. Dahası bu malzemelerin kirlilik ve ya çöp problemi olmadan tamamen geri dönüşüme tabi tutulabilmesi başlı başına kayda değer bir özelliktir.

6. Sonuç ve Öneriler

Yapılan araştırmalar neticesinde doğada hâlihazırda yüzyıllardır kullanılan, ağaçkakanlardaki sönümleme sisteminin ateşli silahlardaki geri tepme mekanizmasının azaltılmasına yönelik olarak kullanılabileceği, bu konuda daha önce akademik bir çalışma yapılmadığı ortaya konulmuştur.

Çözüm olasılığı olarak belirlenen üç ana başlıktan akıllı materyallerin kullanımı ve parçacık sönümleme uygulamalarının bu makalenin hacmi göz önünde tutularak ana araştırmanın ilerideki kısımlarında ele alınması uygun görülmüştür. Dolayısıyla bu çalışmada bahsedilip üzerine yorum ve öneri verilen alan metalik köpük uygulamaları olmuştur.

Metalik köpüklerin son dönemde kullanımı artan mühendislik malzemelerinden oluşu, ister mekanik, ister akustik ve ister ısıl sönümleme kapasitelerinin oldukça iyi oluşu araştırmanın devamında bize oldukça fazla fırsat sunmaktadır.

Özellikle geri tepme olayının ençok hissedildiği ateşli silah ve insan/çevre arasındaki arayüz konumunda bulunan kabza ve bipod/tripod ekipmanlarının tasarımında metalik köpüklerin kullanılmasının ciddi bir biçimde araştırılması ve ilgili uygulamalarının ortaya konulması bu olayın etkilerinin minimize edilmesi açısından oldukça faydalı olacaktır. Hem sönümlemenin artışı hem ağırlığın azaltılması bağlamında ilgili malzemelerin sağlayacağı birçok fayda vardır.

Problemin çözümünde metalik köpüklerin ne ölçüde uygulanacağı ise araştırmanın ilerleyen safhalarında tekrar ele alınacak, gerekli modelleme ve analizlerin yapılması bu açıdan sağlıklı olacaktır. Metalik köpüklerin çalışmanın ana konusunu oluşturacağı, ancak tasarım aşamasında çalışmanın çıkış noktası olan doğada uygulanan çözümü meydana getiren diğer basamaklar da dikkate alınacaktır.

Dolayısıyla raporu sunulan bu araştırmanın başında bahsedildiği gibi bazı mühendislik kısıtları göz önüne alınarak ilk etapta metalik köpükler araştırılmıştır. Ancak tasarım aşamasında ağaçkakanın darbe sönümleme sistemini oluşturan diğer üç maddenin de ele alınması olasıdır. Özellikle hyoid kemiği ve sert yağıdaki gaganın malzeme ve tasarım benzetimi yoluyla modellenmesi araştırmanın önünde yeni kapılar ve çözüm yolları açacaktır.

Kaynaklar

[1] Jung, J., Naleway, S. E., Structural Analysis of Tongue and Hyoid Apparatus of Woodpeckers. Acta Biomaterialia 1-13. (2016).
[2] Zhu, D. Z., Ma. G. J., Numerical Study of the Impact Response of the Woodpecker's Head.AIP Advances, 042173. (2012).
[3] Fınegan C. I., Gıbson, R. F., Recent Research On Enhancement of Damping In Polymer Composites, Composites Structures, 89-98. (1999).
[4] Yubo F., Biomechanism of impact resistance in the woodpecker's head and its application, Science China Life Sciences, 715-719. (2013).
[5] Liu X. S., Bevıll G., Micromechanical Analysis of Vertebral Trabecular Bone Based On Individual Trabeculae Segmantation Of Plates And Rods, Journal Of Biomechanics, 42(2009), 249-256. (2009).
[6] Jiroušek O., Nanoindentation of Human Trabecular Bone – Tissue Mechanical Properties Compared to Standard Engineering Test Methods, INTECH, Chapter 11, 260-265.(2012).
[7] Bayraktar H. H., Keaveny T. M., Mechanisms of uniformity of yield strains for trabecular bone, Journal of Biomechanics 37-1671–1678. (2004).

[8] Tuncer D. G., Alli H., Agır Silahların geri tepme mekanizmalarının tasarımında iç balistik modelinin olusturulması ve kama kuvvetinin hesaplanması, 2. Ulusal Tasarım İmalat ve Analiz Kongresi, Balıkesir, 413-425.(2010).
[9] Yuan K. C., Lee Y. H., Effects of rifle weight and handling length on shooting performance, Applied Ergonomics Vol 28. No. 2, pp. 121-127. (1997).
[10] Sekulova K. C., Bures M., Ergonomic Analysis of a Firearm According to the Anthropometric Dimension, Applied Ergonomics Procedia Engineering 100-609 – 616. (2014).
[11] Ozan. S., Katı N., Metal Köpükler, 6th International Advanced Technologies Symposium (IATS'11), Elazığ,317-320.(2011).
[12] Baumeıster. J., Banhart J., Deformation Characteristic of Metallic Foams, J. Mater Sci 33 1431-1440. (1998).
[13] Baspınar. M., S., Yavuz İ., Metalik Köpük Malzemelerin Taşıtlarda Kullanımı, Electronic Journal of Vehicle Technologies (EJVT) 2009 (3) 43-51. (2009).
[14] Varyoz. H., Dikdere O., Metal Köpükler, Dumlupınar Üniversitesi Fen Blimleri Dergisi 1302-3055. (2010).
[15] Yı F., Haiwu Z., Zhengahn Z., Fanggioi Z., "The Microstructure and Electrical Conductivity of Aluminum Alloy Foams", Materials Chemistry and Physics,Volume 78, Issue 1, 3 February, Pages 196-201. (2003).
[16] Dahil L., Başpınar S., Gözenekli Malzemelerin Sönümlemeye Etkisi, AKÜ-FEBİD 11, 015701 (1-7). (2011).

BIO-FABRICATION VIA LASER-INDUCED FORWARD TRANSFER

H. Kürşad Sezer[a] and Beka Çotur[b]
[a] Gazi University, Ankara, Turkey, E-mail: kursadsezer@gazi.edu.tr
[b] Gazi University, Ankara, Turkey, E-mail: beka.cotur@gazi.edu.tr

Abstract

In this study, current bio-printing technologies laser induced forward transfer (LIFT) based bioprinting technology for tissue scaffold building have been reviewed . LIFT technologies are known to be less suitable for bioprinting applications because of metal layers used for absorbtion of laser irradiation, however ongoing research and development efforts in the last 10 years changed the status quo. Noted differences of LIFT processes compared to other bioprinting technologies and aforementioned progress in LIFT processes outlined in this paper can be useful to both academic and industry followers interested in bioprinting applications such as scaffold design and manufacturing by 3 Dimensional Printer Technologies.

Keywords: Laser-induced forward transfer, Indirect laser printing technologies, Bio-printing methods, Tissue engineering, 3D bio-brinting.

1. Introduction

Tissue Engineering is the science of forming tissues using biomaterials, growth factors and cells in order to replace the organ that was lost in an accident, due to an illness or operation, or absence from birth. Current clinical studies replace this body parts with autograft (a bone or tissue that is taken from a part of a person's own body and transplanted into another part) or allograft (a bone or tissue transplanted from the body of one person to another person) of healthy body part. However there are limitations to surgical grafting (either an allograft or an autograft), as donor site can mulfunction after grafting or there may not be enough donor tissue to replace the missing organ [1]. In such cases, Tissue Engineering enables to create custom made organs to replace and fully function the lost body part by 3D-printing of porous organs, cell/biomaterial composites, homogeneous or multiple tissue organs [2]. Tissue Engineering process begins with exact scan of the lost body part, via Magnetic Resonance Imaging (MRI), X-Ray, ultrasound echoscopy or other imaging methods in order to form a model of the organ [3]. The scan of the organ then transformed into a computer aided design (CAD) and using the proper meshing programs, its divided into slices for which it can be 3D-printed layer by layer (Figure 1 – 3D Printing Process for a Mandible Defect [4]).

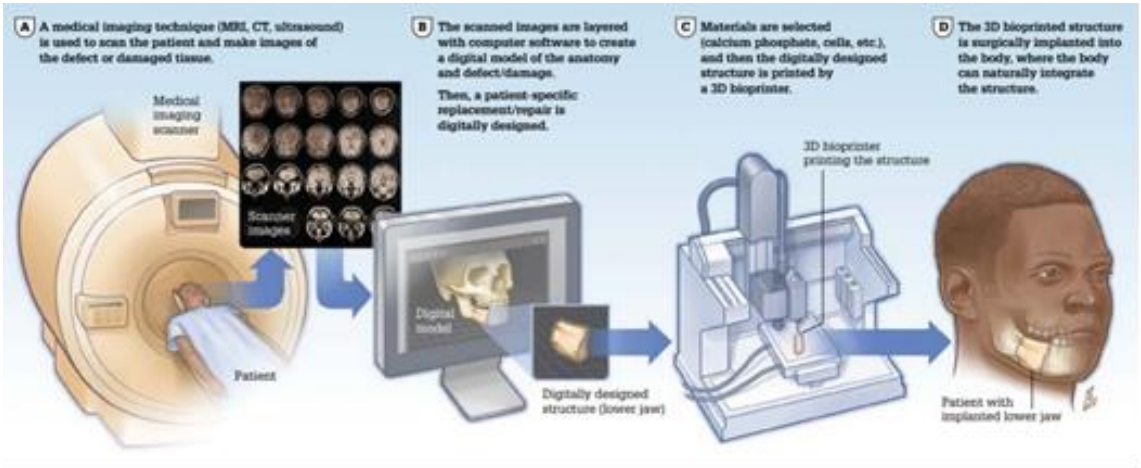


Figure 1 – 3D Printing Process for a Mandible Defect [4]

Layers are formed by scaffolds which are the key element for tissue regeneration as they are mechanical support and a physical structure for the transplanted cells to attach, grow and maintain their physiological functions. A suitable scaffold provides a surface for cells to adhere, proliferate (multiply), differentiate and

secrete extracellular matrix (ECM) that fills spaces between the cells in the tissue [5]. These scaffolds can well be printed by a suitable 3D printing machine, where the fabrication method is chosen according to suitable material type and desired output. However, the chosen bio-fabrication method impacts the vascularization (development of vessels) in the organ, viability of cells and mechanical performance; thus surface resolution performance and material compatibility is important when selecting the method [6]. In this paper, we assessed different 3D Bio-printing methods, their advantages and disadvantages, comparison of laser induced forward transfer (LIFT) method to other technologies, and what can be done in order to enhance the LIFT method.

2. 3D Bio-Fabrication Methods

3D bio-printing technologies can be divided into 3 main categories per their working principles; as Laser Based, Ink-jet Based and Extrusion Based technologies [2].

2.1. Laser Based 3D Bio-Printing Technologies

Laser-assisted printing can be reviewed under 2 categories; laser direct-write and laser induced transfer technologies [7]. Most common laser direct write technologies are Selective Laser Sintering (SLS), Selective Laser Melting (SLM), Stereolithography Apparatus (SLA) and Multiphoton Lithography. SLS and SLM printers use powdered biomaterials as raw material, whereas SLA and Multiphoton Lithography use liquid biomaterials. SLA uses a laser that selectively solidifies photopolymerizable resin resting in a build platform, as the platform is lowered, subsequent polymerizations build the model in three dimensions [8].

In LIFT technologies, a laser pulse guides an individual cell from suspended cells from a donor slide to the collector substrate by creating a bubble with laser pulse, and shock waves generated by the bubble formation repel cells toward the collector substrate [9]. The most popular techniques in laser-based direct-write cellular applications are laser-induced forward transfer (LIFT), absorbing film-assisted laser induced forward transfer (AFA-LIFT) and matrix-assisted pulsed laser evaporation direct writing (MAPLE DW) [10].

i. Laser Induced Forward Transfer (LIFT)
Laser assisted bioprinting consists of a laser beam, a ribbon that is consisted of layers of donor support, glass and laser-energy-absorbing layer (e.g., gold or titanium) and a layer of biological material (e.g., cells and/or hydrogel) prepared in a liquid solution, and a substrate below the ribbon as the stage [6] (Figure 2 - LIFT Method [11]).

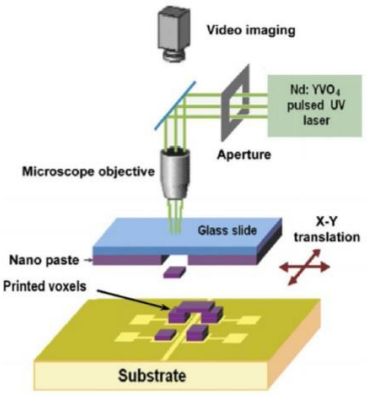


Figure 2. LIFT Method [11]

The glass or the optically transparent quartz support stays in close proximity to or in contact with the film [12]. Laser pulses focuses through the glass and gold layer on the bio-material, which creates vapor in the adjacent area and the gas pressure generated by gold layer creates a droplet and propels it against the substrate below [13].

There are 2 different lasers used in LIFT, first is Nd:YAG (Neodymium-doped Yttrium Aluminum Garnet), which is a solid state laser producing near infrared wavelength, i.e. 1064 nm [14]. Second one is excimer laser which is either argon fluoride (ArF) or krypton fluoride (KrF) laser producing ultraviolet wavelength [15].

Bio-printing is implemented with biological materials such as peptides, DNA and cells [6]. A study conducted by Lothar et al. printed skin cell lines (fibroblasts/keratinocytes) and human mesenchymal stem cells (hMSC) using LIFT and evaluated the influence of LIFT on the cells. The skin cells survived with a rate of 98% ± 1% and with 90% ± 10% for hMSC [9]. Another study done by Duocastella and his friends, microarrays of IgG (immunoglobin G) solution printed which is used for medical diagnostic or disease therapy, and concluded that LIFT method created well-defined contours and viable results [16].

Absorbing film asisted LIFT (AFA-LIFT) is a technique that utilizes a metal layer of increased thickness (~100 nm) as the energy-absorbing medium, where the metal layer expands volumetricly and causes the attached cell layer to liquify [17] (Figure 3 - AFA-LIFT Arrangement [17]).

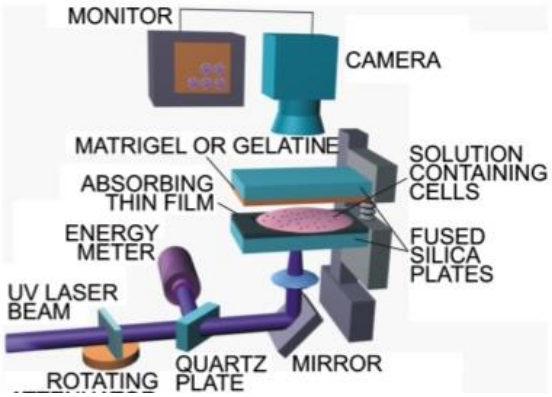


Figure 3 - AFA-LIFT Arrangement [17]

Studies have proved that, by using thin layers on a transparent holder with high absorption and enough thickness greater than the penetration depth of UV laser wavelength, the damage of the biological sample spread on the thin film can be minimized [17].

Another known LIFT process is blister-actuated LIFT (BA-LIFT), where a fluid layer transferred through a thick absorbing polymer without its total vaporization and removal (λ = 355 nm, τ = 15 ns) has been studied for mouse embryonic stem cells cultures by insulating them from thermal and mechanical shocks [11].

Another alternative method to LIFT is BioLP (biological laser printing), where a CCD camera is used for real time analysis and monitor transfer process [13].

ii. Matrix-Assisted Pulsed Laser Evaporation Direct Writing (MAPLE DW)

MAPLE DW employs a hydrogel matrix layer (~100 μm) as the energy-absorbing medium and uses a relatively lower power UV laser, which results in low-energy excitation and ejection, protects the cells from heat and cytotoxic contamination [8]. MAPLE DW is an effective method that can be used in cellular compounds like dermal fibroblasts, myoblasts, neural stem cells, bovine pulmonary artery endothelial cells, and breast cancer cells, as studied by Nathan et al. [9].
In MAPLE DW Microscale cell patterning can be achieved through optimizing the viscosity of the bioink, laser printing speed, laser energy and pulse frequency. Writing of multiple cell types is also feasible by selectively propelling different cells to the collector substrate [9].

Metallization from LIFT-based printing is generally viewed as cytotoxic, MAPLE DW addresses this issue by eliminating the metal layer [8].

2.2. Ink-Jet Based 3D Bio-Printing Technologies

In this method, ink cartridge is filled with a biological material, and its repelled using thermal, electric or acoustic forces to eject drops of liquid from a nozzle onto a substrate. An electronically controlled elevator stage is used to provide control of the z axis (Murphy and Atala 2014). All the ink-jet technologies uses the same method as a print head is controlled by a computer system [18]. Ink-Jet Based bio-printing is divided into 3 categories according to working principles :

a. In thermal technology, ink droplets are generated by heating the nozzle to hundreds of degrees in microseconds, so that pulse pressure creates an inflated bubble and the ink is repelled out of the narrow nozzle onto the substrates. However, the size and order of the droplets are mixed. Nozzle blockage is common, smooth printing is difficult and also due to shear and thermal stress cellular viability is not effective [5].
b. In piezoelectric models, the print head actuates with a controlled frequency to make disrupt the continuity in the fluid stream and create a drop eventually [18].
c. Acoustic Droplet Ejection does not require a nozzle but uses an open liquid dispenser which prevents clogging [19]. Pulses formed by ultrasound pressure forces the droplets to drop from the dispenser [6].

2.3. Extrusion Based 3D Bio-Printing Technologies

In this bioprinting method, a thermoplastic material in filament form is extruded through a nozzle or orifice. The bioprinter types include fused deposition modeling (FDM)/fused filament fabrication (FFF) and stick deposition molding (SDM). Fused Deposition Modelling is the most known method in extrusion printing. [20].

3. Differences of 3d Bio-Fabrication Methods Compared to Lift Method:

Aforementioned 3D Bioprinting technologies (Figure 4 - Ink-Jet Bio-Printing Machines [7]) seem to be able to print anything as desired and they have their advantages compared to others. Studies conducted on the printing process and the results however showed their differences.

Ink jet printing requires low viscosity, and low cell density in order to avoid cell impairment because of the shear force at the nozzle. Laser induced printing allows high viscosity and high density solutions to be used owing to nozzle free solution [13].

Lasers high focusing power and avoidance of mechanical contact allows obtaining higher degrees of integration than other more extended direct-writing techniques, such as ink-jet printing, with the added advantages of avoiding contamination issues and nozzle clogging problems [16].

According to a comparison study carried out by Tasoglu and his friends, laser free printing methods has higher throughput which causes lower cell density and spatial resolution (Table 1 [19]). In terms of resolution, laser guided direct writing (LG DW) printers have the best results however the lowest viability. To overcome this problem, modification of LIFT with an energy observing layer as in AFA-LIFT, had a huge positive impact on cell viability. [18].

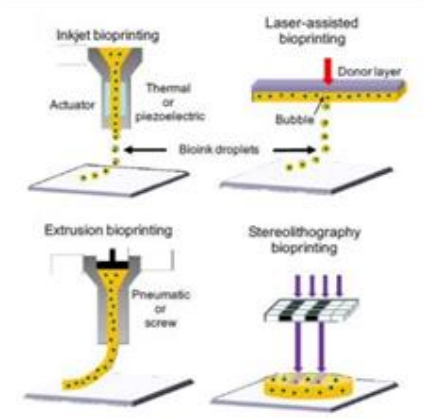


Figure 4. Ink-Jet Bio-Printing Machines [7]

In 3D bioprinting processes there is a lack of full automation compared to conventional 3D printing processes [15]. Thus the fully automated machines are relatively more expensive compared to easy built ones. LIFT bioprinting machines are considered to be high in price, which is a disadvantage compared to other methods [5].

Table 1 - Comparison of Ink-Jet Printing Methods [19]

Table I. Comparison of commonly used bioprinting technologies based on performance

Performance metric	Valve-based bioprinting [7,24–26]	Laser –induced bioprinting (LIFT, BioLP, MAPLE) [19,21,40–44]	Laser-guided bioprinting [18,39]	Inkjet bioprinting [16,17]	Acoustic bioprinting [5,23]
Throughput	Medium	Medium	Low	High	High
Droplet size	100 μm–1 mm	>20 μm	>10 μm	50–300 μm	10–500 μm
Spatial resolution	Medium	Medium	High	Medium	Medium
Single Cell Control	Medium	Medium	High	Low	High

In conventional 3D printers, raw materials are easy to find, stable and vast, however in 3D bioprinting process biomaterials are in gel or sol-gel form, which cannot be easily formed in high resolution and cannot preserve the given original shape [15]. In ink-jet based printing and extrusion based printing technologies, material viscosity, vertical stability, shape preservation and limited material choices are the major setbacks [5].

4. Conclusion

LIFT is compatible with virtually any type of material, and works in normal room conditions, which makes it the most versatile additive microfabrication techniques developed [11]. In order to use LIFT bioprinters in an optimum manner, some alterations should be taken into consideration;

i. The wavelength should not alter the biological materials used [12]. Thermal transducers or laser power risks cell viability owing to high temperatures, UV lighting causes the potential denaturation of DNA [12], thus near-infrared lasers are generally used [19].

ii. The use of metallic absorbing layers may spoil the final product by vaporizing together with the printed material and contaminating it, thus using femtosecond laser sources enables the generation of the cavitation bubble directly into the bio-ink and eliminates the need for a laser-absorbing layer [21].

iii. Pulse duration, pulse energy, pulse repetition rate and vapor bubble formation should be optimized for high throughput processes [12]. A study conducted by Duocastella and his friends on IgG solution with varying pulse energy; low laser pulse energies created well aligned points whereas at higher energies sudden and significant increase in the dispersion and a shift toward upper volumes realized. Thus for energies up to 4 μJ was found as optimum, all points are well aligned, with little dispersion [16].

In a research conducted by Serra et.al., when the fluence threshold of deposition process is kept about 0.14 J/cm2, the ablation threshold of the titanium film is not exceeded, so that the minimum laser fluence leading to the formation of a vapor bubble inside the liquid is managed [22].

iv. Many types of biomaterials (in particular complex types) changes upon melting or vaporization, which will degrade their composition, phase, structure, electrical behavior or chemical and biological activity, thus; a thin absorbing layer called dynamic release layer (DRL), made from vacuum deposited 20–100 nm thick thin film metal layers or from spin coated polymer films up to one micron in thickness [11] (like polyimide membrane [21]) can be used in order to decrease the impact on the transferred biomaterial by avoiding exposure to the incident laser pulse and absorbtion of heating.

v. Laser-based bioprinters are highly slow as there is only a single laser beam tracing the layer; however, the recently developed microarray-based stereolithography systems and systems like Multi-Arm BioPrinter (MABP) provides faster bioprinting solutions. MABP concept has dual arms moving in tandem for hybrid tissue fabrication, based on a toolpath sequencing strategy to ensure that the spheroids are deposited between the filament structures in the appropriate timeframe to avoid collision between the two nozzles [15].

References

[1] Jana, S., S.K. Levengood, and M. Zhang, Anisotropic Materials for Skeletal-Muscle-Tissue Engineering. Adv Mater, 28, 10588-10612, (2016).
[2] Xiaohong, W., et al., 3D Bioprinting Technologies for Hard Tissue and Organ Engineering. Materials (1996-1944), 9, 1-23, (2016).
[3] Melchels, F.P.W., et al., Additive manufacturing of tissues and organs. Progress in Polymer Science, 37, 1079-1104, (2012).
[4] Houtman, J.J., 3D Bioprinting. A New Dimension in Tissue Engineering. Horizons in Bioscience, 2, (2016).
[5] Li, J., et al., Recent advances in bioprinting techniques: approaches, applications and future prospects. J Transl Med, 14, 15, (2016).
[6] Murphy, S.V. and A. Atala, 3D bioprinting of tissues and organs. Nat Biotechnol, 32, 12, (2014).
[7] Mandrycky, C., et al., 3D bioprinting for engineering complex tissues. Biotechnol Adv, 34, 12, (2016).
[8] Larson, C. and R. Shepherd, 3D Bioprinting Technologies for Cellular Engineering. 69-89, (2016).
[9] Dababneh, A.B. and I.T. Ozbolat, Bioprinting Technology: A Current State-of-the-Art Review. Journal of Manufacturing Science and Engineering - Transactions of ASME, 136, (2014).
[10] Schiele, N.R., et al., Laser-based direct-write techniques for cell printing. Biofabrication, 2, 33, (2010).
[11] Piqué, A., et al., Laser 3D micro-manufacturing. Journal of Physics D: Applied Physics, 49, 24, (2016).
[12] Guillemot, F., et al., High-throughput laser printing of cells and biomaterials for tissue engineering. Acta Biomater, 6, 6, (2010).
[13] Koch, L., et al., Laser printing of skin cells and human stem cells. Tissue Eng Part C Methods, 16, 7, (2010).
[14] Encyclopedia of Laser Physics and Technology - YAG lasers, Nd:YAG laser, Yb:YAG, yttrium aluminum garnet, https://www.rp-photonics.com/yag_lasers.html (2017).
[15] Ozbolat, I.T., 3D Bioprinting : fundamentals, principles and applications, N. Robertson, London, 1-345, (2017).

[16] Duocastella, M., et al., Printing biological solutions through laser-induced forward transfer. Applied Physics A, 93, 941-945, (2008).
[17] Hopp, B., et al., Femtosecond laser printing of living cells using absorbing film-assisted laser-induced forward transfer. Optical Engineering, 51, 014302-1-014302-6, (2012).
[18] Bakhshinejad, A. and R.M. D'Souza, A Brief Comparison Between Available BioPrinting Methods. Biomedical Conference (GLBC), 2015 IEEE Great Lakes, 4, (2015).
[19] Tasoglu, S. and U. Demirci, Bioprinting for stem cell research. Trends Biotechnol, 31, 10-9, (2013).
[20] Gu, B.K., et al., 3-dimensional bioprinting for tissue engineering applications. Biomater Res, 20, 8, (2016).
[21] Guillotin, B., S. Catros, and F. Guillemot, Laser Assisted Bio-printing (LAB) of Cells and Bio-materials Based on Laser Induced Forward Transfer (LIFT). 193-209, (2013).
[22] Serra, P., et al., Liquids microprinting through laser-induced forward transfer. Applied Surface Science, 255, 5342-5345, (2009).

Mimarlık

(Architecture)

DEFICIENCY IN THE APPLICATION OF HISTORIC SITE MANAGEMENT: THE CASE OF TURKEY

ALAN YÖNETİMİ KONUSUNDA UYGULAMADA GÖRÜLEN EKSİKLİKLER, TÜRKİYE ÖRNEĞİ

Hasan Ünver[1], Orkun Alptekin[2]
[1,2] Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Mimarlık Bölümü, Eskişehir, Türkiye
[1] hasanunver@gmail.com, [2] orkunalptekin@outlook.com

Özet

Alan yönetimi ve yönetim planı, UNESCO gibi küresel platformların önderlik ettiği uluslararası koruma bilincinde her geçen gün daha fazla önem kazanan kavramlardır. Sürdürülebilir alan yönetimlerinin oluşturulmasında, gerçekçi yönetim planlarının hazırlanmasına paralel olarak, sistemin idari bürokrasi ile uyumunun sağlanabilmesi de önemlidir. Bu bağlamda, söz konusu kavramların kültürel miras alanları açısından zengin bir ülke olan Türkiye Cumhuriyeti koruma mevzuatında yer bulması ve uygulamada görülen çeşitli sıkıntıların giderilmesi amacıyla çeşitli ekleme ve değişiklik yapılma süreci 2004 yılından beri devam etmektedir. Ancak bu düzenlemelere rağmen idari bürokrasideki işlerlik bağlamında, sürecin en başından itibaren pek çok belirsizlikler bulunmaktadır. Bu çalışmada, alan yönetimi kavramının Türkiye Cumhuriyeti koruma mevzuatına girmesinden itibaren eksik ve güçlü olduğu yönler incelenmektedir. Ayrıca yapılan değişiklik ve eklemelerin söz konusu eksiklikleri gidermede ne kadar etkili oldukları irdelenerek mevcut eksik ve sıkıntılar belirlenmektedir.

Anahtar kelimeler: Alan yönetimi, Yönetim planı, Koruma, Mevzuat

Abstract

Site management and management plan are concepts that gain importance day by day at the international preservation awareness led by global platforms such as UNESCO. Parallel to the preparation of realistic management plans, a system that is compliant with the administrative bureaucracy is also important in the creation of sustainable area managements. In this context, subject concepts took place at the at the preservation legislation of Turkish Republic –a country that has a rich cultural heritage inventory- at 2004. Various additions and modifications have been in progress since this date to eliminate the various problems encountered in practice. Despite these regulations, there are many uncertainties from the very beginning of the process in the context of the administrative bureaucracy. In this study, incomplete and strong aspects of the concept of site management since its introduction to the preservation legislation of Turkey Republic is examined. In addition, the effectiveness of these changes and additions are examined and the existing deficiencies and problems are determined.

Keywords: Site management, management plan, preservation, legislation

1. Giriş

Toplumların bilinç düzeyindeki artış, toplumu ilgilendiren birçok konuda yönetişim, sürdürülebilirlik, çok disiplinlik, bütüncüllük ve eşgüdüm gibi çağdaş ve yenilikçi kavramların gündeme gelmesine neden olmaktadır. Taşınmaz kültür varlıkları da toplumun tarihi ve kültürel geçmişinden izler taşıyan yapılı çevrenin tüm dünyanın ortak mirası olarak kabul edilen bir bileşenidir. Dolayısıyla koruma yaklaşımlarının da artık tekil uygulamalardan sıyrılarak yönetişim, sürdürülebilirlik, çok disiplinlik, bütüncüllük ve eşgüdüm bağlamında irdelenmesi zorunluluğu giderek daha geniş bir düzlemde kabul görmeye başlamıştır. Bunun bir yansıması olarak da taşınmaz kültür varlıklarının söz konusu kavramlar bağlamında korunmasına yönelik yaklaşım modelleri geliştirilerek kullanılmaya başlanmıştır.

Bu küresel bakış açısı ile Birleşmiş Milletler Eğitim, Bilim ve Kültür Örgütü'nün (UNESCO) 1999 yılında benimsediği ilkeler ile önerdiği, taşınmaz kültür miras alanlarına dair süreçlerin analiz etme, değerlendirme ve çözüm üretme aşamalarını eşgüdüm içinde ele alabilecek kurumsal yapılanma [1] olan alan yönetimi kavramı ortaya çıkmıştır.

Bu çalışmada, alan yönetimi kavramının Türkiye Cumhuriyeti (T.C.) mevzuatına girmesinden itibaren hem çıkarılan kanun ve yönetmeliklerin uygulama aşamasında, hem de birbirleriyle olan ilişkileri ve çelişkileri bağlamında mevcut eksik ve sıkıntılar belirlenmektedir.

2. Alan Yönetiminin Türkiye Cumhuriyeti Mevzuatında Gelişimi

Kentler, güncel ihtiyaçların gerektirdiği ölçüde yeni fonksiyonlara ve katmanlara sahip olarak değişim göstermektedir. Kentsel miras katmanları da daha da artan sosyo-ekonomik önemleriyle bu değişime katılmaktadır. Bu değişimde, koruma bilincinin gelişmesi ve kentsel miras alanlarının turizm ve hizmet gibi sektörlerde getirim potansiyeli rol oynamaktadır. Bu bağlamda korumayı sürdürülebilir kılmak ve kentsel dokunun çağdaş gereksinmelerinin öz nitelikleriyle uyumlu yönetim modellerinin uygulanması kaçınılmaz olmuştur.

Konuyla ilgili yapılan çalışmalarda, taşınmaz kültür varlıklarının sadece malzeme ve fiziksel olarak değil, soyut ya da somut tüm geleneksel dokularıyla ve sosyo-ekonomik ilişkileriyle birlikte korunması gerektiği vurgulanmaktadır [2]. Bu bağlamda önem kazanan multi-disiplinel, bütüncül ve sürdürülebilir yaklaşım; taşınmaz kültür mirasının korunmasında, geliştirilmesinde, yönetilmesinde ve kaynak yaratılmasındaki karmaşıklıklar nedeniyle farklı disiplinlerde uzmanlaşmış aktörlerin katılımını ve yenilikçi finans modellerinin kullanımını gerektirmiştir [2]. Dolayısıyla taşınmaz kültür mirasının korunmasında, kentin insan odaklı olması, yapılı çevrenin üretiminde ve kullanımında toplumsal ilişkileri temel alan kentsel ittifak ile kentsel çelişki ve çatışma kavramları öne çıkmıştır [1].

Farklı uzmanlıkların uyumlu çalışabilmesi ve şeffaf, güvenilir bir yönetim sağlanabilmesi için [3] alan yönetimi kavramı ortaya çıkmıştır. Alan yönetimi "*Sit alanları, ören yerleri ve etkileşim sahalarının doğal bütünlüğü içerisinde etkin bir şekilde korunması, yaşatılması, değerlendirilmesi, belli bir vizyon ve tema etrafında geliştirilmesi, toplumun kültürel ve eğitsel ihtiyaçlarıyla buluşturulması amacıyla, plânlama ve koruma konusunda yetkili merkezî ve yerel idareler ile sivil toplum kuruluşları arasında eşgüdüm*" [4] olarak tanımlanmaktadır. Bu bağlamda yapılan çalışmalar "*yönetim alanının korunmasını, yaşatılmasını, değerlendirilmesini sağlamak amacıyla, işletme projesini, kazı plânı ve çevre düzenleme projesi veya Koruma Amaçlı İmar Planını* (KAİP) *dikkate alarak oluşturulan koruma ve gelişim projesinin, yıllık ve beş yıllık uygulama etaplarını ve bütçesini de gösteren, her beş yılda bir gözden geçirilen*" [4] yönetim planlarına göre koordine edilir. Dolayısıyla yönetim planları, alanın özelliklerini ve yönetim hedeflerini ortaya koyan; sürekli revize edilerek devamlılığı sağlanan ve bu sayede değişen koşullara ve hedeflere uyum sağlayabilecek rehberlerdir [5].

Yapılan çalışmalarda [1, 3, 5-8] kronolojik olarak koruma, alan yönetimi ve yönetim planı yaklaşımlarının uluslararası gelişimi irdelenmektedir. Bu çalışmada ise Türkiye'deki kronolojiye değinilecektir.

1826'da Evkaf-ı Hümayun Nezareti'nin kurulmasıyla kurumsallaşmaya başlayan koruma [9], mevzuat bağlamında hantal bir gelişim göstermiştir.1906 yılında yürürlüğe giren Dördüncü Asar-ı Atika Nizamnamesi, Cumhuriyet ile birlikte kullanılmaya devam ederek 25 Nisan 1973 tarih ve 1710 sayılı Eski Eserler Kanunu'na (1710 s.K.) kadar altmış yedi yıl daha kullanılmış, 23 Temmuz 1983 tarih ve 2863 sayılı Kültür ve Tabiat Varlıklarını Koruma Kanunu'nun (2863 s.K.) yürürlüğe girmesiyle yürürlükten kaldırılmıştır.

Ayrıca Cumhuriyetin ilk yıllarında yürürlüğe giren Tarihi Abidelerin Bakımı ve Korunması Hakkında Kanun'un "*Belediyelerin ve dolayısıyla tüm milletin bu etkinliğe katılmasının prestij ve eğitsel yönleri bulunmaktadır*" ve "*Belediyelerin ayıracağı para ile, 'abidelerin tescili, tasnifi, plan ve rölövelerinin alınması, abidelerin müstacel (ivedi) tamirleri, mühim olanların heyeti asliyeleri üzerine tamirleri ve restore*

edilmeleri, tarihi abideler etrafının temizlenerek ziyaret edilebilecek bir hale getirilmesi" [10] gerekçeleri, aslında bir bakıma alan yönetiminin temel katılımcılık yönünü vurgulayan ilk yasal metindir.

Buna paralel olarak, UNESCO'nun 1976 tarihli 'Tarihi Anıtların Korunması ve Çağdaş Yaşamdaki Rolü' başlıklı tavsiyesinde, tarihsel çevrenin korunması ve sağlıklaştırılmasına yönelik çağdaş düzenlemeler için yerelden merkezi yönetime uzanan "düşey" bir yönetim sistemine; profesyonel kişi ve kuruluşlar, kamu yetkilileri, yapı sahipleri ve kamuoyunun katılacağı, "yatay" bir işletme sistemine ve çok meslekli kurum ve kişilerden oluşan uygulayıcı kadrolara gereksinim duyulduğu belirtmiştir [11]. Bununla birlikte, 1999'da yayınlanan 'Dünya Mirası Sözleşmesinin Uygulanması İçin Rehber'in 44-b-V bendinde Dünya Miras Listesi'ne aday olan sitlerin bir yönetim planının olması, 64. maddede ise bu planın adaylık için istenen evraklar arasında yer alması zorunlu kılınmıştır [12].

UNESCO tarafından çağdaş bir yönetim sistemi olarak kabul edilen "yönetim alanı" ve "yönetim planı" kavramları T.C. koruma mevzuatına ilk kez 2004'te 5226 sayılı 'Kültür ve Tabiat Varlıklarını Koruma Kanunu ile Çeşitli Kanunlarda Değişiklik Yapılması Hakkında Kanun'un (5226 s.K.) 1 ve 17nci maddeleri ile girmiştir. 1inci maddede konuya ilişkin tanımlar belirtilirken 17nci madde ile 2863 s.K'na konunun esasına ilişkin düzenlemeleri içeren Ek Madde 2 eklenmiştir. Ayrıca uygulamalara ilişkin usul ve esasların düzenleneceği bir yönetmelik hazırlanması için Kültür ve Turizm Bakanlığı'na (KTB) talimat verilmiştir. Bu doğrultuda 27.11.2005 tarih ve 26006 sayılı 'Alan Yönetimi ile Anıt Eser Kurulunun Kuruluş ve Görevleri ile Yönetim Alanlarının Belirlenmesine İlişkin Usul ve Esaslar Hakkında Yönetmelik' (26006 s.Y.) yürürlüğe girmiştir. Bu düzenlemelerin on bir yıl sonrasında ise 20.8.2016 tarih ve 6745 sayılı 'Yatırımların Proje Bazında Desteklenmesi ile Bazı Kanun ve Kanun Hükmünde Kararnamelerde Değişiklik Yapılmasına Dair Kanun' (6745 s.K.) ile 2863 s.K.'un ilgili maddelerinde değişiklikler ve eklemeler yapılmıştır.

Diğer bir gecikme ise, gerek 1973 tarihli 1710 s.K.'da ve gerekse de 1985 tarihli 2863 s.K.'da, KAİP tanımının olmasına rağmen, KAİP yapımına ilişkin ilk teknik şartname 1990 yılında yürürlüğe girmiştir [9]. KAİP'lerin bile, mevzuata girmelerinden on yedi yıl sonra fiilen yapılmaya başlanması, daha üst düzey stratejik planlar olan yönetim planlarındaki gecikmeyi daha da vurgulamaktadır.

KAİP tanımı 5393 sayılı Belediye Kanunu ile yapılan değişikliklerle mevzuata girmiştir. Bu tanıma göre KAİP'lerin amacı; "*kültür ve tabiat varlıklarının sürdürülebilirlik ilkesi doğrultusunda korunması*"dır [13]. Alan yönetiminin rehberi niteliğindeki yönetim planları, 2863 s.K.'un 3. maddesine göre KAİP'leri temel almalıdır [4]. Yönetim planı ile yürürlükteki KAİP'lerin ayrılmaz bir bütün olduğu, yönetim planlarının KAİP'lerin hazırlanmasında ve güncellenmesinde koruma süreçlerini yönlendirmeleri de söz konusu olabildiği bağlamında; hazırlanma amacı "*korunması gerekli taşınır ve taşınmaz kültür ve tabiat varlıkları ile ilgili (...), yapılacak işlem ve faaliyetleri düzenlemek, bu konuda gerekli ilke ve uygulama kararlarını alacak teşkilatın kuruluş ve görevlerini tespit etmek*" [4] olan 2863 s.K.'da KAİP ve yönetim planı tanımları çapraz olarak birbirlerine referans vermektedir.

Koruma ve alan yönetiminin devlet politikasında ele alındığının diğer bir göstergesi de 2014-2018 yıllarını kapsayan Onuncu Kalkınma Planı'nın 291. maddesindeki "*tarihi mirasın korunması çalışmalarında (...) planlı ve bütüncül bir yaklaşım geliştirilmesi ihtiyacı önemini korumaktadır*", 293. maddesindeki "*kültür politikalarının toplumun bütünlüğünü ve dayanışmasını pekiştirecek, ortak kimlik tasavvurunu güçlendirecek şekilde tesis edilmesi*" ve 305. maddesindeki "*Tarihi kent bölgelerinin bir bütün olarak korunması, kültür ve sanat hayatının merkezi haline gelmesi sağlanacaktır*" ifadeleridir [14].

Alan yönetimine atıf yapan diğer bir mevzuat metni ise 'Taşınmaz Kültür Varlıklarının Korunmasına Ait Katkı Payına Dair Yönetmelik'tir. Katkı payı aktarılacak projelerin niteliklerinin belirlendiği 10uncu maddenin 3d. fıkrasında "*Yönetim planlarının yaptırılması ve bunların uygulanması*" [15] ve değerlendirme öncelik sırasının belirlendiği 11inci maddenin e bendinde ise "yönetim planları" ifadeleri yer almaktadır.
Sonuç olarak, alan yönetimi 2016 tarihli 6745 s.K. yürürlüğe girene kadar on bir yıl boyunca önemli eksiklikler ile uygulanmıştır. Ancak 6745 s.K. ile yapılan değişiklikler doğrultusunda 26006 s.Y. güncellenmediğinden dolayı yönetmelikteki eksikliklerin uygulanmasına devam edilmekle birlikte 2863 s.K. ile 26006 s.Y. arasındaki çelişkiler nedeniyle birçok yeni sorun ve anlaşmazlık potansiyeli arz etmektedir.

Buna rağmen alan yönetiminin mevzuata girmesi, korumanın sadece planlama ile ilgili değil, yönetimle ilgili bir kavram olarak ele alınması açısından çok önemlidir.

2.1. 6745 s.K. öncesi eksiklik ve çelişkiler, 6745 s.K.'un müdahale yetkinliği

Önceki bölümlerde bahsedildiği üzere alan yönetimi 2863 s.K.'a 2004 yılında 5226 s.K. ile girmiş ve 2016'da 6745 s.K. ile yapılan değişikliklere kadar bu haliyle kullanılmıştır. Bu bölümde alan yönetiminde 6745 s.K.'un yürürlüğe girmesine kadar karşılaşılan eksiklik ve çelişkiler irdelenerek, aşağıda maddeler halinde sıralanmaktadır:

- 3. maddenin 10. fıkrasında koordine edilmesi gereken paydaşlar *"(...)plânlama ve koruma konusunda yetkili merkezî ve yerel idareler ile sivil toplum kuruluşları*" [4] olarak belirtilmiştir. Alan yönetimlerinde ilave finans kaynakları olmaları bağlamında, özel sektör ve benzeri oluşumların tanımda yer almaması bir eksikliktir.
- Ek madde 2'nin a fıkrasının üçüncü paragrafında "*Eşgüdümün sağlanması amacıyla, kentsel sitlerde ilgili belediye diğer yerlerde Bakanlıkça bir alan başkanı belirlenir*" [4] hükmü bulunmaktadır. Bu hüküm, alan başkanlarının seçiminde ve görev süreçlerinde liyakat unsuru yerine siyasi unsurların etkisine neden olabiliyordu. Bu da yönetimde istikrarın sağlanmasında ve bilimsel, objektif kararların alınmasında önemli bir engel teşkil etmekteydi. Ayrıca, alan başkanlığı her ne kadar otonom bir yapı da olsa belediye tarafından ve bazı durumlarda belediye personeli arasından atanan bir alan başkanının kentteki kamu kurum ve kuruluşlarını koordine etmesi çeşitli bürokratik sıkıntıları da beraberinde getirmekteydi.
- Ek madde 2'nin a fıkrasının üçüncü paragrafının devamında "*Bakanlıkça belirlenen alan başkanlığı görevini fiilen yürütenlere, Devlet memurları aylık katsayısının (20000) gösterge rakamı ile çarpımı sonucu bulunacak tutarı aşmamak kaydıyla (...) ödeme yapılır*" [4] hükmü yer almaktadır. Bu durum, diğer kurumlar ile bakanlıkça görevlendirilen alan başkanları arasında adaletsiz bir duruma neden olmaktaydı.
- Ek madde 2'nin a fıkrasının beşinci paragrafında "*Kurulun denetim görevini yerine getirebilmesi amacıyla ilgili kurum uzman personelinden ve denetim elemanlarından oluşan bir denetim birimi kurulabilir*" [4] ifadesi yer almaktadır. Burada söz geçen "*ilgili kurum*" gerek 2863 s.K.'da ve gerekse de 26006 s.Y.'te tanımlanmamıştır. Dolayısıyla ilgili kurum bir önceki paragrafta sözü geçen "*hizmetine ihtiyaç duyulan idare*"yi kastettiği düşünülmekle birlikte gerek ilgili kurumun ve gerekse de kurulacak denetim biriminin tekil olarak ifade edilmesiyle, sadece kendi kurumunun yetki ve sorumluluğundaki işlerde uzman bir birimin denetim görevini sağlıklı biçimde yerine getirip getirmeyeceği hususunda belirsizlik mevcuttur.
- Ek madde 2'nin a fıkrasının altıncı paragrafında bulunan "*Kamu kurum ve kuruluşları, belediyeler ile gerçek ve tüzel kişiler, eşgüdüm ve denetleme kurulunca onaylanan yönetim plânına uymak, ilgili idareler, plân kapsamındaki hizmetlere öncelik vermek ve bu amaçla bütçelerine gerekli ödenekleri ayırmak zorundadır*" [4] son derece kritik ve alan yönetiminin elini güçlendiren önemli ve olumlu bir hükümdür. Bu maddenin uygulanmasında da bir belediye, kanunun gereklerini yerine getirmek istese bile, finansal ve teknik yetersizliklerden dolayı alan yönetimine paydaş olarak katılmaktan imtina edebilmektedir. Bazı durumlarda alınan kararlar doğrultusunda finansal ve teknik desteğin de nasıl sağlanacağı belirtilmelidir. Ayrıca, paydaş olarak katılım sağlanmadığında hukuki anlaşmazlıklar çıkabilmekte ve alan yönetimi sürecinin uzamasına neden olabilmektedir.
- Alan yönetiminin norm kadroda nereye oturacağı hususunda herhangi bir hüküm bulunmamaktadır. Dolayısıyla bünyesinde alan yönetimi oluşturan yerel yönetimlerin kendi iç düzenlerinde alan başkanlığını resmi olarak hangi birimin altında teşkilatlandıracağı konusu belirsiz idi. Bu da alan başkanlığının, kendisini kurma yetkisi olan kurumun iç düşey bürokrasisinde bile ciddiye alınmamasına sebep olabilmekteydi.

5226 s.K.'un alan yönetimini mevzuata taşımasından 6745 s.K.'un yürürlüğe girmesine kadar geçen fiili uygulama sürecinde, alan yönetiminin zayıf noktalarının irdelenmesi bağlamında on iki yıllık bir süre söz konusudur. Dolayısıyla düzenlemenin, bu süreçte karşı karşıya kalınan sıkıntıları çözme bağlamında ne kadar etkili olduğu önemlidir. Bu bölümde 2863 s.K.'a 2004'te 5226 s.K. ile eklenen ve eksik ya da çelişkili

olduğu düşünülen hususlara, 6745 s.K. ile yapılan değişikler ile ne kadar müdahil olunduğu irdelenmekte ve aşağıda maddeler halinde sıralanmaktadır:

- 3. maddenin 10. fıkrasında koordine edilmeleri gereken paydaşlarda herhangi bir değişiklik yapılmamıştır.
- Ek madde 2'nin a fıkrasının üçüncü paragrafında yapılan düzenleme ile alan başkanı atama yetkisi KTB'na verilmiştir. Böylece alan yönetiminin karşı karşıya kalabileceği düşey bürokrasiye dair sorunların asgariye indirildiği düşünülmektedir.
- Ek madde 2'nin a fıkrasının üçüncü paragrafında yapılan değişiklikle alan başkanlarına yapılacak ödemelerle ilgili adaletsizlik ortadan kalkmıştır.
- Ek madde 2'nin a fıkrasının beşinci paragrafında denetim birimi ve ilgili kurum ifadelerine yönelik sıkıntıyı çözebilecek bir müdahalede bulunulmamıştır.
- Ek madde 2'nin a fıkrasının altıncı paragrafı ile ilgili ifade edilen sıkıntılara yönelik bir değişiklik yapılmamıştır.
- Norm kadrodaki yeri hususunda herhangi bir değişiklik yapılmamıştır.

6745 s.K.'un; 5226 s.K. ile yapılan düzenlemeleri iyileştirmesi, eksiklik ve çelişkileri gidermesi ve olası yeni hususları içermesi amaçlanmıştır. Ancak değişikliklerin, yukarıda belirtildiği üzere önceki sorunların bazılarına yönelik müdahalelerde bulunmamasının yanında yeni sorunları da beraberinde getirdiği görülmüştür. Bu sorunlar aşağıda maddeler halinde sıralanmaktadır:

- Ek madde 2'nin a fıkrasında yönetim planı taslağı hazırlama veya hazırlatma yetkisi 6745 s.K. öncesinde "*kentsel sitlerde birden fazla belediyeyi ilgilendirmesi halinde büyükşehir belediyesi eşgüdümünde ilgili belediyeler, tek bir belediyenin görevi alanına girmesi halinde ilgili belediye, diğer yerlerde ise Bakanlık*"a verilmişken [4], yapılan değişiklik ile tüm alanların yetkileri KTB'na geçmiştir. Bu durum, KTB'nın üzerine çok sayıda yönetim planı yapma ve yaptırma yetkisine paralel olarak, yeni finansal ve teknik kaynaklara ihtiyaç duyulmasına neden olacaktır. Dolayısıyla sınırlı bütçeyle sınırlı sayıda yönetim planı yapılması söz konusu olabileceğinden, sürdürülebilir korumaya ihtiyacı olan birçok taşınmaz kültür varlığına müdahaleler gecikecektir.
- Ek madde 2'nin a fıkrasının üçüncü paragrafında alan başkanının KTB'nca belirlenmesi, alan yönetimi gibi özel bir alana yönelik çalışmalardaki yerellik yaklaşımının ortadan kalkması bağlamında dikkatle kontrol edilmesi gereken bir durum arz etmektedir.
- Ek madde 2'nin a fıkrasının dördüncü paragrafında yapılan değişiklikle Eşgüdüm ve Denetleme Kurulu'nun "*bakanlık tarafından hizmetine ihtiyaç duyulan idareler*"in [4] temsilcilerince oluşturacağına hükmedilmekle, merkezi idarenin kentsel düzeyde bazı kurumları paydaş kurum olmaktan çıkarma potansiyeli hem olumlu hem de olumsuz bir gelişme olarak yorumlanmaktadır. KTB, gerek kurumsal defans gösteren paydaşları, gerekse de koordinasyona gönüllü ancak siyasi vb farklılıklar nedeniyle alınan kararları eleştiren veya kabul etmeyen kurumları devre dışı bırakabilecektir.

2.2. 2863 s.K.'un güncel hali ile 26006 s.Y. arasındaki belirsizlik ve çelişkiler

Kanunlarda ana kararlar ve kurallar belirlenir, yönetmelikler ise kanunda belirtilen konuların kapsamlı olarak ifade edildiği, yönetime ve uygulamaya yönelik açıklayıcı bilgileri içermektedir. Bir yönetmeliğin, kanunla çelişen bir maddesi düzenlenmişse bile kanunda belirtilen ifadeler hukuki süreçte geçerli olmaktadır. Kanunlarda revizeler yapıldığı zaman ilgili yönetmeliklerde değişiklik yapılmadığında çelişkili durumlar artabilmektedir. Alan yönetimi konusu bağlamında, kanundaki revizelerden sonra yeni yönetmelik çıkarılmadığı için idareler mevcut yönetmeliklere göre hareket etmektedir. Bu durumda aşağıda belirtilen sorunlara neden olmaktadır.

- 2863 s.K.'un 3. maddesinin 10. fıkrasında yönetim alanının KTB'nca belirlendiği ifade edildiği halde 26006 s.Y.'in 6. maddesinde bu yetkinin "*yetkili idare*"de [16] olduğu belirtilmektedir. Yetkili ise yönetmeliğin 4. maddesinde "*Bakanlık ya da ilgili belediye*" [16] olarak ifade edilmektedir. Bu durum kanunla yönetmelik arasında çelişki yaratmaktadır. Kanunun her zaman yönetmeliğe hükmettiği ilkesine

binaen zaten belediyeyle ilgili kısmı ölü olan bir maddenin mevzuat aşamasında gözden kaçtığı düşünülmektedir.

- 2863 s.K.'un Ek Madde 2'nin a fıkrasında yönetim planı taslağının KTB'nca hazırlanacağı ya da hazırlattırılacağı belirtilirken, 26006 s.Y.'te sadece hazırlanacağı ifade edilmektedir. Bu durum yönetim planı taslağının elde edilme sürecinde ihale yolunun izlenmesi hususunda çelişki içermektedir. Ayrıca aynı maddede taslağın hazırlanma yetkisi 6745 s.K.'nca yapılan değişiklikle KTB'na devredilmişken, 26006 s.Y. 7. maddede kanunun eski halindeki gibidir.
- 2863 s.K. Ek Madde 2'nin a fıkrasının ikinci paragrafına 6745 s.K. ile eklenen ifade, danışma kurulunu KTB'nın oluşturacağını belirtirken; 26006 s.Y.'in 15. maddesi bu görevi alan başkanı ve yetkili idareye vermektedir. Yetkili idare, yapılan değişiklikle zaten KTB'dır. Ancak alan başkanının bu süreçten ayrı tutulmasının uygun olmadığı düşünülmektedir.
- 26006 s.Y.'in 10. maddesinde "*Yönetim planlarının yetkili idarece hazırlanması veya hazırlattırılması hallerinde uzman bir danışman sorumluluğunda konusunda plan hazırlama ekibi kurulur*" [16] denilmekte ve alanın özelliklerine göre bu ekipte yer alması zorunlu uzmanların nitelikleri sıralanmaktadır. Bu madde bağlamında uzmanların hangi kurumlardan ne şekilde davet edileceği belirsizdir. Aynı yönetmeliğin 14üncü maddesinin 3. paragrafında "*Alan yönetiminin sekretarya hizmetleri yetkili idare tarafından yürütülür. Yetkili idarelerce, alan yönetimi birimlerinin çalışmalarını yürütmek üzere uygun bir yer tahsis edilir. Bu iş için yeterli sayıda personel görevlendirilir ve bütçelerinden yeterli miktarda ödenek ayrılır*" [16] denilmektedir. Bu metinlerde sözü geçen "plan hazırlama ekibi" ile "sekretarya ekibi"nin aynı ekip olup olmayacağı net ifade edilmemiştir. Oldukça yoğun bir süreci koordine eden bir alan yönetiminin sekretarya hizmetlerinden kastın personel haricinde, örneğin resmi yazışmaların sevk ve idaresi ya da destek hizmetleri ihtiyacında KTB'nın bürokratik yapısını kullanacağı fikri oluşmaktadır. Dolayısıyla bu hizmetlerin merkezi idarenin kendi çatısı altında yürütülmesi olarak yorumlanmaktadır. Ayrıca ödeneğin KTB'na ek yük getireceği ve uygulamada kısıntıya gidilmesi de muhtemel görülmektedir.
- Aynı mantıkla, 26006 s.Y.'in 13. maddesinde "*Yönetim planında tanımlanan çalışmaların projelendirme ve uygulanması sürecine teknik katkı sağlamak üzere yetkili idarelerce geçici proje ekipleri oluşturulabilir*" [16] hükmündeki "*idarelerce*" ifadesinin kanun ile KTB olduğu açıktır. Ancak bu ekiplerin merkez teşkilatta mı yoksa taşrada mı oluşturulacağı tamamen KTB'nın inisiyatifinde olmakla birlikte bir ekibe birden fazla alanın sorumluluğunun verilmesi de söz konusu olabilecektir.
- 26006 s.Y.'in 13. maddesinde yer alan "*Bu değerlendirmeler sonucunda hazırlanacak raporlar eşgüdüm ve denetleme kurulunca değerlendirilir ve bir yıl sonraki çalışma programı ve bütçesi onaylanır*" [16] ifadesinde alan yönetiminin sorumluluğundaki alanda yapılacak iş ve projelerin değil sadece alan başkanlığının idari işleyişine dair bütçeden bahsedilmektedir. Genel anlamdaki iş ve bütçeler zaten kurumlara kendi kanunlarının verdiği yetkiler bağlamındadır.

3. Bulgular ve Tartışma

Yukarıda belirtilen konular doğrultusunda alan yönetimi ile ilgili mevzuatlarda çelişkiler ve yeterince açıklanamayan ifadeler bulunmaktadır. Bu bağlamda, aşağıda belirtilen düzenlemelerin yapılması mevzuatların uygulanmasında çıkabilecek gecikmelerin ve olumsuz durumların oluşmaması açısından önemli olmaktadır.

- Genel anlamda irdelendiğinde, gerek yönetim alanının belirlenmesi ve gerekse de alan başkanının atanması yetkisinin KTB'na geçmesi, merkezi idarenin kültür mirası alanlarda kontrolün tek bir merkezi idareye geçmesi açısından olumludur. Ancak yerellik konusuna mevzuat katmanlarında önemle dikkat edilmesi gerekmektedir.
- Öncelikle mevzuat tüm katmanlarıyla birlikte, herhangi bir ikilem ya da çelişkiye mahal vermeyecek şekilde irdelenmelidir.
- 2863 s.K.'un başta 3. maddesinin 10. fıkrası başta olmak üzere mevzuatta alt katmanlar da olmak üzere özel sektör ve benzeri finans kaynaklarına atıf yapılmalıdır.
- Ek madde 2'nin a fıkrasında yönetim planı taslağı hazırlama veya hazırlatma yetkisinin KTB'nca isteyen yerel yönetimlere devredilebilmesinin önünün açılması gerekmektedir.

- Ek madde 2'nin a fıkrasının üçüncü paragrafında belirtildiği üzere alan başkanının KTB'nca atanması olumlu bir durum olmakla birlikte, 26006 s.Y.'in 14. maddesinde belirtilen "*alanı yeterince tanıyan uzman kişinin*" ifadesinin 2863 s.K.'a da eklenmesi gerekmektedir.
- Ek madde 2'nin a fıkrasının dördüncü paragrafındaki problem potansiyeli göz önünde bulundurulduğunda alan yönetimi paydaşlarının "*ihtiyaç duyulacak*" gibi muğlak ifadelerden kurtarılması gerekmektedir. Bu bağlamda, yeni yönetmelikte paydaşların net bir biçimde formüle edilmesi ve hiç bir yoruma izin vermeyecek şekilde listelenmesinin faydalı olacağı düşünülmektedir. Ayrıca, kurumsal defans gösteren paydaşlarla karşı karşıya kalınması durumlarında izlenebilecek yollar da alt kademe mevzuat metinleriyle tavsiye edilmelidir.
- Ek madde 2'nin a fıkrasının beşinci paragrafında yer alan "ilgili kurum" tanımının gerek 2863 s.K.'a ve gerekse de 26006 s.Y.'e eklenmesi gerekmektedir. Buna ek olarak denetim biriminin daha etkili biçimde görev alabilmesi için kullanılabilecek modellere dair çalışmalar yapılması şarttır.
- Ek madde 2'nin a fıkrasının altıncı paragrafında ifade edilen sıkıntıların alan yönetimi birimlerinin kurumsal empati kurarak paydaşların gücünü aşmayacak ve kurumları paydaşlığa özendirecek biçimde gerçekleştirmesine yol gösterecek şekilde formüle edilmesi gerekmektedir.
- 2863 s.K.'un Ek Madde 2 a fıkrasının ikinci paragrafına, danışma kurulunu oluşturma yetkilisi olarak alan başkanının da eklenmesinin doğru olduğu düşünülmektedir.
- 26006 s.Y.'in 7. maddesinde "*Yetkili idarece plan taslağının hazırlanması öncesinde ve hazırlanma sürecinde ilgili kurum ve kuruluşların, yerel halkın, ilgili sivil toplum örgütlerinin, meslek odalarının, üniversitelerin, gerekli görülecek özel sektör temsilcilerinin ve alanda mülkiyet hakkı bulunanların katılımı ile bilgilendirme ve yönetim planına veri oluşturacak konuların belirlenmesi amacıyla ilgili tarafların katıldığı asgari iki toplantı düzenlenir*" [16] ifadesinden bu toplantıları alan başkanlığının değil yetkili idare olan KTB'nın yapması gereken toplantılar dizisi olduğu anlamı çıkmaktadır. Bu da önceki bölümde ifade edilen kurumsal defansı asgariye düşürme potansiyeline sahip olumlu bir durumdur. Başka bir örnek vermek gerekirse mevzuat, önceki haliyle bir belediyenin idari bünyesindeki bir alan başkanının bir valiliği koordine etmesini gerektirebiliyordu. Böylesi durumlarda da, önceki bölümlerde irdelenen düşey bürokrasinin şehirdeki en üst makamı olan valiler açısından ciddiyet arz etmeyebilmektedir.
- Gerek 2863 s.K. ve gerekse de 26006 s.Y.'te geçen, yönetim planlarının "*hazırlanması veya hazırlattırılması*" ihtiyacı yetkili idarenin (KTB) kendi bünyesindeki bir ekip tarafından karşılanabileceği gibi ihale ve benzeri yöntemlerle dışarıya hazırlatılabileceği anlamına gelmektedir. Şayet yönetim planı ihale ile hizmet alımı şeklinde elde edilecekse mevzuata uygunluk ihaleyi alan isteklinin dosyaya koyacağı belgelerle (diploma vs) sağlanacaktır. Böyle durumlarda yönetmelikte istenen, ihaleyi alan ve bu işi belirli bir kâr sağlamak amacıyla alan istekli tarafından sağlanan bu personelin mesleki yeterliliklerinin ve uzmanlıklarının net ifadelerle belirtilmesi gerekmektedir.
- 26006 s.Y.'in 10uncu, 13üncü ve 14üncü maddelerinde belirtilen personel, mekân ve benzeri ihtiyaçların sağlanması merkezi idare tarafından sağlandığı görülmektedir. Bu madde de alan yönetiminin önemsenmemesine neden olmaktadır.
- Alan yönetimi kentin ve ülkenin gelişimi açısından önemli bir konudur. Bu bağlamda, alan başkanlıklarının kurumlar arası bürokrasi içinde nasıl teşkilatlanacağına dair detaylı ve gerçekçi etüt yapılması doğru olacaktır. Ancak doğası gereği bu kurumlar gibi bürokratik hiyerarşi içinde bir kurum olmayıp koordinasyon görevi olduğu mevzuatta belirtilmelidir. Böylece önceki bölümlerde belirtilen norm kadro, ödenek, mekân, personel gibi sıkıntılar da sona erecektir. Bu örgütlenmeye ilişkin modellerin akademik olarak irdelenmesi gerekmektedir.
- Personelin ise alanın yakın çevresindeki diğer alan yönetimlerinden de sorumlu, bölgenin sorunlarına hâkim uzman bir ekipten oluşması uygun olacaktır. Başka kurumlardan geçici görevlendirme ile ekip toplanması da [17] 6 ay zorunluluğu sebebiyle sistemin devamlılığı bağlamında çok etkili olmayacaktır.

4. Sonuç

Çağdaş bir yönetim modeli olan alan yönetimleri, kavramın T.C. mevzuatına girmesinden itibaren sayısı her geçen gün artan uygulamalara yasal dayanak oluşturmaktadır. Ancak UNESCO'nun Dünya Mirası Listesi'ne kabulde aradığı bir ölçüt olmasından ötürü mevzuata çok olgunlaşmadan eklendiği anlaşılan alan yönetimleri, on üç yılı aşkın bir süredir yürürlükte olan metinlerdeki birçok eksiklik, belirsizlik ve

çelişkilerle kullanılmaktadır. Birçok çalışmaya konu olmaya başlayan ve yasa koyucular tarafından da haberdar olundukları düşünülen bu sıkıntıları çözmeye yönelik atılan adımın bazı sorunları çözmekle birlikte birçok eksiklikleri yeniden gözden kaçırmış olduğu, daha önce olmayan bazı sıkıntıları doğurduğu da açıktır. Dolayısıyla, dünya standartlarında alan yönetimi uygulamalarının gerçekleştirilebilmesi için alan başkanlıklarının önlerindeki sıkıntıların tam anlamıyla ve konunun uzmanlarınca ele alınması şarttır. Özellikle gerçekleştirilmesi kaçınılmaz görünen yeni teşkilat modelleri irdelenmeli ve yalnız ilgili mevzuat metinlerinin değil, diğer kurumları yapılandıran kanunlarda bile bir takım düzenlemeleri ön görecek yasal düzenlemeler üzerinde çalışılmalıdır.

Kaynakça

[1] Seçilmişler, T. ve Yenen, Z. (2011). Koruma Sorunsalına İlişkin Kuramsal Bir Değerlendirme: Kurumsalcı (Alan Yönetimi) ve Çoğulcu (Aktör Ağ Teorisi) Yaklaşımların Karşılaştırması. *Sigma Journal of Engineering and Natural Sciences, 3,* 375-384.

[2] Mutal, S. S. (2011). The Future of Historic Cities: A Practitioner's Experience. *Historic Environment, 23,* 61-65.

[3] Karpuz, H. (2009). *Koruma Alanlarında Alan Yönetimi Kapsamında Tarihi Yarımada* (Yüksek Lisans tezi, Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul).

[4] 2863 sayılı Kültür ve Tabiat Varlıklarını Koruma Kanunu (1985, 23 Temmuz). *Resmi Gazete* (Sayı:18113).

[5] Ayrancı, İ. ve Gülersoy N. Z. (2009). Kentsel Koruma Alanlarının Yönetim ve Yönetim Planı Kavramı. *Dosya: TMMOB Mimarlar Odası Ankara Şubesi, 14.1*, 73-79.

[6] Güler, M. Ve Ekinci, Y. (2010). Tarihi Çevre Korumanın Yönetsel Boyutu ve Alan Yönetimi. *Çağdaş Yerel Yönetimler, 19:3*, 1-24.

[7] Kamacı, E. (2014). 2863 Sayılı KTVKK'nın Uluslararası Yasal Düzenlemeler Bağlamında Değerlendirilmesi. *METU JFA, 31:2*, 1-23.

[8] Ayrancı, İ. (2007). *Koruma Alanlarının Yönetimi ve Yönetim Planı Sürecinin Değerlendirilmesi* (Yüksek Lisans tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul).

[9] Madran, E. (2009). Tarihi Çevrenin Tarihi, Osmanlıdan Günümüze Tarihi Çevre: Tavırlar-Düzenlemeler. *Dosya: TMMOB Mimarlar Odası Ankara Şubesi, 14.1*, 6-15.

[10] Madran, E. (1996). Cumhuriyetin İlk Otuz Yılında (1920-1950) Koruma Alanının Örgütlenmesi. *ODTÜ MFD*, 59-97.

[11] Anonim (2009). Tarihi Çevre Koruma. *Dosya: TMMOB Mimarlar Odası Ankara Şubesi, 14.1*, 16-19.

[12] Operational Guidelines for the Implementation of the World Heritage Convention. (March 1999). Paris: United Nations Educational, Scientific And Cultural Organisation (UNESCO) Intergovernmental Committee For the Protection of the World Cultural And Natural Heritage.

[13] 5393 sayılı Belediye Kanunu (2005, 3 Temmuz). *Resmi Gazete* (Sayı: 25874).

[14] Onuncu Kalkınma Planı (2014-2018) (2013, 10 Haziran). *Bakanlar Kurulu Kararı* (Sayı: 2013/4908).

[15] Taşınmaz Kültür Varlıklarının Korunmasına Ait Katkı Payına Dair Yönetmelik (2015, 22 Ağustos). *Resmi Gazete* (Sayı: 29453).

[16] Alan Yönetimi ile Anıt Eser Kurulunun Kuruluş ve Görevleri ile Yönetim Alanlarının Belirlenmesine İlişkin Usul ve Esaslar Hakkında Yönetmelik (2005, 27 Kasım). *Resmi Gazete* (Sayı: 26006).

[17] 657 sayılı Devlet Memurları Kanunu (1965, 14 Temmuz). *Resmi Gazete* (Sayı: 12056).

Peyzaj Mimarlığı

(Landscape Architecture)

LANDSCAPE OF THE SURROUNDING AREAS OF HISTORICAL STRUCTURES: THE EXAMPLE OF COASTAL AREAS NEAR VAN

TARİHİ YAPILARI ÇEVRELEYEN ALANLARIN PEYZAJI: VAN KENTİ YAKIN ÇEVRESİ KIYI ALANI ÖRNEĞİ

Feran Aşur[1a], Suzan Karagöz[2b], Sema Sancak[3c], Zenel Boynukara[4d]
[a]Van, Turkey, feranasur@yyu.edu.tr
[b]Van, Türkiye, suzank_aragöz98@hotmail.com
[c]Van, Türkiye, semasancak@hotmail.com
[d]Van, Türkiye, bzeynel@yahoo.com

Özet

Tarihi yapılar ve çevreleri yaşayan bir belge niteliğinde olup, kendi dönemlerinin sosyo-kültürel ve ekonomik niteliklerini günümüze kadar taşımaktadır. Koruma ve yenileme çalışmalarında, tarihi yapıların bahçe ve çevreleri ile bütün olarak ele alınmasının ve tarihi dokuları çevreleyen alanların peyzaj çalışmaları gerekliliği önem arz etmektedir.

Van İli kültürel, doğal ve tarihi miras açısından oldukça önem taşımaktadır. Bu inceleme; Van kenti yakın çevresi kıyı alanında yer alan tescillenmiş çeşitli arkeolojik ve tarihi yapıların çevrelerini konu etmektedir. Van Kültür Varlıklarını Koruma Bölge Kurulu Müdürlüğü tarafından tescillenmiş çeşitli derecelerde arkeolojik ve tarihi sit alanların bir bölümü inceleme alnında yer almaktadır. Ancak, yüzyıllar boyunca pek çok medeniyeti barındırmış, pek çok uygarlığa ev sahipliği yapmış olan Van; nüfus artışı, doğal afetler, farklı sebeplerle göç alınması, ekonomik kaygılar, güvenlik sorunu, sosyal ve kültürel değişim sorunlarla bu alanların çevreleri peyzaj çalışmaları açısından yeterince ele alınmamıştır. Tarihi çevrelerin doğal, tarihi ve kültürel kimliğinin gelecek nesillere aktarılması için, tanıtılmaları ve korunmaları gerektiği kaçınılmaz olduğu için inceleme alanında bulunan tarihi yapıların çevre durumları incelenmiş ve saptanan sorunların çözümü için bazı öneriler getirilmiştir.

Anahtar Kelime: Tarihi yapılar, Van kenti, Çevre, Peyzaj

Abstract

Historical structures and their surroundings are like living documents which carry sociocultural and economical characteristics of their era to the present. Considering the conservation and restoration works, taking the historical structure's surroundings and gardens as a whole and the necessity of landscaping the areas surrounding historical sites are significant.

Van Province has an importance in cultural, natural and historical inheritance. This thesis mentions the surroundings of some registered archeologic and historical structures in the coastal areas near Van. Some of the archeological and historical sites on various levels registered by Van Kültür Varlıklarını Koruma Bölge Kurulu Müdürlüğü are on the research area. However, the landscaping works of these areas are not considered enough because of reasons like population growth, natural disasters, migration into the city for various reasons, economic reasons, security problems, social and cultural change in the city of Van, the home of a lot of civilizations for centuries. The surroundings of historical areas in the research area are studied and some recommendations were made for the solutions of the problems, with the aim of passing the natural, historical and cultural identities of historical environments to the next generations and for the necessity to introduce and protect them is inevitable.

Keywords: Historical structures, City of Van, Surroundings, Landscape

1. Giriş

Tarihi çevremizi geçmiş uygarlıkların geriye bıraktıkları yerleşimler ve kalıntılar meydana getirmektedir. Türkiye sayısız uygarlığa ev sahipliği yapan farklı tarihi ve kültürel değerlerin bir arada bulunabildiği nadir ülkelerden biri durumundadır. Tarih boyunca medeniyetlerin başlangıç noktası olan kıyılar, yerleşme ve kullanım amaçları bakımından önem kazanmıştır. Van gölünün kıyısında kurulmuş olan Van ili de birçok medeniyete ev sahipliği yapmış ve tarihsel ve arkeolojik zenginlikler ve miras açısından son derece önem arz etmektedir.

UNESCO'nun tanımıyla miras; "geçmişten bize bırakılan, bugün birlikte yaşadığımız ve gelecek nesillere iletmemiz gereken zamanla ve maddi öğelerle sınırlandırılamayacak kadar geniş bir yelpazede olan her türlü kalıttır" [1]. 1992 yılında Dünya Mirası Konvansiyonunca doğal ve kültürel miras alanları kültürel peyzaj kavramı altında toplanmıştır. Buna göre kültürel peyzaj "doğa ile insanın el ele vererek oluşturduğu her türlü insani, kültürel, simgesel boyutlar gösteren ve sosyal, ekonomik, kültürel güçlerce ve doğal çevre eliyle yaratılan fiziksel kısıtların ve olanakların etkisiyle toplumun ve yerleşmenin zaman içerisinde geçirdiği evrimi açıklayan kültürel nitelikler" olarak tanımlanmaktadır [2].

Bir miras olarak tarihi çevre benzer birim biçimlerin tekrar etmesiyle bir devamlılık göstererek ve yapılı çevrenin diğer dokularından farklılaşarak kendini ortaya koymaktadır. Bu tarihi kent dokusu gerek zamana gerek mekâna dair fiziksel ve fiziksel olmayan karakteristik nitelikleri itibari ile özgündür [3]. Çünkü tarihi kent dokusunu süsleyen yapılarla dikkat çekici öğeler olan yükselen anıtsal yapılar doğal yöntemler ile türetilemediklerinden dolayı yapılı çevrenin tekrar üretilemeyen parçaları olarak yok olduktan sonra tekrar üretilemezler. Bu nedenle tarihi çevrenin kendisi tamamen temel bir "kentsel kaynak"tır (urban resource) [4]. 1969'da Brüksel'de yapılan Avrupa Konferansı Sorumlu Bakanlar toplantısında, özellikle Avrupa ülkelerinin koruma politikalarına yaklaşımları belirlenmeye çalışılmıştır. Koruma kavramını "mimari miras" (architectural haritaqe) deyimiyle çevresi ile uyumlu ilişkiler içinde ve kent planlama politikalarıyla bütünleşmiş bir kavram olarak kabulüne karar verildi. Savaş sonrası "entegre koruma" kavramı da ortaya atılmıştır. "Entegre koruma" ile tarihi dokunun çevresiyle beraber güncelliğinin arttırılarak korunabilirliğine katkıda bulunulması beklenmektedir. Bu kavram uyarınca herhangi bir prestij önceliği olmaksızın Avrupa tarihî, peyzajı ve yaşam tarzını yansıtan her türlü doku, mimari miras deyimi içinde değerlendirilmiştir.
Tarihi binaların yaşatılması için restorasyon çalışmalarında öncelikli olan bina veya alanlardaki restorasyon çalışmalarıyla birlikte bu yapıları tamamlayan ve etrafını saran alan için gerekli çevre düzenleme çalışmaları gerçekleştirilmelidir [5]. 13-18 Eylül 1971'de FOUNTAIN BLEAU'da gerçekleşen uluslararası sempozyumda ICOMOS (İnternational Council of Monuments and Sites–Uluslararası Tarihi Anıtlar Koruma Federasyonu) ile IFLA (İnternational Federation of Landscape Architect-Uluslararası Peyzaj Mimarları Federasyonu) arasındaki ortak çalışma yapılmıştır. Bu çalışmanın ürünü olarak sadece tarihsel mimari yapılar değil, bunları çevreleyen arazi ve bahçelerin de özenle korunup restore edilmelerinin kaçınılmaz olduğu ilk defa ortaya konulmuştur.

Kıyılar, tarih boyunca uygarlıkların başlangıç noktası olmuş, yerleşme ve kullanım amaçları açısından sosyal bir önem kazanmıştır [6]. Araştırma alanı olarak seçilen Van kenti yakın çevresi kıyı alanı tarihi değerler, doğal ve kültürel peyzaj açısından zengin olmakla birlikte bu alan Van gölünün kıyısı boyunca uzanmakta olup kent etkisi altında olarak çeşitli kullanımlara maruz kalan bir konuma sahiptir. Van kenti yakın çevresi kıyı alanı doğal, tarihi ve kültürel mirasa sahip, yerel değerleri içinde barındıran bu alanının bir takım kontrolsüz gelişme, bilinçsiz uygulamalar ile sorun yaşanan bir alan olmuştur. Çalışma, bölgedeki doğal, tarihi ve kültürel mirasın değerlendirilerek mevcut yaşamsal faaliyetlerinin olumlu ve olumsuz yönleri ile irdelenmesi ve bu değerlerin peyzaj çerçevesinde sürekliliğini sağlayarak peyzaj alanının sürdürülebilir kullanımının sağlanmasını hedeflemektedir.

2. Materyal ve Yöntem

Çalışma alanı 607 km³ lük hacim ve 3.626 km²'lik alanıyla dünyanın en büyük sodalı ve Türkiye'nin en büyük gölü olan Van Gölü'nün Güney Kıyı bölgesinde Deveboynu Yarımadası mevkiinde 38°26' ve 38°29' Kuzey enlemleri ile 42°52', 42°47' Doğu boylamları arasında olan alan ile Mollakasım Yerleşim mevkiinde 38°42' ve 38°36' Kuzey enlemleri ile 43°11' ve 43° 56' Doğu boylamları arasında yer almaktadır. Çalışmada kıyıya yakın ve göl görünürlüğü taşıyan alanlarda tescillenmiş arkeolojik ve tarihi alanlar çevreleri ile birlikte dikkate alınmıştır.

Bu çalışma mevcut durumu olduğu gibi araştırmayı ve var olan durumu belirleyerek ortaya koyan bir çalışmadır. Literatür taraması yapılarak ilgili kurumdan bilgi alınmış ve alan çalışmaları sırasındaki gözlem ve durum tespiti yapılarak fotoğraflar çekilmiş ve çalışma tamamlanmıştır.

3. Araştırma Bulguları

Van Kültür Varlıklarını Koruma Müdürlüğü tarafından tescil edilmiş kale, kilise, türbe, mezarlık, şapel, höyük ve tarihi sulama kanalı çalışma alanında da mevcuttur. Van Gölü'nün Güney kıyı şeridi ve yakın çevresinde bulunan taşınmaz kültür varlıkları görsel peyzaj kalitesi açısından da büyük ölçüde önem taşımaktadır. Çalışma alanında, Van Kültür Varlıklarını Koruma Bölge Kurulu Müdürlüğü (2016) tarafından tescillenmiş çeşitli derecelerde arkeolojik ve tarihi sit alanlar yer almaktadır. "Arkeolojik sitler, bu güne kadar ulaşan eski uygarlıkların yaşadıkları devirlerin kültürel, sosyal ve ekonomik özelliklerini yansıtan her türlü kültürel varlıkların yer aldığı derecelerine göre kullanma ve koruma koşullarının belirtildiği alanlar ve yerleşimlerdir [7]. Bu yapılar M.Ö. 4000 yıllarına kadar gitmekte olan Urartu Krallığı önceki dönemi, Urartu Krallığı dönemi M.Ö. 840-600 yılları arası, Urartu Sonrası Iskitler, Medler ve Perslerin egemenliği dönem, Türk Hâkimiyetinin başlaması 1042-1043 yılları, Osmanlıların 1534-35 yıllarına ait tarihi mekanlardan oluşmaktadır. Çalışma alanındaki bu yapılardan en çok bilinenlerden bazıları hakkında detaylı bilgi ve bulgular aşağıda yer almaktadır.

- **Çarpanak Adası ve Kilisesi**: Ada ve kilise 1. derece tarihi ve doğal sit alanı koruma statüsündedir. Çarpanak Adası ve Kilisesi Van Gölü'nün kuzeydoğusunda Dibekdüzü Köyü burnunun açığında yer almaktadır. Adaya kara yolu ile ulaşım zor olup göl yoluyla Van iskelesinden ulaşılabilmektedir. Saint Jean'a adanmış manastır topluluğunun tarihi IX. yüzyıla kadar uzanmaktadır. Ada martıların doğal yaşam ortamı ve üreme merkezi hâline gelmiştir. Bu nedenle ada bozulma tehlikesine karşı turizme kapalı durumdadır [7, 8]. Adaya karayolu ile ulaşmak için yönlendirme levha ve tabela yeterli olmamaktadır. Ada iskelesi eskimiş ve yakın çevresi bakımdan yoksun durumdadır.
- **Zeve Şehitliği:** 1. derece tarihi sit alanı koruma statüsündedir. Şehitlik Zeve Köyünde Ermenilerin yaptıkları saldırıyı-katliamı ve Van'ın düşman işgalinden kurtuluşunu (1918) simgelemek amacıyla 1973 yılında açılmıştır. Bardakçı Köyüne bağlı bu şehitlikte bulunan 19,18 m yüksekliğindeki anıt yerli turistlerce ziyaret edilmektedir. Kent merkezinden, tarihi açıdan önem taşıyan bu mekana ulaşmak için bir yönlendirici levha ve benzeri tabela bulunmamaktadır. Bu şehitliğin çevresi güncel yol, donatı elemanları ve bitki bakım işlemlerinden yoksuldur.
- **Van Kalesi:** Kale 1. derece arkeolojik ve doğal sit alanı koruma statüsünde ve merkeze 5 km mesafede Eskişehir Mahallesinde, Van Gölü kıyısında yer almaktadır. Kale, Urartu Krallığı tarafından doğal kütle halindeki sarp bir kayalık üzerine inşa edilmiştir. Urartu başkenti Tuşba'yı kuş bakışı görebilen bu kale yapının uzunluğun 1.800 m, genişliği 120 m ve yüksekliği 80 m'dir. Kale MÖ 9. yüzyılında Lutipri'nin oğlu Sarduri tarafından MÖ 840-825 tarihleri arasında kurulmuştur**.** Van Kalesi ve çevresi her yıl birçok yerli ve yabancı turist tarafından ziyaret edilmektedir. Kale ve çevresi ayrıca rekreasyon açısından farklı etkinliklere ev sahipliği yapmaktadır. Kalenin yakın çevresi peyzaj çalışmaları açısından ciddi anlamda yoksun olmakla birlikte yakınında olan ulaşım yolu da yetersiz olmaktadır. Kalenin doğu yönündeki sazlığa yakın alanlarda gerçekleşen kaçak yapılaşma sonucunda fiziksel kirlilikler göze çarpmaktadır.
- **Hüsrev Paşa Külliyesi:** Eski Van Şehri'nde yer alan ve cami, medrese, han, hamam, türbe, misafirhane ve imaretten oluşan külliyenin çekirdeğini, Hüsrev Paşa Camii oluşturmaktadır. Mimar Sinan'ın eseri olan Cami, Van Beylerbeyi Köse Hüsrev Paşa tarafından 567 tarihinde yaptırılmıştır. Kuzeybatı kısmında

yer alan 2 m yüksekliğindeki minare duvarlarını kaplayan çinilerin Rus işgali sırasında sökülerek Leningrad Müzesi'ne götürüldüğü söylenmektedir. Bu mekana ulaşmak için yeterli yönlendirme levhaları bulunmamaktadır.

- **Tilkitepe Höyüğü**: Van il merkezinin 7 km. güneybatısında yer almaktadır. Günümüzde Van Havaalanı sınırlarında olup kısmen havaalanı olarak kullanılmaktadır. Höyük 55 metre çapında, 6-7 metre yüksekliğindedir. Türkiye'de ilk kazı yapılan höyüklerden biridir. İlk dönem kazısı Alman W. Belck başkanlığında 1899 yılında yapılmış, çok sayıda iskelet bulunmuştur. MÖ 3. binyıl sonlarına ait olan boyalı Kapadokya çanak çömleğine dayanılarak, Tilkitepe MÖ 4. binyıldan itibaren iskan gördüğü belirtilmektedir [9]. Bu alanın yeri bir çok kişi tarafından bilinmemekle birlikte alan yeterince koruma latında bulunmamaktadır.
- **Edremit Kilisesi:** Edremit ilçesinin 2 km kadar güneyinde, kız kalesi diye anılan yüksek bir kayalık terasın güneybatısında 8,14×13,28 m büyüklüğünde inşa edilen yapıdır. Bu kilisenin bulunduğu yer birçok kişi tarafından bilinmemektedir. Ziyaret için yönlendirme ve açıklama tabelası bulunmamaktadır. Yakın çevresinde bir peyzaj çalışmasına rastlanmamaktadır.
- **Minua (Şamran) Kanalı:** 1. derece arkeolojik sit alanı koruma statüsündedir. Bu insanlık tarihinin en eski su tesislerinden olup, M.Ö. 900 yılında Urartular tarafından yapılmıştır. Gürpınar'dan başlayıp Van Kalesinin yakınlarına kadar uzanan ve %70 kısmı Edremit sınırları içinde 52 km uzunluğundadır. Kızı Tariria için kral Menua tarafından kanalın çevresinde Edremit'in Güneybatısında Kadembastı mevkiinde yapay teraslar şeklinde inşa edilen asma bahçeleri, Asur kraliçesi Semiramis'in dünyadaki yedi harikadan biri sayılan asma bahçeleri ile özdeşleştirilip efsaneleştirilmiştir [9,10]. Bu kanal boyunca birçok tahribata rastlamak mümkündür. Kanal boyunca Urartu dönemine ait çivi yazıtlar korunma altında olamayıp, bulundukları yerlerde tabela ve benzeri tanıtıcı levha eksiktir.
- **Dilkaya Höyüğü:** 1. derece arkeolojik sit alanı koruma statüsündedir. Van İl Merkezin güneybatısında 24 km mesafe ile Edremit ilçesinin Dilkaya Köyü'nün batısında bulunan bir höyüktür. Bu alanda bulunan mezarlar ve Erken Demir Çağ katlarının M.Ö. 1.100-1.000 tarihleri arasına ait olduğu düşünülmektedir. Dilkaya Höyüğü Kültür Varlıklarını Koruma Kurulu tarafından tescillenmiş olsa da koruma altına alınmamıştır. Bu alan birçok kişi tarafından bilinmemektedir ve ulaşmak için yönlendirme ve tanıtıcı tabela veya levha bulunmamaktadır. Yakın çevresinde bir peyzaj çalışması yapılmamış ve farklı alan kullanıma maruz kalabilmektedir.
- **Gevaş Halime Hatun Kümbeti:** Kümbet ve çevresi 1. derece tarihi sit alanı koruma statüsünde, Gevaş İlçesinin Orta Mahallesinde yer almaktadır. İzzettin Şir'ın kızı Halime Hatun adına inşa edilen kümbet mimari süslemesi ile Osmanlı öncesi Türk sanatından bir örnektir. Miladi 1325 yılında yaptırılan çokgen şeklinde olan eser kare bir kaide üzerine yaptırılmıştır. Bu mekan çeşitli alan kullanımlara maruz kalmakta ve korunmak açısından yetersiz sayılmaktadır. Mezarlık alanında günümüzün mezar taşları bulunmaktadır.
- **İzzettin Şir Camii:** Gevaş'ın Hişet Mahallesi'nde bulunmaktadır. Üzerinde yapımı ile ilgili herhangi bir kitabe bulunmamasına rağmen, Van ve Hakkari Hakimi İzzettin Şir tarafından yaptırıldığı kabul edilmektedir. Genel olarak XIV-XV yüzyıllara tarihlendirilmektedir. Cami, mihrab önü kubbeli ve iki sahınlıdır. Batı cephenin ortasındaki minare, günümüzde eklenmiştir. Alana ulaşmak için yönlendirme levha eksikliği mevcuttur.
- **Akdamar Adası Kilisesi:** 1. derece tarihi ve doğal sit alanı koruma statüsündedir. Akdamar Adası Gevaş ilçesine bağlı kıyıdan 7 km. mesafede, 70.000 m²'lik yüzölçümü ve 3 km'lik kıyı uzunluğu ile Van Gölünün içinde bulunmaktadır. Üzerindeki Akdamar Kilisesi Vaspurakan Kralı 1. Gagik tarafından M.S. 915-921 yılları arasında inşa edilmiştir. Kilisenin dış duvarlarında değişik hayvan kabartmaları, Hz. İsa'nın çarmıha gerilmesi ve havarilerin figürleri bulunmaktadır. Son zamanlarda alanda restorasyon çalışmaları yapılmıştır. Alanda doğal bitki örtüsünde azalma görünmektedir.
- **St. Thomas Manastır Kilisesi:** 1. derecede tarihi sit alanı koruma statüsündedir. Gevaş ilçesine 46 km ve ilçeye bağlı Altınsaç Köyünün 5 km kuzey batısındaki bir tepe üzerindedir. Kilise denizden yaklaşık 1933 m. yüksekliğe kurulmuş olup XIII. yy.dan önceye tarihlenmiştir. İnşa amacı Hz. İsa'nın on iki havarisinden Aziz Thomas'ın kutsal eşyalarının korunması düşünülmektedir. Yapımı 1581 yılında bilinmektedir. Bin metre yükseklikte bulunan kiliseye zor ulaşmaktadır. Bu nokta Van Gölü, dağ ve

kilisenin manzarası görsel peyzaj değeri açısından önemli sayılmaktadır. Tanıtıcı ve yönlendirici tabela bulunmamaktadır.

Bu tescilli alanlar, mevcut alan kullanıma göre kentsel yerleşim, açık alanlar, köy alanları ve ormanlık alanlar gibi bazı kullanımlar içerisinde yer almaktadır. Van Kalesine yakın ve 1. derece arkeolojik sit alanı olan Kelepost Nekropolü alanında yerleşim konutlar yer almaktadır. Araştırma alnında Kalecik Nekropolü 2. derce arkeolojik sit alanında ve Kalecik Kale ve Höyüğü 1. derece arkeolojik sit alanında çok az sayıda yerleşim kullanımı görünmektedir. Altın Tepe Nekropolü 1. ve 3. derece arkeolojik sit alanında yoğun yerleşim kullanımı görünmektedir. Kale çevresinde 3.derece arkeolojik sit alanında yerleşim ve az miktarda tarım alanı kullanımı saptanmıştır. Altınsaç Köyüne bağlı tarihi sit olan St. Thomas Manastır Kilisesi doğal ormanlık alanda bulunmaktadır. Araştırma alnında, Gevaş İlçesine bağlı tarihi sit alan olan Selçuklu Mezarlığı alanında hâlihazırda okul ve yol kullanımı mevcuttur.

4. Sonuç ve Öneriler

Van kenti yakın çevresi kıyı alanında yer alan tescillenmiş çeşitli arkeolojik ve tarihi yapıların çevreleri ile ilgili bulgular bölümünde sözü edilen eksiklikleri gidermek için yapılması gereken çevre düzenlemeleri çalışmalar ortaya çıkmaktadır. Bu çalışmalar yapılırken alanının bulunduğu yer, tarihi dokusu ve kimliği dikkate alınarak yapılmalıdır. Yapı malzemesi ile birlikte bitki materyali seçimi alana uygun nitelikte olmalıdır. Bu alanların peyzaj tarsımı yine alnını kimliği ile uyumlu özellik taşımalıdır.

Bölgede var olan doğal, kültürel ve tarihi cazibe merkezleri yakın çevredeki diğer değerlerle ilişkilendirilerek, bölgenin peyzaj çeşitliliği açısından önemli bir potansiyel teşkil etmektedir. Bu değerleri yaşatmak, korumak ve gelecek nesillere aktarmak için yeterli derecede tanıtılmaları gerekmektedir. Bunun için bölgede yer salan tarihi ve arkeolojik alanlar ve onları çevreleyen yakın alanları daha ciddi şekilde koruması sağlanarak, Van kenti yakın çevresi kıyı alanında kültür gezisi rotası belirleyerek yerli ve yabancı ziyaretçilere kültürel ve tarihi mekanları görme olanağı sunulabilinir. Manzara ve tarihi değerlerin ziyaret edilebilmesi için bu rotaları genel olarak bir otoyol güzergahı boyunca yaya akslarıyla önemli ve göz alıcı obje ve görünümlerin izlenmesine olanak tanıyan yollardan oluşturması uygun olacaktır.

Tarihi ve arkeolojik alanlar ve çevreleri sosyal ve kültürel açısından; sosyal aktivitelere olanak sağlama, eğitsel ve bilimsel araştırma ortamı sunma, görsel değerler sunma ve doğal ve kültürel zenginlik sağlama değerlerine sahip olmaktadır. Bu nedenle sürdürülebilirlik ilkesi doğrultusunda tarihi ve arkeolojik alanlar ve çevreleri yalnız fiziki koruma ve bakım değil, sosyo-kültürel yapıyı da kapsayan "bütünleşik koruma" düşüncesi ön plana çıkmalıdır.

Kaynaklar

[1] UNESCO, Convention Concerning the Protection of the World Cultural and Natural Heritage, Paris, (1972).
[2] Rossler, M., "History and Terminology" (1992)., http://whc.unesco.org/en/culturallandscape,
[3] Hassler, U., Algreen, G., Ussing ve Niklaus Kohler, "Urban Life Cycle Analysis and the Conservation of the Urban Fabric", SUIT Position Paper (6), p.5-6., (2004).
[4] Rodwell, D., Conservation and Sustainability in Historic Cities, Wiley, Chichester, GBR, p.19, http://site.ebrary.com/lib/yildiz/Doc?id=10233150, (2008).
[5] Eke, F., Özcan, Ü., "Tarihi dokunun korunması ve uluslararası deneyimler", Mimarlık 228, 26 Sayı: 1., sayfa:34-36 (1988).
[6] Musayev, E., "Kentsel kıyı dolgu alanları kullanımı çerçevesinde Yalova 17 Ağustos kıyı parkının peyzaj planlama ve tasarım açısından irdelenmesi", Yüksek Lisans Tezi, İ.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul (2003).

[7] Anonim, 2016. "Kültür ve Turizm Bakanlığı; Van Kültür Varlıklarını Koruma Bölge Müdürlüğü", Van. (2016).
[8] Kültür ve Turizm Envanteri I Tarihsel Değerler. Van Valiliği, Isbn: 978-975-585-765-7. Van. (2006).
[9] Kınal, F., "Doğu Ve Güney-Doğu Anadolu'da Tetkik Gezisi Raporu". Ankara. Edu.tr/ dergiler Sayı: 1.2 Cilt: 12 Yayınlandığı Sayfalar**:** 077-089(1954).
[10] Ayman, İ., Urartu Krallığı'nın Yayılım Alanı İçerisinde Yer Alan Yerleşim Tipleri. İstanbul Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Tarih Anabilim Dalı, Eskiçağ Tarihi Bilim Dalı, Doktora Tezi, 574 s. (2013).

GÜRLEYIK DOĞA PARKININ SÜRDÜRÜLEBİLİR EKOTURİZM POTANSİYELİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ

EVALUATING OF THE SUSTAINABLE ECOTOURISM POTENTIAL OF GURLEYIK NATURE PARK

Oğuzhan Yavuz Bayraktar[a], Mehmet Çetin[b], Uğur Cantürk[c]
[a]Kastamonu Üniversitesi Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi,Kastamonu,Turkey, obayraktar@kastamonu.edu.tr
[b]Kastamonu Ünivesitesi Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi,Kastamonu,Turkey, mcetin@kastamonu.edu.tr
[c]Kastamonu Üniversitesi Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi,Kastamonu,Turkey, ugurcanturk55@gmail.com.tr

Özet

Gürleyik Doğa Parkı'nın yüzey alanı, bölgenin doğal, sosyal, ekonomik ve kültürel özelliklerini kapsar ve doğal ve kültürel mirasın bir işareti haline gelir. Bu alan gelecek kuşaklara aktarılmalıdır. Bu alanın korunmasını desteklemek için, promosyon faaliyetlerinin en iyi şekilde kullanılması planlanmalıdır. Bu çalışmada, ekoturizm ve yöre sakinleri ve ziyaretçilerinin doğal kararlılıkları konusundaki görüşleri nedeniyle, Gurleyik Doğa Parkı'nın ekoturizm potansiyelini değerlendirmeyi amaçlayan önemli bir kültürel ve tarihi özellik bulunmaktadır. Bu çerçeve, muhtemel ekoturizm sürdürülebilirliğini sağlamak için tasarlanmıştır. Sonuç olarak, doğal ve kültürel özellikler bakımından Gurleyik Doğa Parkı, CBS kullanılarak belirlenen sürdürülebilir ekoturizm faaliyetleri için uygun olarak tanımlanmıştır. Sürdürülebilirliği dengeleyen alanda koruma, ekoturizm faaliyetlerinin geliştirilmesini sağlayacaktır. SWOT (güçlü, zayıf yönler, fırsatlar, tehditler) analizi ve araştırmasında, yerel sakinler ve ziyaretçiler, Gurleyik Doğa Parkı'nın en önemli özelliğinin doğal güzelliği olduğunu bildirdiler. Ziyaretçiler genelde geleneksel ve doğal yaşamı gözlemlemekte ve ekoturizm faaliyetlerine gerçekleştirmek için gelmektedirler. GIS'den türetilen haritaları gösteren tüm veriler, Gurleyik Doğa Parkı'ndaki sürdürülebilir turizm alanları için peyzaj planlamasını temsil etmektedir.

Anahtar kelimeler: Doğal Park, Korunan Alanlar, Sürdürülebilirlik, GIS, SWOT

Abstract

The surface site of Gurleyik Nature Park encompasses the region's natural, social, economic and cultural characteristics and has become a marker of natural and cultural heritage. This site should be passed on to future generations. To support the preservation of this site, promotional activities should be planned to use it in the best ways. In this study, because of ecotourism and related opinions of local residents and visitors alike in terms of their natural determination is an important cultural and historical feature aimed at evaluating the ecotourism potential of Gurleyik Nature Park. This framework is designed to establish prospective ecotourism sustainability. As a result, Gurleyik Nature Park in terms of natural and cultural properties has been identified as suitable for sustainable ecotourism activities that are determined using GIS. This protection in the field, balancing sustainability, will provide for the development of ecotourism activities. In the SWOT (strengths, weakness, opportunities, threats) analysis and survey, local residents and visitors reported that the most important feature of the Gurleyik Nature Park is its natural beauty. Visitors often come to observe the traditional and natural life and to engage in ecotourism activities. All data with showing maps derived from GIS represent landscape planning for sustainable tourism areas in Gurleyik Nature Park.

Keywords: Nature Park, Protected Area, Sustainability, GIS, SWOT

1. Introduction

For centuries, people inspired by nature, tourism activities have been carried out to see different natural landscapes. In particular, natural park tourism is the hippest form of tourism in recent years, to visit the

natural park areas, swimming in these areas have become sports and hiking quite attractive for people to make a way, millions of people have started to carry out tourism activities in the area in this manner (Cetin 2015a; Cetin 2016a; Cetin 2015b; Cetin and Sevik 2016a; Cetin and Sevik 2016b; Maple *et al*. 2010; Cheung and Jim 2014; Cetin 2015c; Cetin and Sevik 2016a; Cetin 2016b; Nouri *et al.* 2008; Tsai *et al.* 2010; Chaminuka *et al.* 2012; Cetin and Sevik 2016a; Cetin and Sevik 2016b; Cetin 2016a; Cetin 2016b).

Remove the environment and wildlife conservation to the forefront the importance of ecotourism form of tourism which is at peace with nature, this process has increased and continues to increase. Ecotourism emphasis on unusual properties, promoting the natural and cultural areas, provide a positive contribution in many areas. Areas where ecotourism is applied becomes the center of attraction. Ecotourism activities are carried out with a general awareness in the use of the natural environment (Ngoka 2013; Cetin 2015a; Cetin 2015b; Cetin and Sevik 2016a; Cetin and Sevik 2016b; Cetin 2016a; Monz *et al*. 2010; Cetin and Sevik 2016a; Cetin and Sevik 2016b; Powell and Ham 2008; Ohl-Schacherer *et al.* 2008; Cetin and Sevik 2016a; Cetin 2016b; Kumari *et al.* 2010; Dixit and Narula 2010; Cetin and Sevik 2016a; Cetin and Sevik 2016b; Cetin 2015c;).

Planning in the tourism sector and ensure cooperation among the local population is one of the most important requirements for the planning of this area. In the long term, natural resources, tourism, alternative tourism, ecotourism and nature tourism is becoming an important choices based on sustainable use. In this context, in this study, in terms of ecotourism, Gurleyik Nature Park districts of the natural and cultural aspects of the Nature areas is intended to reveal the potential of ecotourism.

2. Material and Method

The study material constitutes Gurleyik Nature Park districts. The geographic location of Gurleyik Nature Park districts with rich natural and cultural areas between the coordinates 41° 21' North latitude and 32° 41' East longitude (NP 2016). The position of Gurleyik Nature Park district, as shown in Figure 1.

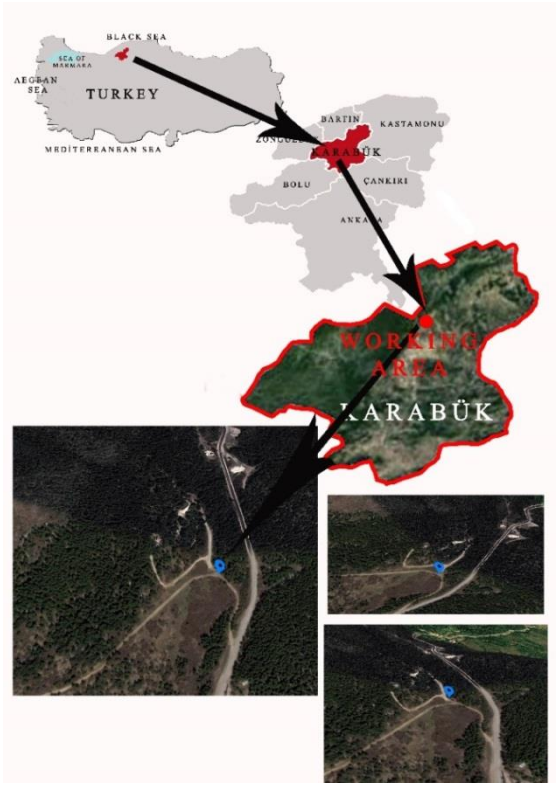


Figure 1. Gurleyik Nature Park 's geographical location

The area is located in the western black sea region of black sea region within the boundaries of the Gogoren village of the Safranbolu district of Karabuk which distance 23 km. It has 150 decar. It is possible to evaluate the area as an important green without having a resource value at national and international level. The area serves the need for recreation, which is a part of the cult of the local people. The area is entirely within the natural forest area.

The dominant elements of the forest in the river basin form broad-leaved trees. Among them, Fagus orientalis, Carpinus betulus, and Qurcus sp. and Abies nordmanniana subsp. Bornmullerina is located in the area. During a walk along the valley, there is a lot of species trees that can be found. Field mammals bear all the features of wildlife such as bear, wolf, rabbit, hedgehog, wild boar, marten, poppy, roe and boreal forest zone. In addition to the birds in the forest, migratory birds are seen in places. Temperatures in winter fall as much as 3 degrees in summer is around 23 degrees. The summers are hot and arid. While new houses are old wooden houses due to the concrete forest district, it is made of wood and brick.

In the study, primarily of the study area geology, hydrology, topography and soil maps were obtained. Then the climate of the region, flora and fauna information was collected. The obtained data can be fed into computers belonging to the area with the help of Arc GIS maps have been created and the data is processed on the maps.

In the fieldwork portion of the study area by applying a variety of information of the local population surveys, opportunities, constraints were determined. Then the obtained data SWOT applied and the obtained data were evaluated with the help of maps (Nikolaou *et al.* 2011; Shinno *et al.* 2006; Cetin 2015a; Cetin 2015b; Cetin and Sevik 2016a; Cetin and Sevik 2016b; Cetin 2016a). The results obtained in the study, all the data and created maps of areas suitable for ecotourism evaluated together an alternative to the current use of the area's strengths and weaknesses in terms of ecotourism has been identified threats and opportunities.

3. Conclusions

Gurleyik Nature Park's districts of forest areas, forest openings, potential areas for accommodation and recreational facilities are rather limited. Rare landscape value, rich in forest areas, natural and cultural values, vegetation and wildlife, geological, hydrological and soil consists of values. Due to the topographical features of Gurleyik Nature Park's districts, the slope of the high woodlands and narrow forest strip, rather limits the amount of suitable areas for construction.

Regional geological, geomorphological, geological structure of the soil groups in the region, has interesting features as forest and mountain formations. The height and slope analysis Gurleyik Nature Park's Figure 2, the soil groups is shown in Figure 3. Different geomorphological character movements in the valley is characterized by ridges and peaks. This geomorphological structure, creates an extraordinary natural landscape with lush forests.

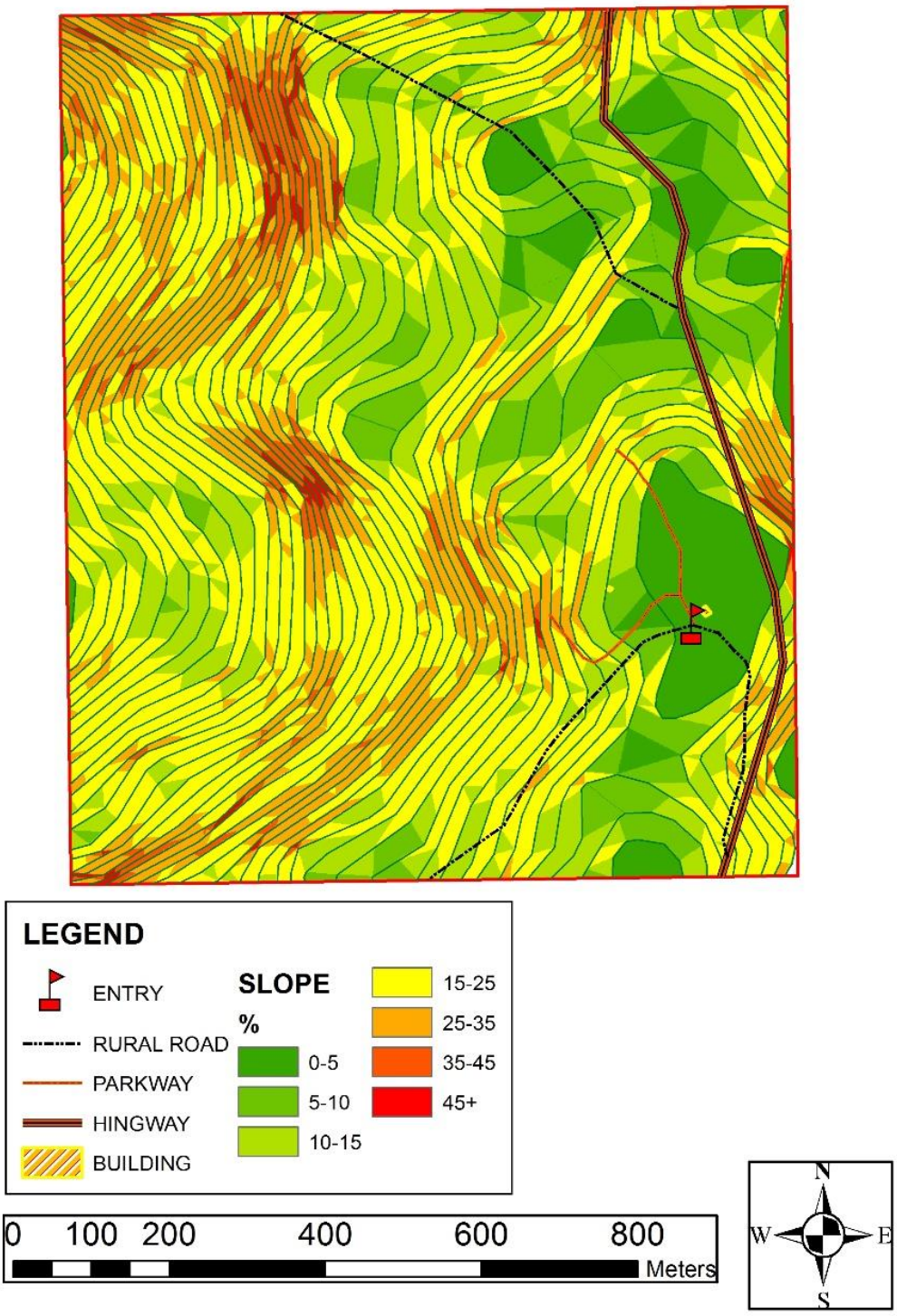


Figure 2. Gurleyik Nature Park 's the height and slope analysis

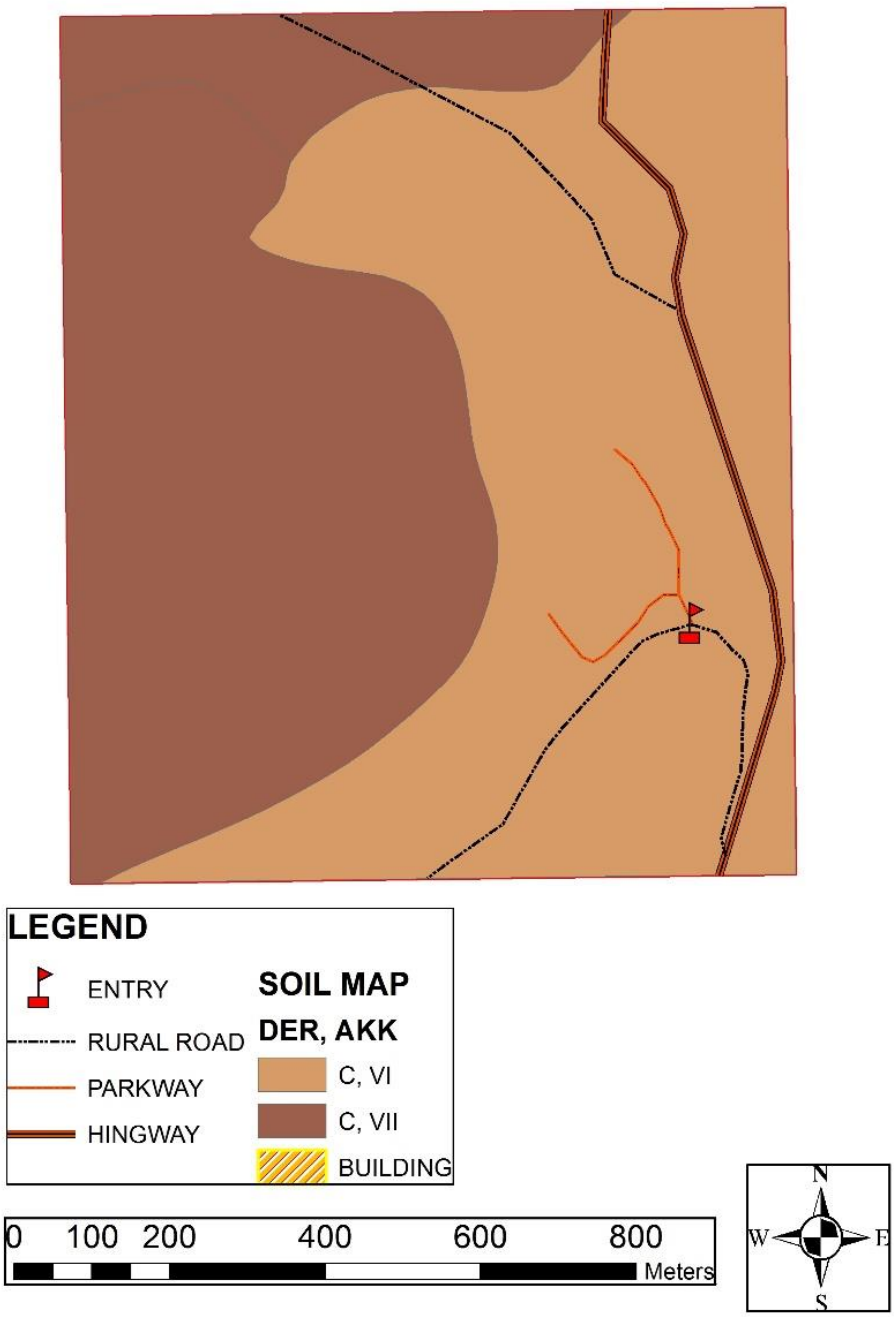


Figure 3. Gurleyik Nature Park 's the soil groups

Black Sea climate prevails climate. Summers are hot, winters are usually mild. Adequate rainfall is seen in all seasons.

The number of visitors per day during the tourist season reaches about 5-10 thousand. Hiking in Gurleyik Nature Park's districts during this period, camping, photo safari, trekking, cycling, amateur fishing, many recreational activities such as botanical tourism and air sports are offered. Gurleyik Nature Park's survey was conducted to determine the protection of the forest area in the district-use balance and try to determine the level of awareness. Then the SWOT analysis has been done and the opportunities that may be encountered in the future with the current strengths and weaknesses and threats identified for the area and are given in Table 1.

Table 1. for the determination of the ecotourism potential of a Gurleyik Nature Park's districts SWOT analysis

Strengths:	**Weaknesses:**
Historical and cultural values the applicability of the different ecotourism activities in all seasons Protection of the natural character of the forest areas The unique forest area in beauty, cultural landscapes have forest tourism, water sports, cave tourism, hiking, mountain sports, photo safaris, bird and butterfly watching, nature walks, offering many activities such as study tours	Lack of infrastructure lack of adequate studies on flora and fauna Lack of accommodation Shortage of qualified personnel People unconsciously use of natural resources lack of social awareness about the forest areas The defensive awareness is underdeveloped tourism
Opportunities:	**Threats:**
increase the quality and quantity of natural areas protected by law Different geographical structures local in nature conservation, national and global awareness of development opportunities Transport facilities and consequently long distance travel opportunities rich flora and fauna and natural structure Landscape beauty The preservation of natural and cultural landscape values Have a wide range of different leisure and tourism activities	The rise and extinction of species, which is endemic and economic value as a result of the illegal smuggling trade unplanned expansion Solid waste pollution Natural and cultural texture corruption Air and water pollution Uncontrolled and unconscious ecotourism to cause loss of life. use exceeding the carrying capacity increase the pressure and the threat of extinction of biodiversity in Ecotourism Destruction of flora and fauna in protected areas

Areas under ecotourism activities in the study area, forest tourism, historic sites, bird observation areas, natural monuments, springs, rivers, canyons, bike tours, hiking, photo-jeep safari, campers, rock climbing, cave, winter tourism hunting-fishing, paragliding, wind, water, surf, cultural and thermal tourism processed maps are shown in Figure 4.

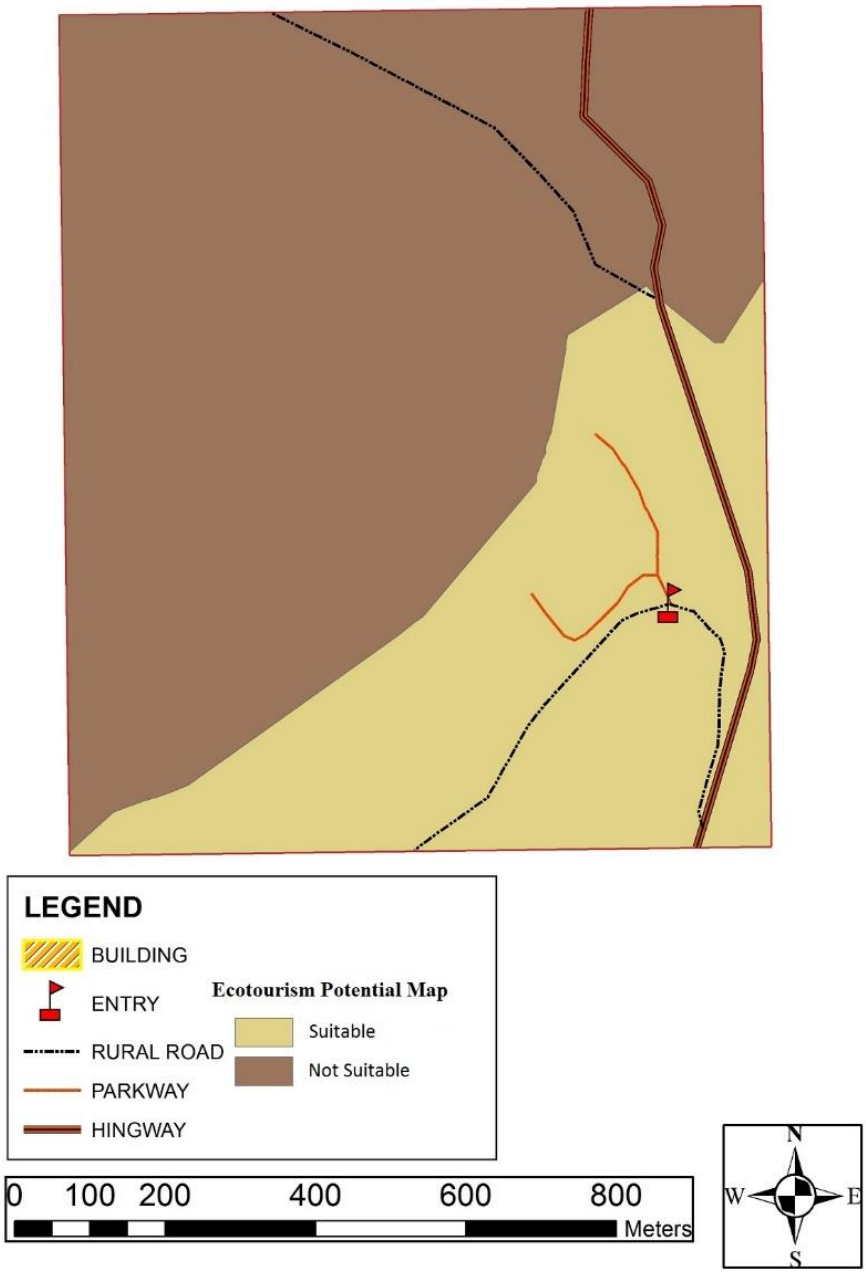


Figure 4. Gurleyik Nature Park's ecotourism potential map

4. Results

Enough accommodation is needed when there is no reason to eliminate opened to tourists. There are those rare places where natural beauty remains intact natural state. On weekends the family to come and go easily although there are tea gardens and recreational areas that they can have a picnic in Gurleyik Nature Park's and the surrounding counties is not known too much. Although carrying the same features as our other forest districts due to lack of enough Gurleyik Nature Park's introduced too much is not known.

For development and economic growth, the importance of sustainable tourism activities carried out in countries with an ecological approach is great. Sustainable ecotourism can be achieved only with the proper approach to the ecological characteristics of tourism development and management plan. To set up an

ecotourism strategy in the area of tourism and recreational activities to organize and need to make a good planning. The study area has quite a high tourism potential in terms of tourism and recreation. Gurleyik Nature Park's scarce resources and assets allows for different tourism activities in different seasons.

Gurleyik Nature Park 's districts of the forest, historic sites, photography, bird watching, adventure and sports tourism, historical and cultural tourism, wildlife tours, exploring caves, camping, picnic activities, horse riding, cycling, and rich for ecotourism activities such as fishing It has a potential.

Figure 4 areas suitable for various activities in the area are shown. This map ecotourism infrastructure, site selection, planning, design, transportation, planning of solid waste pollution and sewage systems can be used for accommodation facilities and the natural environment and can be used for taking measures for the protection of wetlands.

In addition, historical and cultural tourism resource is again shown in Figure 4 have been identified. Natural Park, the existence of an ideal area for observation of wild animals offers significant opportunities for wildlife tours. Ideal for plateau areas and wildlife tours are also shown in Figure 4. for the use of this field also needs to be done again trained guides and plants.

There are problems in the areas of transport, regional transport is available and seamless. In addition, the area is very safe, the people are very hospitable. Promotion should be voiced in this regard. Also at the entrance to the Gurleyik Nature Park's, information about significant areas in the region and promotion should be done by putting maps. Similarly, the introduction of the space should be provided at the national and international levels.

References

Cetin, M. (2015a). Determining the bioclimatic comfort in Kastamonu city, Environmental Monitoring & Assessment, 187(10), 640. doi: 10.1007/s10661-015-4861-3

Cetin, M. (2015b). Using GIS analysis to assess urban green space in terms of accessibility: case study in Kutahya. International Journal of Sustainable Development & World Ecology, 22(5):420–424. doi: 10.1080/13504509.2015.1061066

Cetin, M. (2015c). Evaluation of the sustainable tourism potential of a protected area for landscape planning: a case study of the ancient city of Pompeipolis in Kastamonu. International Journal of Sustainable Development & World Ecology 2015; 22 (6): 490-495. doi: 10.1080/13504509.2015.1081651

Cetin, M. & Sevik, H. (2016a). Assessing potential areas of ecotourism through a case study in Ilgaz Mountain National Park, Chapter 5, Book: Tourism - From Empirical Research Towards Practical Application, Ph.D. Leszek Butowski (Ed.), InTech, DOI: 10.5772/62573. Available from: http://www.intechopen.com/books/tourism-from-empirical-research-towards-practical-application/assessing-potential-areas-of-ecotourism-through-a-case-study-in-ilgaz-mountain-national-park

Cetin, M. & Sevik, H. (2016b). Evaluating the recreation potential of Ilgaz Mountain National Park in Turkey, Environmental Monitoring and Assessment, 188(1): 52, doi: 10.1007/s10661-015-5064-7

Cetin, M. (2016a). Determination of bioclimatic comfort areas in landscape planning: a case study of Cide Coastline, Turkish Journal of Agriculture - Food Science and Technology, 4(9): 800-804. http://www.agrifoodscience.com/index.php/TURJAF/article/view/872/374

Cetin, M. (2016b). Sustainability of urban coastal area management: a case study on Cide. Journal of Sustainable Forestry, 35(7), 527–541.doi: 10.1080/10549811.2016.1228072

Chaminuka, P., Groeneveld, R.A., Selomane, A.O., & Van Ierland, E.C. (2012). Tourist preferences for ecotourism in rural communities adjacent to Kruger National Park: A choice experiment approach. *Tourism Management* **33**(1): 168-176. DOI: 10.1016/j.tourman.2011.02.016

Cheung, L.T.O., & Jim, C.Y. (2014). Expectations and willingness-to-pay for ecotourism services in Hong Kong's conservation areas. *International Journal of Sustainable Development & World Ecology* **21**(2), 149-159. DOI: 10.1080/13504509.2013.859183

Dixit, S.K., & Narula, V.K. (2010). Ecotourism in Madhav National Park: Visitors' Perspectives on Environmental Impacts. *South Asian Journal of Tourism and Heritage***3**(2): 109-115.

Kumari, S., Behera, M.D., & Tewari, H.R. (2010). Identification of potential ecotourism sites in West District, Sikkim using geospatial tools. *Tropical Ecology* **51**(1): 75-85.

Maple, L.C., Eagles, P.F.J., & Rolfe, H. (2010).Birdwatchers' specialisation characteristics and national park tourism planning. *Journal of Ecotourism* **9**(3), 219-238. DOI: 10.1080/14724040903370213

Monz, C.A., Cole, D.N., Marion, J.L., & Leung, Y.F. (2010). Sustaining visitor use in protected areas: Future opportunities in recreation ecology research based on the USA experience. *Environmental Management***45**:551–562. DOI: 10.1007/s00267-009-9406-5

Ngoka, P.C. (2013). Capacity and levels of utilization of tourism potentials of Yankari and Cross River National Parks – implications for optimistic ecotourism development in Nigeria. *African Journal of Hospitality, Tourism and Leisure***2**(4).

Nikolaou, E.I., Ierapetritis, D., & Tsagarakis, K.P. (2011). An evaluation of the prospects of green entrepreneurship development using a SWOT analysis. *International Journal of Sustainable Development & World Ecology***18**:1–16. DOI: 10.1080/13504509.2011.543565

Nouri, J., Danehkar, A., & Sharifipour, R. (2008). Evaluation of ecotourism potential in the northern coastline of the Persian Gulf. *Environmental Geology***55**: 681-686. DOI: 10.1007/s00254-007-1018-x

NP.(2016). National Parks of Turkey. Republic of Turkey. Ministry of Forest and Water. The General of Directorate of Nature Protection and National Parks, Kastamonu.

Ohl-Schacherer, J., Mannigel, E., Kirkby, C., Shepard, Jr G.H., & Yu, D.W. (2008).Indigenous ecotourism in the Amazon: a case study of Casa Matsiguenka in Manu National Park, Peru. *Environmental Conservation***35**(1): 14-2. DOI: 10.1017/S0376892908004517

Powell, R.B., & Ham, S.H. (2008). Can Ecotourism Interpretation Really Lead to Pro-Conservation Knowledge, Attitudes and Behaviour? Evidence from the Galapagos Islands. *Journal of Sustainable Tourism***16**(4): 467-489. DOI: 10.1080/09669580802154223

Shinno, H., Yoshioka, H., Marpaung, S., & Hachiga S. (2006). Quantitative SWOT analysis on global competitiveness of machine tool industry. *Journal of Engineering Design*. **17**: 251-258. DOI: 10.1080/09544820500275180

KENTSEL PLANLAMA ÇALIŞMALARINDA BİYOKONFOR

BIOCLIMATIC COMFORT IN URBAN PLANNING STUDIES

Mehmet Çetin[a], Burak Arıcak[b], Uğur Cantürk[c], Hakan Şevik[d]
[a]Kastamonu Üniversitesi Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi,Kastamonu,Turkey, mcetin@kastamonu.edu.tr
[b]Kastamonu Üniversitesi Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi,Kastamonu,Turkey, baricak@kastamonu.edu.tr
[c]Kastamonu Üniversitesi Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi,Kastamonu,Turkey, ugurcanturk55@gmail.com.tr
[d]Kastamonu Üniversitesi Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi,Kastamonu,Turkey, hakansevik@gmail.com.tr

Özet

Yakın geçmişte, hızlı ve plansız kentleşme, işlevsiz ve estetik olmayan şehir yapılaşmasını beraberinde getirmiştir. Ancak, süreç içerisinde şehir merkezlerinde yaşayan insanların gelir düzeyinin artması ve bilinçlenmenin etkisiyle ekolojik denge, temiz çevre, konfor şartları gibi terimler önem kazanmış, insanların yaşayacakları şehirleri seçmelerinde önemli faktörler olmaya başlamıştır. Bu süreçte önem kazanan terimlerden birisi de "biyokonfor" veya diğer adıyla "biyoklimatik konfor" dur. Hava ve iklimin insanların davranışlarına ve fizyolojik durumuna önemli düzeyde etkisi olduğu, insan performansı ve mutluluğunu doğrudan etkilediği kanıtlanmıştır. İnsanlar sıcaklık, yağış, nem ve rüzgâr gibi çevre şartlarının belirli aralıklarda olduğu durumlarda kendilerini daha sağlıklı ve dinamik hissederler. Bu değerlerin insanlar için uygun aralıklarda olması "Biyoklimatik konfor" veya kısaca "biyokonfor" olarak isimlendirilir. Biyokonforun öneminin anlaşılması ile son yıllarda bu konu üzerinde birçok çalışma yapılmıştır. Ancak, maalesef yapılan çalışmalar henüz kentsel planlamada aktif olarak kullanılamamakta ve dolayısıyla bu alanda yapılan çalışmalar uygulamaya yeterince aktarılamamaktadır.

Bu çalışmada, biyokonforun önemi, belirlenmesinde kullanılan yöntemler ve kentsel planlamalarda nasıl kullanılabileceği açıklanmaya çalışılmıştır. Bunların yanında Dünya'da ve ülkemizde biyokonfor konusunda yapılmış bazı çalışmalar konusunda bilgi verilmiş ve yapılan çalışmaların hangi alanlarda yoğunlaştığı, hangi alanların ise ihmal edildiği belirlenmeye çalışılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Biyokonfor, Kentsel planlama, İklim

Abstract

In the recent past, rapid and unplanned urbanization has brought together dysfunctional and non-aesthetic urban structures. However, in the process, the terms of ecological balance, clean environment, Bioclimatic comfort conditions became important by the increase of the income level of the people living in the city centers and the effect of the consciousness, and it became important factors for people to choose the cities they live in. One of the terms that has gained importance in this process is "biocomfort" or "bioclimatic comfort". It has been proven that air and climate have a significant impact on people's behavior and physiological condition, and directly affect human performance and happiness. People feel healthier and more dynamic when environmental conditions such as temperature, precipitation, humidity and wind are at certain intervals. These values are called "bioclimatic comfort" or "biocomfort", which is suitable for humans. A lot of studies have been done on this subject in recent years with the understanding of the biocomfort principle. However, unfortunately, the studies that have been carried out can not be actively used in urban planning yet and therefore the work done in this area can not be transferred sufficiently.

In this study, it was tried to explain how to use biocomfort in determination of the importance of biocomfort and how to use it in urban planning. In addition to this, information has been given about some studies on biocomfort tourism in the world and in our country, and it has been tried to determine in which areas the studies are concentrated and which areas are neglected.

Keywords: Biocomfort, Urban planning, Climate

1. Kentsel Planlamalarda Biyokonfor

2000 yılında dünya nüfusunun %47'si (2,9 milyar kişi) kentsel alanlarda yaşarken 2030 yılına gelindiğinde dünya nüfusunun %60'ının kentlerde yaşaması beklenmektedir (Yüksel, 2008). Avrupa ülkelerinde toplam nüfusun üçte ikisinden fazlası kentsel alanlarda yaşamaktadır. Türkiye İstatistik Kurumu Adrese Dayalı Nüfus Kayıt Sistemi verilerine göre, il ve ilçe merkezlerinde ikamet edenlerin oranı 2015 yılında %92,1'e yükselmiş, belde ve köylerde yaşayanların oranı %7,9 olarak gerçekleşmiştir (URL1). Aynı zamanda halen köyden kente göç devam etmekte, ilerleyen zamanlarda kentli nüfusunun daha da artacağı tahmin edilmektedir (Cetin vd., 2017).

Neredeyse bütün şehirlerimizde artan merkez nüfusu, şehir merkezlerinde yeni alanların yerleşime açılmalarını zorunlu kılmakta, dolayısıyla şehirlerin yapısı değişmekte ve gelişmektedir. Ancak, yeni yerleşim alanına ek olarak, modern insanın yaşam alanlarından beklentileri de değişmekte, yakın tarihe kadar kimsenin varlığından bile haberdar olmadığı veya önemsemediği faktörler, bugün insanların yaşayacağı bölgeyi seçmesinde önemli düzeyde rol oynamaktadır. Sosyal imkanlar, aktivite imkanları, doğaya yakınlık, hava kalitesi bu faktörlerden bazılarıdır (Cetin ve Sevik, 2016; Sevik ve Cetin, 2016).

Son yıllarda ortaya çıkan ve insanların yaşayacakları bölgeyi seçmesinde etkili olan faktörlerden birisi de bölgenin biyokonfor şartlarıdır. İnsanlar sıcaklık, yağış, nem ve rüzgâr gibi çevre şartlarının belirli aralıklarda olduğu durumlarda kendilerini daha sağlıklı ve dinamik hissederler. Bu değerlerin insanlar için uygun aralıklarda olması "Biyoklimatik konfor" veya kısaca "biyokonfor" olarak isimlendirilir. Biyoklimatik konfor uygun değer aralığında olmadığında insanlar o alanlarda rahatsız olur ve alandan uzaklaşmak isterler (Cetin, 2016a,b).

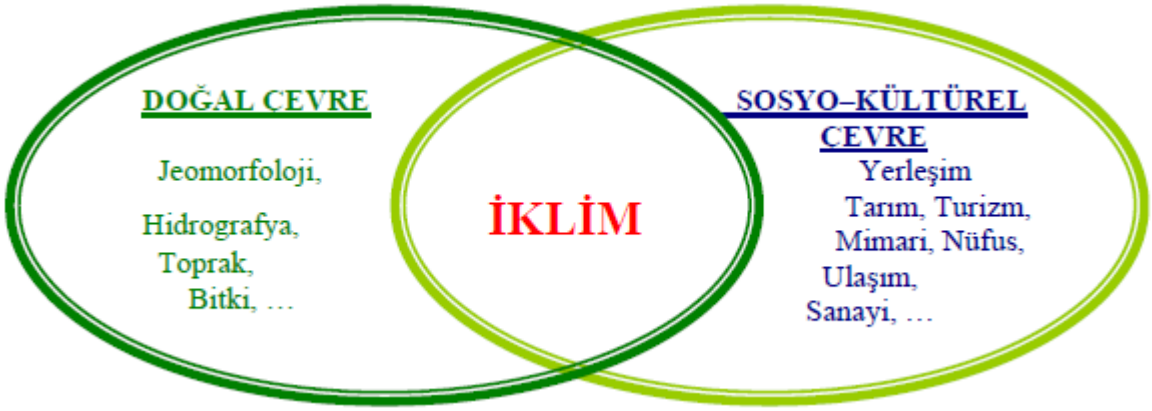
Ekolojik planlamada, bir taraftan doğal varlıkların ve çevrenin korunması, diğer taraftan da bu ortamda yaşayan insanların ihtiyaçlarının karşılanması gerekmektedir. Bu tür planlamalarda oldukça fazla sorunla karşılaşılmaktadır. Şehirlerin odak noktalarında kalabalık ve kasvetli yapılar oluşmuştur. Bu alanlarda hava sıcaklığı ve nem miktarı yapılaşmadan etkilenmekte, yapılaşma insan sağlığını ve verimliliğini etkileyen biyoklimatik stres üreten faktör durumuna gelmektedir. Yapılan çalışmalarda kentsel alanlarda hava ve yüzey sıcaklıklarının kırsal alanlara göre daha yüksek olduğu ve bu sıcaklık farkının 13°C ye ulaşabildiği belirlenmiştir (Sevik ve Belkayali, 2012; Topay ve Parladir, 2015; Cetin, 2015a).

Gelişmekte olan birçok ülkede, hızlı kentleşme ve ekolojik kaygılara ek olarak plansız kentleşme, insanları işlevsiz ve estetik olmayan şehirler ile yüz yüze bırakmıştır. Oysa ekolojik planlama yapılması, ileride bu sorunların önemli çevre sorunlarına dönüşmesine engel olacaktır. Çünki, ilk başlarda ekolojik denge, temiz çevre, konfor şartları gibi terimler insanlar için çok önemli olmasa da, bu faktörler artan gelir düzeyiyle birlikte ön plana çıkmakta ve insanların yaşayacakları şehirleri seçmelerinde en önemli faktörler olabilmektedir Çetin vd., 2010; Çetin, 2016a). Hava ve iklimin insanların davranışlarına ve fizyolojik durumuna önemli düzeyde etkisi vardır. İnsan performansı ve konforu iklim değişimlerine göre ayırt edilebilir. İklimsel durum ya da termal konfor, insanın ruh hali için sağlıklı ve dinamik hava koşullarını, dolayısıyla da insan memnuniyetini ifade eder (Topay, 2013; Milne, 2013; Cetin, 2015a). Dolayısıyla biyokonfor, kentsel planlamalarda mutlaka göz önüne alınması gereken olgulardan birisidir ve son dönemde daha da fazla gündeme gelmeye ve önem kazanmaya başlamıştır.

2. Biyokonforun Önemi

Biyoiklimsel faktörlerin 6 önemli parametresi bulunmaktadır. Bu parametrelerden ortalama sıcaklık, bağıl nem, ortalama rüzgar hızı gibi iklim koşulları ile ilişkilidir (Steadman, 1979; Synnefa ve ark., 2007) İnsanlar genel itibari ile sıcaklık, yağış, nem ve rüzgâr gibi çevre şartlarının belirli aralıklarda olduğu durumlarda kendilerini sağlıklı ve dinamik hissederler. Bu değerlerin insanlar için uygun aralıklarda olması Biyoklimatik konfor olarak isimlendirilir. Ülkemizin içinde bulunduğu orta enlemlerde, biyoklimatik konfor açısından uygun olarak kabul edilen hissedilen sıcaklık değeri nem ve rüzgara bağlı olarak 17-24,9°C'ler arasıdır (Koçman, 1991). Altunkasa (1990), diğer tüm koşulların normal olması durumunda 21-27°C sıcaklık ve %30-65 bağıl nem değerinin bir arada konfor ortamını yarattığını ortaya koymuştur. Bu koşulların altında ya

da üzerindeki değerlerde, biyoklimatik konfora ulaşmak için ya sıcaklık veya ışınım enerjisine ya da gölge, rüzgar ve özgül nemliliğe gereksinim duyulmakta olduğunu bildirmektedir. Oysa bu olumsuzlukların tespit edilerek planlama çalışmalarında göz önünde bulundurulması peyzaj düzenlemelerinin amacına hizmet etmesi çok önemlidir (Çetin, 2016). Doğal ve sosyo-kültürel çevre içinde iklimin yeri Şekil 1'de gösterilmiştir.



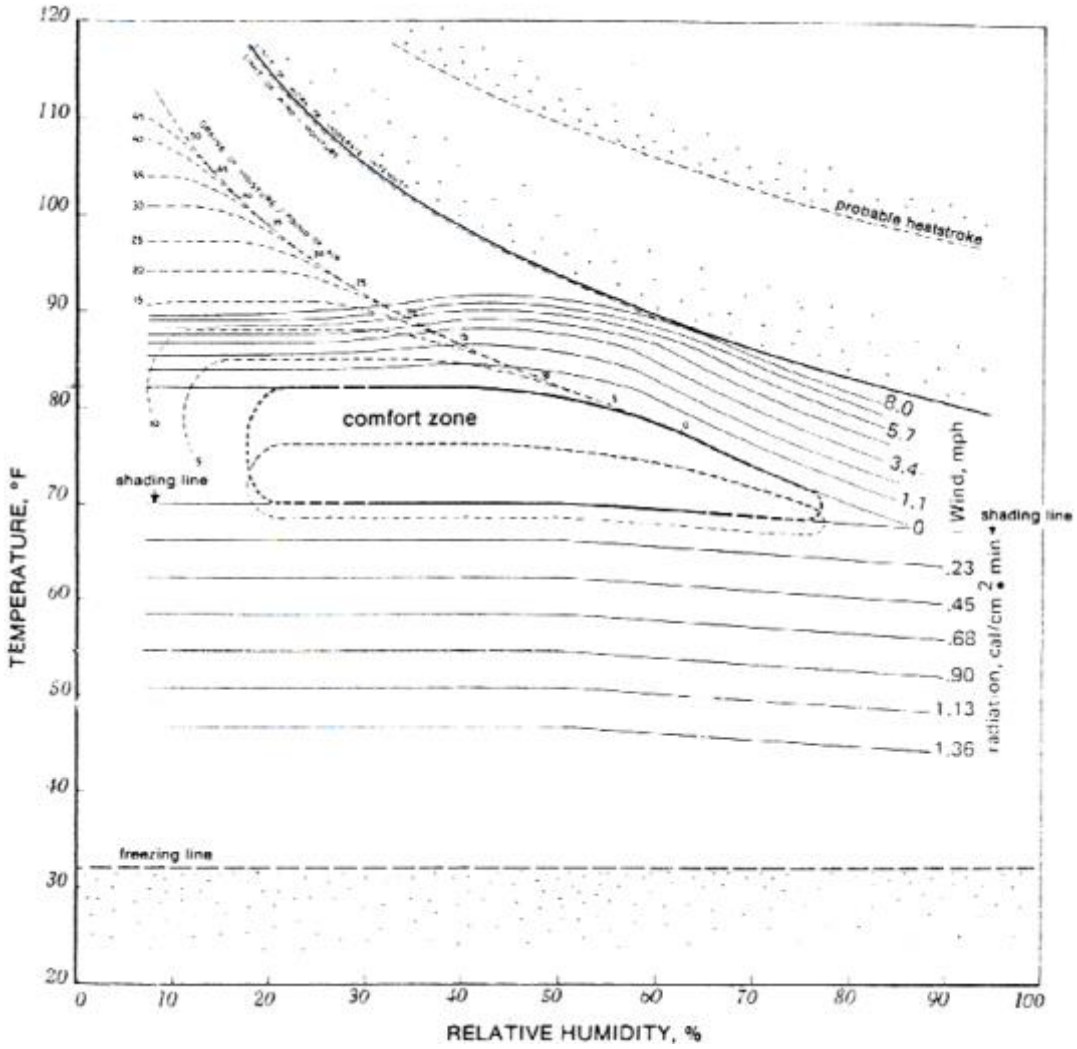
Şekil 1. Doğal ve sosyo-kültürel çevre içinde iklimin yeri (Çetin vd., 2010)

Planlı kentleşme, fiziksel ve sosyo-ekonomik açıdan gelişmişliğin temel göstergelerinden biridir. Bununla birlikte, planlamaya esas olan veri ya da kriterler ne kadar duyarlı ve çeşitliyse planlamadan elde edilen başarıda o oranda artış göstermektedir (Altunkasa ve Gültekin, 1991).

Planlı kentleşmede; insan sağlığı açısından uygun olan bölgelerin belirlenebilmesi için iklim değerlendirilmesi gereken önemli parametrelerden biri olarak karşımıza çıkmaktadır (Altunkasa ve Gültekin, 1991). Çünkü iklim, insanoğlunun yeryüzündeki tüm etkinliklerini olumlu ya da olumsuz etkileyen önemli bir unsurdur (Çınar, 1999; Koçman, 2002). Yaşam döngüsü içinde hedeflerimiz, yerleşim alanlarımız, yaşam biçimimiz ve daha birçok sayamadığımız konuda karar vermek çoğunlukla iklimin de kontrolü altında tutulmaktadır (Koçman, 2002). Şekil 1'de de görüldüğü gibi iklim, coğrafi çevrenin yaşanabilirliğini belirleyen, doğal süreçlerle sosyo-kültürel süreçleri entegre eden bir konumdadır. Dolayısıyla hem doğal hem de sosyo-kültürel çevrenin oluşmasında birinci derecede etkilidir. Bundan dolayı insanların kendilerini daha rahat hissettikleri iklim şartlarında yaşamlarını sürdürmeleri, onların mutluluk ve sağlıklarına önemli ölçüde katkıda bulunmaktadır.

3. Biyokonforun Hesaplanması

İnsanların kendilerini rahat hissettikleri iklim parametrelerinin mevcut olduğu alanların belirlenmesi ve planlamada bu alanların dikkate alınması, modern kentsel planlamanın en önemli aşamalarındandır. Bundan dolayı biyoiklimsel konforu sağlayan iklim koşullarının alt ve üst sınırlarının belirlenmesine yönelik olarak günümüze kadar çok sayıda araştırma yapılmış ve birbirinden az da olsa farklılıklar gösteren değerler elde edilmiştir. Ancak, Ekvator ve Kutup bölgeleri dışında yaşayan tüm insanların biyoiklimsel konfor gereksinimlerini belirlemek amacıyla geliştirilen Olgyay (1973)'ın biyoiklimsel konfor yaklaşımı bu konuda ayrı bir önem taşımaktadır. Olgyay (1973), biyoiklimsel konforu sağlayan iklim koşullarını bir koordinat sistemi yardımıyla belirlemektedir. Şekil 2'de Biyoiklimsel Çizelge adı verilen bu koordinat sistemi üzerine herhangi bir alandaki iklim verileri işlenerek, o alanda biyoiklimsel konforun sağlanabilmesi için gerekli olan iklimsel değerler ortaya çıkartılabilmektedir (Altunkasa, 1990).



Şekil 2. Biyoiklimsel Çizelge (Boz, 2017).

Biyokonforun hesaplanmasında çalışmaya konu alanın bulunduğu bölgenin iklim verilerinden faydalanılarak; fizyolojik eşdeğer sıcaklık endeksine göre biyokonfor haritaları üretilmektedir. Bu çalışmalarda öncelikle araştırma alanına ait veriler bölgedeki meteoroloji istasyonlarından temin edilmektedir. Elde edilen veriler yıllık ortalama değerlere dönüştürülmekte ve çeşitli programlar kullanılarak (en sık kullanılan programın Rayman Programı olduğu tespit edilmiştir) yıllık sıcaklık, nem ve rüzgar hızı haritaları oluşturulmaktadır. Daha sonraki aşamada coğrafi bilgi sistemi (CBS) yazılımları yardımıyla termal algı haritaları üretilmektedir. Bu aşamada genellikle ArcView CBS yardımı ile doğrusal kriking enterpolasyon evrensel seçeneği ESRI yazılımı kullanılmakta ve iklimsel faktörler değerlendirilerek bio-iklimsel açıdan uygun alanlar tespit edilmektedir (Zeren ve Çetin, 2016). Biyokonforun hesaplanmasında, elde edilen verilerin enterpole edilmesi gerekmektedir. Enterpolasyon yöntemi olarak " Ters Mesafe Ağırlıklı Enterpolasyon Tekniği (Inverse Distance Weighting – IDW)" kullanılmaktadır (Boz, 2017).

4. Biyokonfor Konusunda Yapılmış Çalışmalar

Cetin vd., (2010) biyoiklimsel konforun belirlenmesi ve peyzaj planlama sürecine yansıtılması konusunda ülkemizde yapılan çalışmaların 1960'lı yılların sonlarında görülmeye başladığını, 1969 yılında Berköz'ün, biyoiklimsel konfor açısından uygun tavan yüksekliğinin belirlenmesinde kullanılabilecek bir yöntem üzerinde durduğunu belirtmektedirler. Cetin vd., (2010) çalışmalarında Sungur'un 1980 yılında yaptığı çalışma ile Türk insanları için optimum etkili sıcaklık değerlerinin 16,7 - 24,7 °C olduğunu ancak bulunan bu

değerlerin subjektif değerler olduğunu belirlediğini belirtmektedirler. Koçman ise 1991 yılında yaptığı çalışmada ülkemiz için etkili sıcaklık değerlerini 17,0 - 24,9 °C olarak belirlemiştir.

Çınar (1999), Fethiye ilçesinin biyoiklimsel yapısını ortaya koyarak planlama sürecine katılabilecek iklimle dengeli kriterleri ortaya koymuştur. Çınar (2004) daha sonra biyoiklimsel konfor ölçütlerinin peyzaj planlama sürecinde etkinliğini Muğla-Karabağlar Yaylası üzerinde ortaya koyan bir çalışma yapmıştır. Topay ve Yılmaz (2004) yılında biyoiklimsel konfora sahip alanların belirlenmesi ve haritalanması konusunda CBS' den yararlanma olanakları konusunda bir çalışma hazırlamışlar ve ilk kez biyoiklimsel konfor haritalarını hazırlamışlardır.

Bu tarihten sonra da özellikle CBS kullanımı ile biyokonfor haritalamalarına ilişkin çok sayıda çalışma yapılmıştır. Toy vd., (2005) yılında Erzurum'da, Topay, (2007) Muğla'da, Çetin vd., (2010) Kütahya'da, Zengin vd., (2010) Erzurum-Rize şehirlerarası yolunda, Cetin (2015a) Kastamonu'da, Çalışkan vd., (2012) Bursa'da, Toy ve Yılmaz (2010) Erzincan'da, Cetin, (2015b) Kütahya'da, Şişman vd., (2015) Gala gölü'nde, Cetin, (2016b) Cide'de, Malkoç ve Özkan (2010) İzmir'de, Cetin vd., (2016) Aydın'da, Avdan vd., (2014) Pasinler'de, Demir vd., (2014) Aras havzasında, Çalışkan ve Matzarakis (2013) Nevşehir'de, Yılmaz vd., Erzurum'da biyoklimatik konfor konusunda çalışmalar yapmışlardır.

Biyoklimatik konfor konusunda dünyada 'da çok sayıda çalışma yapılmıştır. Roshan vd., (2017) İran'da, Witt vd., (2015) Macaristan'da, Kamoutsis vd., (2013) Yunanistan, Mahmoodi ve Iravani, (2012) Sirjan çölünde, Choronopoulos vd., (2012) Yunanistan'da, Safaeipoor vd., (2013) Şiraz'da yaptıkları çalışmalar bu konuda yapılan çalışmalara örnek olarak verilebilir.

5. Öneriler

Biyokonfor, peyzaj planlamalarında mutlaka göz önüne alınması gereken konulardan birisidir. Ancak yapılan çalışmaların birçoğunun çok sınırlı alanlarda yapıldığı ve sadece araştırma olarak kaldığı görülmektedir. Yapılan çalışmaların uygulamaya aktarımı konusunda henüz yeterince mesafe kat edilemediği aşikardır. Bu konuda yapılan çalışmaların, kentsel planlamalarda göz önüne alınması, yapılacak planlamaya bağlı olarak oluşacak yapılaşmanın, biyokonforu nasıl etkileyeceğinin hesaplanarak planlamaların şekillendirilmesi, insanlara daha konforlu yaşam alanlarının sunulması bakımından elzemdir.

Kaynaklar

Altunkasa, F. 1990. "Adana'da İklimle Dengeli Kentsel Yeşil Alan Planlama İlkelerinin Belirlenmesi ve Çok Amaçlı Bir Yeşil Alan Örneğinde Geliştirilmesi", Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 5 (1): 39-54.

Altunkasa, F., Gültekin, E. 1991. "Şanlıurfa'da İklimle Dengeli Kentsel Alan Kullanım İlkeleri ve Yeşil Alan Sistemlerinin Belirlenmesi", Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 6: 23-38.

Attia S, De Herde A. 2009. "Bioclimatic architecture design strategies in Egypt", In Proceedings of 8th International Conference on Sustainable Energy Technologies, Aachen.

Avdan, U., Demircioglu Yildiz, N., Dagliyar, A., Yigit Avdan, Z., Yilmaz, S. 2014, May. "Thermal Band Analysis of Agricultural Land Use and its Effects on Bioclimatic Comfort: The Case of Pasinler", In EGU General Assembly Conference Abstracts, Vol, 16, p. 15277.

Bezlova D, Doncheva-Boneva M. 2011. "Protected areas at the black sea cost as natural resources for development of ecotourism", Journal of Environmental Protection and Ecology, 12(3): 1179–1185.

Boz, A.Ö. (2017). Tekirdağ Kent Merkezinin Biyoklimatik Konfor Değerleri Bakımından İncelenmesi, Namık Kemal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Peyzaj Mimarlığı Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, 70 s.

Cetin M, Topay M, Kaya LG, Yilmaz B. 2010. "Efficiency of bioclimatic comfort in landscape planning process: the case of Kutahya", Suleyman Demirel University, Journal of Faculty of Forestry, A(1): 83–95. Isparta.

Cetin M. 2015a. "Determining the bioclimatic comfort in Kastamonu city", Environmental Monitoring & Assessment, 187(10), 640. doi:10.1007/s10661-015-4861-3.

Cetin, M. 2015b. "Using GIS analysis to assess urban green space in terms of accessibility: case study in Kutahya", International Journal of Sustainable Development & World Ecology, 22(5), 420-424.

Cetin M. 2016a. "A Change in the Amount of CO2 at the Center of the Examination Halls: Case Study of Turkey", Studies on Ethno-Medicine, 10: (2): 146–155.

Cetin, M. (2016b). Determination of bioclimatic comfort areas in landscape planning: A case study of Cide Coastline. *Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology*, *4*(9), 800-804.

Cetin, M., Sevik, H. (2016). Evaluating the recreation potential of Ilgaz Mountain National Park in Turkey. Environmental monitoring and assessment, 188(1), 52.

Cetin, M., Adiguzel, F., Kaya, O., & Sahap, A. (2016). Mapping of bioclimatic comfort for potential planning using GIS in Aydin. *Environment, Development and Sustainability*, 1-15.

Cetin, M., Sevik, H., Isinkaralar, K., (2017) Changes in the particulate matter and CO_2 concentrations based on the time and weather conditions: the case of Kastamonu, Oxidation Communications, 40 (1-II), 477-485

Choronopoulos, K., Kamoutsis, A., Matsoukis, A., Manoli, E. 2012. "An artificial neural network model application for the estimation of thermal comfort conditions in mountainous regions, Greece", Atmósfera, 25(2), 171-181.

Çalışkan, O., Çiçek, İ., Matzarakis, A. 2012. "The climate and bioclimate of Bursa (Turkey) from the perspective of tourism", Theoretical and Applied Climatology, 107(3-4), 417-425.

Çalışkan, O., Matzarakis, A. 2013. "The Climate and Bioclimate of Nevşehir from the Perspective of tourism", In Advances in Meteorology, Climatology and Atmospheric Physics ,(pp. 397-402), Springer Berlin Heidelberg.

Çetin, M., Topay, M., Kaya, l. G., Yılmaz, B. 2010. "Biyoiklimsel konforun peyzaj planlama sürecindeki etkinliği: Kütahya örneği" ,Süleyman demirel üniversitesi orman fakültesi dergisi : A(1): 83-95.

Çınar, İ., 1999. "Fiziksel Planlamada Biyoiklimsel Veriler Kullanarak Biyokonforun Oluşturulması Üzerine Fethiye Merkezi Yerleşimi Üzerinde Araştırmalar", Yüksek Lisans Tezi EÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, 89s.

Çınar, İ., 2004. "Biyoklimatik Konfor Ölçütlerinin Peyzaj Planlama Sürecinde Etkinliği Üzerinde Muğla-Karabağlar Yaylası Örneğinde Araştırmalar", Doktora tezi Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü , İzmir, 227s.

Demir, M., Dindaroglu, T., Guven, M. 2014. "The importance of forest lands in terms of bioclimatic comfort: Sample of Aras Basin", J Hum Ecol, 45(1), 7-16.

Kamoutsis, A. P., Matsoukis, A. S., Chronopoulos, K. I. 2013. "Bioclimatic conditions under different ground cover types in the Greater Athens area, Greece", Global Nest Journal, 15(2), 254-260.

Koçman A. 1991. "İzmir'in kentsel gelişimini etkileyen doğal çevre faktörleri ve bunlara ilişkin sorunlar", Coğrafya Araştırmaları Dergisi, 3 s: 101, İzmir

Koçman, A., 2002. "Klimatoloji Çalıştayı 2002 Notları", EÜ Edebiyat Fakültesi Coğrafya Bölümü İzmir.

Mahmoodi, T., Iravani, M. 2012. "Determination of bioclimatic comfort in Sirjan desert", Management Science Letters, 2(3), 769-774.

Malkoc, E., Ozkan, M. B. 2010. "Post-occupancy evaluation of a built environment: The Case of Konak Square (Izmir, Turkey)", Indoor and Built Environment.

Milne M. 2013. Climate consultant 5.4. UCLA, Los Angeles: Energy design tool group.

Olgyay, V., 1973. "Design with Climate, Bioclimatic Approach to Architectural Regionalism, Princeton University Pres. Princeton", 190p.

Roshan, G. R., Ghanghermeh, A. A., Attia, S. 2017. "Determining new threshold temperatures for cooling and heating degree day index of different climatic zones of Iran", Renewable Energy, 101, 156-167.

Safaeipoor, M., Shabankari, M., Taghavi, T. 2013. "The effective bioclimatic indices on evaluating human comfort (a case study: Shiraz City)", Geography and Environmental Planning J, 50, 47-51.

Sevik H, Belkayali N. 2012. "Kastamonu İli Hava Kalitesinin Karbondioksit Miktarı Açısından Değerlendirilmesi", Kastamonu'nun Doğal Zenginlikleri Sempozyumu, Bildiriler Kitabı, 83-86, Kastamonu Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi, 16-17 Ekim 2012, Kastamonu Sorunlar, Coğrafya Araştırmaları Dergisi, 3, 101, İzmir.

Sevik, H., Cetin, M. 2016. "valuation of topiary applications and problems: a case study of kastamonu" International Journal of Multidisciplinary Thought, 05(05):45–50,

Steadman RG. 1979. "The assessment of sultriness, part I: a temperature-humidity index based on human physiology and clothing science", Journal of Applied Meteorology, 18, 861– 873.

Synnefa A, Santamouris M, Akbari H. 2007. "Estimating the effect of using cool coatings on energy loads and thermal comfort in residential buildings in various climatic conditions", Energy and Buildings, 39(11): 1167–1174.

Şişman, E. E., Kirzioglu, I., Korkut, A. B. 2015. "Determining the Borders of Conservation Area Based on Ecological Risk Analysis: Case Study of Gala Lake, Turkey", Environment and Ecology at the Beginning of 21st Century, 530.

Topay M, Cinar I. 2008. "Determining of bioclimatic comfort structure of Suleyman Demirel University East Campuses situated in the back of Mediterranean region", Geophysical Research Abstracts, 10(2008). EGU general assembly.

Topay M, Parladir MO. 2015. "İsparta ili örneğinde CBS yardımıyla alternatif turizm etkinlikleri için uygunluk analizi", Tar. Bil. Der. 21: 300-309.

Topay M. 2013. "Mapping of thermal comfort for outdoor recreation planning using GIS: the case of Isparta Province (Turkey)", Turkish Journal of Agriculture and Forestry, 37: 110–120.

Topay, M., 2007. "The importance of climate for recreational planning of rural areas; case of Muğla province, Turkey", 3rd International Workshop on climate, tourism, and recreation proceeding, Greece.p:29-36

Topay, M., Yılmaz, B., 2004. "Biyoklimatik konfora sahip alanların belirlenmesinde CBS'nden yararlanma olanakları: Muğla ili örneği", 3. CBS Bilişim Günleri Bildiri Kitapçığı, İstanbul. s:425-434.

Toy, S., Yılmaz, S., Yılmaz, H, 2005. "Determination of bioclimatic comfort in three different land uses in the city of Erzurum, Turkey", Bulding and Environment. 42 (3):1315 - 1318.

Toy, S., Yilmaz, S. 2010. "Evaluation of urban-rural bioclimatic comfort differences over a ten-year period in the sample of Erzincan city reconstructed after a heavy earthquake", Atmósfera, 23(4), 387-402.

URL1: http://www.tuik.gov.tr/PreHaberBultenleri.do?id=21507 (07.03.2017)

Üneri, D., Kara, S., Özdemir, H., 2006. "İklim verilerinin haritalanmasında CBS'nin Kullanımı: Kasatura Körfezi ve Çevresi Örneği", 4. CBS Bilişim Günleri, Sempozyum kitapçığı, 503-510s.

Vitt, R., Gulyás, Á., Matzarakis, A. (2015). "Temporal differences of urban-rural human biometeorological factors for planning and tourism in Szeged, Hungary", Advances in Meteorology, 2015.

Yilmaz, H., Yildiz, N. D., Avdan, U., Koc, A., Matzarakis, A. 2015, July. "Analysis of human thermal conditions in winter for different urban structures in Erzurum", In ICUC9-9th International Conference on Urban Climate jointly with 12th ymposium on the Urban Environment, (20-24).

Yuksel U. D. 2008. Air and Surface Temperatures at Structural and Green Areas in Urban: the Case Study of Ankara. Ecology, 18 (69), 66

Zengin, M., Kopar, I., Karahan, F. 2010. "Determination of bioclimatic comfort in Erzurum–Rize expressway corridor using GIS", Building and Environment, 45(1), 158-164.

Zeren, İ, Çetin, M. 2016. Kıyı Şeridi Biyokonfor Haritalaması: Kastamonu-Abana Örneği. I. Uluslararası Abana Sempozyumu, "Geçmişten Günümüze Kastamonu / Kent-Kültür-Kimlik", Kastamonu.

EUONYMUS JAPONİCA BİREYLERİNDE BAZI YAPRAKMİKROMORFOLOJİK KARAKTERLERİNİN YETİŞME ORTAMINA BAĞLI DEĞİŞİMİ

EUONYMUS JAPONİCA BİREYLERİNDE BAZI YAPRAK MİKROMORFOLOJİK KARAKTERLERİNİN YETİŞME ORTAMINA BAĞLI DEĞİŞİMİ

Hakan Şevik[a], Burak Arıcak[b], Mehmet Çetin[c], Uğur Cantürk[d]
[a]Kastamonu Üniversitesi Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi,Kastamonu,Turkey, hakansevik@gmail.com.tr
[b]Kastamonu Üniversitesi Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi,Kastamonu,Turkey, baricak@kastamonu.edu.tr
[c]Kastamonu Üniversitesi Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi,Kastamonu,Turkey, mcetin@kastamonu.edu.tr
[d]Kastamonu Üniversitesi Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi,Kastamonu,Turkey, ugurcanturk55@gmail.com.tr

Özet

Taflan (*Euonymus japonica*) Japonya'da doğal olarak yetişen boylu bir çalıdır. Güzel formundan dolayı ülkemizin pek çok yerinde peyzaj çalışmalarında kullanılan bir bitkidir. Taflan, ülkemizin doğal florasında olmamasına rağmen çok farklı iklim tiplerinin hakim olduğu alanlarda yetiştirilmektedir. Bu çalışmada farklı iklim tiplerinin hakim olduğu alanlarda bulunan 6 farklı ilde yetiştirilen *Euonymus japonica* yapraklarında, bazı mikromorfolojik karakterlerin, yetişme ortamına bağlı olarak değişiminin belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu amaçla Türkiye'de karasal, Karadeniz ve Akdeniz iklim tiplerinin hakim olduğu alanlarda bulunan Rize, Samsun, İzmir, Antalya, Sivas ve Ankara illerinde yetişen *Euonymus japonica* bireylerinden yaprak örnekleri toplanmıştır. Toplanan yaprak örneklerinin elektron mikroskobu (SEM= Scanning Electron Microscope) yardımı ile ölçekli görüntüleri elde edilmiş, bu görüntüler üzerinde yapılan ölçümlerle, stoma Uzunluğu (µm), stoma genişliği (µm), por uzunluğu (µm), por genişliği ve stoma yoğunluğu (1 mm^2 alanda) belirlenmiştir. Elde edilen verilere Varyans analizi ve Duncan testi uygulanmış ve bu karakterlerin yetişme ortamına bağlı olarak değişimi istatistiki olarak değerlendirilmiştir. Çalışma sonucunda stoma eni dışındaki bütün karakterler bakımından yetişme ortamı koşulları arasında istatistiki olarak en az %95güven düzeyinde anlamlı farklılıklar bulunduğu belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Taflan, *Euonymus japonica*, Mikromorfolojik karakter, Stoma, SEM

Abstract

Taflan (Euonymus japonica) is a naturally grown calf in Japan. Due to its beautiful form, it is a plant used in landscape studies in many parts of our country. Although Taflan is not in the natural flora of our country, it is cultivated in areas where many different climate types dominate. In this study, it was aimed to determine the variation of some micromorphological characters depending on the growing environment in Euonymus japonica leaves grown on 6 different hills which are dominated by different climate types. For this purpose leaf samples were collected from Euonymus japonica individuals in Rize, Samsun, İzmir, Antalya, Sivas and Ankara provinces where the terrestrial, Black Sea and Mediterranean climate types predominate in Turkey. Scale images were obtained with the help of electron microscope (SEM = Scanning Electron Microscope) and stoma length (µm), stoma width (µm), por length (µm), por width and stoma density (1 mm2 field). Variance analysis and Duncan test were applied to the obtained data and the variation of these characters depending on the growing environment was evaluated statistically. Because of the study, it was determined that there was a statistically significant difference in the confidence level of at least 95% between the conditions of the growth environment in terms of all the characters except the stoma.

Key words: Taflan, Euonymus japonica, Micromorphological character, Stoma, SEM

1. Giriş

Dünyada yaşanan hızlı gelişim süreci kentleşme sürecini hızlandırarak, yeşil alanların tahrip olmasına neden olmuştur. Ancak, insanların gelir düzeyi ve bilinç düzeylerindeki artış, doğaya bakış açılarını ve beklentilerini değiştirmiş, daha fazla yeşil alana sahip, havası daha temiz kentler, yaşamak için daha fazla tercih edilmeye başlamıştır. Bunun sonucunda kent merkezlerinde peyzaj düzenlemelerinin ve bitki varlığının önemi artmış, bitki varlığı şehirlerin kalitesinin ve yaşanılırlığının bir göstergesi olarak kabul edilmeye başlamıştır (Çetin, 2016; Ozturk ve Bozdogan, 2015; Cetin vd., 2017).

Bitkiler bulundukları ortamda hava kirliliğini ve gürültüyü azaltarak yaşam kalitesinin artmasına yardımcı olur (Sevik vd., 2016; Sevik vd., 2017a; Cetin ve Sevik, 2016a,b). İnsan psikolojisini olumlu yönde etkiler, stres ve olumsuzluk duygularını azaltır (Sevik vd., 2016; Cetin ve Sevik, 2016c). Kent içerisinde, doğal alanlarda yerine getirdikleri ekonomik kaynak olmak, erozyonu önlemek, rüzgarın hızını azaltmak, yaban hayatına destek olmak gibi pek çok fonksiyonu yerine getirir (Yigit, 2016; Kantarcı vd., 2011; Özel, 2008; Ertuğrul vd., 2014). Bunlara ek olarak bulundukları alana estetik değer katar (Cetin vd., 2017).

Peyzaj çalışmalarında bitkilerin estetik değeri oldukça önemlidir. Bir bitki ne kadar sıra dışı, görsel kalitesi ne kadar yüksek ise o kadar değerli olmaktadır. Bundan dolayı bitkilerin, doğal yayılış ortamı dışında kullanılmaları, peyzaj çalışmalarında oldukça sık karşılaşılan bir durumdur. Peyzaj çalışmalarında, bitkilerin doğal yayılış alanları dışında kullanılmasına bağlı olarak bitkiler genellikle stres faktörleriyle baş başa kalmaktadırlar. Bu stres faktörlerinin, bitkinin morfolojik özellikleri yanında mikromorfolojik özelliklerini de etkilemesi olası bir durumdur (Cetin vd., 2017; Cetin ve Sevik, 2016)

Türkiye, bulunduğu konum itibariyle özel bir yere sahip olup, coğrafi konumuna bağlı olarak üç ana iklim tipinin hüküm sürdüğü bir ülkedir. Peyzaj çalışmalarında her üç iklim tipinin de hakim olduğu alanda yetiştirilen pek çok bitki bulunmaktadır. Bu bitkiler genellikle morfolojik olarak birbirlerinden önemli düzeyde farklılaşmazlar. Ancak mikromorfolojik düzeyde nasıl farklılaştıklarına ilişkin, yeterli düzeyde bilgi bulunmamaktadır. Oysa, mikro düzeyde meydana gelen değişimler, bitkinin stres düzeyinden yetişme yerine adaptasyon düzeyine kadar pek çok konuda fikir verebilir (Sevik vd., 2017b).

Farklı iklim tiplerinin hakim olduğu alanlarda yayılış gösteren bitkilerden birisi de *Euonymus japonica*'dır. Taflan veya yaygın olarak bilinen adıyla altuni taflan Celastraeceace" familyasının bir mensubu olup, bu familyaya ait *Euonymus* cinsinin Asya, Avrupa, Amerika, Madagaskar ve Avustralya'da doğal olarak yetişen 170 kadar türü bulunmaktadır. *Euonymus japonica* türü dünyanın pek çok yerinde süs bitkisi olarak kullanılan, herdemyeşil, çalı formunda gelişen, iyi bir çit bitkisidir (Gülgün vd., 2007; Cetin, 2016). Bu çalışmada, Türkiye'nin farklı iklim tiplerinin hakim olduğu alanlarda yetiştirilen *Euonymus japonica* bitkisinde bazı mikromorfolojik karakterlerin iklim tipine bağlı olarak değişiminin belirlenmesi amaçlanmıştır.

2. Materyal ve Yöntem

Çalışma farklı illerden toplanan *Euonymus japonica* yaprakları üzerinde gerçekleştirilmiştir. Yaprakların toplandığı iller Türkiye'de farklı iklim tiplerinin hüküm sürdüğü alanlarda yer almaktadır. Yaprak örneklerinin toplandığı illerden Samsun ve Rize Karadeniz, İzmir ve Antalya Akdeniz, Ankara ve Sivas ise karasal iklim tipinin hüküm sürdüğü alanlarda yer almaktadır. Bu iklim tiplerinin genel özellikleri şunlardır;
a) Karadeniz iklimi; her mevsim yağışlıdır. Doğu Karadeniz Bölümünde maksimum yağış sonbaharda, minimum yağış ilkbaharda düşer. Yıllık yağış miktarı 2000-2500 mm'dir. Batı Karadeniz Bölümünde maksimum yağış sonbaharda, minimum yağış ilkbaharda düşer. Yıllık yağış miktarı 1000-1500 mm'dir. Orta Karadeniz Bölümünde ise maksimum yağış kışın, minimum yağış yazın düşer. Yıllık yağış miktarı 700-1000 mm'dir. Karadeniz ikliminin görüldüğü alanlarda kar yağışlı günlerin ortalaması 18 gündür. Yıllık ortalama sıcaklık 13-15°C'dir. Ocak ayı ortalama sıcaklığı 6-7°C'dir. Temmuz ayı ortalama sıcaklığı 21-23°C'dir. Yıllık sıcaklık farkı 13-15°C'dir (URL1)

b) Akdeniz iklimi; yazlar sıcak ve kurak, kışlar ılık ve yağışlıdır. Maksimum yağış kışın, minimum yağış yazın düşer. Yaz ve kış yağışları arasındaki fark oldukça fazladır. Yıllık yağış ortalaması, 600-1000 mm arasındadır. Yıllık sıcaklık ortalaması 18-20°C'dir. Ocak ayı ortalaması 8-10°C'dir. Temmuz ayı ortalaması 28-30°C'dir. Yıllık sıcaklık farkı 15-18°C'dir (URL1)

c) Karasal İklim; yazlar sıcak ve kurak, kışlar soğuk ve kar yağışlıdır. İç Anadolu Bölgesinde maksimum yağış ilkbaharda, minimum yağış yazın düşer. İç Anadolu da ortalama yağış 300-400 mm'dir. İç Anadolu'nun kış sıcaklık ortalaması, 1-2°C, yaz sıcaklık ortalaması, 22-23°C, yıllık sıcaklık ortalaması ise, 10-12°C'dir. Yıllık yağış miktarı, 500-600 mm'dir (URL1).

Çalışma farklı iklim tiplerinin hüküm sürdüğü alanlarda bulunan 6 farklı şehirden toplanan yaprak örnekleri üzerinde yürütülmüştür. Çalışma kapsamında yaprak örneklerinin toplandığı illerin bazı iklim verileri Tablo 1'de verilmiştir (URL2).

Tablo 1. Yaprak Örneklerinin Toplandığı İllerin Bazı İklim Verileri

Yıllık Ortalama Değerler	Rize	Samsun	İzmir	Antalya	Sivas	Ankara
Ortalama Sıcaklık (°C)	14.3	14.5	17.8	18.6	8.9	11.9
Ortalama En Yüksek Sıcaklık (°C)	18.0	18.2	22.6	24.1	15.3	17.8
Ortalama En Düşük Sıcaklık (°C)	11.1	11.0	13.4	13.7	2.8	6.2
Ort. Güneşlenme Süresi (saat)	49.4	61.0	94.5	100.3	80.5	80.3
Ortalama Yağışlı Gün Sayısı	172.5	135.6	77.7	75.1	112.5	102.3
Toplam Yağış Miktarı (kg/m^2)	2304.1	717.5	695.9	1066.9	429.2	387.2
En Yüksek Sıcaklık (°C)	38.2	39.0	43.0	45.0	40.0	41.0
En Düşük Sıcaklık (°C)	-7.0	-9.8	-8.2	-4.6	-34.6	-24.9

Çalışma kapsamında 6 farklı ilde yetiştirilen *Euonymus japonica* bireylerinden yaprak örnekleri toplanmıştır. Ağustos ayı sonunda toplanan olgun yaprak örnekleri preslenerek kurutulmuş ve laboratuara getirilererek elektron mijkroskobunda incelenmiştir. Taramalı Elektron Mikroskobu (Scanning Electron Microscope=SEM) yardımıyla yaprak ayası alt yüzünden ve orta kısımlarına yakın yerlerden ölçekli görüntüler elde edilmiştir. Elde edilen görüntülerden ".jpeg" uzantılı olarak dosyalar oluşturulmuştur. Bu işlemler tamamlandıktan sonra yaprak mikromorfolojik ölçümlerinin gerçekleştirilmesi için "ImageJ" bilgisayar ölçüm programı kullanılarak

STU: Stoma Uzunluğu
STG: Stoma Genişliği
PORU: Por uzunluğu
PORG: Por genişliği
STY: Stoma Yoğunluğu (1 mm^2 alanda) ölçümleri yapılmıştır.

Elde edilen veriler SPSS paket programı yardımıyla değerlendirilerek verilere varyans analizi ve Duncan testi uygulanmıştır.

3. Sonuç ve Tartışma

Farklı şehirlerde yetiştirilen *Euonymus japonica* yapraklarında mikromorfolojik karakterlerinin yetişme ortamına bağlı olarak değişimini belirlemek amacıyla yapılan varyans analizi ve Duncan testi sonuçları Tablo 1'de verilmiştir.

Tablo 1. Yaprak mikromorfolojik karakterlerinin yetişme ortamına bağlı değişimi

Şehir	Mikromorfolojik Karakterler				
	STU (µm)	STG (µm)	PORU (µm)	PORG (µm)	STY (adet)
Ankara	22,917 a	21,110	6,406 a	1,728 a	641 d
Antalya	24,706 abc	23,834	8,806 ab	3,815 b	226 a
Samsun	23,623 ab	20,280	9,751 b	5,079 b	325 b
İzmir	27,258 d	20,961	10,225 b	5,064 b	336 b
Rize	26,451 cd	19,825	15,589 c	4,928 b	683 e
Sivas	25,334 bcd	18,921	10,071 b	4,116 b	546 c
F Değeri	6,130***	2,134 ns	7,851 ***	7,755***	171,623***

Tablo 2 incelendiğinde STG dışında çalışmaya konu bütün karakterler bakımından yetişme ortamı koşulları arasında istatistiki olarak %99,9 güven düzeyinde anlamlı farklılıkların bulunduğu görülmektedir. Duncan testi sonuçları incelendiğinde verilerin STU bakımından 4, PORU bakımından 3, PORG bakımından 2 ve STY bakımından 5 homojen grupta toplandığı görülmektedir. Yapılan değerlendirmeler sonucunda STY dışındaki bütün karakterlerde en düşük değerlerin Ankara'dan toplanan örneklerde elde edildiği görülmektedir. Rize'den toplanan örnekler ise çalışmaya konu bütün karakterler bakımından son homojen grupta yer almıştır.

Çalışma sonuçları incelendiğinde stoma boyutlarının yağış miktarı ile orantılı olabileceği akla gelmektedir. Zira, çalışma sonucunda STG dışında çalışmaya konu bütün karakterler bakımından en düşük değerlerin elde edildiği Ankara, çalışmaya konu iller arasında en düşük yağış miktarına sahip ildir ve yıllık toplam yağış miktarı sadece 387,2 kg/m^2'dir. Oysa çalışmaya konu bütün karakterler bakımından son homojen grupta yer alan Rize yıllık 2304,1 kg/m^2 yağış ortalamasına sahiptir. Xu ve Zhou (2008) stomaların yaprağa CO_2 ve su buharı girişini kontrol ettiğini ve çevre koşullarından önemli ölçüde etkilendiğini belirtmektedir. Bunun yanında pek çok çalışmada stoma büyüklüğü ile sayısının ters orantılı olduğu belirtilmektedir (Galmés et al., 2007; Hetherington and Woodward, 2003; Pearce et al. 2006). Bu çalışmada da Rize dışında benzer bir sonuç ortaya çıktığı söylenebilir. Oysa Rize'den toplanan örneklerden elde edilen değerler stoma sayısı dahil Duncan testi sonuçlarına göre son homojen grupta yer almıştır. Bu durum stomatal karakterlerin yetişme yeri koşullarından önemli ölçüde etkilendiğini göstermektedir ki benzer sonuçlar pek çok çalışmada elde edilmiştir (Yang ve Wang, 2001; Zhang vd., 2006; Liu vd., 2006).

Peyzaj çalışmalarında, bitkilerin doğal yayılış alanları dışında kullanılmasına bağlı olarak bitkiler genellikle stres faktörleriyle baş başa kalmaktadırlar. Bu stres faktörlerinin, bitkinin morfolojik özelliklerini etkilediği bilinmektedir. Yapılan çalışmalar bitki morfolojik özelliklerinin ışık (Sevik vd., 2016), tuz stresi (Zhao vd., 2001; Romero-Aranda vd., 2001), su stresi (Ferris vd., 1996) gibi pek çok stres faktöründen etkilendiğini ortaya koymaktadır. Bundan dolayı, stomatal karakterlerin de çevre koşulları ve özellikle stres faktörlerinden etkilenmesi olası bir durumdur (Banon vd., 2004; Beerling vd., 1997). Özellikle stoma yoğunluğunun bu faktörlerden etkilendiği pek çok çalışmada ortaya konulmuştur (Dunlap ve Stettler, 2001; Bosabalidis ve Kofidis, 2002; Guerfel vd., 2009).

Çalışma sonuçları farklı bölgelerde yetiştirilen bitkiler arasında çalışmaya konu karakterler bakımından önemli düzeyde farklılıklar bulunduğunu göstermektedir. Örneğin Ankara'da yetiştirilen bireylerde PORU ortalama 6,406 µm iken Rize'de yetiştirilen bireylerde PORU ortalama 15,589 µm olarak hesaplanmıştır. Benzer şekilde Antalya'da yetiştirilen bireylerde 1 mm^2 alanda 226 adet stoma tespit edilmişken bu rakam Rize'de yetiştirilen bireylerde 683 adet olarak hesaplanmıştır. Ancak, Rize ile aynı iklim tipinin hüküm sürdüğü Samsun'da 1 mm^2 alandaki stoma sayısı 325 adet olarak hesaplanmıştır. Benzer şekilde en düşük PORU değerinin elde edildiği Ankara ile aynı iklim tipinin hüküm sürdüğü Sivas'da PORU değeri 10,071 µm olarak hesaplanmıştır. Bu sonuçlar, bitki mikromorfolojik karakterleri üzerinde başka faktörlerin de etkili olabileceğini göstermektedir. Bilindiği üzere fenotipik karakterler genetik ile çevrenin etkileşimi sonucu ortaya çıkar (Sevik vd., 2012) ve pek çok çevresel faktörün (Topacoglu vd., 2016) yanı sıra genetik

faktörlerin (Sevik, 2012) de etkisi ile şekillenir. Bu durum türlerin aynı iklim koşullarına farklı tepkiler verebilmelerini açıklamaktadır. Morfolojik karakterlerin türler arasında orijin başta olmak üzere pek çok faktöre bağlı olarak değişiklik gösterdiği bilinmektedir (Yigit vd., 2016; Yahyaoğlu vd., 2001; Bilir vd., 2010). Mikromorfolojik karakterlerin de türlere göre önemli düzeyde değişiklik gösterdiği yapılan çalışmalarda ortaya konulmuştur (Galmés vd., 2007; Maiti vd., 2016).

Kaynaklar

Banon, S., Fernandez, J. A., Franco, J. A., Torrecillas, A., Alarcón, J. J., & Sánchez-Blanco, M. J. (2004). Effects of water stress and night temperature preconditioning on water relations and morphological and anatomical changes of Lotus creticus plants. *Scientia Horticulturae*, *101*(3), 333-342.

Beerling, D.J., Kelly, C.K., Salisbury, E.J., 1997. Stomatal density of temperature woodland plants over the past seven decades of CO2 increase: a comparison of Salisbury (1927) with contemporary data. Am. J. Bot. 84, 1572–1583.

Bilir, N., Canpolat, K., Ulusan, M.D. (2010). Morphological characters and quality in Stone pine (*Pinus pinea* L.) seedlings of Aydin provenance. Kastamonu University Journal of Forestry Faculty, 10(1), 37-43.

Bosabalidis, A. M., & Kofidis, G. (2002). Comparative effects of drought stress on leaf anatomy of two olive cultivars. *Plant science*, *163*(2), 375-379.

Cetin, M., Yigit, N., Ozel, HB., Sevik, H. 2017. The changing of leaf micromorphogical characters on grown in different growth conditions in *Buxus sempervirens plants.* Nature, Environment and Earth Science (In Press)

Cetin M., Sevik H. 2016a. The Change of Air Quality in Kastamonu City in Terms of Particulate Matter and CO_2 Amount. Oxidation Communications, 39 (4-II), 3394-3401

Cetin M., Sevik H. 2016b. Measuring the Impact of Selected Plants on Indoor CO2 Concentrations. Polish Journal of Environmental Studies, 25(3), 973-979

Cetin, M., Sevik, H. 2016c. Assessing Ecotourism Potential Areas Through a Case Study in Ilgaz Mountain National Park, Tourism - From Empirical Research Towards Practical Application, DOI: 10.5772/62573. Chapter 5, p: 81-110, InTech, May, 2016

Sevik, H., Cetin, M. 2016. Evaluation of Topiary Applications and Problems: A Case Study of Kastamonu, International Journal of Multidisciplinary Thought, 05(05):45–50

Çetin, M. (2016). Peyzaj Çalışmalarında Kullanılan Bazı Bitkilerde Klorofil Miktarının Değişimi. *Kastamonu University Journal of Forestry Faculty*, *16*(1).

Dunlap, J. M., & Stettler, R. F. (2001). Variation in leaf epidermal and stomatal traits of Populus trichocarpa from two transects across the Washington Cascades. *Canadian Journal of Botany*, *79*(5), 528-536.

Ertuğrul, M., Varol, T., Özel, H. B. (2014). Climate changes in prospect for the West Black Sea Forests. International Journal of Bartin Faculty of Forestry, 16(23-24), 35-43.

Ferris, R., Nijs, I., Beaeghe, T., Impens, I., 1996. Elevated CO2 and temperature have different effects on leaf anatomy of perennial ryegrass in spring and summer. Ann. Bot. 78, 489–497.

Galmés, J., Flexas, J., Savé, R., & Medrano, H. (2007). Water relations and stomatal characteristics of Mediterranean plants with different growth forms and leaf habits: responses to water stress and recovery. *Plant and Soil*, *290*(1), 139-155.

Guerfel, M., Baccouri, O., Boujnah, D., Chaïbi, W., & Zarrouk, M. (2009). Impacts of water stress on gas exchange, water relations, chlorophyll content and leaf structure in the two main Tunisian olive (Olea europaea L.) cultivars. *Scientia Horticulturae, 119*(3), 257-263.

Gülgün, B., Yıldırım, T., Güneş, A., Türkyılmaz, B., & Güney, A. (2007). Peyzaj Düzenleme Çalışmalarında Çit Bitkisi Olarak Kulanılan Ekonomik Öneme Sahip Euonymus japonica Thunb. cv. aureapictus ve Ligustrum vulgare L.'nin Farklı Üretim Zamanlarının Çeliklerin Köklenme Oranlarına Etkilerinin. *Anadolu Ege Tarımsal Araştırma Enstitüsü Dergisi, 17*(2). 61-73

Hetherington, A.M. Woodward F.I., The role of stomata in sensing anddriving environmental change, Nature 424 (2003) 901–908.

Kantarcı, M. D., Özel, H. B., Ertekin, M., & Kırdar, E. (2011). Konya-karapınar kara kumulu ağaçlandırmalarında kullanılan altı ağaç türünün bozkır yetişme ortamına uyumu konusunda bir değerlendirme. Bartın Orman Fakültesi Dergisi, 13(19), 107-127.

Liu S, Liu J, Cao J, Bai C, Shi R. 2006. Stomatal distribution and character analysis of leaf epidermis of jujube under drought stress. Journal of Anhui Agricultural Science 34, 1315–1318.

Maiti, R., Rodríguez, H. G., Rodríguez, P. C., Balboa, J. G., Moncivais, M., Tijerina, H. A. D., ... & Kumari, A. (2016). Leaf surface anatomy in some woody plants from northeastern Mexico. *Pak. J. Bot*, *48*(5), 1825-1831.

Özel, H. B. (2008). Bartın-Ardıç Yöresindeki Orman Restorasyonu Uygulamalarının Bazı Toprak Özellikleri Üzerine Etkisi. Ekoloji Dergisi, 17(69).

Ozturk, S., Bozdogan, E. 2015. The Contribution of Urban Road Trees on Improving The Air Quality in an Urban Area, Fresenius Environmental Bulletin, 24(5): 1-9

Pearce, D. W., Millard, S., Bray, D. F., & Rood, S. B. (2006). Stomatal characteristics of riparian poplar species in a semi-arid environment. *Tree Physiology*, *26*(2), 211-218.

Romero-Aranda, R., Soria, T., & Cuartero, J. (2001). Tomato plant-water uptake and plant-water relationships under saline growth conditions. *Plant Science*, *160*(2), 265-272.

Sevik, H., Yahyaoglu, Z., Turna, I. 2012. Determination of Genetic Variation Between Populations of *Abies nordmanniana* subsp. *bornmulleriana* Mattf According to some Seed Characteristics, Genetic Diversity in Plants, ISBN 978-953-51-0185-7, Chapter 12, p:231-248, InTech, March, 2012

Sevik, H., Cetin, M. & Kapucu, Ö. (2016). Effect of Light on Young Structures of Turkish Fir (*Abies nordmanniana* subsp. *bornmulleriana*). *Oxidation Communications*, 39 (1-II), 485-492.

Sevik, H., Cetin, M., Guney, K., Belkayali, N., 2017a. The Influence of House Plants on Indoor CO_2, Pol. J. Environ. Stud. Vol. 26, No. 4 (2017), 1-9

Sevik H., Cetin M., Aricak B. (2017b) The variable of leaf micromorphogical characters on grown in distinct climate conditions in some landscape plants. International Journal of Arts & Sciences' (IJAS) International Conference for Physical, Life and Health Sciences, Las Vegas, Nevada, USA. 13 to 17 March 2017.

URL1: http://www.cografyam.org/turkiyeiklimi.htm

URL2: https://www.mgm.gov.tr/veridegerlendirme/il-ve-ilceler-istatistik.aspx

Xu, Z., & Zhou, G. (2008). Responses of leaf stomatal density to water status and its relationship with photosynthesis in a grass. *Journal of experimental botany*, *59*(12), 3317-3325.

Yahyaoğlu, Z., Demirci, A., Bilir, N., & Genç, M. (2001). Comparison of 22 taurus cedar (Cedrus libani A. Rich.) origins by seedling morphological distance. Turkish Journal of Biology, 25(2), 221-228.

Yang HM, Wang GX. 2001. Leaf stomatal densities and distribution in Triticum aestivum under drought and CO2 enrichment. Acta Phytoecologica Sinica 25, 312–316.

Yigit, N., Sevik, H., Cetin, M. Kaya, N. 2016. Determination of the Effect of Drought Stress on the Seed Germination in Some Plant Species, Water Stress in Plants, ISBN:978-953-51-2621-8, chapter 3: p:43-62, , InTech, August, 2016

Zhang YP, Wang ZM, Wu YC, Zhang X. 2006. Stomatal characteristics of different green organs in wheat under different irrigation regimes. Acta Agronomica Sinica 32, 70–75.

Zhao RX, Zhang QB, Wu XY, Wang Y. 2001. The effects of drought on epidermal cells and stomatal density of wheat leaves. Inner Mongolia Agricultural Science and Technology 6, 6-7.

*AİLANTHUS ALTİSSİMA'*DA BAZI YAPRAK MİKROMORFOLOJİK KARAKTERLERİNİN TRAFİK YOĞUNLUĞUNA BAĞLI DEĞİŞİMİ

VARIATION OF LEAF MICROMORPHOLOGICAL CHARACTERS OF *AILANTHUS ALTISSIMA* DEPENDING ON TRAFFIC DENSITY

Mehmet Çetin[a], Burak Arıcak[b], Hakan Şevik[c], Uğur Cantürk[d]
[a]Kastamonu Üniversitesi Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi,Kastamonu,Turkey, mcetin@kastamonu.edu.tr
[b]Kastamonu Üniversitesi Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi,Kastamonu,Turkey, baricak@kastamonu.edu.tr
[c]Kastamonu Üniversitesi Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi,Kastamonu,Turkey, hakansevik@gmail.com.tr
[d]Kastamonu Üniversitesi Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi,Kastamonu,Turkey, ugurcanturk55@gmail.com.tr

Özet

Günümüzde kentlerde hava kirliliği en önemli sorunlardan birisidir. Kent yollarında egzoz gazları, araba tekerleri, araçlar ve araç aşınmalarından kaynaklanan pek çok kirletici madde ortaya çıkmaktadır. Bu kirlilik kaynakları bulundukları ortamda canlıların gelişimini etkilemekte, canlıların bünyelerinde kirlilik etmenleri birikmekte, bazı canlılarda önemli düzeyde deformasyonlara sebep olmaktadır. Bitkilerde meydana gelen bu birikim ve deformasyonlar, trafik kaynaklı olarak meydana gelen kirliliğin tespiti amacıyla kullanılmaktadır. Bitkilerin biomonitör olarak kullanılmaları daha çok bitki bünyesinde meydana gelen kirleticilerin miktarının belirlenmesi yoluyla yapılmaktadır. Oysa kirleticiler, bitkilerin organ, doku ve hücrelerine de zarar vermekte, bu zararlar bazen gözle görülebilmekte, çoğu zaman ise oluşan tahribat çıplak gözle görülememektedir.

Bu çalışmada Türkiye'nin pek çok bölgesinde özellikle peyzaj çalışmalarında yoğun olarak kullanılan ***Ailanthus altissima*da** yaprak mikromorfolojik özelliklerinin trafik yoğunluğuna bağlı değişiminin belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu amaçla trafiğin yoğun olduğu ve en az 50 m mesafede taşıtların girebileceği alan bulunmayan, yani trafiğin olmadığı bölgelerden toplanan yaprak örneklerinin stoma görüntüleri elektron mikroskobu yardımıyla elde edilmiştir. Elde edilen görüntüler üzerinde yapılan ölçümler ile stoma uzunluğu, stoma genişliği, por uzunluğu, por genişliği ve stoma yoğunluğu ölçümleri yapılmıştır. Elde edilen veriler istatistiki olarak değerlendirilmiş ve bu karakterlerin trafik yoğunluğuna bağlı olarak nasıl bir değişim gösterdiği belirlenmeye çalışılmıştır.

Keywords: *Ailanthus altissima,* Mikromorfolojik karakter, Trafik, Stoma, SEM

Abstract

Air pollution in cities today is one of the most important problems. Many pollutants emerge from urban roads due to exhaust gases, car wheels, vehicles and vehicle wear. These sources of pollution affect the development of living things in the environment they are in, pollutants accumulate in the bodies of living things, and cause significant deformations in some living things. These accumulations and deformations that occur in the plants are used for detecting pollution from the traffic. The use of plants as biomonitor is mainly done by determining the amount of pollutants in the plant. However, pollutants harm plants, organs, tissues and cells. These damages can sometimes be seen, and most of the damage is not visible to the naked eye.
In this study, it was aimed to determine the variation of leaf micromorphological properties of Ailanthus altissimus, which is used extensively in landscape studies in many parts of Turkey, depending on traffic density. For this purpose, stoma images of leaf samples collected from regions where there is no area where vehicles can enter at a distance of at least 50 m and where there is heavy traffic, ie where there is no traffic, were obtained by electron microscopy. Stomach length, stoma width, por length, por width and stoma density were measured with the measurements made on the obtained images. The obtained data was evaluated as a statistic and it was tried to determine how these characters changed according to the traffic intensity.

Keywords: Ailanthus altissima, Micromorphological character, Traffic, Stoma, SEM

1. Giriş

Günümüzde özellikle kent merkezlerindeki en önemli gündem maddelerinden birisi hava kirliliğidir. Kent merkezlerinde artan nüfus ve sanayileşme hava kirliliğini de beraberinde getirmiş, hava kirliliği bazı şehirlerde insan sağlığını tehdit edecek düzeyde artmıştır (Sevik vd., 2016). Öyle ki dünyada her yıl yaklaşık 6.5 milyon kişinin hava kirliliğine bağlı sebeplerden hayatını kaybettiği bildirilmektedir. Türkiye'de hava kirliliği önemli bir sorun olarak görülmemesine rağmen sadece 2016 yılında 29 bin kişinin hava kirliliği dolayısıyla hayatını kaybettiği belirtilmektedir (Cetin vd., 2017a).

Kent içerisinde hava kirliliği kaynaklarının en önemlilerinden birisi taşıtlardır. Taşıtlara bağlı olarak egzoz gazları, araba tekerleri, araçlar ve araç aşınmalarından kaynaklanan pek çok kirletici madde ortaya çıkmaktadır (Ugolini vd., 2013). Bu kirlilik kaynakları bulundukları ortamda canlıların gelişimini etkilemekte, canlıların bünyelerinde kirlilik etmenleri birikmekte, bazı canlılarda önemli düzeyde deformasyonlara sebep olmaktadır. Bitkilerde meydana gelen bu birikim ve deformasyonlar, trafik kaynaklı olarak meydana gelen kirliliğin tespiti amacıyla kullanılmaktadır (Ozturk ve Bozdogan, 2015). Bitkilerin biomonitör olarak kullanılmaları daha çok bitki bünyesinde meydana gelen kirleticilerin miktarının belirlenmesi yoluyla yapılmaktadır (Turkyilmaz vd., 2017a). Oysa kirleticiler, bitkilerin organ, doku ve hücrelerine de zarar vermekte, bu zararlar bazen gözle görülebilmekte, çoğu zaman ise oluşan tahribat çıplak gözle görülememektedir. Bu deformasyonların ve değişimlerin belirlenmesi, hava kirliliğinin düzeyinin etkin bir şekilde takip edilmesi konusunda son derece faydalı olabilir. Bu çalışmada Türkiye'nin pek çok bölgesinde özellikle peyzaj çalışmalarında yoğun olarak kullanılan ***Ailanthus altissima*da** yaprak mikromorfolojik özelliklerinin trafik yoğunluğuna bağlı değişiminin belirlenmesi amaçlanmıştır.

2. Materyal ve Yöntem

Çalışma ***Ailanthus altissima*yaprakları üzerinde gerçekleştirilmiştir. Çalışma kapsamında Kastamonu'da trafiğin yoğun olduğu kent merkezi ile en az 50 m yakınında taşıtların girebileceği alan bulunmayan yani trafiğin hiç olmadığı alanlarda yetişen *Ailanthus altissima*bireylerinden yaprak örnekleri alınmıştır. T**oplanan yaprak örnekleri preslenip kurutularak hazırlanmış ve stoma görüntüleri elektron mikroskobu yardımıyla elde edilmiştir. Bu görüntüler üzerinde yapılan ölçümler ile stoma boyu (SB), stoma eni (SE), por açıklığı boyu (PB), por açıklığı eni (PE) ve 1 mm^2 alandaki stoma yoğunluğu (SY) karakterlerinin ölçümleri yapılmıştır. Elde edilen veriler SPSS paket programı yardımıyla istatistiki olarak değerlendirilmiş, verilere varyans analizi ve Duncan testi uygulanmış ve bu karakterlerin trafik yoğunluğuna bağlı olarak nasıl bir değişim gösterdiği belirlenmeye çalışılmıştır.

3. Bulgular

Çalışma sonucunda, çalışılan mikromorfolojik karakterlerin, trafik yoğunluğuna bağlı olarak nasıl değiştiğini belirleyebilmek amacıyla verilere uygulanan varyans analizi ve Duncan testi sonuçları Tablo 1'de verilmiştir.

Tablo 1. Mikromorfolojik karakterlerin trafik yoğunluğuna bağlı değişimi

Trafik	SB	SE	PB	PE	SY
Yok	24,63	9,93	12,59	2,81	85,00
Yoğun	28,28	10,13	18,23	3,93	48,33
F Değeri	13,313**	0,156 ns	43,775***	11,602**	2547,368***

** İstatistiki olarak %99 güven düzeyinde anlamlı
*** İstatistiki olarak %99,9 güven düzeyinde anlamlı

Tablo 1 incelendiğinde trafiğin yoğun olduğu alanlarda yetişen bireylerde SE dışındaki stomatal karakterlerin, trafiğin olmadığı alanlarda yetişen bireylerden istatistiki olarak en az %99 güven düzeyinde farklı olduğu, bu farklılığın SB ve PE karakterlerinde %99, PB ve SY karakterleri bakımından ise %99,9 güven düzeyinde anlamlı olduğu görülmektedir. Tablo değerlerine göre trafiğin yoğun olduğu alanlarda

yetişen bireylerde stomalar daha büyük ancak daha az sayıda, trafiğin olmadığı alanlarda yetişen bireylerde ise stomalar daha küçük ancak daha fazla sayıda olmaktadır.

Çalışılan mikromorfolojik karakterlerin birbirleri ile olan ilişkilerini belirlemek amacıyla verilere korelasyon analizi uygulanmış ve sonuçlar Tablo 2'de verilmiştir.

Tablo 2. Korelasyon analizi sonuçları

	SE	PB	PE	SY
SB	,295	,931**	,723**	-,630**
SE		,186	,716**	-,046
PB			,775**	-,820**
PE				-,591**

** İstatistiki olarak %99 güven düzeyinde anlamlı

Tablo 2 incelendiğinde SE nin sadece PE ile istatistiki olarak %99 güven düzeyinde anlamlı olarak ilişkili olduğu bunun dışındaki karakterler ile ilişkisinin istatistiki olarak anlamlı düzeyde olmadığı görülmektedir. SE dışında bütün karakterler birbirleri ile istatistiki olarak anlamlı düzeyde ilişkilidir. Cohen (1988)' e göre iki değişken arasındaki ilişki; korelasyon katsayısı değeri 0,10-0,29 arasında ise düşük, 0,30-0,49 arasında ise orta derecede ve 0,50-1,0 arasında ise yüksek seviyededir. Buna göre SE dışındaki bütün karakterler arasında istatistiki olarak anlamlı düzeyde ve yüksek seviyede ilişki bulunmaktadır. Bu ilişki SY ile diğer karakterler arasında negatif yönlü, diğer karakterlerin birbirleri ile olan ilişkisi ise pozitif yönlüdür.

4. Sonuç ve Tartışma

Hava kalitesinin insan sağlığı üzerindeki etkileri ortaya konuldukça hava kalitesinin belirlenmesine yönelik çalışmalar belirgin şekilde artmıştır (Sevik, et al., 2016). Hava kirliliği bileşenleri içerisinde ağır metaller ayrı bir öneme sahiptir. Çünkü ağır metaller doğada bozulmaz ve yok olmazlar. Ayrıca biyobirikme eğilimindedir. Bundan dolayı ağır metal konsantrasyonunun belirlenmesi, riskli bölgelerin ve risk düzeyinin tespit edilmesi açısından büyük öneme sahiptir. Ağır metal kirliliğinin önemli etkenlerinden birisinin trafik yoğunluğu olduğu yapılan çalışmalarda ortaya konulmuştur (Ozel et al., 2015; Turkyilmaz vd., 2017b).
Hava kirliliğinin düzeyinin tespit edilmesinde birçok metod kullanılmaktadır. Bu metodların başında hava kirliliğinin doğrudan ölçülmesi gelmektedir (Cetin vd., 2017b). Ancak, havadaki kirliliğin direkt ölçülmesi hem pahalı ölçüm aletleri gerektirmekte hem de biyo indikatörlere göre daha fazla kontaminasyon riski taşımaktadır. Hava kirliliğinin tespit edilmesinde bir diğer yöntem biyo indikatörlerin kullanılması ki; hem ucuz hem örneklerin toplanması kolay, hem de ağır metal konsantrasyonu hava ve yağmur suyundakinden daha fazladır. Bundan dolayı bitkilerin biyomonitor olarak kullanımına yönelik çok sayıda çalışma bulunmaktadır (El Hasan vd., 2002; Ozel vd., 2015).

Bu çalışmada ise trafik yoğunluğunun farklı düzeyde olduğu alanlardan toplanan ***Pyracantha coccinea*** **yapraklarında stomatal karakterlerin nasıl değiştiğinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Çalışma sonucunda** genel olarak trafiğin yoğun olduğu alanlarda stoma sayısının daha az ancak, stoma büyüklüğünün daha fazla olduğu söylenebilir. Benzer sonuçlar konu ile ilgili yapılmış başka çalışmalarda da elde edilmiştir (Cetin vd., 2017a).

Stomalar yaprağa CO_2 ve su buharı girişini kontrol eder ve çevre koşullarından önemli ölçüde etkilenirler (Xu ve Zhou, 2008). Bundan dolayı bu güne kadar stoma yoğunluğunu etkileyen çevresel faktörler üzerinde çok sayıda çalışma yapılmıştır. Yapılan çalışmalarda stoma yoğunluğunun veya boyutlarının su stresi (Yang ve Wang, 2001; Zhang vd., 2006; Liu vd., 2006), ışık (Sevik vd., 2016), bitki yoğunluğu (Yang vd., 2007; Gazanchian vd., 2007), tuz stresi (Zhao vd., 2001) gibi birçok faktöre bağlı olarak değiştiği belirlenmiştir.

Çalışma sonuçları trafik yoğunluğunun belirlenmesi konusunda, stomatal karakterlerin kullanılma potansiyelinin oldukça yüksek olduğunu ortaya koymaktadır. Ancak bu konudaki çalışmalar yeterli düzeyde

değildir. Bitkilerin doğada pek çok ekonomik, ekolojik ve estetik ve fonksiyonu yerine getirdiği (Yiğit vd, 2014; Cetin, 2016), buna ek olarak hava kirliliğinin izlenmesi ve azaltılması konusunda da etkin biçimde kullanıldığı bilinmektedir ve bu konularda pek çok çalışma bulunmaktadır (Cetin ve Sevik, 2016). Ancak, hava kirliliğinin bitki stomatal karakterlerini kullanarak belirlemeyi amaçlayan az sayıda çalışma bulunmaktadır (Menghiu, vd., 2012; Ianovici vd., 2009; Cetin vd., 2017a). Bu çalışma bitkilerin bu konuda potansiyelinin yüksek olduğunu göstermektedir. Ancak bitkilerin bu konuda etkin kullanımı için konunun detaylı olarak araştırılması gerekmektedir. Bilindiği üzere fenotipik karakterler genetik yapı ile çevresel faktörlerin etkileşimi sonucu şekillenir (Sevik vd., 2012). Dolayısıyla morfolojik ve mikromorfolojik karakterlerin şekillenmesinde hem çevresel faktörler (Sevik ve Cetin, 2015; Sevik vd., 2016; Topacoglu vd., 2016) hem de genetik faktörler (Sevik, 2012) etkilidir. Çevresel faktörler eşit tutulmaya çalışılsa dahi bireylerin fenotiplerinin şekillenmesinde genetik faktörler devreye girmekte ve bu durum morfolojik karakterlerin orijin başta olmak üzere genetik yapı ile ilgili faktörlere bağlı olarak değişiklik göstermesine sebep olmaktadır (Yigit vd., 2016). Dolayısıyla mikromorfolojik karakterlerin, trafik yoğunluğunun indikatörü olarak etkin şekilde kullanılabilmesi için, benzer çalışmaların çeşitlendirilerek artırılması gerekmektedir.

Kaynaklar

Cetin M., Mossi M.M.M., Ahmaida E.A., Sevik H. (2017). The exchanging of leaf micromorphological characters in Pyracantha coccinea depends on traffic intensity. The 3rd International Symposium on EuroAsian Biodiversity, 05-08 July, 2017, Minsk, Belarus.

Cetin M., Sevik H. (2016). Change of air quality in Kastamonu city in terms of particulate matter and CO_2 amount. Oxidation Communications 39 (4), 3394-3401

Cetin, M. (2016). Peyzaj Çalışmalarında Kullanılan Bazı Bitkilerde Klorofil Miktarının Değişimi. *Kastamonu University Journal of Forestry Faculty*, *16*(1).

Cetin, M., Sevik, H., Isinkaralar, K. 2017. Changes in the particulate matter and CO_2 concentrations based on the time and weather conditions: the case of Kastamonu. Oxidation Communications, 40(1-II), 477-485.

Cohen, J. (1988). Statistical power analysis for the behavioral sciences (2nd ed.) Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.

El-Hasan, T., Al-Omari, H., Jiries, A., Al-Nasir, F. (2002). Cypress tree (Cupressus semervirens L.) bark as an indicator for heavy metal pollution in the atmosphere of Amman City, Jordan. *Environment International*, *28*(6), 513-519.

Gazanchian A, Hajheidari M, Sima NK, Salekdeh GH. (2007). Proteome response of Elymus elongatum to severe water stres and recovery. Journal of Experimental Botany 58, 291–300.

Ianovici, N., Novac, I.D., Vlădoiu, D., Bijan, A., Ionaşcu, A., Sălăşan, B., Rămuş, I.(2009). Biomonitoring of urban habitat quality by anatomical leaf parameters in Timişoara. *Annals of West University of Timişoara, ser. Biology*, *12*, 73-86.

Liu S, Liu J, Cao J, Bai C, Shi R. (2006). Stomatal distribution and character analysis of leaf epidermis of jujube under drought stress. Journal of Anhui Agricultural Science 34, 1315–1318.

Menghiu, G., Iriza, E., Danciu, A., Zsombori, O. T., Găman, C., & Muntean, H. E. (2012). Biomonitoring of urban area by anatomical leaf changes. *Annals of West University of Timişoara, Biology, XV (2)*, 125-130.

Ozel, H. B., Ozel, H. U., Varol, T. (2015). Using Leaves of Oriental Plane (Platanus orientalis L.) to Determine the Effects of Heavy Metal Pollution Caused by Vehicles. *Polish Journal of Environmental Studies*, *24*(6), 2569-2575.

Oztürk, S., Bozdogan, E. (2015). The Contribution of Urban Road Trees on Improving The Air Quality in an Urban Area, Fresenius Environmental Bulletin, 24(5): 1-9

Sevik H., Cetin M. (2015). Effects of water stress on seed germination for select landscape plants. Polish Journal of Environmental Studies 24 (2), 689-693

Sevik H., Cetin M., Belkayali N., Güney K. (2016). Chapter 8: The Effect of Plants on Indoor Air Quality, Environmental Sustainability and Landscape Management, ST. Kliment Ohridski University Press, Eds: Recep Efe, İsa Cürebal, Abdalla Gad, Brigitta Tóth, p:760, ISBN:978-954-07-4140-6, chapter page:138 -149

Sevik, H. (2012). Variation in seedling morphology of Turkish fir (Abies nordmanniana subsp. bornmulleriana Mattf), African Journal of Biotechnology. 11(23), 6389-6395

Topacoglu, O., Sevik, H., Akkuzu, E. 2016. Effects of Water Stress on Germination of *Pinus nigra* Arnold. Seeds, *Pak. J. Bot*., 48(2): 447-453

Turkyilmaz A, Sevik H, Cetin M (2017) The use of perennial needles as biomonitors for recently accumulated heavy metals. Landscape and Ecological Engineering, (in press) DOI: 10.1007/s11355-017-0335-9

Türkyılmaz, A., Şevik, H., Işınkaralar, K. 2017. Investigation of Heavy Metal Accumulation in the Black Pine Needles. Ecology Symposium 2017. p.196. 11-13 May, Kayseri Turkey

Ugolini, F., Tognetti, R., Raschi, A., and Bacci, L. (2013) *Quercus ilex* L. as bioaccumulator for heavy metals in urban areas: Effectiveness of leaf washing with distilled water and considerations on the trees distance from traffic. Urban For-estry and Urban Greening, 12(4), 576-584

Xu, Z., Zhou, G. (2008). Responses of leaf stomatal density to water status and its relationship with photosynthesis in a grass. *Journal of experimental botany*, *59*(12), 3317-3325.

Yang HM, Wang GX. (2001). Leaf stomatal densities and distribution in Triticum aestivum under drought and CO2 enrichment. Acta Phytoecologica Sinica 25, 312–316.

Yang L, Han M, Zhou G, Li J. (2007). The changes of water-use efficiency and stoma density of Leymus chinensis along Northeast China Transect. Acta Ecologica Sinica 27, 16-24.

Yigit, N., Sevik, H., Cetin, M. Kaya, N. 2016. Determination of the Effect of Drought Stress on the Seed Germination in Some Plant Species, Water Stress in Plants, ISBN:978-953-51-2621-8, chapter 3: p:43-62, , InTech, August, 2016

Yiğit, N. Öztürk, A., Sevik, H. (2014). Ecological Impact of Urban Forests (Example of Kastamonu Urban forest). International Journal of Engineering Sciences & Research Technology 3(12); 558-562.

Zhang YP, Wang ZM, Wu YC, Zhang X. (2006). Stomatal characteristics of different green organs in wheat under different irrigation regimes. Acta Agronomica Sinica 32, 70–75.

Zhao RX, Zhang QB, Wu XY, Wang Y. (2001). The effects of drought on epidermal cells and stomatal density of wheat leaves. Inner Mongolia Agricultural Science and Technology 6, 6–7.

ZİRAAT, ORMAN ve SU ÜRÜNLERİ

(AGRICULTURE, FOREST and AQUACULTURE)

Bahçe Bitkileri Yetiştirme ve Islahı

(Cultivation and Improvement)

DROUGHT AND APPROACHES TO INCREASING DROUGHT TOLERANCE IN AGRICULTURE

TARIMDA KURAKLIK VE KURAKLIK TOLERANSINI ARTTIRMAYA YÖNELİK YAKLAŞIMLAR

Musa Seymen[a], Atilla Dursun[b], Duran Yavuz[c], Nurcan Yavuz[c], Ertan Sait Kurtar[a], Önder Türkmen[a]
[a] Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü, Konya, Türkiye, E-posta:mseymen@selcuk.edu.tr
[b] Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü, Erzurum, Türkiye, E-posta:atilladursun@atauni.edu.tr
[c] Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü, Konya, Türkiye, E-posta:dyavuz@selcuk.edu.tr

Özet

Kuraklık, yetersiz beslenme, tuzluluk, düşük ve yüksek sıcaklık, toprak ve atmosfer kirliliği, radyasyon bitkisel üretimde verimi sınırlandıran abiotik streslerdir. Sayılan abiyotik stresler içinde kuraklık bitkisel üretimi sınırlandıran en önemli stres koşuludur. Son zamanlarda küresel ısınmanın da gündeme gelmesi ile kuraklık en önemli ekolojik problemlerin başında gelmektedir. Kuraklığın etkisi her geçen gün artmakta ve 2050 yılında şu anki tarımsal alanın %50'sinin etkileneceği tahmin edilmektedir. Ekolojik koşulların bitkinin isteğine göre değiştirilmesinin kolay olmaması, kuraklık açısından bitkileri iyi tanımak ve yapılan çalışmalar ile elverişsiz çevre koşullarına uygun hale getirmek ve bulunduğu şartlarda yüksek verim elde etmek tarımda önemlidir.

Bitkilerin kuraklığa dayanıklılıkta kullandıkları kuraklıktan sakınma ve kuraklığa tolerans şeklinde iki temel mekanizma vardır. Bitkilerin kuraklık stresinde gösterdikleri, savunma mekanizmaları karmaşık, kontrolü çok zor olan multigenik dirençlik ortaya koymaktadır. Kuraklık stresinin algılanması veya tanımlamasının temel mekanizmalarının bilinmesi hala çözülmesi gereken sorunların başında gelmektedir. Bitkiler kuraklığa karşı morfolojik, fizyolojik, biyokimyasal ve hücresel düzeyde bazı mekanizmalar geliştirmiştir. Strese tepki olarak bitkilerde; yaprak ayasının kalınlığı, stomaların büyüklüğü ve sıklığı, kütikulanın kalınlığı değişmektedir. Kuraklık stresinde stomalar kapatılmakta, yaprak alanları da küçültülerek transpirasyon azaltılmaya çalışılmaktadır. Tarımda kuraklık ciddi bir sıkıntı olup, buna karşı yapılacak çalışmalarda kuraklık mekanizmalarının ortaya koyulup, tolerant bitkilerden yeni çeşitlerin geliştirilmesi büyük önem arz etmektedir.

Anahtar kelimeler: Abiotik stres, Kuraklık, Tarım

Abstract

Drought, inadequate nutrition, salinity, low and high temperature, soil and atmospheric pollution and radiation are abiotic stres factors that limit the rate of vegetative production. Among the abiotic stresses mentioned, drought is the most important stress condition that limits sustainable crop production. Considering that global warming has become to in recently, the rising frequency of drought and drought is one of the most important ecological problems. The effect of the drought is increasing day by day and it is estimated that by 2050, about 50% of the agricultural area will be affected. Given the fact that it is not easy to change the environmental conditions according to the requirement of the plant, it is important to know that the plants in terms of drought and to adapt them to the unfavorable environmental conditions and to obtain high yield in the agriculture.

There are two basic mechanisms that plants use drought tolerance, drought avoidance and drought tolerance. The defense mechanisms that they show in drought stress are multifunctional, complex and very difficult to control. Knowledge of the basic mechanisms of perception or identification of drought stress is at the top of the problems that still need to be resolved.

Plants have some mechanisms at the morphological, physiological, biochemical and cellular levels to overcome drought stress conditions. Stress reacts in plants; the thickness of the leaf blade, the size and frequency of stomata, and the thickness of the cuticle. In plants, stomata are closed and leaf areas are being minimized to reduce transpiration under drought stress. In agriculture, drought stunts the plant development considerably. Studies are concentrated on clarify of the drought mechanisms and it is very important that develop new varieties from the tolerant plantsü, in the future.

Keywords: Abiotic stress, Drought, Agriculture

1. Giriş

Su kıtlığı küresel bir sorun olup dünya nüfusunun 1/3'nün etkilendiği, gün geçtikçe nüfus artışı, kentleşme, endüstri ve tarım gibi alanlarda su kullanımının artmasıyla ilerleyen bir sorun haline gelmiştir. Eğer bu artışa dur denilmezse 2025 yılında dünya nüfusunun 2/3'ünün su kıtlığı çekeceği düşünülmektedir [1].

Dünyadaki su kıtlığından en fazla etkilenen sektörlerden biriside tarımdır. Kuraklık ve tuzluluk dünyadaki tarımsal üretimi sınırlandıran en önemli abiyotik stres sorunları arasında yer almaktadır. Nüfusun sürekli artması sonucunda gıda güvenliğinin sağlanması adına yapılacak olan tarımsal faaliyetlerde ihtiyaç duyulan sulama suyunun, bitkinin ihtiyaç duyduğu gelişme dönemlerinde karşılanma ihtimali ise her geçen gün giderek azalmaktadır [2]. Tarımda su bitkisel üretim desenleri ve birim alandan elde edilen verim üzerinde belirleyici bir etkiye sahiptir. Sulama suyu yönetiminde en temel yaklaşım, su kaynağının yeterli olduğu koşullarda aşırı su kullanılmaması ve su kaynağının yetersiz olduğu koşullarda var olan su ile en yüksek kalitede ve miktarda ürünün elde edilmesidir [3].

Global iklim değişikliğinin etkileriyle mücadele edilebilmesi, belirsizliklerin ve ortaya çıkabilecek olası etkilerin azaltılması ve bu yönde stratejilerin oluşturulması amacıyla bitkisel üretimde, kuraklığa tolerant/dayanıklı bitki genotiplerinin seçilmesi ve yeni çeşitlerin geliştirilmesi en önemli stratejilerden birisidir. Çünkü kuraklığa karşı ekonomik anlamda alınabilecek olan bir tedbir ya da teknolojik bir alet bulunmamaktadır. Kuraklık sorununun ortadan kaldırılmasına yönelik olarak kullanılabilecek teknik yöntemlerin uygulama zor ve masraflıdır. Ekonomik öneme sahip kültür bitkilerinin çoğunun kuraklığa karşı duyarlılığı fazladır. Bu bağlamda kuraklığıa toleransı yüksek bitki tür ve çeşitlerinin kullnılması zorunluluktur. Ancak bitkilerde kuraklığa toleransın mekanizması hakkında pek çok bilgiye sahip olmamıza rağmen konunun karmalıklığı nedeni ile henüz konu tam olarak anlaşılammaıştır. Bu nedenle bir taraftan kuraklık mekanizması ile ilgili fizyolojik agronomik ve molakeüler çalışmalar yapılırken, diğer taraftandan kuraklık stresi oluşan alanlarda toleransı yüksek tür ve çeşit kullanımı öne çıkmaktır. Ayrıca mevcut su kaynaklarının etkin kullanımıda son derece önemlidir [4].

Artan dünya nüfusunu beslemek, nitelik ve nicelik olarak azalan tarım alanlarında verimi artırmanın yollarını aramak çok önemlidir. Bitkilerde kuraklığa toleranslığın artırılması için fizyolojik mekanizmalarının bilinmesi ve bitkinin farklı gelişim evrelerinde katkıda bulunan genetik yapının çözülmesi gerekmektedir [5]. Buna bağlı olarak tarımda kullanılan bitkilerin kuraga toleranslılığnın arttırılması konusundaki adımlar daha kolay atılabilecektir [6]. Kuraklık stresi konusunda çok sayıda bilimsel çalışma yapılmıştır [7, 8].

Bu derlemede Dünya ve Türkiye'de mevcut kuraklığın durumu ve tarıma etkisi, kuraklık stresi durumunda bitkilerde görülen değişimler ve bu değişimlerin mekanizmaları, kuraklık stresine karşı alınması gereken önlemler ve yönetim stratejileri ortaya koyulmaya çalışılmıştır.

2. Dünyada Kuraklık ve Tarıma Etkisi

Dünyanın farklı bölgelerinde az ya da çok meydana gelen iklim değişikliği ve kuraklık, eski tarihlerden bu yana yaşanan doğal bir olaydır. İklimde meydana gelen değişikliklerin başlıca nedeni, aşırı CO_2 birikmesi sonucu atmosfer ve okyanuslardaki sıcaklığın artması olarak tanımlanabilecek küresel ısınmadır. Küresel ısınma ve buna bağlı olarak meydana gelen kuraklık doğal olayların aksine, insanların normalin üzerinde

sera gazı salımı, toprak, su ve biyolojik kaynakların yanlış veya aşırı kullanımı gibi olumsuz uygulamalarının etkisi ile meydana geldiği bilimsel olarak ortaya konmuştur.

IPCC (Hükümetler Arası İklim Değişikliği Paneli) tarafından 29 Ocak-1 Şubat 2007 tarihleri arasında gerçekleştirilen 4. Konferans sonunda verilen rapora göre;

- Sanayileşme öncesi 280 ppm olan küresel CO_2 konsantrasyonunun 2005 yılında 379 ppm olduğu ve 1995-2005 yılları arasında CO_2'deki artışın yıllık 1.9 ppm olarak gerçekleştiği,
- Fosil kaynaklı meydana gelen yıllık CO_2 salınımın 1990'lı yıllarda ortalama 6.4 milyar ton iken, 2000-2005 yıllarında 7.2 milyar tona ulaştığı,
- Global atmosferik diazot monoksit (NO_2) konsantrasyonun % 20 arttığını,
- Aletli ölçümlerin başladığı 1850'li yıllardan itibaren 1995-2006 yıllarının en sıcak yıllar arasında bulunduğu ve ortalama sıcaklık artışı tahmini 0.6 °C iken, 0,74°C olarak gerçekleştiği,
- Küresel düzeyde ortalama deniz yüksekliği seviye artışının, yıllık bazda 1.8 mm öngörülürken, 3.1 mm olarak hesaplandığı, belirtilmiştir [9].

Elde edilen sonuçlara göre dünyada 1,8 milyar insan (dünya nüfusunun dörtte biri) içme ve kullanma suyu olarak kirli ve lağım sularını tüketmektedirler. Bunun yanı sıra yıllık yaklaşık 2 milyon kişinin kirli su tüketiminden ishal olarak öldüğü ve beş yaş altı çocuk ölümlerinin temiz su kullanarak önlenebileceği bildirilmiştir [10].

Bunun yanı sıra su kıtlığı küresel bir sorun olup dünya nüfusunun 1/3'nün etkilendiği, gün geçtikçe nüfus artışı, kentleşme, endüstri ve tarım gibi alanlarda su kullanımının artmasıyla ilerleyen bir sorun haline gelmiştir. Eğer bu artışa dur denilmezse 2025 yılı tahminlerine göre dünya nüfusunun 2/3'ünün su kıtlığı çekeceği düşünülmektedir [1].

Dünyadaki su kıtlığından en fazla etkilenen sektör tarımdır. Tarımda kuraklık ve büyük oranda bunun bir sonucu olan tuzluluk dünyadaki tarımsal üretimi sınırlandıran en önemli abiyotik stres sorunudur. Dünya üzerindeki kullanılabilir alanlar stres faktörlerine göre sınıflandırıldığında doğal bir stres faktörü olan kuraklık stresi % 26'lık oranla en büyük kısmı oluşturmaktadır [7]. İklim değişikliği nedeniyle gelecekte sıcaklıkların ortalama 2.5-3.5 ^oC artacağı, yağış miktarının ise % 25-35 oranında azalacağı öngörülmektedir [11]. Değişen yağış rejimlerinin de etkisi ile topraklarda oluşan kuraklık ve beraberinde getirdiği tuzluluk, bitkisel üretimi önemli ölçüde sınırlandırmaktadır [12]. Nüfusun sürekli artması sonucunda gıda güvenliğinin sağlanması için yapılacak olan tarımsal faaliyetlerde ihtiyaç duyulan sulama suyunun, bitkinin ihtiyaç duyduğu gelişme dönemlerinde karşılanma ihtimali ise her geçen gün giderek azalmaktadır [2]. Dünya tarım alanlarının yaklaşık % 45'inde kuraklık stresi görülürken, yaklaşık % 6'sında ise tuzluluk problemi görülmektedir [13]. Kuraklığın dünyadaki tarım arazilerine çok ciddi olumsuz etkileri görülmektedir. Hindistan'da milyonlarca çiftçi tarla tarımı yaptıkları arazileri yer altı kuyularıyla sulamakta ve suya fazlası ile bağımlı oldukları için aşırı sulama sonucunda gün geçtikçe suyu kesilen kuyuları terk etmekte ve daha derine su kuyuları açılmaktadır. Bilinçsiz yapılan sulu tarım gün geçtikçe kuraklığı daha fazla tetiklemektedir. Bunun yanı sıra Hindistan, Çin, Bangladeş ve pek çok Asya ülkesindeki insanlar yüksek oranda flor ve arsenik içerikli kuyu sularını içmek zorunda kaldıkları için zehirlenme olayları çokça görülmektedir. Bir zamanlar Afrika'nın en verimli sulak alanı olan Çad gölü, tıpkı Asya'daki Aral gölü gibi neredeyse kurumuş ve milyonlarca insan geçim kaynaklarından mahrum kalmış durumdadırlar [14].

3. Türkiye'de Kuraklık ve Tarıma Etkisi

Türkiye, bulunmuş olduğu coğrafi konum nedeni ile iklimde meydana gelen olumuz değişimlere maruz kalmakta ve ilerleyen zamanda bu olumsuz etkinin artarak devam edeceği öngörülmektedir. Dünyanın çoğu yerinde olduğu gibi Ülkemizde de iklim değişikliği denilince ilk akla gelen faktör kuraklık ve bu kuraklığın tekrarlanma sıklığının artmasıdır.

Türkiye Su Raporu verilerine göre kişi başına kullanılabilir su miktarı da yıldan yıla azalmakta, yıllık yağışlarla oluşan suyun % 55'i (274 milyar m^3) buharlaşma ile kaybolurken, % 37'si (186 milyar m^3) yüzey

akışına geçmekte ve geriye kalan %8'i (41 milyar m^3) ise yeraltına sızmaktadır. 2007 yılında kişi başına su miktarı 1.586 m^3 olarak hesaplanırken, yapılan araştırmalar 2023 yılında bu miktarın 1000 m^3'e düşebileceğini göstermektedir [15]. İklim faktörlerinde son yıllarda gözlenen değişimler ile birlikte, nüfus artışı, sanayideki gelişme, çevre kirliliği gibi faktörlerin su kaynakları üzerindeki olumsuz etkisi dikkate alındığında Türkiye'yi gelecekte çok önemli su sıkıntılarının beklediği söylenebilir. Yağışların azalmasının ve su kaynaklarının sınırlanmasının önümüzdeki dönemde kuraklığı da beraberinde getirerek, tarım sektörünü önemli ölçüde etkileyeceği öngörülmektedir [16].

Türkiye'nin Su Ayak İzi Raporu'na göre Türkiye'de üretimden ve tüketimden kaynaklanan su ayak izinin % 89'u tarımdan; tarımın su ayak izinin % 92'si bitkisel üretimden, % 8'i otlatmadan kaynaklanmaktadır. Bitkisel üretimin su ayak izinin en büyük kısmı ise (% 38) tahıllardan kaynaklanırken, ikinci sırada ise % 31 ile yem bitkileri bulunmaktadır. Elde edilen verilere göre önümüzdeki günlerde olası yaşanacak olan su kıtlığının bitkisel ve hayvansal üretimi derinden etkileyeceği görülmektedir [17].

4. Kuraklıkta Bitkilerde Meydana Gelen Değişimler

4.1. Morfolojik Değişimler

Su, çok yıllık bitkilerin yaklaşık olarak %50'sini, tek yıllık bitkilerin ise %89-90'ını oluşturmaktadır [18]. Su sıkıntısının oluşma dönemindeki bitkinin gelişim evresi, kuraklık stresinin bitki büyüme ve gelişimine olan etkisine bağlıdır. Bitkide verimi belirleyen çok sayıda fizyolojik karakter de kuraklık koşullarından etkilenmektedir. Bitkilerin su sıkıntısına hassasiyeti en fazla generatif dönemde etkilidir. Yapılan araştırmalar sonucunda, tohum oluşumunun başladığı gelişim evresinde gerçekleşen şiddetli kuraklık koşullarının %95'lere varan oranda verim kaybına yol açtığını ortaya koymaktadır. Özellikle çiçeklenme evresinde gerçekleşen su sıkıntısının bitkileri kısırlaştırdığı bilinmektedir [5].

Bitkilerde kuraklık stresi genel olarak su noksanlığı ve kuruma olarak iki şekilde ortaya çıkar [19]. Su noksanlığı stomalarda kapanmaya ve gaz değişiminde kısıtlamaya neden olan orta düzeydeki su kaybıdır. Su kaybına maruz kalan bitkilerin stomalarının kapanması sonucunda karbondioksit alımı kısıtlanmaktadır. Kuruma ise metabolizma ve hücre yapısının tamamen bozulmasına ve enzimle katalizlenen reaksiyonların durmasına neden olabilecek aşırı miktardaki su kaybı olarak tanımlanabilir [19, 20]. Solmada, bitki sahip olduğu turgoru kaybederek hücrelerin çökmesine neden olmakta, ihtiyaç duyulan su geri verildiğinde solgunluk şiddeti azalarak bitki eski haline dönebilmektedir. Bununla birlikte, kuruma olayında solma çok ileri bir aşamaya geldiğinden, bitkinin eski haline dönmesi mümkün değildir [21].

Kurak koşullarda bitki büyümesi önemli ölçüde etkilenir. Büyümedeki bu değişim su sıkıntısının yaşandığı süreye bağlıdır. Kurak koşulların oluştuğu ilk dönemlerde, bitki daha fazla suya ulaşabilmek için gövde uzamasını yavaşlatıp kök gelişimini tetikler. Buna karşın, kuraklık bitkide hasara yol açabilecek kadar uzun sürmesi durumunda hem gövde hem de kök gelişimi durur, yaprak alanı ve yaprak sayısı azalır ve hatta bazı yapraklar sararak dökülür. Bitki büyümesindeki azalma, sürgün ve kök meristemlerindeki hücre bölünmesinin ve hücrelerin genişlemesinin durmasına bağlı olarak gelişmektedir. Hücre bölünmesinin veya genişlemesinin durması ise su noksanlığı nedeniyle fotosentez oranının düşmesi ile doğrudan ilişkilidir [18]. Kuraklığın ilk etkisi fide çimlenme dönemlerinde görülmektedir. Kuraklık stresinin fide çimlenmesini ve gelişimin önemli derecede azalttığı görülmüştür [22]. Bunun yanı sıra pirinçte vejetatif evredeki kuraklık stresi bitki gelişimin büyük ölçüde azaltmış ve geriletmiştir [23]. Farklı kavun genotiplerinde yapılan kuraklık denemesinde yeşil aksam yaş ve kuru ağırlığında, kök ve yaş kuru ağırlıklarında farklı oranlarda olsada bir azalmanın olduğu bildirilmiştir [7].

Bitkide mekanik zararlanmalara neden olan kuraklık, bitki hücrelerinde belirgin su kaybı gerçekleştiği zaman, bitkide turgor kaybıyla kendini gösterir. Bitkide aşırı su kaybı sonucunda hücre özsuyu konsantrasyonu artar ve protoplazmada artan bir dehidrasyona neden olur. Hücrenin ozmotik su kaybıyla, protoplast hücre çeperinden ayrılır. Stres altındaki plazma membranında gerçekleşen çökme yırtılmalara, zarlar üzerine yerleşmiş olan hidrolitik enzimlerin serbest kalarak stoplazmanın otolizine neden olur. Bu

zarar, normal hücresel metobolizmayı genelde kalıcı olarak bozar. Oluşan bu etki sonucunda büyümede yavaşlama ve tugorda azalma meydana gelmektedir [20].

Kavunda kuraklık uygulamaları sonucunda yeşil aksam yaş ve kuru ağırlığı, bitki boyu, gövde çapı ve yaprak alanı gibi büyüme parametrelerinin olumsuz etkilendiği ve tüm genotiplerin değişen oranlarda kayıplara maruz kaldığı tespit edilmiştir [24]. Bununla birlikte tolerant olduğu düşünülen genotiplerde oluşan bu kayıplar hassas genotiplere oranla daha düşük oranlarda seyretmiştir. Bu çalışmada incelenen parametreler arasında özellikle bitki yaş ve kuru ağırlık, 0-5 skala değerlendirmesi ile membran zararlanma indeksi ön seçim aşamasında önemli birer tarama faktörü olabileceği görülmüştür. Kavun türü içinde kuraklık stresine tolerans bakımından genotipler asında önemli bir varyasyonun olduğu belirlenmiştir.

4.2. Metabolik ve Fizyolojik Değişimler

Bitkiler, çevresel değişikliklere ve olumsuz koşullara en fazla maruz kalan canlılardır. Yaşam sürelerinde meydana gelen kuraklık, tuzluluk, aşırı yağış, sıcaklık veya soğuk gibi iklimsel olumsuzluklara bağlı abiyotik stress koşulları bitki büyümesini doğrudan etkilemektedir. Bundan dolayı kuraklık stresine maruz kalan bir bitki sadece fizyolojik değil, metabolik anlamda da birçok değişikle karşı karşıya kalmaktadır [25].

Hücrede aşırı su kaybı, hücresel metabolizmanın bozulmasıyla meydana gelen bir olaydır. Aşırı su kaybetme, iyon birikimine, membran bütünlüğünün ve proteinlerin yapısının bozulmasına yol açarak hücreye zarar verebilir [15, 20, 26]. Ancak bitkiler kurak koşullara maruz kaldıklarında yaşam döngülerini de değiştirecek kadar çarpıcı bir şekilde metabolizmalarını yeniden yapılandırabilirler.

Su stresinin farkında olan ve buna bağlı olarak su dengesini sağlamak için bitkiler stomalarını kapatır veya daraltır [27]. Bitkide fotosentez oranı, stomalardan yaprak içerisine nüfuz eden karbondioksit miktarı ile ilişkilidir. Bitkilerde stomaların açık olması durumunda terleme sonucu su kaybına karşı, kurak şartlarda bitki stomaları kapatarak terleme oranını düşürür. Buna bağlı olarak stomalardan alınan karbondioksit oranıda azalacağı için fotosentez miktarıda düşer. Fotozentezin düşmesine bağlı olarak bitki gelişmide olumsuz etkilenir. Kuraklık stresi sonucunda yaprak su oranı düşer ve stomalarıonın kapanması sonucunda da yaprak sıcaklığı artar buna bağlı olarak da hücre ölümleri meydana gelir [5, 28].

Bu gün dünyada yaşanan ve giderek artan kuraklı bitkisel üretimi tehdit etmektedir. Toprakta su potansiyeli düşük olursa, her iki stres durumunda da, bitki gelişiminin azalmasında temel mekanizma olan fizyolojik mekanizmalarda su eksikliği ya da ozmotik etkiler önemli rol oynar. Kurak şartlarda bitkinin topraktan bitki besin elementi alınımı ve taşınımında olumsuz etkilenmeler görülür. Çünkü transpirasyon oranının azalması ve buna bağlı olarak aktif taşınım ve mebran zararlanmaları ortaya çıkar [29]. Bunun yanı sıra topraktaki nemin azalması ile toprak içindeki bitki köklerinin absorbe edebileceği besin elementi dağılımını da azaltır [29]. Bitkinin temel besin elementlerinden olan potasyum fotosentez, protein sentezinde ve glikolitik enzimlerin sentezinde önemli rol oynar [30]. Topraktaki su miktarının azalması sonucunda potasyum miktarının alınımıda azalmaktadır. Yapılan bir çalışmada düşük toprak neminin soğanda kök gelişimini ve potasyum alınımını olumsuz yönde etkilediğini bildirmişlerdir [31].

Bitkinin diğer temel besin elementlerinden birisi olan kalsiyum bitkide fizyolojik olayların düzenlenmesi ve çevresel strese karşı dayanımlarda önemli rol oynar. Kalsiyum; membran yapısı, su ve suyun alınışı, stomatal fonksiyonlar, hücre bölünmesi, hücre duvarlarının sentezi, biyotik ya da abiyotik stres faktörlerinden dolayı zarar gören bitkilerin hasarlarını direkt ya da indirekt yollarla tamirini sağlamaktır [32].

Enzimatik yollarla toksik oksijen radikallerinin zararsız formlara dönüştürülmesi, yalnızca bitkilerde değil, son yıllarda tüm canlılarda hücre tahribatının önüne geçmede etkin olarak literatüre geçmiştir. Süperoksit dismutaz (SOD) (EC 1.15.1.1), süperoksit radikalinin detoksifikasyonundan sorumlu enzimdir. SOD, süperoksitin ($O_2^{\cdot-}$) en önemli öğütücüsüdür ve bu enzimatik aktivite, H_2O_2 oluşumuyla sonuçlanır [33]. Askorbat peroksidaz (APX) (EC 1.11.1.11) ve glutatyon redüktaz (GR) (EC 1.6.4.2) enzimleri ise, beraberce hidrojen peroksitin detoksifikosyonunda belirleyici rol oynamaktadır. Hidrojen peroksit, Kalvin döngüsünün tiyol içeren enzimlerinin oksidasyonunda ve böylece fotosentezin engellenmesinde doğrudan rol

oynamaktadır [34]. Katalaz (CAT) (EC 1.11.1.6), askorbat peroksidaz [35] ve birkaç genel peroksidaz, hidrojen peroksitin parçalanmasını katalize etmektedir. Ancak katalazın etkisinin zayıf olması nedeniyle asıl detoksifikasyonun, 'askorbat-glutatiyon döngüsü' olarak tanımlanan bir mekanizma sayesinde gerçekleştiğini bildirmektedir [36]. Askorbat peroksidaz (APX), hidrojen peroksitin detoksifikasyonunda belirleyici ana rolü üstlenmiştir. Bu işlevi gerçekleştirmek için askorbat peroksidaz enzimi, askorbik asiti kullanmakta ve reaksiyon sonucunda monodehidro askorbat ile su, ürün olarak çıkmaktadır. Askorbata bağlı H_2O_2 dönüştürme sistemi; APX'ın yanında monodehidroaskorbat redüktaz (EC 1.6.5.4), dehidroaskorbat redüktaz (EC 1.8.5.1) ve glutatyon redüktaz (GR) enzimlerine de ihtiyaç duyar [37]. Bu enzimlerin işbirliği, zararlı aktif oksijenlerin olumsuz etkilerini gidermede büyük önem taşımaktadır. Hidrojen peroksitin zararsız hale getirilmesindeki reaksiyon sıralamasında önce askorbat peroksidazın enzimatik işlevi sonucunda monodehidroaskorbat radikalleri üretilmekte; bunlar NADPH-bağlı monodehidroaskarbat radikal redüktaz tarafından dehidroaskorbat'a indirgenmektedir. Dehidroaskorbat, enzimatik olmayan bir yolla glutatyon'un indirgenmesiyle ve dehidroaskorbat redüktaz enzimi aktivitesiyle enzimatik yolla askorbat'a indirgenir. Okside glutatyon, NADPH-bağlı glutatyon redüktaz enzimi sayesinde indirgenmiş bir yapıya dönüşür [33].

Stres faktörlerinin neden olduğu oksidatif zararlanmanın en etkili olduğu hücre kısımlarından birisi hücre zarlarıdır. Oksidatif zararlanma sonucunda hücre zarlarında lipid peroksidasyonu meydana gelmekte ve zarın geçirgenliği bozularak hücre sıvısının hücre içinde tutulamaması sonucunda bitki ölüme doğru yönelmektedir. Oksidatif zararlanmaya neden olan kuraklık stresi üzerinde çalışan araştırmacılar SOD ve CAT enzimlerinin aktiviteleri ile lipid peroksidasyonu düzeyinin sınırlanması arasında çok iyi bir pozitif etkileşim olduğunu belirlemişlerdir [38, 39].

Kuraklığa bağlı olarak bitkilerin fotosentetik elektron transferi ve klorofil miktarlarında azalmaların olduğu bilinmektedir [39, 40]. Stres altındaki bitkilerin antioksidant aktivitelerindeki azalma ve lipidperoksidasyonlarındaki artış klorofil kayıplarına sebebiyet verebilir [41]. SOD enzimi stres altındaki bitkilerde meydana gelen O_2^- ve H_2O_2 yi katalizleyen bir enzim olduğu için bunların oksidatif zarar vermesine engel olmaktadır. Bu yüzden oksidatif zararlanma sonucu olan klorofil kayıpları meydana gelmemektedir [39, 41].

Kuraklık, çoğunlukla yapraklarda erken yaşlanmaya neden olmaktadır [42]. Yaprak yaşlanması genellikle protein veya klorofil konsantrasyonundaki azalma [43] ve hücre zarı geçirgenliğindeki artışla ifade edilmektedir [38]. Kuraklık stresinin yaprak yaşlanması üzerindeki özel etkisi, K ve Ca iyonlarını tüketmesi biçiminde ortaya çıkmaktadır. Çok az değinilen magnezyum iyonu, yaşlanma merkezli olaylarda başrolde yer almaktadır. Mg^{+2}, protein sentezinin düzenlenmesinde görev yapmakta olup, Mg^{+2} alımında azalmaya neden olan bir etmen, aynı zamanda klorofil miktarının da azalmasına yol açmış demektir [44].

Bitkilerde kuraklık şartları, Mn, Fe ve Zn iyonlarının alınımını engelleyebilir ve bitkilerde bu iyonların eksikliğinin belirtileri görülmeye başlar [45]. Kuraklık ya da tuz stresi altında mikro besin elementleri (Mn, Fe ve Zn gibi) bitkilerdeki birikimleri bitkiden bitkiye değişmek üzere farklılıklar göstermektedir. Bazı bitkilerde azalırken bazılarında artmaktadır.

4.3. Genetik Değişimler

Kuraklığın bitkilere etkisi, gen anlatımı ve protein sentezi mekanizmalarında gerçekleşen değişiklikleri anlamak için yapılan çalışmalar uzun yıllardır devam etmesine rağmen, çoğu bitkide strese karşı toleransı artırmak mümkün olmamıştır. Bunun en önemli sebeplerinden birisi kuraklık stresi mekanizmasının karmaşık oluşudur.Tuzluluk, sıcaklık ve soğuk gibi abiyotik stres mekanizmalarının benzer olması ve karmaşık bir yapı göstermesidir [46].

Kurak şartlarda gen anlatımının yeniden yapılandırılmasında önemli olan fonksiyonel moleküllerden bir diğeri ise mikro RNA'lardır (miRNA). Gen anlatımını transkripsiyon sonrası seviyede düzenleyen miRNA'lar 20 ila 22 nükleotid uzunluğundadırlar ve homolojiye bağlı baz eşleşmesi ile hedef mRNA moleküllerinin indirgenmesini sağlayarak transkripsiyonu durdurur veya azaltırlar [25]. Yapılan çalışmalarda, kuraklık stresi durumunda bitkilerde gen anlatımını düzenleyen bir çok miRNA'ların olduğu

bildirilmiştir [47]. Kuraklık stresinin moleküler düzeyde belirlenmesi için yapılan çalışmalar yaklaşık yirmi yıldır yapılmaktadır. Yapılan çalışmalardan beklenilen sonuçların elde edilememiş olmasının en önemli nedeni, halen ökaryotik genom tarafından kodlanan proteinlerin %40'ının hücre içi fonksiyonunun bilinmemesine ve genomları arasındaki farklılıklar nedeniyle, bitki türlerine özgün bilinen diğer proteinlerle aynı özellikte olmayan proteinlerin olmasından kaynaklanmaktadır [28].

Kuraklık stresine toleranslı bitki tür ve çeşitlerin geliştirilmesi açısından en ümit vadeden konu, kuraklığa hassas ve toleransı yüksek çeşitlerin karşılaştırılmasını içeren çalışmalardır. Fakat bu konuda yapılan çalışma çok azdır. Yapılan çalışmaların çoğu moleküler düzeyde olup, kontrollü koşullarda kuraklığa maruz bırakılan bitkiler üzerinde yapılmaktadır. Bu çalışmalarla moleküler düzeyde açıklamalar yapılsada, kuraklığa toleranslığın açıklanması zor görünmektedir. Kuraklığa toleranslılığın belirlenmesi için neden olan faktörlerin ortaya konulmasıyla mümkündür. Bu nedenle, hassas ve toleransı yüksek genotiplerin veya çeşitlerin karşılaştırıldığı "omik" yaklaşımlarla ilgili daha fazla çalışma yapılması önem arzetmektedir [25].

Kuraklığa dayanım gösteren bitki çeşitlerinin geliştirilmesinde genomik yöntemler başarı ile kullanılmaktadır. Genomik yöntemlerin kullanımı moleküler düzeyde yapılmış öncü çalışmalara ihtiyaç duymaktadır.

Dizileme ile genotipleme (GBS), genom haritalamada kolay, hızlı ve tekrar edilebilirliği yüksek bir yaklaşımdır [48]. Yüksek veri çıkışlı yeni nesil dizileme teknolojilerinin, genomun bir alt kümesinin restriksiyon enzimleri ile hedeflenerek uygulanması ile GBS, tüm bitki türlerinde genom haritalama, popülasyon genetiği, germplazm karakterizasyonu ve moleküler ıslah çalışmalarında kullanılabilir. Restriksiyon enzimlerinin genomun tekrar içeren kısımlarını eleyecek şekilde seçilmesi ile, genomun tek veya az sayıda kopyası bulunan bölgelerinin daha iyi temsil edilmesi ve genom kompleksliğinden kaynaklı dizi hizalama güçlüklerinin giderilmesi sağlanmaktadır.

Kompleks karakterlerin ortaya çıkarılmasında bağlantı analizleri (*linkage analysis*) ve ilişkilendirme haritalaması (*association mapping*) genel olarak kullanılan genomik araçlardır [49]. Geçen son 20 yıl içerisinde çok sayıda bitki türünde yüzlerce bağlantı analizi çalışmaları yürütülmüş olmasına rağmen belirlenmiş QTL lokuslarından sadece çok sınırlı sayıdakiler klonlanabilmiştir [50]. Son zamanlarda, ilişkilendirme haritalama metodu (*association mapping*) ile doğal populasyonlar kompleks karakterlerin incelenmesinde yoğun bir şekilde kullanılmaya başlanmıştır [51]. İlişkilendirme haritalaması (LD = Bağlantı disequilibrium olarakta bilinmektedir) kantitatif karakter lokuslarının belirlenmesinde kullanılabilecek oldukça yeni ve ümitvar bir genetik analiz yöntemi olarak ortaya çıkmıştır. İlişkilendirme haritalama metodu (LD haritalaması) populasyon seviyesinde tarihsel rekombinasyon olaylarını ortaya koyarak daha yüksek çözünürlükte haritalama imkanı sağlamaktadır [52].

Klasik bağlantı analizlerine yeni bir alternatif olarak, ilişkilendirme haritalaması artan haritalama çözünürlüğü, daha kısa sürede araştırma imkanı ve daha çok sayıda alel ile çalışma imkanı gibi üç avantaj sunmaktadır [53]. Genelde, bir populasyon içerisinde ilişkisi olmayan bireylerden örneklenen kromozomlarda klasik pedigri üyelerinden örneklenen kromozomlara göre çok daha uzak akraba ilişkileri bulunacaktır. Bu durum LD haritalamasını yüksek ölçek haritalama çalışmaları için daha uygun kılmaktadır. Bu şekilde bir kaç jenerasyon boyunca çok sayıda alel arasında rekombinasyonun gerçekleşmesi için daha fazla fırsatlar oluşacaktır. Buna karşın pedigrili populasyonlarda sadece bir kaç jenerasyonluk rekombinasyonlar mevcut bulunacaktır. Son zamanlarda, değişik bitki türlerinde çok sayıda karakter için ilişkilendirme haritalaması ile ilgili çalışmalar yapılmıştır.

5. Kuraklığa Karşı Alınması Gereken Önlemler

Kuaraklık stresine karşı alınabilecek en önemli yaklaşımlardan bazıları, bitki sıklığı, ekim zamanı ve toprak yönetimi gibi tarımsal uygulamaların iyi planlanmasıdır. Bunun yanı sıra kurak şartlara toleranslı ve yüksek verimli çeşitlerin geliştirilmesi gerekmektedir. Yapılan çalışmalarla kuraklık mekanizmaları ortaya konulmakta, bitki tür ve çeşitlerine ıslah metotları ile aktarılmaya çalışılmaktadır.

5.1. Kültürel Önlemler

Tarımda kullanılan su önemli olup, tarımsal üretimin sürdürülebilirliği için planlı ve etkin kullanılması şarttır. Tarımda suyun etkin kullanımının asıl amacı, kaynağından alınan suyun en az kayıpla bitki kök bölgesine ulaştırılıp yine en az kayıpla bitki kök bölgesinde depolanmasının sağlanmasıdır. Bu amaçla, yöre veya bölgeye uygun bitki çeşidi seçilmesi, uygun sulama programlarının yapılması, suyun iletimi, dağıtımı ve toprağa uygulanmasında su kaybı az olan sulama yöntemlerinin seçilmesi suyun etkin kullanılmasında önemli faktörlerdir. Ayrıca, su kaynağının yetersiz olduğu kurak ve yarı-kurak alanlarda, bitkilerin verimlerinde önemli bir düşüş yapmayacak "kısıtlı sulama programları" nın oluşturulması suyun etkin kullanılmasıda önemli bir unsurdur. Bunun yanı sıra kuraklık stresine karşı uygun ekim dikim zamanı ve sıklığı, yabancı otlarla mücadele, hastalık ve zararlılarla mücadele gibi bitkinin gücünü ve gelişimini etkileyen kültürel mücadellerdir. Bitkilerin farklı dönemlerde farklı miktarda sulamaya ihtiyaç duydukları açıktır. Tarımda bitkiyi strese sokmamak için belirli dönemlerde bitkinin ihtiyacı olan su miktarını bitkiye vermek gerekir. Bu ise mevcut metorilijik verilerin kontrol edilmesi ve çevre faktörleride göz önüne alınarak yetiştiricilikte sürekli takip edilmesi gereken bir konudur [25].

5.2. Kurağa Tolerantlı Bitki, Tür ve Çeşitlerin Islahı ve Kullanımı

Bitkilerden ekonomik ürünün alınabilmesi için kuraklık stresine adapte olabilme yada su stersine uyum sağlayabilme yeteneğinde olması gerekmektedir. Kuraklığa hassas olan bitkilerin yaprak su potansiyelinde yükselme görülürken, toleranslı olan tür ve çeşitlerin su potansiyelinde her hangi bir değişiklik gözlenmemektedir. Çoğu araştırıcı bu durumu organizmaların organik ve inorganik iyonlarının içsel değişimlerini ayarlayarak çevrelerindeki osmotik basınca uyum gösterdiklerini belirtmişlerdir [54].

Aynı tür içerisinideki farklı genotiplerin kuraklığa hassasiyetleri farklı olabilmektedir. Bazı genotip ve çeşitler stres koşullarında ekonomik anlamda verime ulaşırken, aynı türün farklı bir genotip veya çeşiti çok az su kaybında dahi solmalara ve verim kayıplarına maruz kalabilmektedir. Bundan dolayıdır ki ıslah çalışmalarında gen havuzlarında kuraklığa karşı tolereantlık belirlenmeli ve kurağa tolerantlı çeşitlerin geliştirilmesi amaçlanmalıdır. Fakat uzun zamandır bu tür çalışmlar yapılmakta olup, tolerant çeşitler çok fazla geliştirilememiştir. Yapılan çalışmalarla bitkilerin su stresine karşı tepkileri belirlenerek dayanıklı genotiplerin belirlenmesi ve melezleme çalışmaları sonucunda bu özelliklerin ticari çeşitlere aktarılması önem arz etmektedir. Fakat yapılan çalışmalarda kuraklığa dayanıklılığın aktarılamasının kolay bir konu olmadığı görülmektedir. Kuraklık genleri çoklu genlerle yönetilmekte ve karmaşık bir mekanizmaya sahiptir [55]. Bundan dolayıdır ki klasik ıslah yöntemleriyle kurağa daynıklılığın belirlenmesi ve aktarılması zor bir yöntemdir [56, 57].

Klasik ıslah çalışmalarında tarla aşamasında seleksiyon işlemleri zor bir aşamadır. Mevcut gen havuzunun taranmasında geniş alanlarda kontrollü koşullarda ve stres uygulaması koşullarında yetiştiricilik yapılması gerekmektedir. Su kısıtı uygulanan genotiplerde bitki boyu, yaprak alanı, meyve boyu ve çapı gibi bitki gelişimini incelemenin yanı sıra, klorofil içeriği, yaprak su potansiyeli ve bazı enzimler (SOD, CAT vs.) düzenli olarak incelenmelidir. Daha sonra elde edilen verimle beraber veriler skorlanarak kurağa daha tolerans olan genotipler belirlenmelidir. Çalışmada çok sayıda ölçüm ve gözlemin yapılmasının yanı sıra çevre şartları ve metorolojik olaylarda kuraklık çalışmalalarını zorlaştırmaktadır. Bunlara rağmen klasik ıslah çalışmaları kuraklığa tolerantlı bitki tür ve çeşitlerinin geliştirilmesinde en ümitverici yöntem olarak görülmektedir [58].

Diğer taraftan son yıllarda biyoteknolojik yöntemlerin de devreye girmesiyle bitki ıslahında yeni bir yol açılmıştır. Genetik mühendisliği ve MAS yardımıyla bazı türlerde (çeltik, yer fıstığı, domates, buğday, mısır, şeker kamışı, tütün, patates) kuraklığı domine eden genler belirlenmiş, klonlanmış ve aktarma çalışmaları yapılmıştır. Şu an itibariyle kuraklığa dayanıklı GMO çeltik, buğday, mısır ve arpa türleri üretilmeye başlanmıştır [59].

6. Sonuç ve Öneriler

Günümüzde küresel ısınmanında etkisiyle artarak devam eden kuraklık, mevcut gıda üretiminini etkilemekte ve yaşam kalitesini olumsuz etkilemektedir. Uzun yıllardır birim alandan daha fazla verim elde etmek için yapılan ıslah çalışmaları yerini kuraklığa tolerant bitki tür ve çeşitlerinin geliştirilmesine bırakmıştır. Fakat kuraklık mekanizmasının karmaşık olması ve çoklu genler tarafından yönetilmesinden dolayı mevcut çeşitlere aktatılması zor ve zahmetli bir süreçtir. Bundan dolayı yapılan çalışmalar yeterli seviyede olmayıp, alınan sonuçlar tatmin edici seviyede değildir. Kuraklık stresi diğer abiotik stres faktörleriyle (kuraklık, sıcaklık ve tuzluluk) karışmasından dolayı doğada kendiliğinden oluşan etmenlerle etkileşim içerisindedir. Bu nedenledir ki global iklim değişikliği gerçeği çerçevesinde gerek suyun verimli kullanımını sağlayacak tedbirlerin alınması, gerekse yapılacak olan ıslah çalışmalarında biyoteknolojik yöntemlerin de devreye sokularak çoklu stres şartlarına karşı tolerantlı bitki tür ve çeşitlerin geliştirilmesine yönelik çalışmaların yapılması tarımsal üretimin ve dolayısıyla insanlığın geleceği için büyük öneme sahip olacaktır.

Kaynakça

[1] http://www.un.org/waterforlifedecade/scarcity. shtml (2014)
[2] Tardieu, F., ‘’Plant tolerance to water deficit: physical limits and possibilities for progress’’, C.R. Geoscience, 337: 57-67, (2005).
[3] Köksal, E., İlbeyi, A., Üstün, H. and Özcan, H., ‘’Yeşil Fasulye Sulama Suyu Yönetiminde Örtü Sıcaklığı ve Spektral Yansıma Oranı Değerlerinin Kullanım Olanakları’’, TAGEM Yayın No: TAGEM-BB-TOPRAKSU-29. 26s. (2007).
[4] Karipçin, M.Z., ‘’Yerli ve yabani karpuz genotiplerinde kuraklığa toleransın belirlenmesi’’, (Doktora Tezi). Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi, (2009).
[5] Farooq, M., Wahid, A., Kobayashi, N., Fujita, D. and Basra, SMA., ‘’Plant dorught stress: effects, mechanisms and management’’, Agron. Sustain. Dev., 29: 185-212, (2009).
[6] Örs, S. and Ekinci, M., ‘’Kuraklık Stresi ve Bitki Fizyolojisi’’, Derim, 32 (2):237-250, (2015).
[7] Kuşvuran, S., Dasgan, Y. and Abak, K., ‘’Responses of different melon genotypes to drought stress’’, Yüzüncü Yıl University Journal of Agriculture Science, 21: 209–219, (2011).
[8] Yavuz, D., Seymen, M., Yavuz, N. and Türkmen, Ö., ‘’Effects of irrigation interval and quantity on the yield and quality of confectionary pumpkin grown under field conditions’’, Agricultural Water Management 159 290–298, (2015).
[9] GTHB., ‘’Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı Türkiye Tarımsal Kuraklıkla Mücadele Stratejisi ve Eylem Planı’’, (2013).
[10] http:// www.who.int/water_sanitation_health/gbd_poor_ water/en/, (2014).
[11] Çakmak, B. and Gökalp, Z., ‘’İklim Değişikliği ve Etkin Su Kullanımı, Tarım Bilimleri Araştırma Dergisi’’, 4 (1): 87-95 (2011).
[12] www.un.org/millennium/summit.htm, (2000).
[13] Asraf, M. and Foolad, M.R., ‘’Roles of Glycine Betaine and Proline in Improving Plant Abiotic Stress Resistance’’, Envionmental and Experimental Botany, 59: 206-216, (2007).
[14] Şahin, Ü. and Kurnaz, L., ‘’İklim Değişikliği ve Kuraklık’’, İPM yayınları, 35 syf, (2014).
[15] Kuşvuran, Ş., ‘’Kavunlarda Kuraklık ve Tuzluluğa Toleransın Fizyolojik Mekanizmaları Arasındaki Bağlantılar’’, Çukurova Üniversitesi, Fen Bil. Enst., Doktora Tezi, 356 sayfa, (2010).
[16] http://www.dsi. gov.tr/toprak-ve-su-kaynaklari, (2014)
[17] WWF. (2014) Türkiye’nin Su Ayak İzi Raporu. WWF-Türkiye, İstanbul.
[18] Anjum, SA., Xie, X., Wang, L., Saleem, MF., Man, C. and Lei, W., ‘’Morphological, physiological and biochemical responses of plants to drought stres’’, Afr. J. Agric. Res., 6: 2026-2032, (2011).
[19] Smirnoff, N., ‘’The role of active oxygen in the response of plants to water deficit and desiccation’’, Veil' Phytotogist, 125: 27-58, (1993).
[20] Kalefetoğlu, T. and Ekmekçi, Y., ‘’The effect of drought on plants and tolerance mechanisms’’ G. U. Journal of Science, 18 (4): 723- 740, (2005).
[21] Kaçar, B., ‘’Genel Bitki Fizyolojisi’’, Nobel Akademik Yayıncılık, Yayın No: 1243, Ankara, (2015).

[22] Kaya, M.D., Okçu, G., Atak, M., Çıkılı, Y. and Kolsarıcı, Ö., ''Seed Treatments to Overcome Salt and Drought Stress During Germination in Sunflower (*Helianthus annuus* L.)'', European Journal of Agronomy, 24 (4): 291-295, (2006).
[23] Manikavelu, A., Nadarajan, N., Ganesh, S.K., Gnanamalar, R.P. and Babu, R.C., ''Drought tolerance in rice: morphological and molecular genetic consideration'', Plant Growth Regul. 50, 121–138, (2006).
[24] Kuşvuran, Ş. and Abak, K., ''Kavun genotiplerinin kuraklık stresine tepkileri'', Ç.Ü Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi, Cilt:28-5: 79-81, (2012).
[25] Öztürk, N. Z., ''Bitkilerin kuraklık stresine tepkilerinde bilinenler ve yeni yaklaşımlar'', Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology, *3*(5), 307-315, (2015).
[26] Özcan, S., Babaoğlu, M. and Gürel, E.**, ''**Bitki Biyoteknolojisi Genetik Mühendisliği ve Uygulamaları'', S.Ü. Vakfı Yayınları, Konya, (2004).
[27] Osakabe, Y., Osakabe, K., Shinozaki, K. and Tran, L.P., ''Response of plants to water stress'' Front Plant Science, 5: 86, (2014).
[28] Dolferus, R., ''To grow or not to grow: A stressful decision for plants'', Plant Science, 2229: 247-261, (2014).
[29] Alam, S.M., ''Nutrient uptake by plants under stress conditions, in Pessarakli, M.'', Handbook of Plant and Crop Stress. Marcel Dekker, New York, pp. 285–314, (1999).
[30] Marschner, H., ''Mineral Nutrition of Higher Plants.2nd ed. London'', Academic Press, 657-680, (1995).
[31] Kuchenbuch, R., Claassen, N. and Jungk, A., ''Potassium availability in relation to soil-moisture. 1. Effect of soil-moisture on potassium diffusion, root-growth and potassium uptake of onion plants'', Plant Soil., 95: 221–231, (1986).
[32] McLaughlin, S.B. and Wimmer, R., ''Transley Review No. 104 – Calcium physiology terrestrial ecosystem processes'', New Phytol., 142: 373–417, (1999).
[33] Gossett, D.R., Millhollon, E.P. and Lucas, M.C. ''Antioxidant Response to NaCl Stress in Salt-Tolerant and Salt-Sensitive Cultivars of Cotton'', Crop Sci., 34: 706-714, (1994).
[34] Tanaka, K., Otsubo, T., and Kondo, N., ''Participation of Hydrogen Peroxide in The Inactivation of Calvin Cycle SH-Enzymes in SO_2-Fumigated Spinach Leaves'', Plant Cell Physiol., 23: 1009-1018, (1982).
[35] Chen, G.X. and Asada, K., ''Ascorbate Peroxidase in Tea Leaves: Occurrence of Two Isozymes and the Differences in Their Enzymatic and Molecular Properties'', Plant Cell Physiol., 30 (7): 987-998, (1989).
[36] Asada, K. and Takahashi, M., ''Production and Scavenging of Active Oxygen Radicals in Photosynthesis. In: D.J.Kyle et al. (Eds.) Photoinhibition'', Elsevier, Amsterdam, 227-297, (1987).
[37] Bowler, C., Montagu, M.V. and Inze, D., ''Superoxide Dismutase and Stress Tolerance'', Annu. Rev. Plant Mol. Biol., 43: 83-116, (1992).
[38] Dhindsa, R.S. and Mathowe, W., ''Drought Tolerance in Two Mosses : Correlated with Enzymatic Defence Against Lipid Peroxidation'', J. of Exp. Bot., 32 (126) : 79-91, (1981).
[39] Yasar, F., Uzal, O., Yasar, O.; Köse, S. and Ellialtioğlu, Ş., ''Enzyme Actıvıtıes Of Certaın Pumpkın (Cucurbıta Spp) Specıes Under Drought Stress'', Fres. Env. Bull., Volume 23 – No 4, (2014).
[40] Moran, J.F., Becana, M., Iturbe-Ormaetxe, I., Frechilla, S., Klucas, R.V. and Apracio-Tejo, P., ''Drought induces oxidative stress in pea plants'', Planta., 194: 346-352, (1994).
[41] Yaşar, F., Ellialtioglu, S. and Yildiz, K., "Effect of salt stress on antioxidant defense systems, lipid peroxidation and chlorophyll content in green bean (Phaseolous vulgaris L.)'', Rus. J. Plant Physiol., 55 (6): 1-5, (2008).
[42] Yeo, A.R. and Flowers, T.J., ''Soil Mineral Stresses, Approaches to Crop Improvement'', Springer Verlag, Berlin, Heidelberg, New York. p. 18, (1993).
[43] Chen, C.T., Li, C.C., and Kao, C.H., ''Senescence of Rice Leaves XXXI. Changes of Chyorophyll, Protein, and Polyamine Contents and Ethylene Production During Senescence of a Corophyll-deficient Mutant'', J. of Plant Growth Regulation, 10: 201-205, (1991).
[44] Leidi, E.O., Silberbush, M. and Lips, S.H. ''Wheat growth as affected by Nitrogen Type, pH and Salinity. II. Photosynthesis and Transpiration'', J. of Plant Nutrition., 14: 247-256, (1991).
[45] Havlin, J.L., Beaton, J.D., Tisdale, S.L. and Nelson, W.L., ''Soil Fertility and Fertilizers: An Introduction to Nutrient Management'', Prentice-Hall, Inc., London, 406–425, (1999).

[46] Nakashima, K., Yamaguchi-Shinozaki, K. and Shinozaki, K., ''The transcriptional regulatory network in the drought response and its crosstalk in abiotic stress responses including drought, cold, and heat'', Front. Plant Sci., 5: Article 170, (2014).
[47] Cabello, J.V., Lodeyro, A.F. and Zurbriggen, M., ''Novel perspectives for the engineering of abiotic sress tolerance in plants'', Current Opinion in Biotechnology, 26: 62-70, (2014).
[48] Elshire, R.J., Glaubitz, J.C., Sun, Q., Poland, J.A., Kawamoto, K., Buckler, E.S. and Mitchell, S.E., "A Robust, Simple Genotyping-By-Sequencing (GBS) Approach For High Diversity Species'', Plos one, 6, 5, e19379, (2011).
[49] Zhu, C., Gore, M., Buckler, E.S. and Yu, J., "Status and Prospects of Association Mapping in Plants", Plant Genome,1, 5-20, (2008).
[50] Price, A.H., "Believe it or not, QTLs are accurate", Trends Plant Sci., 11, 5, 213-6, (2006).
[51] Ersöz, S., Yu, J. and Buckler, E.S., "Applications of Linkage Disequilibrium and Association Mapping in Crop Plants" Genomics-assisted crop improvement, p- 97-119, (2007).
[52] Nordborg, M. and Tavaré, S., "Linkage Disequilibrium: What History Has To Tell Us", Trends Genet, 18, 2, 83-90, (2002).
[53] Yu, J. and Buckler, E.S., "Genetic Association Mapping and Genome Organization of Maize", Curr. Opin. Biotechnol.,17, 155–160, (2006).
[54] Dunlop, V.J. and Csonka, L.N., ''Regulation of the Osmotically Stimulated Transport of proline and Glycinebetaine in Salmonella typhimurium In''. Key, İ.l ve kosuge, L. (eds.) cellular and molecular Biology of plant stres, 115-128. Alan .R. Liss Inc New york., (1985).
[55] Hu, H. and Xiong, L., ''Genetic engineering and breeding of drought-resistant crops'', Annu. Rev. Plant Biol., 65: 715-741, (2014).
[56] Deikman, J., Petracek, M. and Heard, J.E., ''Drought tolerance through biotechnology: improving translation from the laboratory to farmers' fields'', Curr. Opin. Biotech., 23: 243-250, (2012).
[57] Cominelli, E., Conti, L., Tonelli, C. and Galbiati, M., ''Challenges and perspectives to improve crop drought and salinity tolerance'', New Biotech., 30: 355-361, (2013).
[58] Lopes, M.S., Rebetzke, G.J. and Reynolds, M., ''Integration of phenotyping and genetic platforms for a better understanding of wheat performance under drought'', J Exp. Bot., 65: 6167-6177, (2014).
[59] Gosala, S.S., Wania, H.S. and Kanga, M.S., "Biotechnology and drought tolerance", Journal of Crop Improvement, 23(1): 19–54, (2009).

PLANT GROWTH PROMOTING RHIZOBACTERIA (PGPR)

BİTKİ BÜYÜMESİNİ ARTIRICI RİZOBAKTERİLER (BBAR)

Muzaffer İpek[a], Şeyma Arıkan[b], Ahmet Eşitken[c]
[a]Selçuk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, KONYA, TÜRKİYE, mipek@selcuk.edu.tr
[b]Selçuk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, KONYA, TÜRKİYE, arikan@selcuk.edu.tr
[c]Selçuk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, KONYA, TÜRKİYE, aesitken@selcuk.edu.tr

Özet

Yüksek verim ve kalite için aşırı gübreleme ve kimyasal ilaçlama yapılmasını gerektirir. Yapılan aşırı gübreleme ve kimyasal ilaçlama çevresel sorunlara ve doğal kaynakların tüketilmesine sebep olmaktadır. Bu sorunların ortadan kaldırılması için minimum gübre ve kimyasal ilaç kullanılması gerekir. Sentetik gübreler ve kimyasal ilaçlara muadil çevre dostu uygulamaların seçilmesi ve uygulanması önem arz etmektedir. Bitki büyümesini artırıcı rizobakteriler çevre dostu olan toprak kökenli bakterilerdir. Toprak tiplerine uygun olarak çok sayıda farklı yeteneğe sahip farklı türlerin elde edilmesi olasıdır. Elde edilmiş olan bitki büyümesi artırıcı rizobakteriler (BBAR) tarımsal faaliyetlerin gübreleme ve kimyasal mücadele aşamasında kullanılmaktadırlar. Bu tür biyolojik canlılara biyolojik gübre ya da biyolojik pestisitler adı verilir. Bu ürünlerin kullanılmasının yaygınlaştırılması sürdürülebilir tarım için çok önemlidir.

Anahtar Kelimeler: Bitki Büyümesini Artırıcı Rizobakteriler, Biyolojik Gübre, Biyolojik Kontrol

Abstract

It requires excessive fertilization and chemical spraying for high yield and quality. Excessive fertilization and chemical spraying cause environmental problems and depletion of natural resources. Minimal fertilizers and chemical pesticides must be used to remove these problems. It is important to select and apply equivalent eco-friendly practices to synthetic fertilizers and chemical products. Plant growth promoters rhizobacteria that are environmentally friendly are isolated from. It is possible to obtain different species with many different abilities in accordance with soil types. The obtained plant growth promoting rhizobacteria (BBAR) are used for fertilizing and chemical struggle of agricultural activities. Such biological organisms are called biological fertilizers and biological pesticides. The generalize of the use of these products is very important for sustainable agriculture.

Keywords: Biological Control, Biological Fertilizer, Plant Growth Promoting Rhizobacteria

1. Giriş

Tarım, gelişmekte olan birçok ülkede milli gelirin ve ihracat kazancının önemli bir bölümünü oluştururken, gıda güvenliği ve istihdam da sağlamaktadır. Dünya karasal alanın %11'inin tarım için uygun olduğu halde, %38'i ise geçmişte kötü tarımsal uygulamalardan dolayı bozulmuştur [1]. Tarım alanlarını genişletmek önemli bir konu olmakla birlikte, tarım verimliliğini korumak, ekonomik büyümeyi sağlamak, biyolojik çeşitliliği korumak ve artan küresel nüfusun besin taleplerini karşılamak için mevcut arazileri de iyi idare etmek gereklidir. Sürdürülebilir tarım bugünün dünyasında hayati önem taşımaktadır. Geleneksel tarımın gelecekteki tarımsal ihtiyaçlarımızı karşılayamama potansiyelini düşündüğümüzde, sürdürülebilir tarım bu imkânı bizlere sunmaktadır. Sürdürülebilir tarım, doğal kaynakların ve sürdürülebilir geçim kaynaklarının uzun vadeli verimliliğini sağlamak için çevre sağlığı, ekonomik verimlilik ve sosyal eşitliliği bir bütün olarak ele alır. Ayrıca sürdürülebilir tarım, gelişmekte olan ülkelerde iklim değişkenliği ve iklim değişikliği gibi karmaşık sorunların riskini azaltmaya yardımcı olur [1]. Yüksek verimli bitkiler, toprak işlemede mekanizasyon, inorganik gübreler ve kimyasal zirai ilaçlar içeren konvansiyonel tarım çevre için zararlı hale gelmiştir. Örneğin, konvansiyonel tarımda yapılan aşırı gübreleme sonucunda taban sularının denizlere karışmasıyla düşük oksijenli ölü bölgeler ortaya çıkarmıştır. Aynı şekilde, zararlı böceklerle mücadelede

aşırı pestisit kullanımı sonucunda çevresel pestisit kalıntıları artmıştır. Çevresel bütünlüğü ve doğal yapıyı koruyarak verimliliği arttırma, çiftçileri eğitme, geleneksel tarım yöntemlerinin uzun vadeli sonuçlarını vurgulamayı ve yenilikçi, uygun tarım uygulamalarını geliştirip uygulamaya aktarma ile olur. Bitki sağlığını etkileyen patojen mikroorganizmalar dünya çapında gıda üretimi ve ekosistemin devamlılığı için büyük bir tehdit oluşturmaktadır. Günümüzde, bitkisel üretimi sınırlayan en önemli biyotik faktörler zararlı böcek, mantarlar, bakteriler, virüsler ve nematodlardır. Bu nedenle, bu zararlıları kontrol etmek için farklı yöntemler kullanılmaktadır. Kültürel uygulamalar ve sentetik kimyasallar en çok kullanılan yöntemlerdir. Bununla birlikte, bu sentetik ürünlerin bir kısmının kullanımı çevre kirliliği ve insanlar için toksisite gibi sonuçlara yol açarken diğer yandan da bu zararlılar içerisinde dirençli ırkların ortaya çıkması gibi sonuçlara yol açmaktadır. Dahası, özellikle daha az sorunlu bölgelerde pestisitlerin giderek artan maliyeti ve pestisit kalıntısı içermeyen gıdalar için tüketici talebi, bu ürünlerin ikame edilmesine yol açmıştır. Mevcut bitki koruma yöntemlerinin kullanılmasına rağmen, üretilen ürünlerin yaklaşık üçte biri zararlılarla ve hastalıklarla tahrip edilmektedir. Son zamanlarda, çevre dostu ve sürdürülebilir tarıma büyük bir ilgi duyulmakla beraber kimyasal yöntemlere olan bağımlılıktan yavaş yavaş biyolojik kontrol yöntemlerine geçilmesine doğru bir eğilim ortaya çıkmıştır [1]. Bunlara ek olarak tuzlu, kurak, ağır metallerle kirletilmiş ve kireçli toprak koşulları gibi abiyotik stres şartlarına karşıda çevreci ve biyolojik mücadele yöntemleri üzerinde de çalışmalara başlanmıştır. Bu stres koşulları tarımsal alanlarda bitkisel üretimi ya sınırlandırmakta ya da tamamen engellemektedir. Bu bağlamda, bitki büyümesini destekleyen rizobakteriler (PGPR) de dahil olmak üzere biyo-pestisitler ve biyo- gübreler biyotik ve abiyotik stres unsurları ile mücadele kullanılabilecek en uygun çevre dostu ve sürdürülebilir tarım uygulamaları olduğu düşünülmektedir [1].

2. Bitki Büyümeyi Artıcı Rizobakterilerin Tarihi

Bitkilerin faydalı bakterilerle inokulasyonu yüzyıllardır devam etmektedir. Çiftçiler baklagil yetiştiriciliği yapılmış bir toprakta yetiştiricilik yaptıklarında alınan mahsulün arttığını tecrübe etmişlerdir. 19.yy. sonlarına gelindiğinde, doğal olarak bakteri ile inoküle olan toprağı tohumlarla karıştırma uygulaması, ABD'de bir yöntem olarak ortaya çıkmış ve yaygınlaşmıştır. On yıl sonra ilk patent ('Nitragin') adı ile *Rhizobium sp*. tescillenmiştir. Tescil sonrasında baklagillerin rhizobia ile inokulasyonu yaygın hale gelmiştir. Geçmişe baktığımızda, 100 yılı aşkındır *Rhizobium* ile tohum inokulasyonu yapan küçük çapta şirketler kurulmuş olsa da Avustralya, Kuzey Amerika, Doğu Avrupa, Mısır, İsrail, Güney Afrika, Yeni Zelanda ve az oranda Güneydoğu Asya'da önemli katkılar sağlanmıştır [2]. Asya, Afrika ve Orta ve Güney Amerika'daki az gelişmiş ülkelerin büyük çoğunluğunda ise bu teknoloji ya kullanılamamış ya da kullanımı uygun yapılmadığı için pek bir katkı sağlamamıştır. 1930'lu ve 1940'lar da simbiyotik olmayan rizosfer bağlantılı Azotobakterler Rusya'da büyük ölçeklerde kullanılmıştır. Uygulama bir sonuca ulaşamamış ve sonrasında terk edilmiştir. 1930'lu yıllarda Doğu Avrupa'da geniş ölçekte fosfat çözünürlüğü için *Bacillus megaterium* kullanmaya çalışılmış ancak başarısız olunmuştur. 1970'lerin başında bitkilere inokulasyon teknolojisinde iki büyük atılım gerçekleşmiştir. Bunlardan birincisi, *Azospirillum*'un, bitki metabolizmasını doğrudan etkileyerek baklagillere bağlı kalmaksızın bitki büyümesini arttırdığının bulunması, ikincisi ise biyo-kontrol ajanları *Pseudomonas floresansları* ve *Pseudomonas putida* bakterilerinin yoğun olarak araştırılmaya başlanmasıdır.

3. Bitki Büyümeyi Artıcı Rizobakterin Ait Oldukları Cinsler ve Türleri

Bitki büyümesini artırıcı bakteriler; *Acetobacter, Acinetobacter, Achromobacter, Aereobacter, Agrobacterium, Alcaligenes, Artrobacter, Azospirillum, Azotobacter, Bacillus, Burkholderia, Clostridium, Enterobacter, Erwinia, Flavobacterium, Klebsiella, Micrococcus, Pseudomonas, Rhizobium, Serratia ve Xanthomonas* cinslerine aittirler (Tablo-1). Son yıllarda *Rhizobium, Azotobacter, Bacillus, Azospirillum Pseudomonas, Enterobacter, Klebsiella* ve *Staphylococcus* gibi bakterilerin biyolojik gübre olarak kullanımı üzerine yoğun araştırmalar yapılmakta ve olumlu sonuçlar alınmaktadır [3-6].

Simbiyotik ya da simbiyotik olmayan bakteri inokulasyonlarının bitkiler tarafından verilen tepkileri bakteri tipi, bitki türü, toprak tipi, bakteri inokulasyon yoğunluğu ve çevre koşullarına bağlıdır. Uygulanan bakteri solüsyonunun en büyük rolü toprağa bakteri girişini sağlamak ve sonrasında hızlı bir şekilde bakteri

yoğunluğunu düşürecek etmenleri ortadan kaldırarak uygun bir mikro çevre oluşturarak bakteri yoğunluğunu korumaktır. Bakterilerin laboratuvar koşullarında nasıl korunacağı nasıl canlılığı devam ettirileceği hakkında çok şey bilinmesine rağmen, bakterilerin doğal şartlara ve stres koşullarına ne kadar dayanabileceği hakkında çok fazla şey bilinmemektedir [7]. Bu bağlamda bakteri inokulasyonu yapılmak istenildiğinde hazırlanacak bakteri solüsyonlarının uygulandıkları toprakta canlı kalarak bitkilere fayda sağlayacak şekilde tasarlanmalı önemli bir konudur.

Tablo 1. Bitki Büyümeyi Artırıcı Bazı Bakteri Türleri

Azorhizobium caulinodans	*Bacillus polymyxa*	*Klebsiella planticola*
Azospirillum amazonense	*Bacillus pumilus*	*Kluyvera ascorbata*
Azospirillum halopraeferens	*Bacillus sphaericus*	*K. cryocrescens*
Azospirillum irakense	*Bacillus subtilis*	*Phyllobacterium rubiacearum*
Azospirillum lipoferum	*Burkholderia cepacia*	*Pseudomonas aeruginosa*
Azospirillum brasilense	*Burkholderia gladioli*	*Pseudomonas aureofaciens*
Azotobacter chroococcum	*Burkholderia graminis*	*Pseudomonas corrugata*
Bacillus cereus	*Burkholderia vietnamensis*	*Pseudomonas fl uorescens*
Bacillus coagulans	*Citrobacter freundii*	*Pseudomonas marginalis*
Bacillus lateroporus	*Curtobacterium fl accumfaciens*	*Pseudomonas putida*
Bacillus licheniformis	*Enterobacter agglomerans*	*Pseudomonas rubrilineans*
Bacillus macerans	*Enterobacter cloacae*	*Rathayibacter rathayi*
Bacillus megaterium	*Erwinia herbicola*	*Serratia marcescens*
Bacillus mycoides	*Flavimonas oryzihabitans*	*Stenotrophomonas sp.*
Bacillus pasteurii	*Hydrogenophaga pseudoflava*	*Streptomyces griseoviridis*

4. BBAR'lerin potansiyel rolleri

BBAR'ler esas itibari ile iki gruba ayrılırlar; birincisi, bitki gelişiminde, tohum çıkışında ve ürün veriminde doğrudan etkili olanlar, ikinci grup ise, biyo-kontrol ile bitki gelişmesine dolaylı olarak yararlı olanlardır [8]. BBAR'ler bitki gelişmesi, azot fiksasyonu, fosforun biyolojik olarak alınabilir hale gelmesi, siderofor yardımıyla bitkilerce demirin alınması, oksin, sitokinin ve gibberellin gibi bitkisel hormonların üretilmesi ve bitkide etilen düzeyinin azaltılması gibi mekanizmalarla bitki gelişmesini teşvik etmektedir [9, 10]. Dünyanın birçok bölgesinde, potansiyel kirleticiler olan endüstriyel gübre ve pestisit uygulamalarının azaltılması amacıyla, BBAR'lerin biyolojik gübre olarak kullanımı yaygınlaşmaktadır [11].

4.1. Bitkisel hormon üretimi

BBAR'ler bitkisel hormonların üretimini gerçekleştirerek bitki gelişime dolaylı olarak katkı sağlamaktadırlar. BBAR'ler, Oksin, sitokinin, Zetain, etilen, Giberellik asit (GA_3), absisik asit ve etilen seviyesini düzenleyen ACC Deaminase gibi bitkisel hormonları üretirler (Tablo-2).

Tablo 2. BBAR ve üretilen bitkisel hormonlar

Bitki Hormonları	**BBAR'ler**
Indole-3-Asetik Asit (IAA)	*Acetobacter diazotrophicus, Herbaspirillum seropedicae, Aeromonas veronii, Enterobacter cloacae, Azospirillum brasilense, Enterobacter spp., Agrobacterium spp., Alcaligenes piechaudii, Bradyrhizobium spp., Comamonas acidovorans, Rhizobium leguminosarum*
Sitokinin	*Paenibacillus polymyxa, Pseudomonas fluorescens, Rhizobium leguminosarum*
Zeatin ve Etilen	*Azospirillum spp.*
Gibberellik Asit (GA_3)	*Azospirillum lipoferum, Bacillus spp.*
Absisik Asit (ABA)	*Azospirillum brasilense*
ACC Deaminase	*Bacillus pumilus, Burkholderia cepacia*

4.2. Biyolojik azot fiksasyonu

Biyolojik azot fiksasyonu yenilenebilir bir kaynak olarak bitki üretimi için azotun sürdürülebilir bir kaynağı durumumdadır [12]. Sentetik azotlu gübrelerin üretiminde önemli miktarda fosil enerji kullanılmasına karşın, biyolojik azot fiksasyonunun gerektirdiği enerji fotosentez yoluyla sağlanmakta ve maliyeti bulunmamaktadır. Bu nedenle biyolojik azot fiksasyonu çevre dostu yaklaşımlardan biri durumundadır. BBAR'ler topraktaki serbest azotu bağlayarak bitkilere kullanışlı hale getirirler ve bitki gelişimine katkı sağlarlar. Azot temel bitki besin maddelerinden bir tanesi olup aşırı yağışlarla ve mineral yıkanma ile toprakta ağır kayıplara uğrayarak bitki gelişimini sınırlayıcı bir rol oynar. Azot her yaşam biçimi için vazgeçilmez bir unsur olup nükleik asitlerin, proteinlerin ve diğer organik azotlu bileşikler sentezlemesinde yer almaktadır. Ne yazık ki hiçbir bitki türü havadaki azotu depolama gibi bir yeteneğine sahip değildir ve bu nedenle bitkiler havadaki azotu doğrudan büyüme için kullanırlar. Bitkiler bu sebeple azota bağımlıdırlar. BBAR'ler havadaki serbest azotu hem simbiyotik hem de simbiyotik olmaksızın tutabilirler.

BBAR'ler havanın serbest azotunu bitkilere simbiyotik olarak bitki hücrelerine girerek nodüller meydana getirir ve havanın serbest azotunu bitkilere sağlarlar. Bu durum baklagillerde sıkça görülmektedir [13]. Simbiyotik olarak azotu bitkilere kazandıran BBAR'ler *Rhizobium, Mesorhizobium, Bradyrhizobium, Azorhizobium, Allorhizobium* ve *Sinorhizobium* cinslerine giren türlerdir.

Simbiyotik olmayan havanın serbest azotunu bitkilere kazandırma olayı ise, bakterilerin havanın serbest azotunu kök etrafında (rizosfer) tutarak bitkilerin azotu köklerle alabilecek forma dönüştürüp bitkilere kazandırması şeklinde meydana gelir [14]. Simbiyotik olmayan serbest azotun bitkilere kazandırılmasında toprakta serbest yaşayan Diazotroph bakterileri görev alırlar. Bu bakteriler *Azoarcus* [15], *Azospirillum* [16], *Burkholderia* [17], *Gluconacetobacter* [18], *Pseudomonas* [19], *Azotobacter*, *Arthrobacter*, *Acinetobacter*, *Bacillus*, *Enterobacter*, *Erwinia*, *Flavobacterium, Klebsiella, Acetobacter* cinsleri içerisinde yer almaktadırlar.
Serbest yaşayan bakteriler genel olarak yılda hektara 15-200 kg, siyanobakteriler 7-80 kg, ve Rhizobium-baklagil ortaklığı ise 24-584 kg azot katkısı sağlamaktadır [20-23].

4.3. Mineral fosfat çözme

Fosfor bitki gelişiminde önemli rol oynayan temel bir elementtir. Genellikle toprakta çözünemez formda olduğu için fosfor alımı yetersizdir. İnorganik fosfatlı gübreler toprağa uygulandıktan sonra büyük bir kısmı bitkiler tarafından alınamaz forma dönüşürler. Uygulanan P gübresi %75-90 oranında Fe, Al ve Ca bileşikleri şeklinde çökelmektedir [24]. Topraktaki yetersiz fosforun karşılanması için yoğun gübre kullanımı yüksek maliyet ve çevre sorunlarına sebep olmaktadır. Birçok faydalı bakteri organik asit üretimi veya diğer mekanizmalarla inorganik ve organik fosfatın çözünürlüğünü artırarak bitkilerin kullanabilir formlarına dönüştürmektedirler [25, 26]. Biyolojik gübre olarak fosfat çözücü bakterilerinin kullanımı sayesinde tarımsal üretimin %10-15 oranda arttığı bildirilmiştir [27].

Bitkiler fosforu HPO_4^{2-} veya $H_2PO_4^-$ formlarında almaktadır. Toprak fosforunun bitki ve mikroorganizmalar tarafından alınabilmesi için çözünmesi gerekmektedir. Bu bağlamda mikroorganizmalar fosfor döngüsünde önemli rol oynamaktadır. Topraklarda mineral fosfat primer, hidroksi ve oksi apatit benzeri minerallerde tutulmuş halde bulunmaktadır. Ayrıca kimyasal gübre olarak uygulanan çözünebilir P, toprağın pH ve tipine bağlı olarak, toprakta tutulmakta ve alınamaz forma dönüşmektedir. Araştırmalar P bileşiklerindeki bağlı fosfatın bakterilerce çözülebildiğini göstermiştir (Tablo-3) [28].

Tablo 3. Bakterilerin mineral fosfat ortamında gelişimi ve fosfat Biriktirme (mg l^{-1})

	Fosfat Kaynağı			
Bakteri	**$Ca_3(PO_4)^2$**	**Hidroksiapatit**	**Kaya fosfat**	**Kaynaklar**
Pseudomonas sp.	52	-	-	[29]
Pseuomonas striata	156	143	22	[30]
Burkholderia cepacia	35	-	-	[31]
Rhizobium sp.	-	300	-	[32]
Rhizobium meliloti	-	165	-	[32]
Rhizobium leguminosarum	-	356	-	[32]
Rhizobium loti,	-	27	-	[32]
Bacillus amyloliquefaciens	395	-	-	[33]
Bacillus polymyxa	116	87	17	[30]
Bacillus megaterium	82	31	16	[30]
Bacillus pulvifaciens	54	65	13	[30]
Bacillus circulans	11	17	6	[30]
Citrobacter freundi	16	7	5	[30]
Bacillus megaterium	-	-	17	[34]
Bacilllus sphaericus	-	-	18	[34]
Bacillus brevis	-	-	19	[34]
Bacillus polymyxa	-	-	20	[34]
Bacillus thuringiensis	-	-	20	[34]
Xanthomonas maltophilia	-	-	22	[35]
Bacillus sp	-	-	11-45	[35]

4.4. Siderofor üretimi ile demirin şelatlanması

Demir, dünya üzerine bolca bulunan minerallerden bir tanesi olmasına karşın toprakta bitkiler için alınabilir formda değildir. Toprak Fe, demir hidroksit (FeO(OH)) ve demir oksit (Fe_2O_3) gibi çözünmeyen minerallerin bir bileşeni olarak oksitlenmiş formda (Fe^{3+}) bulunur. Bu sorunun üstesinden gelmek için PGPR siderophores salgılar. Sideroforlar, düşük molekül ağırlıklı demir bağlayıcı proteinlerdir ve demir iyonları ile yüksek bir bağlanma kabiliyetine sahiptirler. *Bacillus, Pseudomonas, Geobacter, Alcaligenes, Clostridium* ve *Enterobacter* gibi rizosferde yaşayan bakteriler Fe^{3+} indirgeyerek bitkilerin alabileceği form olan Fe^{2+} dönüştürürler.

$FeO(OH) + 3H^+ + e \leftrightarrow Fe^{+2} + 2H_2O$ Demir Hidroksit

$Fe_2O_3 + 6H^+ + 2e^- \leftrightarrow 2Fe^{+2} + 3H_2O$ Demir oksit

4.5. Bitkilerde etilen seviyesini düzenlemek için ACC deaminase üretmek

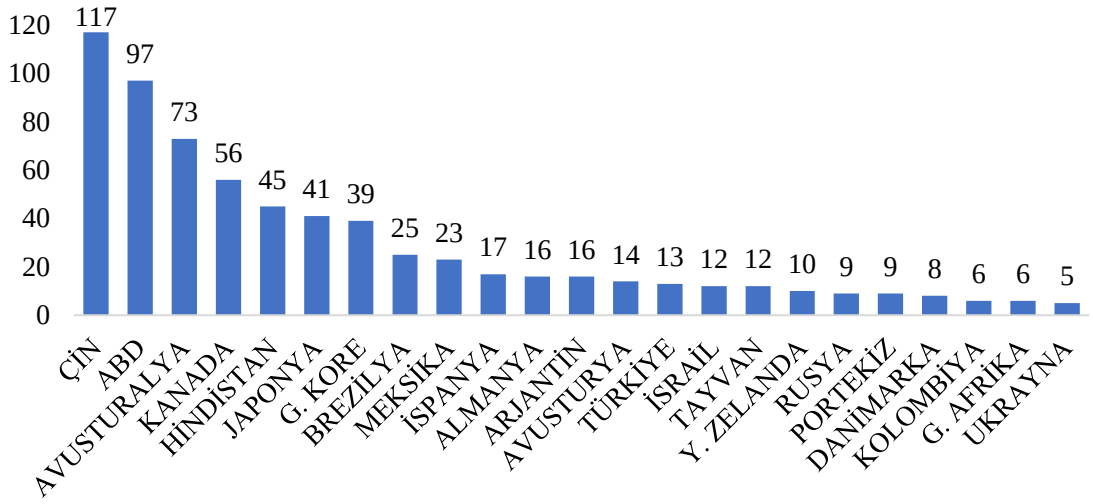
Etilenin bitkiler için önemi bir yana stres şartları altında aşırı sentezlenmesi bitkilerde gelişimi engellemektedir. Etilen bitkilerde dormansinin kırılması, kök oluşumu ve uzaması, kök ve gövde farklılaşması, yaprak ve meyve dökülmesi, çiçeklenmenin sona ermesi, meyve olgunlaşması gibi birçok fizyolojik olayın bir göstergesi olarak ortaya çıkmaktadır [36] [37-39]. Diğer yandan biyotik ve abiyotik stres şartları altında köklerde üretimi artarak kök uzamasını ve oksin taşınımını engellemekte, yaprakların yaşlanmasını ve dökülmesini hızlandırmaktır [37, 39, 40]. Köklerde artan etilen miktarı sonucunda kök gelişiminde yavaşlama ve gelişim bozuklukları ortaya çıkmaktadır. Ortaya çıkan bu anormal durumun düzeltilmesi için köklerdeki etilen seviyesinin ve üretiminin normale döndürülmesi gerekmektedir. Bu bağlamda 1-aminoklopropan-1-karboksilat (ACC) deaminase devreye girerek bitkilerde etilen hormon seviyesinin ayarlanması ile bitki büyüme ve gelişimini normale döndürmede önemli rol oynar [8, 9]. ACC deaminase aktivitesine sahip *Enterobacter sp., Rhizobium sp., Pseudomonas sp., Variovorax sp., Alcaligenes sp. ve Bacillus sp.* bakteri türleri etilenin olumsuz etkilerini azaltmaktadırlar [9, 41-43].

4.6. Abiyotik Stres koşullarına dayanıklılık

Kuraklık stresi özellikle kurak ve yarı kurak alanlarda tarımsal ürünlerin verimini ve bitki gelişimini sınırlandırır. Bitkilerin PGPR ile inokulasyonu IAA, sitokininler, antioksidanlar ve ACC deaminaz üretimini arttırır. Bitki bünyesinde artan IAA, sitokininler, antioksidanlar ve ACC deaminase bitkilerin stres koşullarında (kuraklık ve tuzluluk) da dirençli olmalarını sağlarken bitkileri strese sokan etmelerin (Etilen, ABA, ROS) etkilerini aza indirirler [1].

5. Patentlenmiş Bitki Büyümeyi Artırıcı Rizobakteriler

BBAR'ların patenleri incelendiğinde 1979 tan 2017'ye kadar toplamda 273 patent alınmış ve bunun 126'sı tescillenmiştir. Patent alan BBAR'lerin 113'ü firmalarca, 109'u üniversite ve araştırma istasyonlarınca, 36'sı araştırmacı tarafından, 3 tanesi firma ve üniversite iş birliği ile ve 12'si ise firma ile araştırmacı iş birliği ile patentlenmiştir. Ülkelere baktığımızda Çin BBAR'ler deki patent sayısında ilk sırayı alırken, onu ABD, Avusturalya, Kanada, Hindistan, Japonya ve Güney Kore izlemektedir (Şekil-1) [44].



Şekil 1. Ülkelerin BBAR'ler Üzerindeki Patent Sayıları (adet)

6. Sonuç

Sera gazlarının artışı ve küresel ısınma, yeraltı su rezervlerinin kirletilmesi ve küresel azot döngüsündeki değişimler en önemli çevre problemleridir. Bu problemlerin ortadan kaldırılması ya da azaltılması hususunda kimyasal gübrelere alternatif tarım uygulamalarının bulunması ve uygulanması zorunluluk haline gelmiştir. Bu bağlamda bitki büyümeyi artırıcı rizobakterilerin kullanımı ile çevresel problemlere sebep olan etmenlerin etkisi ortadan kaldırılacak ya da azaltılacaktır. Yapılmış olan mevcut çalışmalar BBAR'lerin bitkilerde verimi ve uygulanan gübrelerin etkinliğini artırdığı kanıtlanmıştır. Ancak yapılan çalışmaların yetersiz olduğu bu çalışmaların artırılması gerekliliği ve yapılacak çalışmaların türlere göre uygun bakteri ırklarının tespiti önem arz etmektedir.

Kaynaklar

[1] Reddy, P.P., *Plant growth promoting rhizobacteria for horticultural crop protection*. 2014: Springer.
[2] Smith, R., *New inoculant technology to meet changing legume management*, in *Biological nitrogen fixation for the 21st century*. 1998, Springer. p. 621-622.
[3] Kaiser, P., *Diazotrophic mixed cultures of Azospirillum brasilense and Enterobacter cloacae*, in *Azospirillum VI and Related Microorganisms*. 1995, Springer. p. 207-212.

[4] Srinivasan, M., F. Holl and D. Petersen, *Influence of indoleacetic-acid-producing Bacillus isolates on the nodulation of Phaseolus vulgaris by Rhizobium etli under gnotobiotic conditions.* Canadian Journal of Microbiology, 42(10): p. 1006-1014, (1996).
[5] Bashan, Y. and G. Holguin, *Azospirillum–plant relationships: environmental and physiological advances (1990–1996).* Canadian Journal of Microbiology, 43(2): p. 103-121, (1997).
[6] Çakmakçı, R., *Azot fiksasyonu ve fosfat çözücü bakteri aşılamalarının şeker pancarı verim ve kalitesine etkisi. II.* Şeker Pancarı Üret. Semp: p. 257-270, (2002).
[7] Bowen, G. and A. Rovira, *The rhizosphere and its management to improve plant growth.* Advances in agronomy, 66: p. 1-102, (1999).
[8] Glick, B.R., C.L. Patten, G. Holguin and D. Penrose, *Biochemical and genetic mechanisms used by plant growth promoting bacteria*. 1999: World Scientific.
[9] Glick, B.R., *The enhancement of plant growth by free-living bacteria.* Canadian Journal of Microbiology, 41(2): p. 109-117, (1995).
[10] Lucy, M., E. Reed and B.R. Glick, *Applications of free living plant growth-promoting rhizobacteria.* Antonie van leeuwenhoek, 86(1): p. 1-25, (2004).
[11] Burdman, S., E. Jurkevitch and Y. Okon, *Recent advances in the use of plant growth promoting rhizobacteria (PGPR) in agriculture.* Microbial interactions in agriculture and forestry (Volume II): p. 229-250, (2000).
[12] Bohlool, B.B., J. Ladha, D. Garrity and T. George, *Biological nitrogen fixation for sustainable agriculture: A perspective*, in *Biological nitrogen fixation for sustainable agriculture*. 1992, Springer. p. 1-11.
[13] Esitken, A., L. Pirlak, M. Turan and F. Sahin, *Effects of floral and foliar application of plant growth promoting rhizobacteria (PGPR) on yield, growth and nutrition of sweet cherry.* Scientia Horticulturae, 110(4): p. 324-327, (2006).
[14] Riggs, P.J., M.K. Chelius, A.L. Iniguez, S.M. Kaeppler and E.W. Triplett, *Enhanced maize productivity by inoculation with diazotrophic bacteria.* Functional Plant Biology, 28(9): p. 829-836, (2001).
[15] Reinhold-Hurek, B., T. Hurek, M. Gillis, B. Hoste, M. Vancanneyt, K. Kersters and J. De Ley, *Azoarcus gen. nov., nitrogen-fixing proteobacteria associated with roots of Kallar grass (Leptochloa fusca (L.) Kunth), and description of two species, Azoarcus indigens sp. nov. and Azoarcus communis sp. nov.* International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology, 43(3): p. 574-584, (1993).
[16] Bashan, Y. and L.E. De-Bashan, *Chapter two-how the plant growth-promoting bacterium Azospirillum promotes plant growth—a critical assessment.* Advances in agronomy, 108: p. 77-136, (2010).
[17] Estrada-De Los Santos, P., R.o. Bustillos-Cristales and J. Caballero-Mellado, *Burkholderia, a genus rich in plant-associated nitrogen fixers with wide environmental and geographic distribution.* Applied and environmental microbiology, 67(6): p. 2790-2798, (2001).
[18] Fuentes-Ramírez, L.E., R. Bustillos-Cristales, A. Tapia-Hernández, T. Jiménez-Salgado, E.T. Wang, E. Martínez-Romero and J. Caballero-Mellado, *Novel nitrogen-fixing acetic acid bacteria, Gluconacetobacter johannae sp. nov. and Gluconacetobacter azotocaptans sp. nov., associated with coffee plants.* International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology, 51(4): p. 1305-1314, (2001).
[19] Mirza, M.S., S. Mehnaz, P. Normand, C. Prigent-Combaret, Y. Moënne-Loccoz, R. Bally and K.A. Malik, *Molecular characterization and PCR detection of a nitrogen-fixing Pseudomonas strain promoting rice growth.* Biology and Fertility of Soils, 43(2): p. 163-170, (2006).
[20] Döbereiner, J., V. Reis, M. Paula and F.d. Olivares, *Endophytic diazotrophs in sugar cane, cereals and tuber plants*, in *New horizons in nitrogen fixation*. 1993, Springer. p. 671-676.
[21] Shantharam, S. and A.K. Mattoo, *Enhancing biological nitrogen fixation: an appraisal of current and alternative technologies for N input into plants*, in *Opportunities for Biological Nitrogen Fixation in Rice and Other Non-Legumes*. 1997, Springer. p. 205-216.
[22] Rao, V., B. Ramakrishnan, T. Adhya, P. Kanungo and D. Nayak, *Current status and future prospects of associative nitrogen fixation in rice.* World Journal of Microbiology and Biotechnology, 14(5): p. 621-633, (1998).

[23] Jensen, E.S. and H. Hauggaard-Nielsen, *How can increased use of biological N 2 fixation in agriculture benefit the environment?* Plant and Soil, 252(1): p. 177-186, (2003).
[24] Gyaneshwar, P., G.N. Kumar, L. Parekh and P. Poole, *Role of soil microorganisms in improving P nutrition of plants*, in *Food Security in Nutrient-Stressed Environments: Exploiting Plants' Genetic Capabilities*. 2002, Springer. p. 133-143.
[25] Kumar, V. and N. Narula, *Solubilization of inorganic phosphates and growth emergence of wheat as affected by Azotobacter chroococcum mutants.* Biology and Fertility of Soils, 28(3): p. 301-305, (1999).
[26] Whitelaw, M.A., *Growth promotion of plants inoculated with phosphate-solubilizing fungi.* Advances in Agronomy, 69: p. 99-151, (1999).
[27] Yadav, K. and K. Dadarwal, *Phosphate solubilization and mobilization through soil microorganisms.* Biotechnological approaches in soil microorganisms for sustainable crop production. Scientific Publishers, Jodhpur: p. 293-308, (1997).
[28] Çakmakçı, R., *Bitki gelişimini teşvik eden rizobakterilerin tarımda kullanımı.* Journal of the Faculty of Agriculture, 36(1), (2005).
[29] Illmer, P. and F. Schinner, *Solubilization of inorganic phosphates by microorganisms isolated from forest soils.* Soil Biology and Biochemistry, 24(4): p. 389-395, (1992).
[30] Arora, D. and A. Gaur, *Microbial solubilization of different inorganic phosphates [India]. Short communication.* Indian Journal of Experimental Biology, (1979).
[31] Rodríguez, H. and R. Fraga, *Phosphate solubilizing bacteria and their role in plant growth promotion.* Biotechnology advances, 17(4): p. 319-339, (1999).
[32] Halder, A. and P. Chakrabartty, *Solubilization of inorganic phosphate byRhizobium.* Folia Microbiologica, 38(4): p. 325-330, (1993).
[33] Vázquez, P., *México. Bacterias solubilizadoras de fosfatos inorgánicos asociadas a la rhizosfera de los mangles: Avicennia germinans (L.) L y Laguncularia racemosa (L.) Gerth*. 1996, Tesis para el título de Biologo Marino. Univ. Autónoma de Baja California Sur. La Paz, BCS.
[34] De Freitas, J., M. Banerjee and J. Germida, *Phosphate-solubilizing rhizobacteria enhance the growth and yield but not phosphorus uptake of canola (Brassica napus L.).* Biology and Fertility of Soils, 24(4): p. 358-364, (1997).
[35] Pal, S.S., *Interactions of an acid tolerant strain of phosphate solubilizing bacteria with a few acid tolerant crops.* Plant and soil, 198(2): p. 169-177, (1998).
[36] Çakmakçı, R., *Stres koşullarında ACC deaminaze üretici bakteriler tarafından bitki gelişiminin teşvik edilmesi.* Journal of the Faculty of Agriculture, 40(1), (2009).
[37] Abeles, F., *Roles and physiological effects of ethylene in plant physiology: dormancy, growth, and development.* Ethylene in Plant Biology, (1992).
[38] Johnson, P.R. and J.R. Ecker, *The ethylene gas signal transduction pathway: a molecular perspective.* Annual review of genetics, 32(1): p. 227-254, (1998).
[39] Frankenberger Jr, A.M., *Ethylene: agricultural sources and applications*. 2002, Kluwer Academic/Plenum, New York, New York, USA.
[40] Frankenberger Jr, W.T. and A. Muhammad, *Phytohormones in soils: microbial production and function*. 1995: Marcel Dekker Inc.
[41] Wang, C., E. Knill, B.R. Glick and G. Défago, *Effect of transferring 1-aminocyclopropane-1-carboxylic acid (ACC) deaminase genes into Pseudomonas fluorescens strain CHA0 and its gac A derivative CHA96 on their growth-promoting and disease-suppressive capacities.* Canadian Journal of Microbiology, 46(10): p. 898-907, (2000).
[42] Babalola, O.O., E.O. Osir, A.I. Sanni, G.D. Odhiambo and W.D. Bulimo, *Amplification of 1-amino-cyclopropane-1-carboxylic (ACC) deaminase from plant growth promoting rhizobacteria in Striga-infested soil.* African Journal of Biotechnology, 2(6): p. 157-160, (2003).
[43] Safronova, V.I., V.V. Stepanok, G.L. Engqvist, Y.V. Alekseyev and A.A. Belimov, *Root-associated bacteria containing 1-aminocyclopropane-1-carboxylate deaminase improve growth and nutrient uptake by pea genotypes cultivated in cadmium supplemented soil.* Biology and Fertility of Soils, 42(3): p. 267-272, (2006).
[44] Bahadır, P.S., Ö. Güvenenler and R. Eltem, *Bitki Gelişimini Teşvik Eden Rizobakterilere Ait Patentlerin İncelenmesi.* Marmara Fen Bilimleri Dergisi, 1: p. 1-19, (2017).

ANTIOXIDANT SYSTEMS

ANTİOKSİDAN SİSTEMLER

Şeyma Arıkan[a], Muzaffer İpek[b], Lütfi Pırlak[c]
[a] Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü, Konya, TÜRKİYE, e-mail: arikan@selcuk.edu.tr
[b] Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü, Konya, TÜRKİYE, e-mail: mipek@selcuk.edu.tr
[c] Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü, Konya, TÜRKİYE, e-mail: pirlak@selcuk.edu.tr

Özet

Bitkiler, hayatları boyunca çeşitli ve karmaşık etkileşimler içeren sayısız çevresel stres faktörleri ile karşı karşıya gelmektedirler. Bu stres faktörleri abiyotik ve biyotik faktörler olup bitkilerde ürün kaybına ve verimlilikte düşüşlere sebep olmaktadır. Bitkiler bu stres faktörlerine uyum sağlamak ve hayatta kalmak için birtakım mekanizmalar geliştirmişlerdir. Bu mekanizmalar fizyolojik, moleküler ve hücresel yanıtları içerir. Kuraklık, tuzluluk, yüksek ve düşük sıcaklıklar gibi abiyotik stres faktörlerinde bitki hücrelerine zarar veren reaktif oksijen türleri (ROT) meydana gelmektedir ve bu ROT'lar bitkilerde oksidatif hasara neden olmaktadır. Bu oksidatif hasara karşı bitkiler enzimatik ve enzimatik olmayan antioksidan savunma mekanizmalarına sahiptirler. Bu derlemede bitkilerin sahip olduğu bazı antioksidan sistemlerden bahsedilmiştir.

Anahtar kelimeler: Stres faktörleri, oksidatif stres, ROT, antioksidanlar

Abstract

Plants are faced with numerous environmental stress factors that involve diverse and complex interactions throughout their lives. These stress factors are abiotic and biotic factors and cause crop loss and productivity decrease in plants. The plants to adapt to these stress factors and to survive have developed some mechanisms. These mechanisms include physiological, molecular, and cellular responses. Reactive oxygen species (ROS), which damage plant cells in abiotic stress factors such as drought, salinity, high and low temperatures are occurred and these ROS cause oxidative damage in plants. Plants against this oxidative damage have enzymatic and non-enzymatic antioxidant defense mechanisms. In this review some antioxidant systems that plants have been mentioned

Keywords: Stress factors, oxidative stress, ROS, antioxidants

1. Giriş

Çevre faktörleri bir organizmayı birçok yolla etkileyebilir. Çevre faktörleri abiyotik ve biyotik faktörlerdir. Bitkiler her zaman bu çevre faktörlerini optimum yoğunlukta ve miktarda bulamayabilirler. İşte bu çevre faktörlerinin uygun olmayan ve zararlı miktarları bitkilerde normal olmayan fizyolojik etkiler göstermektedir. Bitkilerde meydana gelen bu durum stres olarak adlandırılır. Stres etmenleri abiyotik ve biyotik stres faktörleri olmak üzere iki grupta incelenmektedir [1, 2]. Abiyotik stres etmenleri kuraklık, tuzluluk, yüksek ve düşük sıcaklıklar, besin elementlerinin eksikliği ve fazlalığı vb. olabilmekle birlikte, biyotik stres etmenleri zararlılar ve hastalık oluşturan patojenler olabilmektedir (Çizelge 1.1.).

Bitkiler, doğaları gereği karşılaştıkları stres etmenlerinden kaçma yeteneğine sahip olamadıklarından strese doğrudan maruz kalmaktadırlar. Bu doğrudan etki bitki büyümesini ve gelişmeyi olumsuz etkileyerek doku ve organların ölümüne neden olmaktadır [3, 4]. Stres etmenlerinin neden olduğu zarar; bitkinin türüne, tolerans ve adaptasyon kabiliyetine bağlı olarak değişiklik göstermektedir. Yaşamları boyunca bitkilerin doğada birçok stres faktörü ile karşılaştıkları düşünüldüğünde stresle ilişkili mekanizmaların aydınlatılması ve toleranslı tür ve çeşitlerin geliştirilmesi oldukça önemlidir.

Çizelge 1.1. Bitkilerdeki stres faktörleri

Abiyotik Stres Faktörler		Biyotik Stres Faktörler
Fiziksel Stresler	**Kimyasal Stresler**	**Biyolojik Stresler**
Kuraklık	Hava kirliliği	Rekabet
Sıcaklık	Allelokimyasallar	Alleopati
Radyasyon	Besinler (inorganik maddeler)	Simbiyosis
Sel	Pestisitler, Toksinler	İnsan tahribi
Elektrik	Tuzlar	Hastalık etkenleri
Manyetik alan, Rüzgar	Toprağın pH'sı	Böcekler

2. Bitkilerde Oksidatif Stres

Bitkiler gelişimleri boyunca meydana gelen kuraklık, tuzluluk, su basması, aşırı soğuk ve sıcaklıklar, radyasyon, böcek zararı, toksik metaller, bakteri ve mantarlar gibi biyotik ve abiyotik stres faktörlerinden olumsuz yönde etkilenir [5]. Tüm bu olumsuz faktörler sonucunda bitkilerde, bitki bünyesine zarar veren süperoksit molekülü (O_2^-), singlet oksijen ($^1O_2$), hidrojen peroksit (H_2O_2) ve hidroksil radikalleri (OH^-) gibi çeşitli reaktif oksijen türleri (ROT) oluşmaktadır. Bu ROT'lar ise bitki hücrelerinde oksidatif strese neden olur. Reaktif oksijen türleri (ROS), stres şartlarında oksijenin elektron alarak indirgenmesi sonucunda aerobik metabolizma sürecinde üretilmekte ve en az bir çift eşleşmemiş elektrona sahip oldukları için kararsız haldedirler [6, 7]. Hücresel metabolizmalarda ROT'lar normal şartlarda sürekli üretilmektedir ve çeşitli korunma sistemleri ile düşük konsantrasyonlarda tutulmaktadır. Bitki gelişiminde önemli rol oynayan hormonal sinyal üretiminde ve metabolik ve fizyolojik düzenlemelerde "oksidatif sinyal molekülü" olarak da görev yaparlar [8]. Ancak, çevresel stres faktörlerinin (tuzluluk, kuraklık, yüksek veya düşük sıcaklık, UV, ozon gibi) etkisi ROS'ların sentezlenmesini tetikleyerek birikimine neden olur [9].

Kuraklık, tuzluluk, su basması, aşırı soğuk ve sıcaklıklar gibi abiyotik stres faktörleri ile karşılaşan bitkilerde stomalar kapanmakta ve bu da hem fotosentetik hem de solunumdaki elektron taşınımının sekteye uğramasına neden olmaktadır [10]. Sonuçta Calvin döngüsünde ortamda indirgenecek $NADP^+$ olmayınca ferrodoksinin fazla elektronu moleküler O_2'ye transferi sonucunda reaktif O_2^- radikali üretilir (Mehler reaksiyonu) [11]. Bu radikal direkt olarak zararlı olmamakla birlikte, H_2O_2 kaynağı olması ve geçiş metalleri iyonlarının indirgeyicisi olması ile dolaylı etkilere sahiptir. O_2^- radikalinin çevresindeki moleküllerin iki proton ile birleşmesi sonucu hidrojen peroksit ve O_2 meydana gelir. H_2O_2; demir, bakır veya diğer geçiş metallerinin varlığında Fenton reaksiyonu sonucu oluşan O_2^- radikali ile en reaktif ve zarar verici olan hidroksil radikalini (OH^-) oluşturur (Haber-Weiss reaksiyonu) [12, 13]. Oluşan bu OH^- ise tiyoller ve yağ asitleri ile tepkimeye girerek diğer zararlı radikallerin (R^*, ROO^*, RS^* vb.) oluşumuna neden olur [14].

$$Fe^{3+} + O_2^{*-} \longleftrightarrow Fe^{2+} + O_2$$

$$Fe^{3+} + O_2^{*-} \longrightarrow Fe^{3+} + HO^* + OH^-$$

Fenton Reaksiyonu

$$O_2^{*-} + H_2O_2 \xleftrightarrow{\text{Cu ve/veya Fe}} O_2 + HO^* + OH^-$$

Haber-Weiss Reaksiyonu

Şekil 2.1. Reaktif oksijen türlerinin oluşumu

Bitkiler stres şartlarında oluşan bu ROT'ların zararlı etkilerinden korumak için çeşitli enzimatik ve enzimatik olmayan antioksidan savunma sistemlerine sahiptir. Antioksidanlar, okside olabilen substratlara kıyasla düşük konsantrasyonlarda bulunan ve substratların oksidasyonunu önleyen veya geciktiren maddeler olarak tanımlanmakta ve enzimatik ve enzimatik olmayan antioksidanlar olmak üzere iki kısma ayrılmaktadır [15]. Enzimatik olmayan antioksidanlar tokoferoller, askorbik asit, karotenoidler, glutatyon, askorbat ve fenolik bileşiklerdir. Enzimatik antioksidanlar ise süperoksit dismutaz (SOD), katalaz (CAT), askorbat peroksidaz

(APX), glutatyon peroksidaz (GPX), glutatyon redüktaz (GR), glutatyon S-transferaz (GST) ve glukoz 6-fosfat dehidrogenaz (G6PD) olarak bilinmektedir [16].

2.1. Enzimatik Olmayan Antioksidanlar

2.1.1.Askorbik asit (Vitamin C)

Doğada en çok bulunan ve oksidadif stresstte en etkili antioksidandır [17]. Askorbik asidin stres altındaki bitkilerdeki temel rolü H_2O_2' in zararlı etkilerini ve diğer toksik oksijen türevlerinin etkilerini savuşturmaktır. Mitokondride sentezlenmektedir ve diğer hücrelere kolaylaştırılmış difüzyon yolu ile taşınmaktadır [18].

2.1.2. Glutatyon (GSH)

Sistein içeren bir tripeptittir ve ROS'ların süpürülmesine karşı en etkili metabolitlerden birisidir [19]. Antioksidan savunma sisteminde GSH, askorbat-glutatyon döngüsüne askorbatın yeniden üretiminde önemli bir role sahiptir [20]. Glutatyon, DHAR enzimi ve ksenobiyotiklerin detoksifikasyonunda önemli rol oynayan glutasyon -S- transferazın (GST) substratı olarak görev yapmaktadır [21].

2.1.3. Tokoferoller (Vitamin E)

Bitkilerde 4 izoenzim (α-, β-, γ- ve δ-) formunda bulunmaktadır, fakat en yüksek antioksidan aktivitesine sahip olan ve en iyi bilinen formu α-tokoferollerdir [22, 23]. Lipit peroksil radikallerinin süpürülmesinde görevlidirler ve bitkilerde kloroplast membranlarında fotooksidatif stresle başa çıkmada önemli rol oynamaktadır [24, 25].

2.1.4. Karotenoidler

Bitkilerde yaygın olarak bulunun ve 600'dan fazla çeşidi olan renk pigmentleridir. En bilineni vitamin A'nın öncül maddesi olan β-karotendir [26]. Karotenoidler özellikle singlet oksijenin ve peroksil radikallerini detoksifikasyonunda etkili olan antioksidanlardır [27].

2.1.5. Fenolik bileşikler

Antioksidan fonksiyona sahiptirler ve fenolik asitler ve flavonoidler gibi farklı gruplara ayrılmaktadırlar [25]. Flavonoidler sekonder metabolitler olup polifenolik bileşiklerdir. Süperoksit radikali (O_2^-), lipid alkolsil (RO^*), lipid peroksil (ROO^*) ve NO^* radikallerinin süpürülmesinde, Fe ve Cu şelatlama ve α-tokoferol rejenerasyonunda görev aldıkları belirtilmektedir [28, 29].

2.2. Enzimatik Antioksidanlar

2.2.1. Süperoksit Dismutaz (SOD)

Süperoksit radikalini (O_2^-) oksijen (O_2) ve hidrojen peroksite (H_2O_2) dönüştürmektedir [30]. Bitkilerdeki SOD'lar bünyelerindeki metal kofaktörlere göre Fe-SOD, Cu/Zn-SOD ve Mn-SOD olmak üzere 3 izoenzim formunda bulunmaktadır. Fe-SOD'lar plastitler, Mn-SOD'lar mitokondri ve peroksizom ve Cu/Zn-SOD ise kloroplast, sitoplazma ve hücresel arası boşluklarda bulunmaktadır [31, 32].

2.2.2. Katalaz (KAT)

Çoğunlukla peroksizomlarda bulunmaktadırlar ve hidrojen peroksitin (H_2O_2), O_2 ve H_2O'ya dönüştürülmesinden sorumludurlar. KAT nuklear genler tarafından kodlanan tetramerik demir porfirinlerdir [9].

2.2.3. Peroksidaz (POD)

SOD enzim aktivitesi sonucu ortaya çıkan H_2O_2'in kloroplastlarda süpürülmesinde rol oynayan önemli enzimlerden birisidir [33]. Peroksidazlar, *hem* yapısına sahip askorbat peroksidaz (APX) ve guasiol tip peroksidazları (GPX) içeren glikoproteinlerdir. POD, lignin ve etilen biyosentezi, IAA'nın bozulması, proteinlerin toplanması gibi birçok fizyolojik metobolizmada görev almaktadır [34].

2.2.4. Askorbat Peroksidaz (APX)

Hücrede kloroplast stromasındaki çözünebilir (sAPX), tillakoyide bağlı (tAPX), sitosolik (cAPX) ve glioksizom membranına (gmAPX) bağlı olmak üzere 4 farklı formda bulunmaktadır [35]. APX, askorbat-glutatyon döngüsünde yer alır ve askorbik asidi elektron verici olarak kullanarak hidrojen peroksiti indirger [36, 37].

2.2.5. Glutatyon Peroksidaz (GPX)

Glutatyonu kullanarak organik ve lipit hidroperoksitlerin ve H_2O_2'in indirgenmesini katalize ederek bitkileri oksidatif hasardan korurlar [21, 38].

2.2.6. Glutatyon Redüktaz (GR)

Halliwell-Asada döngüsünün son enzimidir ve kloroplast, sitozol ve mitokondride yer almaktadır [39, 40]. GR enzimi; H_2O_2'in süpürülmesinde sınırlayıcı bir enzimdir ve askorbatın yeniden üretiminde istenen yüksek GSH/GSSG oranının korunmasında gereklidir [41].

2.3. Bitkilerde ROT'ların Savuşturulması

Bitkiler karşılaştıkları olumsuz çevre şartlarında strese girmektedirler. Bu stres faktörlerinde bitki hücrelerinde ROT'lar meydana gelmektedir. ROT'ların detoksifikasyonu, süperoksit radikalinin (O_2^-) SOD enzimi tarafından H_2O_2 ve O_2'ye dönüştürülmesi ile başlamaktadır. Meydana gelen H_2O_2'in hücredeki metal iyonları ile etkileşime girerek OH^- radikali oluşturarak zarar meydana getirmemesi için KAT enzim veya APX enzim aktivitesi ile H_2O'ya indirgenir. Ancak KAT enzim aktivitesi H_2O_2 için çok düşük bir etkileşim gücüne sahiptir [42]. Bu nedenle H_2O_2'in detoksifikasyon askorbat-glutatyon döngüsünde APX enzimi aktivitesi ile daha etkili bir yol izlenmektedir [33]. Bu reaksiyonda APX askorbik asidi kullanarak H_2O_2'i süpürürken askorbat, monodehidroaskorbata (MDHA) yükseltgenir. Monodehidroaskorbat redüktaz (MDHAR) enzim aktivitesi ile MDHA yeniden askorbata dönüştürülür [31, 43]. Ayrıca monodehidroaskorbat, enzimatik olmayan bir yolla dehidroaskorbata (DHA) indirgenir. Dehidroaskorbat redüktaz (DHAR) aktivitesi ile de dehidroaskorbat okside glutatyona (GSH) ve glutatyon redüktaz (GR) enzim aktivitesi ile de askorbata indirgenir. Bu askorbat-glutatyon döngüsünde indirgenmiş glutatyon (GSH), DHAR enzim aktivitesi ile yükseltgenmiş glutatyona (GSSG) ve yükseltgenmiş glutatyonda (GSSG) GR enzim aktivitesi ile tekrar indirgenmiş glutatyona (GSH) dönüştürülür (Halliwell-Asada yolu) [7, 44].

3. Sonuç

Günümüzde tarımsal üretim alanları birçok abiyotik ve biyotik stresin etkisindedir. Dünya üzerindeki tarım alanlarının sadece %10' nun hiçbir çevresel etmenlerle karşılaşmadığı bildirilmiştir. Abiyotik stres faktörleri, bitkilerde morfolojik, anatomik, fizyolojik, biyokimyasal ve moleküler düzeyde pek çok değişikliklere neden olmaktadır. Bitkiler bu stres faktörlerinden korunmak için bazı savunma mekanizmaları geliştirmişlerdir. Buradan yola çıkarak strese dayanıklı bitkilerin geliştirdikleri savunma mekanizmalarının anlaşılması stres koşullarda yetiştirilen bitkiler için önemli bir adım olacaktır.

Kaynaklar

[1] Mahajan, S. and N. Tuteja, *Cold, salinity and drought stresses: an overview.* Archives of biochemistry and biophysics. 444(2): p. 139-158, (2005).

[2] Schulze, E., E. Beck, and K. Hohenstein, *Environment as stress factor: stress physiology of plants.* Plant Ecology. 702p, (2005).

[3] Van Velthuizen, H., *Mapping biophysical factors that influence agricultural production and rural vulnerability*. Environment and Natural Resources Series No. 11. 2007, Rome, Italy Food & Agriculture Org.

[4] Kardaş, Ş. and G. Ökmen, *ACC Deaminaz ve Mikroorganizmalar.* Türk Bilimsel Derlemeler Dergisi 7(1): p. 69-78, (2014).

[5] Çakmakçı, R., *Stres Koşullarında ACC Deaminaze Üretici Bakteriler Tarafından Bitki Gelişiminin Teşvik Edilmesi.* Atatürk Üniv. Ziraat Fak.Derg. 40(1): p. 109-125, (2009).

[6] İpek, M., *In Vıtro Şartlarda Garnem ve Myrobolan 29C Anaçlarının Kurak Stresine Karşı Tepkilerinin Belirlenmesi* in *Fen Bilimleri Enstitüsü Bahçe Bitkleri Ana Bilim Dalı*. 2015, Selçuk Üniversitesi: Konya. p. 142.

[7] Apel, K. and H. Hirt, *Reactive oxygen species: metabolism, oxidative stress, and signal transduction.* Annu. Rev. Plant Biol. 55: p. 373-399, (2004).

[8] Swanson, S. and S. Gilroy, *ROS in plant development.* Physiologia Plantarum. 138(4): p. 384-392, (2010).

[9] Gill, S.S. and N. Tuteja, *Reactive oxygen species and antioxidant machinery in abiotic stress tolerance in crop plants.* Plant physiology and biochemistry. 48(12): p. 909-930, (2010).

[10] Allakhverdiev, S.I., et al., *Genetic engineering of the unsaturation of fatty acids in membrane lipids alters the tolerance of Synechocystis to salt stress.* Proceedings of the National Academy of Sciences. 96(10): p. 5862-5867, (1999).

[11] Tambussi, E.A., et al., *Oxidative damage to thylakoid proteins in water‐stressed leaves of wheat (Triticum aestivum).* Physiologia Plantarum. 108(4): p. 398-404, (2000).

[12] Parvaiz, A., U. Shahid, and S. Satyawati, *Mechanism of free radical scavenging and role of phytohormones in plants under abiotic stresses*, in *Plant adaptation and phytoremediation*. 2010, Springer. p. 99-118.

[13] Jamei, R., et al., *Hypoxia induced changes in the lipid peroxidation, membrane permeability, reactive oxygen species generation, and antioxidative response systems in Zea mays leaves.* Turkish Journal of Biology. 33(1): p. 45-52, (2009).

[14] Yılmaz, E., A. Tuna, and B. Bürün, *Bitkilerin tuz stresi etkilerine karşı geliştirdikleri tolerans stratejileri.* Celal Bayar Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi. 7(1): p. 47-66, (2011).

[15] Becker, E.M., L.R. Nissen, and L.H. Skibsted, *Antioxidant evaluation protocols: Food quality or health effects.* European Food Research and Technology. 219(6): p. 561-571, (2004).

[16] Schafer, F.Q., et al., *Comparing β-carotene, vitamin E and nitric oxide as membrane antioxidants.* Biological chemistry. 383(3-4): p. 671-681, (2002).

[17] Smirnoff, N., *Ascorbic acid: metabolism and functions of a multi-facetted molecule.* Current opinion in plant biology. 3(3): p. 229-235, (2000).

[18] Foyer, C.H. and G. Noctor, *Redox homeostasis and antioxidant signaling: a metabolic interface between stress perception and physiological responses.* The Plant Cell. 17(7): p. 1866-1875, (2005).

[19] Davies, K.J., *Oxidative stress, antioxidant defenses, and damage removal, repair, and replacement systems.* IUBMB life. 50(4-5): p. 279-289, (2000).

[20] Foyer, C.H., et al., *Hydrogen peroxide‐and glutathione‐associated mechanisms of acclimatory stress tolerance and signalling.* Physiologia Plantarum. 100(2): p. 241-254, (1997).

[21] Noctor, G., et al., *Interactions between biosynthesis, compartmentation and transport in the control of glutathione homeostasis and signalling.* Journal of experimental botany. 53(372): p. 1283-1304, (2002).

[22] Kruk, J., et al., *Tocopherol as singlet oxygen scavenger in photosystem II.* Journal of plant physiology. 162(7): p. 749-757, (2005).

[23] Wu, G., et al., *The mutual responses of higher plants to environment: physiological and microbiological aspects.* Colloids and Surfaces B: Biointerfaces. 59(2): p. 113-119, (2007).
[24] Ivanov, B., et al., *Characterization of photosynthetic electron transport in bundle sheath cells of maize. I. Ascorbate effectively stimulates cyclic electron flow around PSI.* Planta. 220(4): p. 572-581, (2005).
[25] Büyük, İ., et al., *Bitkilerin stres koşullarına verdiği moleküler cevaplar.* Türk Hijyen ve Deneysel Biyoloji Dergisi. 69(2): p. 97-110, (2012).
[26] Foyer, C.H., M. Lelandais, and K.J. Kunert, *Photooxidative stress in plants.* Physiologia plantarum. 92(4): p. 696-717, (1994).
[27] Collins, A.R., *Carotenoids and genomic stability.* Mutation Research/Fundamental and Molecular Mechanisms of Mutagenesis. 475(1): p. 21-28, (2001).
[28] Løvdal, T., et al., *Synergetic effects of nitrogen depletion, temperature, and light on the content of phenolic compounds and gene expression in leaves of tomato.* Phytochemistry. 71(5): p. 605-613, (2010).
[29] Miller, N.J. and M.B. Ruiz-Larrea, *Flavonoids and other plant phenols in the diet: Their significance as antioxidants.* Journal of nutritional & environmental medicine. 12(1): p. 39-51, (2002).
[30] Mittova, V., et al., *Salt stress induces up‐regulation of an efficient chloroplast antioxidant system in the salt‐tolerant wild tomato species Lycopersicon pennellii but not in the cultivated species.* Physiologia Plantarum. 115(3): p. 393-400, (2002).
[31] Luis, A., et al., *Reactive oxygen species, antioxidant systems and nitric oxide in peroxisomes.* Journal of Experimental Botany. 53(372): p. 1255-1272, (2002).
[32] Mittler, R., *Oxidative stress, antioxidants and stress tolerance.* Trends in plant science. 7(9): p. 405-410, (2002).
[33] Asada, K., *Production and scavenging of active oxygen in photosynthesis.* Plant Physiology. 141(2): p. 391-396, (1987).
[34] Radić, S., M. Radić-Stojković, and B. Pevalek-Kozlina, *Influence of NaCl and mannitol on peroxidase activity and lipid peroxidation in Centaurea ragusina L. roots and shoots.* Journal of plant physiology. 163(12): p. 1284-1292, (2006).
[35] Madhusudhan, R., et al., *Characterization of an ascorbate peroxidase in plastids of tobacco BY-2 cells.* Physiologia Plantarum. 117(4): p. 550-557, (2003).
[36] Mittler, R. and B. Zilinskas, *Molecular cloning and characterization of a gene encoding pea cytosolic ascorbate peroxidase.* Journal of Biological Chemistry. 267(30): p. 21802-21807, (1992).
[37] Bowler, C., M.v. Montagu, and D. Inze, *Superoxide dismutase and stress tolerance.* Annual review of plant biology. 43(1): p. 83-116, (1992).
[38] Hiraga, S., et al., *A large family of class III plant peroxidases.* Plant and Cell Physiology. 42(5): p. 462-468, (2001).
[39] Hausladen, A. and R. Alscher, *Glutathione.* Antioxidants in Higher Plants. CRC Press, Boca Raton, FL: p. 1-30, (1993).
[40] Creissen, G., et al., *Manipulation of glutathione reductase in transgenic plants: implications for plants' responses to environmental stress.* Proceedings of the Royal Society of Edinburgh. Section B. Biological Sciences. 102: p. 167-175, (1994).
[41] Sudhakar, C., A. Lakshmi, and S. Giridarakumar, *Changes in the antioxidant enzyme efficacy in two high yielding genotypes of mulberry (Morus alba L.) under NaCl salinity.* Plant Science. 161(3): p. 613-619, (2001).
[42] Halliwell, B., *Free radicals, oxygen toxicity and aging.* Age pigments: p. 1-62, (1981).
[43] Foyer, C.H. and J. Harbinson, *Oxygen metabolism and the regulation of photosynthetic electron transport.* Causes of photooxidative stress and amelioration of defense systems in plants: p. 1-42, (1994).
[44] Møller, I.M., P.E. Jensen, and A. Hansson, *Oxidative modifications to cellular components in plants.* Annu. Rev. Plant Biol. 58: p. 459-481, (2007).

Biyosistem Mühendisliği

(Biosystem Engineering)

PERFORMANCE EVALUATION OF SPRINGLER HEADS IN COMMON USE IN VEZIRKOPRU DISTRICT OF SAMSUN PROVINCE

SAMSUN İLİ VEZİRKÖPRÜ YÖRESİNDE KULLANILAN YAĞMURLAMA BAŞLIKLARININ PERFORMANS DEĞERLENDİRMESİ

Büşra Koç[a] Servet Tekin[b] Kadir Ersin Temizel[c] Hasan Değirmenci[d]
[a]Kahramanmaraş Sütcü İmam Üniversitesi Ziraat Fakültesi Biyosistem Mühendisliği Bölümü, KAHRAMANMARAŞ, TÜRKİYE, servettekin@ksu.edu.tr
[b] Kahramanmaraş Sütcü İmam Üniversitesi Ziraat Fakültesi Biyosistem Mühendisliği Bölümü, KAHRAMANMARAŞ, TÜRKİYE, bsr_kc55@hotmail.com
[c]Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü, SAMSUN, TÜRKİYE, ersint@omu.edu.tr
[d] Kahramanmaraş Sütcü İmam Üniversitesi Ziraat Fakültesi Biyosistem Mühendisliği Bölümü, KAHRAMANMARAŞ, TÜRKİYE, değirmenci@ksu.edu.tr

Özet

Bu çalışma Samsun ilinin Vezirköprü ilçesine bağlı Çalköy tarım alanlarında yaygın olarak kullanılan 3 farklı yağmurlama başlığının su dağlım performanslarını değerlendirmek, amacıyla 2016 yılında yürütülmüştür. Çalışmada yöre çiftçisi tarafından yaygın kullanılan İbis, Bereket-2 ve Skipper yağmurlama başlıkları test edilmiştir. Bu değerlendirme çalışmasında Christiansen Eşdağılım Katsayısı (CU), dağılım türdeşliği (DU), yağmurlama baslık basıncı ve değişimi, yağmurlama başlık debisi ve değişimi, sulama suyunun tarla yüzeyine dağılımı ile sulama yeterliliği değerlendirilmiştir. Çalışma sonucunda İbis yağmurlama başlığı için en uygun tertip sisteminin 12x18 olduğu ve 2.0 atm işletme basıncı altında CU değerinin en yüksek değer olan %95.0 olduğu, Bereket-2 yağmurlama başlığı için bu değerin 1.0 atm basınç altında CU değerinin %93.6 olduğu ve Skipper yağmurlama başlık için en yüksek CU değerine 1.5 atm basınç altında 6x6 tertip sisteminde %95.2 değerlerde olduğu belirlenmiştir. Ayrıca en yüksek DU değerleri İbis yağmurlama başlığı için 1 atm basınç altında 6x6 tertip sisteminde 93.6, Bereket-2 için 1.0 atm basınç altında 6x6 tertip sisteminde %92.1 ve Skipper için 1.5 atm basınç altında 6x6 tertip sisteminde %93.0 olarak belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Yağmurlama başlığı, Christiansen Eşdağılım Katsayısı, Dağılım türdeşliği

Abstract

This study was conducted in 2016 to evaluate the water dispersion performances of 3 different sprinkler heads used commonly in Vezirköy district's Çalköy fields of Samsun province. In the present study İbis, Bereket-2 and Skipper sprinkler heads used extensively by local farmers were tested to determine their Christiansen's uniformity coefficient (CU), distribution uniformity (DU), sprinkler head pressure and variations, sprinkler head flow rate and variations, distribution of irrigation water to field surface and irrigation adequacy values. It was found that under 2 atm operation pressure the CU was %95 and optimal layout system was 6x6 for İbis sprinkler head, CU was %93.6 under 1 atm pressure for Bereket-2 sprinkler head and CU was %95.2 under 1.5 atm pressure with 6x6 layout system for Skipper sprinkler head. Also it was found that flow rates and pressure variations were above the allowed limits and highest DU values for İbis under 1 atm pressure with 6x6 layout was %93.6, for Bereket-2 under 1.0 atm pressure with 6x6 layout was %92.1 and for Skipper under 1.5 atm pressure with 6x6 layout was %93.0.

Keywords: Sprinkler heads, Christiansen's Uniformity Coefficient, Distribution Uniformity

1. Giriş

Sulama yöntemleri, yüzey ve basınçlı olmak üzere iki grupta toplanabilir. Suyun kıt ve maliyetin yüksek olduğu koşullarda, infiltrasyon hızı yüksek, su tutma kapasitesi düşük topraklarda, yüksek eğilimli dalgalı alanlarda, topraktaki nem eksikliğine duyarlı ve ekonomik verimi yüksek olan bitkiler ile özellikle meyve ağaçlarının sulanmasında basınçlı sulama yöntemleri daha uygun olmaktadır [1].

Yağmurlama sulama yöntemlerinin yüzey sulama yöntemlerine karşın birçok avantajı bulunmasına karşın, aşırı rüzgâr ile iyi plan ve uygulama yapılamaması durumunda tüm arazi içerisinde eş su dağılımının sağlanamaması gibi dezavantajları da bulunmaktadır. Yağmurlama sulama sistemlerinden istenilen başarının sağlanabilmesi için kullanılan yağmurlama başlığının, uygun tertip aralıklarında performans testlerinin yapılmasıyla bu dezavantajları ortadan kaldırılabilir.

Yağmurlama sulama uygulamalarında başlıkların eş su dağılım deseninin belirlenmesi ve üniformitenin sağlanabilmesi için eş su dağılım katsayısı (CU) ile beraber su dağılım yeksenaklığı (DU) değerleri kullanılmaktadır. Yapılan çalışmalarda CU değerlerinin %84'den az olmaması ve DU değerlerinin ise %75'den büyük olması istenmektedir [2].

Yağmurlama sulama sistemlerinde kullanılan başlık tiplerinin bayi kataloglarında belirtilen basınç, meme çapları ve su atma uzaklığına ilişkin geniş bilgiler verilmekte ise de başlıkların mevcut su dağılım üniformluğu açısından yeterli düzeyde bilgi bulunmamaktadır. Yağmurlama sulama yöntemi ile su uygulaması sonrası üniform bir su dağılımının oluşmasının sağlanması bu amaçla yağmurlama başlıklarının, arazi koşullarında ve en uygun işletme basınçları altında su dağılım deseninin belirlenmesi için başlık denemeleri test edilmelidir.

Balaban ve ark (1969) [3], yapmış oldukları çalışmalarda yağmurlama sulama sistemlerinde suyun dağılımına etki eden en önemli etkenin rüzgâr hızı ve yönü olduğunu söylemişlerdir. Ayrıca rüzgârın yön ve hızının sürekli olarak değiştiği durumlarda, arazide oluşması beklenen su dağılım üniformluğunun elde edilemeyeceğini saptamışlardır.

Kanber (1997) [4], yağmurlama başlıklarının temel görevinin yüzey akışına ve kök bölgesinden dreneja neden olmaksızın suyu arazi yüzeyinde her noktaya üniform bir şekilde verilmesi olduğunu ifade etmiştir. Ayrıca yağmurlama başlığının performansının tüm sistemin randımanını etkilediğini ve sulama suyunun araziye üniform olarak dağıtılmasının sulama randımanını olumlu etkileceğini söylemiştir.

Vories ve von Bernuth (1986) [5], yapmış oldukları çalışmada yağmurlama sulama sistemlerinde başlık sayısının artırılması ve lateral aralıklarının azaltılmasının, eş su dağılım katsayısını (CU) artırdığını, fakat başlık sayısının artmasıyla sistem maliyetinin de yükseleceğine değinmektedirler.

Da Silva Paz ve ark. (1991) [6], tarafından Portekiz'de yürütülen çalışmada, yağmurlama sulama sistemlerinde eş su dağılım düzeyi araştırılmıştır. Araştırmada, 12×12 m ve 12×18 m tertip aralıklarında 1.5 ve 2.5 m/s arasında değişen Rüzgâr hızlarında yapılan testlerde Christiansen eş su dağılım katsayısı (CU) %84 olarak elde etmişlerdir. Ayrıca, 18×18 m tertip aralığında 1.5 m/s Rüzgâr hızı koşullarında CU %84'den büyük ve 1.5 m/s' den 2.7 m/s' ye kadar Rüzgâr hızlarında ise CU katsayısı %80 olarak hesaplanmıştır. Araştırma sonucunda, 18×18 m'lik tertip aralığı, 1.5 m/s üzerindeki Rüzgâr hızı koşulları için önermişlerdir.

Zapata ve ark. (2007) [7]'de İspanya koşullarında, yağmurlama sulama yönteminde Rüzgâr hızı (2.8 m/s) etkisi ve uygun tertip aralıklarının (18x18 ve 18x15) eş su dağılım katsayısına (CU) etkisini belirlemek amacıyla yaptıkları çalışmada su dağılım özelliklerinde ve etkinliğinde önemli faktörler olduğunu belirtmişlerdir. Çalışmada, araştırmacılar CU değerlerinin % 89.3 ile 92.1 değerleri arasında değiştiğini belirlemişlerdir.

Bu çalışmanın amacı Samsun Vezirköprü Çalköy yöresinde en çok tercih edilen yağmurlama başlıklarının rüzgâr hızı ve yönü dikkate alınarak farklı tertip aralıkları için su dağılım deseninin ve üniformite

katsayısının belirlenmesidir. Çalışma sonucunda arazi koşullarında test edilen yağmurlama başlığı için yöreye en uygun tertip aralığı ve işletme basınçları belirlenecektir.

2. Materyal ve Metot

2.1. Materyal

Yörede yağmurlama sulama sistemlerinde yaygın olarak kullanılan yağmurlama başlıklarının arazi koşullarında test edilmesi ve dağılım üniformitelerinin belirlenmesi amacıyla çalışma, Samsun ilinin Vezirköy ilçesine bağlı Çalköy tarım arazilerinde yürütülmüştür. Çalışmanın yürütüldüğü 54x54 m boyutlarında olan araştırma alanı; 41°09᾽N enlemi, 35°30᾽E boylamında ve denizden yüksekliği 280 m olan bir bölgede yer almaktadır (Şekil 1).



Şekil 1. Denemenin yürütüldüğü alan

Çalışmanın yürütüldüğü Samsun iline bağlı Vezirköprü ovası genellikle ılıman bir iklime sahiptir. Ancak ovanın iç kesimlerde iklim farklı özellik gösterir. Ovanın yazları geçici kuraklıklar yaşanılan bir sıcak iklime, kışları ise ılık ve yağışlı geçen bir Karadeniz iklimine sahiptir.

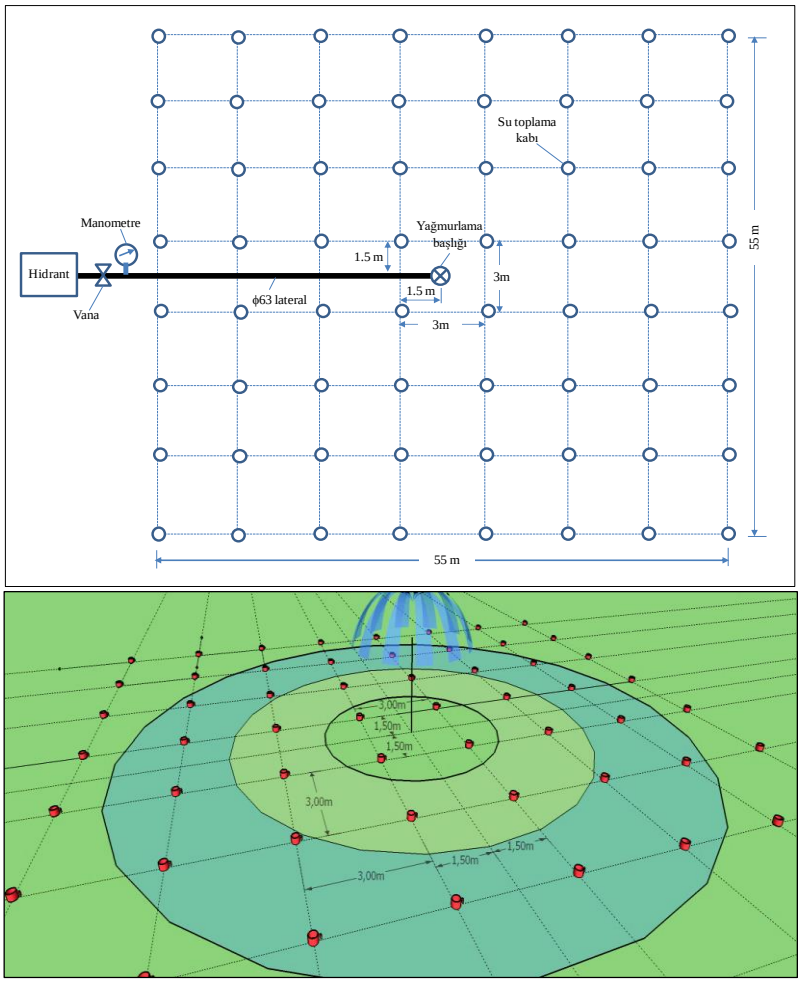
Vezirköprü ovasının ve çevredeki dağlık alanların etkisinden dolayı, bölge doğu yönlü rüzgarların etkisi altındadır. Özellikle kışları bölge en kuvvetli kuzeybatı rüzgarlarının etkisine maruz kalmaktadır. Yazları ise daha çok batı yönlü rüzgârların etkisi görülmektedir. Sıcaklığın yıl içi aylara dağılımına bakıldığında en yüksek sıcaklık değer Ağustos (22.3 ºC); en düşük değer ise Ocak ayında (2.5 ºC) görülür.

Vezirköprü'de ortalama donlu gün sayısı en fazla Ocak (17 gün), Şubat (14 gün), Aralık (12 gün) aylarında görülmektedir. Vezirköprü'nün yıllık yağış miktarı 527 mm ile Samsun (735mm)'dan daha düşüktür. Bu durum karasallık, denizsellik ve yükselti faktörlerine bağlıdır [8].

Yağmurlama başlık performansının belirlenmesi için Samsun ilinin Vezirköprü Çalköy'de yağmurlama test alanı oluşturulmuştur. Oluşturulan test alanının 54 m eninde 54 m boyundadır. Test alanında 3x3 metrelik

grit alanları oluşturulmuştur. Oluşturulan girit alanlarının çakışan köşegenlerine çapı 11.2 cm ve yüksekliği 12 cm olan su toplama kapları konulmuştur (Şekil 3.2). Test alanına toplam 324 adet su toplama kabı yerleştirilmiştir. Su toplama kaplarının üst yüzeylerinin aynı seviyeye getirilebilmesi için arazi daha önceden tesviye edilmiştir.

Denemede ihtiyaç duyulan su, basınçlı şebeke hattından vana kontrollü olarak yapılmıştır. Şebeke hattında hidrantdan alınan su 63 mm'lik yağmurlama borusu ile başlığa kadar getirilmiş bir abot (ayak) yardımıyla başlığa çıkarılmış araya da manometre takılmıştır. Yağmurlama sistemine uygulanacak gerekli basınç vana ile ayarlanmıştır. Her bir deneme başlangıcında başlıktaki basınç sistem önündeki vana ile ayarlanmıştır. Sistemde ayrıca hidrant, vana ve manometre kullanılmıştır.



Şekil 2. Yağmurlama sistem performansının değerlendirildiği test alanı ve dağılım deseni

Yağmurlama sulamanın en yoğun yapıldığı Samsun ilinin Vezirköprü Çalköy bölgesinde çiftçiler tarafından en çok tercih edilen ve firmalar tarafından önerilen 3 farklı yağmurlama başlığı kullanılmıştır. Çalışmada Bereket-2, İbis ve Skipper yağmurlama başlıkları kullanılmıştır.

Denemede dağılım desenine çok büyük etki eden rüzgar hızının ve yönünün ölçülmesinde yağmurlama başlığı test alanına TX-23 tipi rüzgar ölçen alet (Anemometre) yerleştirilmiştir. Kullanılan TX-23 tipi anemometre her 4-5 dakikada rüzgâr hızını ölçen ve rüzgâr yönünü kayıt edici özeliğe sahiptir.

2.2. Metot

Çalışmada bölgede yaygın olarak kullanılan Bereket-2, İbis ve Skipper yağmurlama başlıklarının, üretici firmaların hazırladıkları kataloglarda belirtilen değerler göz önüne alınarak arazi koşullarında oluşturulan test alanında 1.0, 1.5, 2.0 ve 2.5 atm basınç altında çalıştırılmış ve gerekli ölçümler yapılmıştır.

Seçilen yağmurlama başlık testlerine geçilmeden önce, uygulanacak işletme test basınçları, düzeneğin başındaki manometre yardımıyla kontrolü yapılmıştır. Testten önce uygulanacak işletme basıncının ayarlanması süresince toplama kaplarına suyun birikmesini önlemek amacıyla yağmurlama başlığın dönmesi engellenerek suyun kaplarda birikmesi önlenmiştir. Her testten önce alandaki rüzgâr hızı, rüzgâr yönü ve sıcaklık değerleri ölçüldükten sonra yağmurlama başlık testine geçilmiştir. Yağmurlama sulama sistemlerinde dağılımı olumsuz yönde etkileyen rüzgar hızı, deneme süresince günün rüzgarsız veya hafif rüzgârlı olduğu (0-2.5 m/s) zaman aralığında yapılmasına dikkat edilmiştir. Test süresince istenmeyen ani rüzgâr değişikliklerinde test sonlandırılmıştır. Gerekli rüzgâr hızı koşulları sağlandığında testler yeniden yapılmıştır. Her test süresi 1 saat alınmıştır. Test sonunda su toplama kaplarında toplanan su miktarı ölçü silindir aracılığıyla hacimsel olarak mililitre (ml) olarak ölçülmüştür. Denemeler her başlık için çeşitli basınç aralıklarında tekrarlanmıştır. Çalışmada her bir başlık testi için toplama kaplarından toplanan su miktarları ölçü silindiriyle ölçülmüş, elde edilen değerler önceden hazırlanan test formuna yazılmıştır.

2.2.1. Christiansen Üniformite Katsayısı (CU)

Yağmurlama sulama sistemlerinde başlık testlerinin her bir tertip aralığı için su dağılım deseninin elde edilmesinde belirtilen Örtme Metodu (Superimposing) uygulanmıştır [9]. Çalışmada mevcut arazi koşullarında yağmurlama başlıklarının farklı işletme basıncı ve tertip aralıklarında su dağılım desenleri belirlenmiştir. Su dağılım desenlerinin elde edilmesinde farklı tertip aralıkları için, şeffaf bir kâğıttan (Aydınger) yararlanılmıştır. Şeffaf kağıt, başlık tertip aralıklarına göre kendisi ile aynı ölçekte olan, yağmurlama başlığı ve su derinliklerinin bulunduğu form üzerinde, başlığın sistem halindeki konum yerlerine gelecek şekilde kaydırılarak üst üste gelen rakamlar toplanmış ve farklı su dağılım deseni elde edilmiştir. Böylelikle başlığın sistem halinde kullanılmasında uygulanabileceği her tertip aralık formu hazırlanmıştır [2,3]. Bu form yardımıyla farklı tertip aralıkları için örtüşme yapılarak Christiansen Üniformite Katsayıları (CU) elde edilmiştir. Yağmurlama sulama yönteminde eş bir su dağılımının elde etmek için, CU değerlerinin %84' den az olmaması istenmektedir. Christiansen eş su dağılım katsayısı (CU) aşağıdaki eşitlik yardımıyla belirlenmiştir.

$$\mathrm{CU} = 100.\left(1 - \frac{\Sigma \mathrm{x}}{\mathrm{n.m}}\right) \tag{1}$$

$$x = |z - m| \tag{2}$$

Eşitliklerde, CU eşdağılım katsayısı, %; x biriktirme kaplarında ölçülen su derinliklerinin ortalamadan mutlak değer olarak sapmalarının toplamı, mm; z her bir toplama kabında ölçülen su derinliği, mm; m ortalama su derinliği ($m = (\Sigma z/n)$) , mm; n gözlem sayısıdır.

2.2.2. Dağılım Türdeşliği (DU)

Çalışmada CU eş su dağılım katsayısı ile birlikte yağmurlama sulamada kullanılan diğer bir su dağılım parametresi olan DU değerleri de bulunmuştur. Eş bir su dağılımı için DU değerinin %75' den az olması önerilmemektedir [10].

$$\mathrm{DU} = 100\,\frac{Dlq}{\overline{D}} \tag{3}$$

Eşitlikte, DU dağılım türdeşliği, %; *Dlq*, arazinin en az su alan 1/4'ündeki ortalama uygulama derinliği, mm; D ortalama uygulama miktarı, mm'dir. Yukarıda açıklanan katsayılara göre, her tip yağmurlama başlığının farklı meme çapı, işletme basıncı ve rüzgâr hızı değerlerine göre en uygun tertip aralıkları tespit edilmiştir.

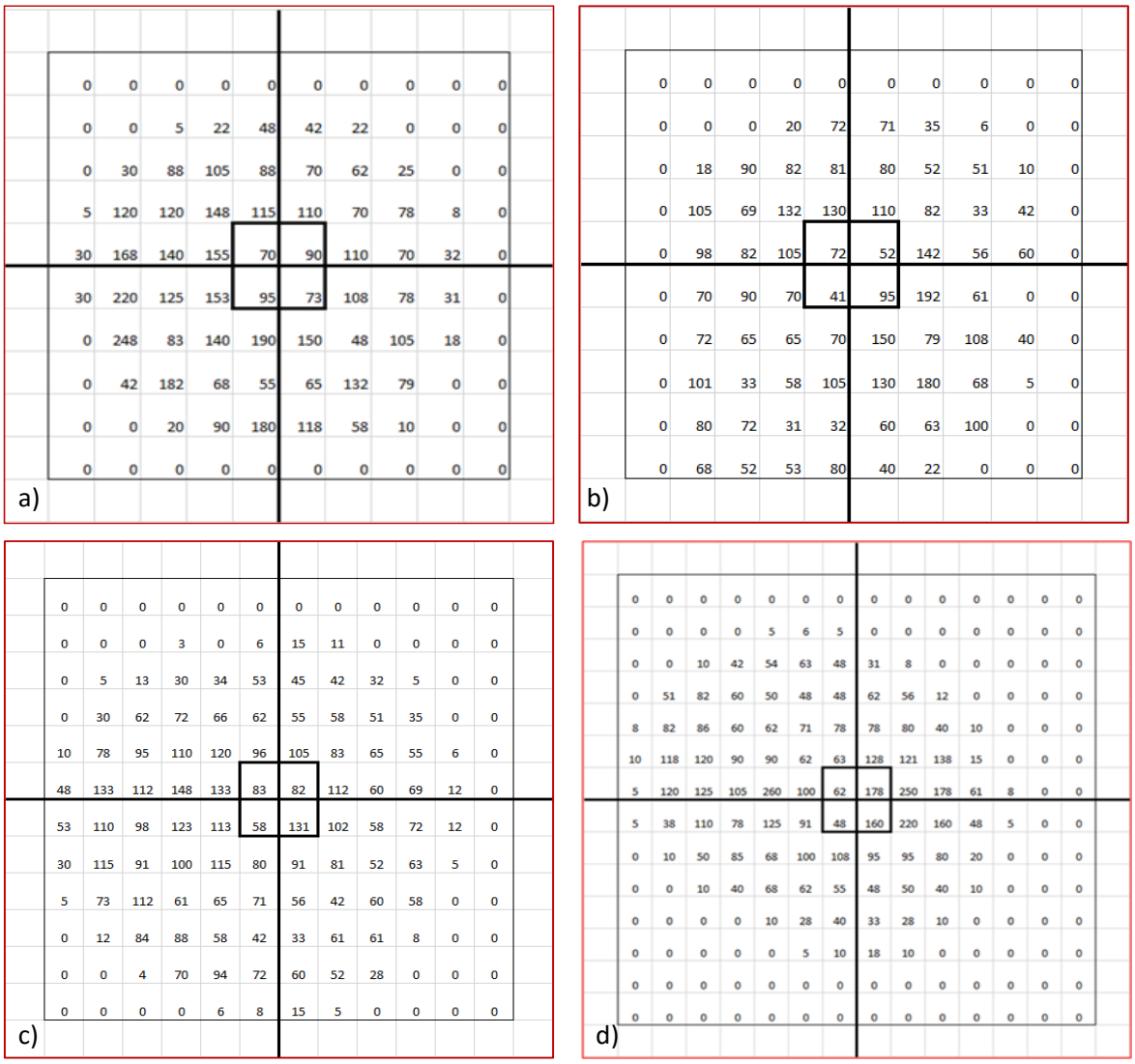
2.2.3. ARCGIS Grafik Programı

Çalışmada su dağılım grafiklerinin 3 boyutlu oluşturulması için test alanında elde edilen veriler ARCGİS programına aktarılmıştır. Daha sonra çalışma alanının sınırları taranarak bilgisayar ortamına aktarılmış ve UTM koordinat sistemine referanslandırılmıştır. Noktasal özelikte olan su verilerine ait değerler Inverse Distance Weight (IDW) enterpolansyon yöntemi kullanılarak enterpole edilmiştir.

3. Bulgular ve Tartışma

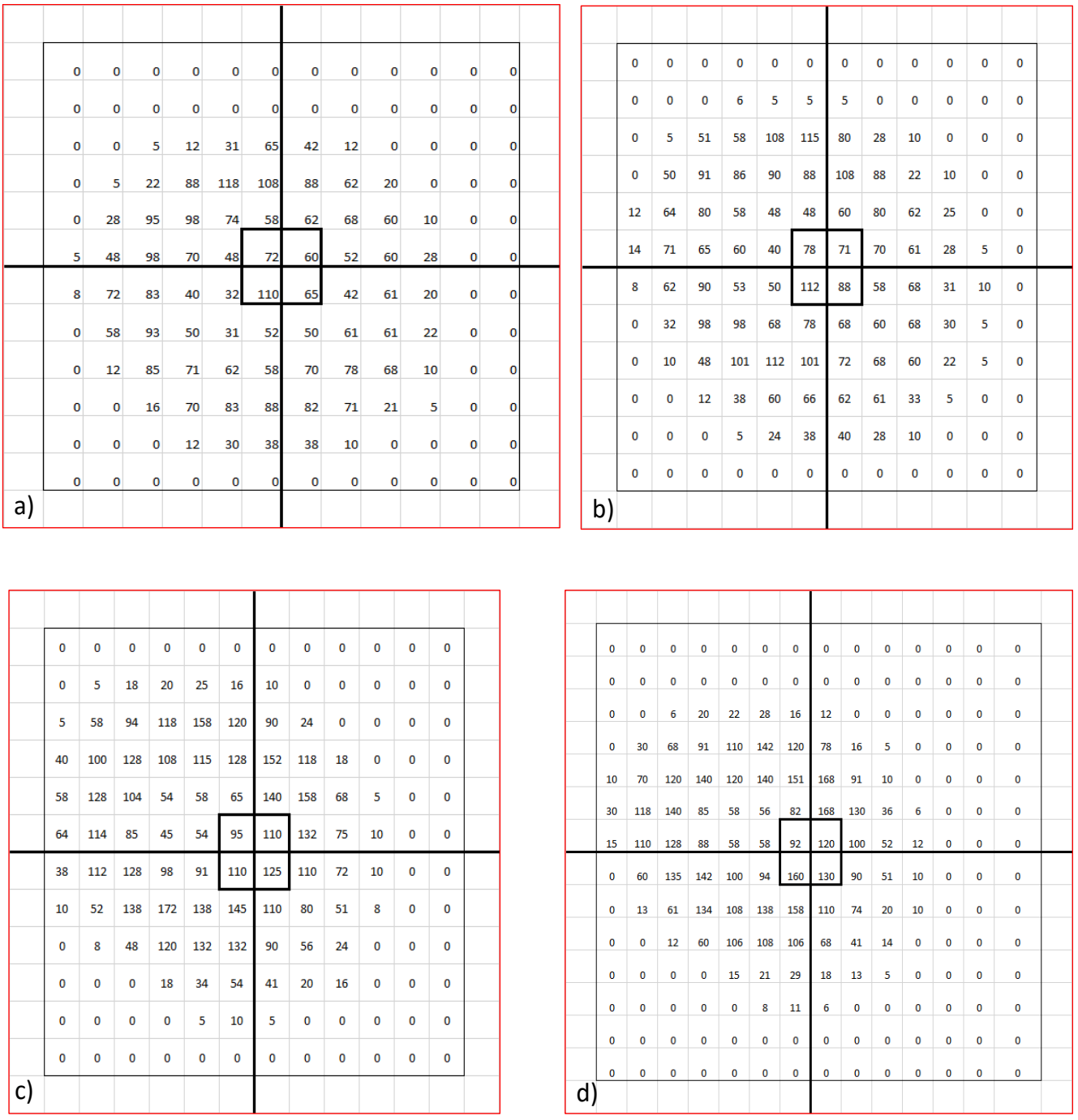
3.1. İbis yağmurlama başlığı test değerleri

İbis yağmurlama başlığı farklı basınç değerleri (1.0, 1.5, 2.0 ve 2.5 atm) altında test edilmiştir. Şekil 3, tekil sulama başlığının değişik basınçlardaki toplama kaplarında toplanan su miktarlarını göstermektedir.



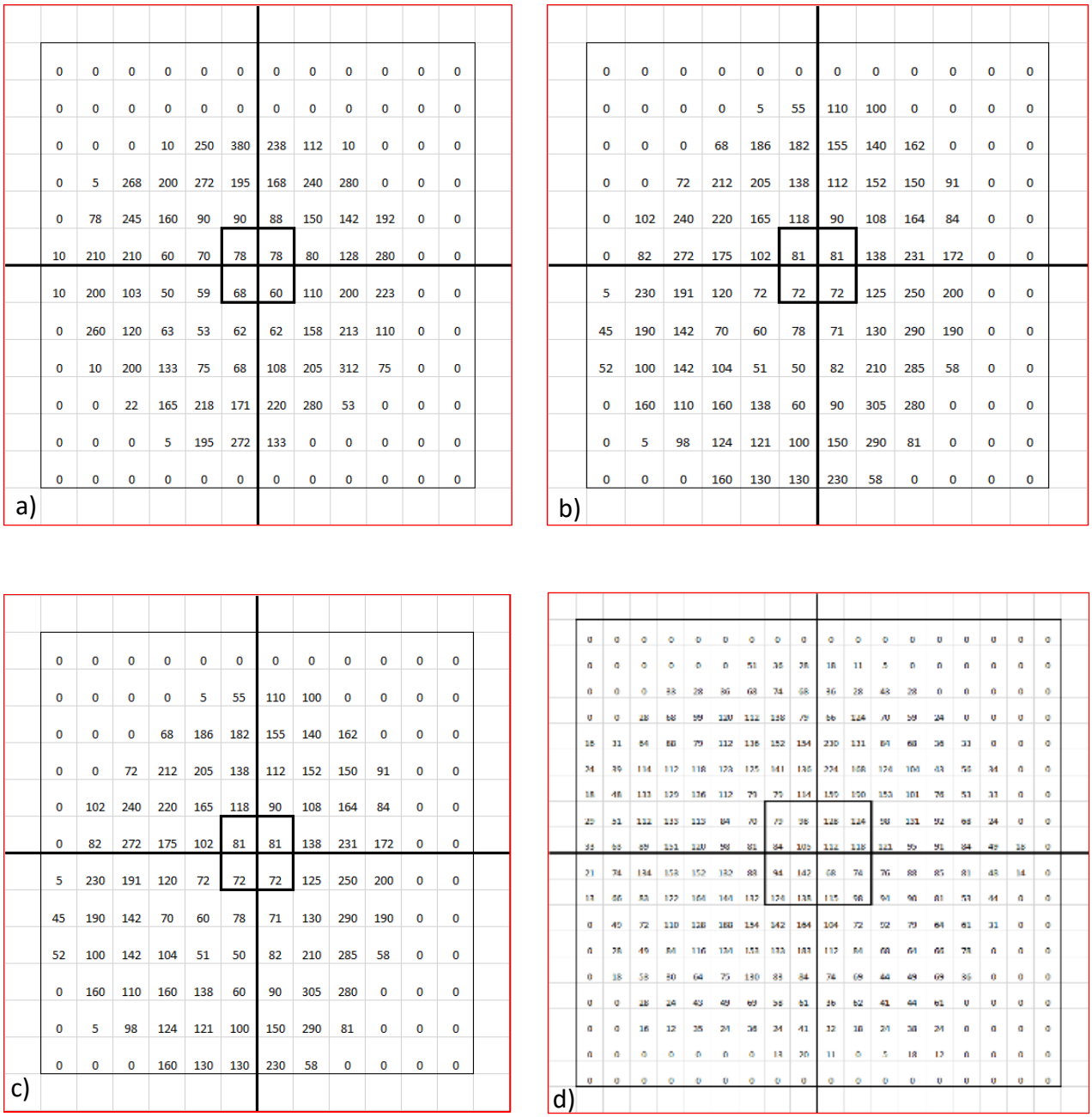
Şekil 3. İbis tekil yağmurlama başlığının su dağılım desenleri. a) Rüzgâr hızı:2.4 m/s, İşletme basıncı:1.0 atm, b) Rüzgar hızı: 0.9 m/s, İşletme basıncı:1.5 atm, c) Rüzgar hızı:1.4 m/s, İşletme basıncı:2 atm, d) Rüzgâr hızı:1.4 m/s, İşletme basıncı:2.5 atm

Bereket-2 tekil yağmurlama başlığı için değişik basınçta elde edilen arazi şartlarındaki deneme sonuçları Şekil 4'de ve Çizelge 1'de verilmiştir.



Şekil 4. Bereket-2 tekil yağmurlama başlığının su dağılım desenleri. a) Rüzgar hızı:0.9 m/s, İşletme basıncı:1 atm b) Rüzgar hızı:1.1 m/s, İşletme basıncı:1.5 atm c) Rüzgar hızı:0.8 m/s, İşletme basıncı:2 atm d) Rüzgar hızı:1.2 m/s, İşletme basıncı:2.5 atm

Skipper yağmurlama başlığı farklı basınç değerleri (1.0, 1.5, 2.0 ve 2.5 atm) altında test edilmiş, kaplarda toplanan su miktarları Şekil 5'de gösterilmiş ve üniformite parametreleri Çizelge 1'de verilmiştir. .



Şekil 5. Skipper tekil yağmurlama başlığının su dağılım desenleri. a) Rüzgar hızı:2.1 m/s, İşletme basıncı:1 atm b) Rüzgar hızı:2.4 m/s, İşletme basıncı:1.5 atm c) Rüzgar hızı:2.3 m/s, İşletme basıncı:2 atm d) Rüzgar hızı:1.9 m/s, İşletme basıncı:2.5 atm

Çizelge 1. Test edilen yağmurlama başlıklarının uygulamada kullanılabilecek teknik özellikleri

Başlık Adı / Meme Çapı (mm)	İşletme Basıncı (Atm)	Başlık Debisi (m^3/h)	Su Atma Uzaklığı (m)	Tertip Aralığı (mxm)															
				6x6		6X12		6X18		12X12		12X18		18X18		24x24		30X30		36X36	
				CU	DU	CU	DU	CU	DU	CU	DU	CU	DU	CU	DU	CU	DU	CU	DU	CU	DU
İbis	1.0	1.9	10	95	93.5	86.2	73	84.32	83	80.7	69	77.12	61	68.4	56	-	-	-	-	-	-
	1.5	2.4	13	91.7	92.8	86.6	83	80.37	70	80.7	64.9	70.22	58	65.3	48.1	-	-	-	-	-	-
	2.0	2.8	15	96.1	93	88.4	88.4	82.88	83	90.3	86	86.51	79	74.7	60	-	-	-	-	-	-
	2.5			93	91	86.18	84	81	75	84	78.6	80	77.3	61.7	50	-	-	-	-	-	-
Bereket 2	1.0	2.1	14	93.6	92.1	89.81	84	67.06	61	84.3	71	76	65	67.6	48.8	-	-	-	-	-	-
	1.5			93.5	91.7	89.44	83	68.27	67	85.3	79.5	76.48	67.4	67.2	56	-	-	-	-	-	-
	2.0	3.33	18	91.5	90.2	83.94	71	76.29	73	83.3	71.8	83.41	79	68	47.2	-	-	-	-	-	-
	2.5			92	86.1	80	65	80	75	80	69.4	84.6	78	71	54	-	-	-	-	-	-
Skipper	1.0	7	17	92.8	89	87.79	86	45	39	81.8	71.1	59.12	42	56	24	-	-	-	-	-	-
	1.5			95.2	93	87.35	77	72.38	53	85.8	79	74.11	63	59	43.1	51.8	38	-	-	-	-
	2.0	9.5	22	-	-	93.2	92	78.21	72	92.34	87	81.5	74	83.3	75	71.5	59	75.3	59	66.1	47
	2.5			-	-	92.32	90	88.21	82	93.4	90	89.1	84	89	84	76.6	67	76.2	62	72.52	59

4. Sonuç ve Öneriler

Herhangi bir yağmurlama sulama sisteminden istenen performansı elde edebilmek, sulama suyu miktarının bitki kok bölgesine üniform dağılmasıyla ilişkilidir. Suyun üniform olarak dağılabilmesi için kullanılacak başlıkların, arazi koşulları içerisinde testleri yapılıp, oluşan verilere göre kullanıcılara en uygun işletme koşulları hakkında detaylı bilgiler oluşturulmalıdır.

Mevcut koşullarda arazide kullanılan yağmurlama başlıklarının üretici bayi tarafından katalogda belirtilen teknik verilerin yeterli düzeyde olmadığı belirlenmiştir. Bayi kataloglarında yağmurlama başlıkları ile ilgili teknik özelliklerin verilmesine rağmen, başlıkların su dağılım düzeyleri hakkında yeterli düzeyde bilgi bulunmamaktadır. Ayrıca laboratuvar ortamında belirlenen teknik özelliklerinin arazi koşullarında gerçekleşen uygulama arasında büyük oranda değişiklikler görülmektedir. Bu yüzden denemelerin arazi koşullarında yapılması çok önemli bir etkendir. Bu denemenin gerçekleşmesinin amacı da arazi koşulları göz önünde bulundurularak, yağmurlama başlığı ile ilgili teknik özellikleri belirleyip uygun önerilerde bulunmaktır.

Yağmurlama sulama sisteminin kurulum aşamasında toprağın su alma hızı, yağmurlama bağlığının su püskürtme hızından yüksek olması koşuluyla, ilk yatırım masraflarının ve işletme masraflarının düşük tutulması, beklenen üniformitenin oluşması için düşük işletme basıncı ve geniş tertip aralığı sağlayan işletme koşulları kullanılmalıdır. Araştırmadan elde edilen sonuçlara göre, İbis yağmurlama başlığı için en uygun işletme koşulunun, işletme basıncının 2.0 atm ve tertip aralığının 12x18 m olduğunda sağlandığı görülmektedir. Aynı şekilde diğer yağmurlama başlıkları için en uygun işletme koşulları; Bereket-2 yağmurlama başlığı için işletme basıncı 2.5 atm ve tertip aralığı 12x18 m, Skipper yağmurlama başlığı için işletme basıncı 2.5 atm ve tertip aralığı 18x18 m olarak önerilebilir. Yörede en uygun ve ekonomik olarak kullanılabilecek yağmurlama başlığı, düşük basınçta geniş tertip aralığına sahip olan İbis yağmurlama başlığıdır. Bu sonuçlar düşük rüzgâr hızının olduğu (0-2.5 m/s) koşullarda sağlanmış ve denenen yağmurlama başlıkları için en uygun tertip aralıkları belirlenmiştir. Bu nedenle, rüzgâr hızının verilen sınır değerlerin üstünde olması durumunda, önerilen tertip aralıklarından daha geniş tertip aralıklarının kullanılmasından kaçınılmalıdır.

Kaynaklar

[1] Tekinel, O. "Tarımda Uygun Sulama Metodunun Seçimi", Ankara Üniv. Zir. Fak.Yayınları, 61, 30s, Ankara, (1973).
[2] Elhanini, S. "Yağmurlama Sulaması", Çeviren Ali Balaban, Topraksu Genel Müdürlüğü Yayınları, Sayı:210, Ankara, (1968).
[3] Balaban, A. ve Korukçu, A., "Yağmurlama Sulama Sistemlerinde Su Dağılımının Ölçülme Metotları Üzerinde Bir İnceleme", Ankara Üniv. , Ziraat Fakultesi Dergisi, Yıl:19, No:4, Ankara, (1969).
[4] Kanber, R. "Sulama", Çukurova Üniv. Ziraat Fakültesi, Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü, Ç.Ü. Ziraat Fak. Genel Yayın No:174 Ders Kitapları Yayın No:52, Adana, (1997).
[5] Vories ED and Von Bernuth RD., "Single Nozzle Sprinkler Performance in Wind",Trans. Am. Soc. Agric. Eng., 29:1325-1330. (1986).
[6] Da Silva Paz VP, Bernardo S, Sediyama GC, Ramos MM, De Azevedo H.M. Repazzi A.J, Azevedo HM, De ve Silva V, "Analysis of the uniformity of sprinkler irrigation water under the conditions of the Sao Goncalo Irrigation Project", Revista Ceres, 38, (1991).
[7] Zapata N, Playan E, Martinez-Cob A, Sanchez I, Faci JM, Lecina S, "Form on, farm solid-set sprinkler irrigation design to collective irrigation network design in windy areas", Agric. Water. Manag., 87: 187-199.8, (2007).
[8] http://www.vezirkoprum.com/vezirkopru-iklimi/, (2016).
[9] Wilcox JC and Swailes G, "Uniformity of Water Distribution by Some Underthree Orchard Sprinklers", Scientific Agriculture Canada, 27: 563-583. (1947).
[10] Merriam LJ and Keller J, "Farm Irrigation System Evaluation", Utah State University, Logan, Utah. (1978).

Orman Endüstri Mühendisliği

(Forest Industry Engineering)

THE EFFECT OF TECHNOLOGICAL DEVELOPMENTS ON CARVING AND INLAYING PRACTICES IN TURKISH WOODEN ART

TEKNOLOJİK GELİŞMELERİN TÜRK AHŞAP SANATINDAKİ OYMA VE KAKMA UYGULAMALARINA ETKİSİ

Cevdet Söğütlü[a], Agron Bajraktari[b], Nihat Döngel[a], Hasan Özgür İmirzi[a]
[a]Gazi Üniversitesi, Teknoloji Fakültesi, Ağaçişleri Endüstri Mühendisliği Bölümü, Ankara-TÜRKİYE
[b]Ferizaj University, Faculty of Architecture, Department of Design and Wood Technology, Ferizaj-KOSOVA
cevdet@gazi.edu.tr, agron.bajraktari@uni-pr.edu, ndongel@gazi.edu.tr, himirzi@gazi.edu.tr

Özet

İlk uygulamaları Selçuklu ve Osmanlı dönemlerine kadar uzanan ve günümüzde cami mimarisinin kapı, pencere kepengi ve minber gibi önemli ahşap unsurların süslemesinde yaygın olarak uygulanan oyma ve kakma tekniklerinin teknolojik gelişmelere bağlı olarak irdelenmesi bu çalışmanın temel amacını oluşturmaktadır. Bu amaca uygun olarak, geçmiş dönemlerde yapılmış ve hâlihazırda mevcut olan bazı ahşap eserlerde uygulanmış olan oyma ve kakma tekniklerin genel karakteristiktik özellikleri açısından incelenerek günümüzdeki üretim teknolojileri ile ilişkilendirilmiştir. Sonuç olarak, eserlerin ahşap süsleme kısımlarında gerçekleştirilmiş olan oyma uygulamalarında çoğunluğu sert ağaçlardan ve yüzey oyma şeklinde gerçekleştirildiği belirlenmiştir. Kakma tekniği uygulamalarında ise daha çok düz satıhlı, düzlem yüzeylerde masif ahşap, ahşap kaplama, sedef, fildişi, kemik ve değişik metallerin yaygın olarak kullanıldığı, bu malzemelerden bir veya birden fazlasının bir arada tercih edildiği dikkat çekmektedir. Ülkemizde, ahşap veya ahşap esaslı donatı elemanlarının üretilmesindeki endüstrileşme ile birlikte oyma uygulamalarının CNC tezgâhlarında, kakma uygulamalarının ise bilgisayar destekli lazer teknolojisiyle yapılabildiği, oyma ve kakma uygulamalarına olan talebin ise her geçen gün azalmakta olduğu gözlemlenmiştir.

Anahtar kelimeler: Türk ahşap sanatı, Süsleme, Oyma, Kakma, CNC, Lazer

Abstract

The main purpose of this study is to investigate wood carving and inlaying techniques affected by technological developments which applied in the important wooden elements of the mosque architecture such as door, window, pulpit extending to the first Seljuk and Ottoman periods. In accordance with this aim, it has been associated with today's production technologies by examining the general characteristic features of the wood carving and inlaying techniques that were applied in some wooden artifacts, were made in the past periods and are already present. As a result, it has been determined that hard wood and surface carving were applied in the majority of the wooden ornament applications. For inlaying techniques, solid wood, wood veneer, mother-of-pearl, ivory, bone and various metals are commonly used on flat surfaces. It is noted that the use of one or more of these materials IS preferred together. In Turkey, with the industrialization of producing wooden or wood based elements, CNC machines for making wood carving and computer-aided laser technology for the inlaying CAN BE USED. On the other hand, it has been observed that the demand for wood carving and inlaying applications is decreasing day by day.

Keywords: Turkish wooden art, Ornament, Wood carving, Inlaying CNC, Laser

1. Giriş

Ahşap, doğada kolaylıkla bulunabilmesi ve kolay işlenebilen bir malzeme olması sayesinde, mimari yapı elemanlarında özellikle de kapı ve pencerelerde yüzyıllar boyu kullanılmıştır. Türk–İslam Sanatının da vazgeçilmez malzemelerinden biri olan ahşabın en iyi örneklerini mihrap, minber, rahle, kapı ve pencere gibi dini yapıların mimari elemanlarında görmek mümkündür [1].

Anadolu Selçuklu sanatı XII. yüzyılda Saltuklu, Artuklu, Danişmentli sanatları ile çağdaş bir hazırlık dönemi geçirmiştir, ancak XIII. yüzyılda bir üslup olarak belirerek bol ve zengin verilerle ortaya çıkmıştır. 1243 Moğol istilası Selçuklu sanatının gelişimini engelleyememiştir. Selçuklu sanatının çeşitli eserleri arasında ahşap işçiliği önemli bir yer tutar. İslam uygarlığının izlerini taşıyan ahşap eserler; kapı, pencere, dolap kapakları minberler, kürsüler ve rahlelerdir. Selçuklu devri ağaç işçiliğinde genellikle oyma tekniği kullanılmıştır. Bu teknikte süsleme, gölgede kalan zeminin üzerinde kabartma halinde belirir. Bazen süsleme iki tabaka halinde ayrılıp, zemin tamamen gizlenir. Geometrik süsleme ve özellikle rumili kompozisyon, süslemenin ana temasını teşkil eder. Bu süsleme grubunu zenginleştiren ve Selçuklu sanatının bir özelliği haline gelmiş olan insan ve hayvan figürleridir. Selçuklu dönemi ahşap islerinde tavus kuşu, mühr-i Süleyman ve servi motifleri de bolca kullanılmıştır. Konya Alaeddin Camii, Manisa Ulu Camii, Birgi Ulu Camii, Divriği Ulu Camii minberleri Selçukluların meydana getirdikleri en güzel ahşap eserlerdendir. Ayrıca; Selçuklu ağaç işçiliği, ahşap sandukalar üzerinde de kendini göstermektedir. Konya Mevlana Türbesi'ndeki sanduka, dönemin karakteristik bezemeleri ile süslenmiştir [2].

Anadolu'da ahşap işçiliği, Büyük Selçuklulardan gelen ve Anadolu Selçukluları döneminde geliştirilen orijinal bir üslûp halini almıştır. Bu gelenek, Beylikler döneminde de sürdürülerek, büyük ustalıkla işlenmiş eserler verilmiştir (Başkan, 1987). Ahşap işçiliğinin önemli örnekleri XII.–XIII. yüzyıllarda Selçuklular döneminde ortaya çıkmıştır. Bu dönemde, oyma, şebekeli oyma, kakma ve kündekâri teknikleri kullanılmıştır. Selçuklu etkileri taşıyan Osmanlı ahşap işçiliğinde ise kündekâri tekniğinde çalışmalara devam edilmiştir [3].

İslam sanatında en erken XII. yüzyılda Mısır, Halep ve Anadolu'da görülen tekniğin bu üç merkezde birbirlerine paralel olarak geliştiği tahmin edilmektedir. Mısır'da Fatımilerle birlikte ilk örneklerini veren kündekâri tekniği, Memluk devrinde fazlalaşmıştır. XIII. yüzyıla tarihlenen Siirt Ulu Camii minberi ve 1370 tarihli Birgi Ulu Camii minberi gerçek kündekâri tekniğinde yapılmış iyi birer örnektir.

Erken Osmanlı döneminde Selçuklu döneminden gelen ahşap işçiliklerine yeni teknikler ilave edilmiştir. Buradaki yenilik, ahşap üzerine değişik renk ve cins ağaçlarla kakma yapıldığı gibi esas olarak sedef, bağa, fildişi ve hatta altın, gümüş gibi yardımcı maddelerin kakılmasıyla daha zengin, daha değişik bir ağaç işçiliği meydana gelmiştir.

İlk örnekleri XII. yüzyıldan itibaren görülen ahşap oyma ve kakma uygulamalarında, sanatkârlar ve zanaatkârlar kıymetli ağaç türlerini tercih etmiş ve çeşitli yöntemler ile el işçiliğine dayalı üretim gerçekleştirmişlerdir. Özellikle son çeyrek yüzyılda gelişen teknolojinin de doğal sonucu olarak bilgisayar destekli makineler (CNC) ve bu makinelerde ahşap süsleme uygulamalarını gerçekleştirebilmek için çeşitli yazılımlar geliştirilmiştir. Böylece, ahşap oyma ve kakma uygulamalarında ihtiyaç duyulan kalifiye iş gücünün yerini, bilgisayar destekli makineler almaya başlamıştır.

Bu çalışmada, teknolojik gelişmelerin, ahşap süsleme uygulamalarında yaygın olarak kullanılan ahşap oyma ve kakma tekniklerine etkisi irdelenmiştir.

2. Ahşap Oyma

Oyma, ahşap süsleme teknikleri içinde en yaygın grubu oluşturmaktadır. Ahşap levhaların üzerine önceden belirlenen geometrik şekil, bitkisel figür veya yazı motifleri işlenerek, yüzeye hareket vermek ve görünüşe estetik değer kazandırmak için gerçekleştirilen süsleme tekniği olarak tanımlanır [4].

Oyma tekniği, Selçuklu döneminden itibaren kullanılmış olmakla birlikte, en zengin ve gösterişli eserleri genellikle XV. yüzyılda görülür. Bu teknik minber, mihrap, sanduka, kürsü, rahle, dolap kapağı, kapı ve pencere kanatları gibi eserlerde; yazı, figür, geometrik ve bitkisel motiflerin uygulanılmasında kullanılmıştır. Oyma derinliği değişken olup, 1–20 mm kadardır [5].

İlk insanlar tarafından çamur, kil, taş ve mermer gibi malzemeler kullanılarak hazırlanan güzel figürler ve farklı yöntemlerle işlenmiş çok sayıda oyma eser, günümüze kadar ulaşabilmiş ve bu eserler dünyanın farklı

bölgelerinde bulunan müzelerde sergilenmektedir. Bu eserler arasında ahşap malzemeden yapılanların sayısı yok sayılabilecek kadar azdır. Ancak, Mısır'da yapılan mezar kazılarında bulunarak Kahire ve Bulak müzelerine koruma altına alınan, fildişi vb. malzemeler kullanılarak yapılmış M.Ö. 3000'li yıllara ait eski Mısır'ın tipik sandalye (taht), tabure ve sandık gibi çeşitli süs eşyaları bulunmuştur. Bu eşyalar üzerinde bitkisel motiflerle dönemin önemli olaylarını simgeleyen rölyeflerin bulunması, konuyla ilgili bilgi ve beceri sahibi sanatkârların yetişmiş olduğunu göstermektedir [6,7].

2.1. Yüzey oyma

Şekil, motif ve yazılar, yüzeyden belirli bir derinlikte oyularak elde edilir. Yüzey oyma, görünümü zenginleştirmek için bir tezyinatın farklı bölümleri değişken derinliklerde yapılabilmekte olup, yüzey derinliğine, yapımında kullanılan malzemenin özelliklerine ve yapım tekniklerine göre sınıflandırılmaktadır [8].

Yüzey oyma, ahşap yüzeylerine marka edilen motifin kenar hatları kesildikten sonra gereksiz kısımlarının boşaltılması seklinde iş parçasının yüzey seviyesinden 3–4 mm derinlikte yapılmaktadır (Şekil 1).



Şekil 1. Yüzey oyma örneği

2.2. Derin yüzey oyma

Derinliği 5–10 mm arasında yapılan oymalar 'derin yüzey oyma' olarak değerlendirilmektedir. Özellikle kitabelerde, yazılarda, arabesk süslemelerde, görünüm zenginliğini artırmak için en çok kullanılan oyma tekniğidir (Şekil 2).



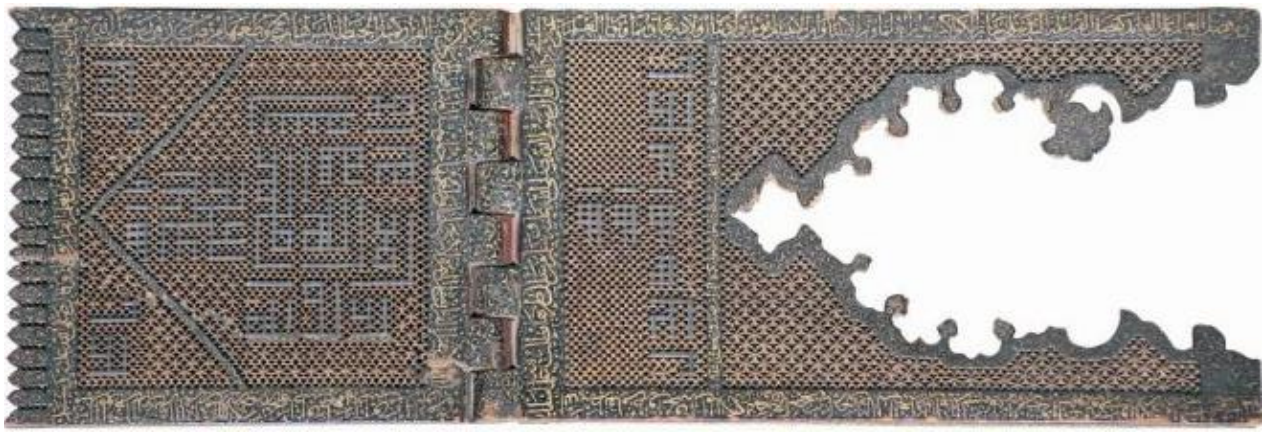
Şekil 2. Derin yüzey oyma tekniği ile süslenmiş rahle

2.3. Doğal şekil oyma

Oyma tekniklerinin en zor olanıdır. Oymalar üç boyutlu olarak yapılmaktadır. Doğal şekil oyma, el becerisinin yanı sıra anatomi bilgisi de gerektirmektedir.

2.4. Kesme (dekupe) oyma

Belirli kalınlıktaki parça üzerine çizilen bir motifin veya yazının kıl testere, farekuyruğu testere, dekupaj testere, dikey (şakuli) freze makinesi (kalıp yardımıyla) veya CNC tezgâhlarında gereksiz kısımlarının boşaltılması sureti ile yapılan oyma tekniğidir. Şekil 3'te verilen rahle, tamamen el işçiliği ile kıl testere kullanılarak kesme oyma tekniğinde yapılmıştır.



Şekil 3. Kesme (dekupe) oyma tekniği ile yapılmış rahle (Mevlana Müzesi-Envanter No: 337, 17. yy)

Yukarıda sınıflandırılmış olarak verilen ahşap oyma uygulamaları farklı yöntemlerle yapılabilmekte olup, aşağıda ayrıntılı olarak verilmiştir.

El oymacılığı: Ahşap oymanın başlangıcından günümüze kadar devam eden, ustalık emek yoğun uygulamayı gerektiren bir oyma tekniğidir. Günümüzde el oymacılığı oldukça azalmıştır. Bunun en önemli nedeni, işçilik maliyetlerinin yüksek olması ve kalifiye eleman yetiştirmedeki zorluklardır.
Makine Oymacılığı: Oyma yapımı için geliştirilmiş makineler kullanılarak oyma yapılabildiği gibi, özel makine kalıpları, şablonlar ve değişik aparatlar yardımı ile de farklı makinelerde oyma yapılabilmektedir. Oyma yapımında yaygın olarak kullanılan makineler aşağıda verilmiştir.

a. Pantograf (kopya) makinesi
b. Baskı makinesi (Şekil 4)
c. Kesme (dekupaj) makinesi
d. Dikey freze makinesi
e. CNC tezgâhı



Şekil 4. Baskı makinesi ile yapılan oyma örneği

Kalıp Oymacılığı: Özellikle seri üretim yapan mobilya işletmelerinde, inşaat ve dekorasyon uygulamalarında, hediyelik eşya yapımı ve oyuncak sektörü gibi farklı uygulama alanlarında tercih edilen

oyma tekniğidir. Şeklin veya motifin özelliklerine uygun kalıplar hazırlandıktan sonra bu kalıplara poliüretan, polyester ve alçı gibi malzemeler dökülerek oyma ürünü elde edilmektedir. Bu uygulamalarda, poliüretan, döküm polyesteri, alçı ve benzeri malzemeler yaygın olarak kullanılmaktadır (Şekil 5).



Şekil 5. Ahşap yüzeyine (sol) ve tamamen döküm polyesteri ile kalıpta yapılan oyma örneği (sağ)

3. Kakma

Masif ya da kaplamalı yüzeylere değişik renk ve özellikte, masif ahşap veya kaplama, sedef, fildişi, kemik, bağa, Hindistan cevizi kabuğu, altın, gümüş vb. malzemelerin bir kompozisyon oluşturacak şekilde gömülmesi ile yapılan süsleme tekniğine "*kakma",* bu işi yapana ise "*kakmacı"* denilmektedir [9-13].

Türk Dil Kurumu sözlüğünde; "Ağaç üzerinde ve a diğer ahşap malzemede, mobilyada, belirlenmiş desen ve çizimlere göre oyulmuş yuvalara gümüş, sedef vb. süs maddeleri kakılıp oturtularak yapılan iş" olarak tanımlanan kakma; kullanılan malzemeye göre;

Sedef, fildişi ve kemik kakma,
Metal kakma,
Ahşap kakma olarak sınıflandırılmaktadır.

3.1. Sedef, Fildişi ve Kemik Kakma

Mimarinin ahşap kısımlarında, mobilyalarda ve küçük el sanatı eserlerin bezenmesinde sedef önemli yer tutar. Ayrıca fildişi, kemik, bağa gibi malzemeler de kullanılmaktadır.

3.2. Metal Kakma

Altın, gümüş ve pirinç gibi metallerden ihtiyaç duyulan kalınlıkta elde edilen levhalar gerek ahşap yüzeyine gerekse metal veya dekoratif amaçlı kullanılan diğer gereçlerin yüzeyine uygulanmaktadır.

3.3. Ahşap Kakma

Ahşap kakma, masif ahşap ve kaplama ile yapılan kakma olmak üzere iki grupta incelenmektedir.

Masif ahşap kakma: Masif ahşap tabla üzerine değişik renk ve desene sahip masif levhaların, bir desen/kompozisyon oluşturacak biçimde gömülmesi işlemidir.
Kaplamalı Kakma (Marketri): Fon olarak seçilen ince masif levha veya ahşap kaplama ile farklı renk ve desenlerde ince masif levha veya kaplamaların bir desen/kompozisyon oluşturacak biçimde birbiri içine yerleştirmesidir (Şekil 6).



Şekil 6. Kaplamalı kakma (marketri) (G.Ü.T.F, Ağaçişleri Endüstri Mühendisliği Bölümü Arşivinden, 2017)

4. Oyma ve Kakma Yapımında Teknolojik Uygulamalar

Üretimin hemen hemen her dalında olduğu gibi, mobilya ve dekorasyon elemanlarının üretiminde de emek yoğun ve kalifiye işgücü gereksinimleri yerini, tamamıyla olmasa da önemli ölçüde teknolojik makine ve bu makinelerin işlerlik kazanması için gerekli olan yazılımlara bırakmıştır. Bu değişim, teknolojinin gelişim hızına bağlı olarak, ustalık ve hassas bir çalışma gerektiren oyma ve kakmayı da bilgisayar destekli makineler ile yapılmayı mümkün hâle getirmiştir.

4.1. Ahşap Oyma ve Kakmada Lazer Kullanımı

Türk Dil Kurumu sözlüğünde; "Çok güçlü pırıltılar oluşturan, değişik alanlarda kullanılan ışık kaynağı" olarak tanımlanan lazer, uyarmalı radyasyon emisyonu ile ışık amplifikasyonu anlamına gelen "Lightwave Amplification by Stimulated Emission of Radiation" kelimelerinin baş harflerinden oluşmaktadır (Alıcı, 2006). Lazer, Einstein'ın 1917 yılında ortaya attığı uyarılmış yayınım ilkesi çeşitli bilim insanlarınca, değişik kullanım amaçları için geliştirilmiş ve günümüzde tıp, endüstrinin çeşitli alanları, savunma sanayi, telekomünikasyon, mikrobiyoloji, uzay teknolojileri, oyuncak ve eğlence sektörü gibi alanlarda yaygın olarak kullanılmaktadır (Şekil 7).

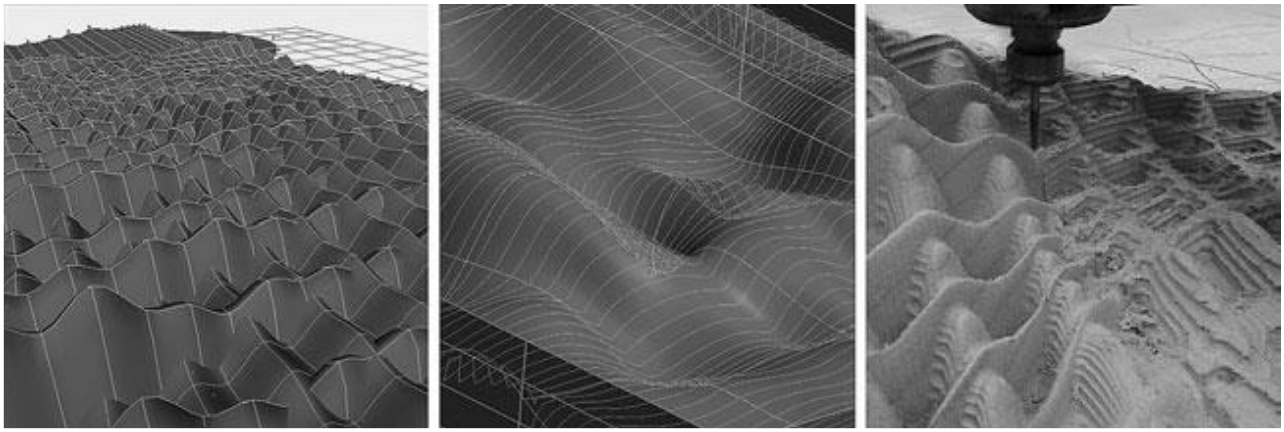


Şekil 7. Lazer kullanılarak yapılan kaplamalı kakma (marketri) örnekleri [14]

4.2. Ahşap Oyma ve Kakmada CNC Kullanımı

Gelişen teknoloji ve artan mobilya ihtiyacı ile birlikte iş gücü maliyetlerinin yükselmesi, talebe yanıt verecek hızlı ve esnek imalat modellerinin yaygınlaşmasıyla birlikte, ağaç işleme makineleri de çağın gereklerine uygun değişiklikler göstermiştir. İlk yapılan numerik kontrollü makinelerde sadece kontrol ünitesi vardı. Bu makineler "geleneksel numerik kontrollü (Conventional Numeric Control)" yani kısaca NC olarak anılmaktadır. Bu makinelerde yapılan işlem hafızada tutulmaz, her işlem için tekrar tekrar giriş yapılır. Daha sonra gelişen teknoloji ve makinelerde bu teknolojinin kullanılmasına duyulan ihtiyaç sonucunda NC makineler, programlanabilir ve bunu belleklerinde saklayabilir. Böylece "Bilgisayar Destekli Numerik Kontrollü (Computer Aided Numeric Control)" kısaca CNC makineler ortaya çıkmıştır. CNC makinelerde program hafızada saklanır ve istenildiği anda çağrılarak gerekli işlemin yapılması sağlanır. Bunların yanı sıra CNC sistemlerinde herhangi bir ürünün tasarımının yapılabildiği CAD-CAM (Computer Aided Design–Computer Aided Manufacturing) bilgisayar destekli tasarım ve üretim sistemleri bütünleşik çalıştırılabilmektedir [15-17].

CAD yazılımında yüzeylerin modellenmesi en kolay yaklaşımdır. Süslemeli bir yüzey topolojisi oluşturarak bu yüzeyler üzerinde istenilen değişiklikleri yaptıktan sonra CNC tezgâhlarında işlenmesini sağlamak günümüzde sıradan işlemler haline gelmiştir (Şekil 8).



Şekil 8. Yüzey modelleme ve şekillendirme [18]

5. Sonuç ve Öneriler

Ahşap oyma ve kakma tekniği, hem geleneksel Türk ahşap sanatı uygulamalarında hem de günümüz mobilya ve dekorasyon elemanlarının süslenmesinde yaygın olarak kullanıldığı literatür bilgileri ile desteklenmektedir. Ahşap oyma ve kakma uygulamaları, 20-25 yıl öncesine kadar sadece el işçiliğine dayalı, ustalık gerektiren bir teknik olması nedeni ile yüksek maliyetli bir uygulama iken günümüzde teknolojik makinelerin kullanılması sayesinde, istisna uygulamalar haricinde, hemen hemen her detay şekillendirilebilmekte ve böylece tekrarlı yüzey oymalarının yapılmasında, kalifiye iş gücüne olan ihtiyaç azaltılmakta ve üretim maliyeti düşürülebilmektedir. Ancak, bu uygulamalarda ihtiyaç duyulan iş gücü niteliğinin değişmiş olduğu kaçınılmaz bir gerçektir. Bilgisayar destekli makinelerin oyma ve kakma işlemlerini yapabilmesi için öncelikle yine bilgisayar destekli tasarım yapılmasına veya var olan bir modelin kopyalanabilmesi için yüzey modelinin özel yazılımlar kullanılarak bilgisayar ortamına aktarılmasına ihtiyaç duyulmaktadır. Loveridge ve Strehlke (2006) tarafından yapılan, "CAAD/CAAM (Bilgisayar destekli mimari tasarım/Bilgisayar destekli mimari üretim) teknolojilerini kullanarak dijital süsleme" konulu çalışmanın sonucunda da vurgulandığı üzere, oyma ve kakma gibi süsleme uygulamalarında yüzey modelleme işlemleri belli bir uğraşı gerektirmektedir. Bu nedenle, CNC makinelerinin, tekil uygulamalar için değil çoklu ve/veya seri üretimlerde tercih edilmesi ile verimliliği artırmanın mümkün olabileceği söylenebilir.

Diğer taraftan, mobilya ve dekorasyon alanında faaliyet gösteren orta ve büyük ölçekli işletmelerde, tasarımcılar tarafından tasarlanan süslemelerin CNC makinelerinde yapılabilmesi için hem bilgisayar mantığını hem de ahşap malzemenin davranış özelliklerini bilen ara işgücünün sağlanması bakımından, eğitim kurumlarının ilgili branşlarının müfredat programlarında bu ihtiyacı karşılayacak güncellemelerin yapılması önerilebilir.

Kaynaklar

[1] Söğütlü, C., Döngel, N., Togay, A., Döngel, İ., "İstanbul'da Bulunan Mimar Sinan Eseri Cami Ahşap Kapı ve Pencere İç Kepenklerinin Malzeme, Boyut, Süsleme ve Yapım Tekniği Açısından İncelenmesi", Politeknik Dergisi, 17(2): 49-57, (2014).

[2] Bektaşoğlu, M., "Anadolu'da Türk İslam Sanatı", Diyanet İşleri Başkanlığı Yayınları, 106-107, (2009).

[3] Doğantaş, M., "Amasya Yöresi Ahşap Sanatı", Sanatsal Mozaik Dergisi, 3(3): 64–68 (1998).

[4] Osmani, S., "Makedonya Türk Dini Yapılarında Ahşap Süsleme Sanatı", Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Ankara, 35–38 (2001).

[5] Bozer, R., "XV. Yüzyıl Ortasına Kadar Anadolu Türk Sanatında Ahşap Kapılar", Doktora Tezi, Ankara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Ankara 19–30, 273 (1992).

[6] Damgacı, H., "Ağaç Oyma", Erkek Teknik Yüksek Öğretim Okulu Ağaç İşleri Bölümü Matbaası, Ankara, 1-5 (1970).

[7] Şanıvar, N., Zorlu, İ., "Ağaç İşleri Gereç Bilgisi", Milli Eğitim Basım Evi, İstanbul, 45-55 (1985).

[8] Aras, R., Söğütlü, C., Ersan, E., "Baskı Makineleri ile Ahşap Oyma İmkânlarının Araştırılması", Politeknik Dergisi, 14(1): 73-78, (2011).

[9] Baysal, E., Çolak, M., Yüksel, M., "Türk Ahşap Sanatında Ahşap İşçiliği" Standart Dergisi (TSE), 42(495): 36–39 (2003).

[10] Mülayim, S., "Anadolu Türk Mimarisinde Geometrik Süslemeler", T.C. Kültür Bakanlığı, Ankara, 57–58 (1982).

[11] Kerametli, C., "Osmanlı Devri Ağaç İşleri, Tahta, Oyma, Sedef, Bağa ve Fildişi Kakmalar", Türk Etnografya Dergisi, Türk Tarih Kurumu, 4: 5-13, (1961).

[12] Aras, R., "Ağaç Kakmacılığı Uygulama Yöntemleri ve Önemi", Gazi Üniversitesi Teknik Eğitim Fakültesi Politeknik Dergisi, 2(4): 33–36 (1999).

[13] Söğütlü, C., Sönmez, A., "Kündekâri Tekniğinde Yapılmış Ahşap Panellerin Boyutsal Değişimlerinin Belirlenmesi", Gazi Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi, 23(2):349-356, (2008).

[14] Alıcı, F.,"Laserle Kaplama Kesimi ve Ağaç Kakmacılığı Üzerine Bir Araştırma", Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, (2006).

[15] Burdurlu, E., Baykan, İ., "Ağaçişlerinde Kesme Teorisi ve Endüstriyel Mobilya Üretimi Makineleri", Bizim Büro Basımevi, Ankara, (1998).

[16] Acıpayamoğlu, M.M., "CNC Ağaç İşleme Makinelerinde Çok Ölçütlü Seçim", Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, (2013).

[17] Kaya, M., "Ahşap CNC İşleme Makinelerinde Takım Yolu ve Kesme Parametrelerinin Yüzey Pürüzlülüğüne Etkisinin Belirlenmesi", Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, (2016).

[18] Loveridge, R., Strehlke, K., "The Digital Ornament Using CAAD/CAAM Technologies", International Journal of Architectural Computing, 4(1): 33-49, (2006).

Orman Mühendisliği

(Forest Engineering)

A STUDY ON THE MARKET AND USAGE OF MEDICAL PLANTS IN DENİZLİ/TURKEY

DENİZLİ İLİNDE TIBBİ BİTKİLERİN PAZARI VE KULLANIMI ÜZERİNE BİR ARAŞTIRMA

Sefa Akbulut[1*], Mustafa Karaköse[2], Zafer Cemal Özkan[3]
[1]Karadeniz Technical University, Faculty of Forestry, Department of Forest Botany, 61080 Trabzon, Turkey, e-mail: sakbulut@ktu.edu.tr
[2]Giresun University, Espiye Vocational School, Program of Medicinal and Aromatic Plants, Giresun, Turkey, e-mail: mustafa.karaose@giresun.edu.tr
[3]Karadeniz Technical University, Faculty of Forestry, Department of Forest Botany, 61080 Trabzon, Turkey, e-mail: ocemal@ktu.edu.tr

Özet

Bu çalışma Denizli ilinde faaliyet gösteren aktarlarda satışı yapılan tıbbi ve aromatik bitkilerin ticaretini ve kullanımlarını araştırmaya yöneliktir. Bu amaçla bölgede faaliyet gösteren 4 aktar firması ve bu aktarlarda alış-veriş yapan 40 müşteri ile yüz yüze anket uygulaması gerçekleştirilmiştir. Anket sonucunda aktar ve müşterilere ait demografik özellikler, en çok satışı yapılan ve kullanılan bitkiler, kullanım özellikleri ve amaçları tespit edilmiştir. En çok satılan bitkiler arasında *Salvia officinalis, Ceratonia siliqua, Tilia tomentosa* ilk üç sırayı almaktadır. Aktarlar, müşterilerin en çok satın alma sebeplerini 15 başlık altında toplamışlardır. Başlıca kullanım alanları sindirim bozuklukları, gıda, sinir sistemi hastalıkları ve diğerleri. Otların en yaygın kullanılan kısımları yapraklar, çiçekler ve meyvelerdir. Tercih edilen uygulama yolları infüzyon ve dekoksiyondur.

Anahtar kelimeler: Tıbbi bitki, Bitki ticareti, Aktar, Etnobotanik, Denizli

Abstract

This study examines the trade and use of medical and aromatic herbs within Denizli region. Face-to-face interviews were conducted with 4 herbalists and 40 customers, which were then used to develop demographic profiles. The most commonly sold herbs were *Salvia officinalis, Ceratonia siliqua, Tilia tomentosa*. The herbalists stated 15 major health reasons for customers to buy plants. The main uses are digestive disorders, food, nervous system diseases, et al. The most commonly used parts of the herbs are leaves, flowers and fruits. The preferred means of administration are infusion and decoction.

Keywords: Medicinal plants, Plant trade, Herbalist, Ethnobotany, Denizli

1. Introduction

Apart from health in Turkey, it is beneficial in different areas such as food, spices, tea, insecticide, stain, decorative and household goods, incense and nazara, soap production, beverage and cosmetic industry and animal diseases (Kendir and Güvenç, 2010; Faydaoğlu and Sürücüoğlu, 2011). It is up to the early ages that people begin to benefit from plants for their health. The meaning of the Arabic-derived "Aktar" word is that it refers to someone or a shop selling spices or fragrances (TDK, 2017). The Aktar profession is an important part of the traditional and culturally rich folk medicine, and the past in Anatolia dates back to the 12th and 13th centuries (Ünyazıcı, 2014).

The popularity of medical plants is increasing every year. Both domestic products and imported products are also increasing in number of years. Uncontrolled product entry and sale pose a risk to public health. For this reason, aktars should have a certain level of education related to the trade and use of medical and aromatic plants as much as the consumers.

2. Materials and Methods

This study included four aktars selling medicinal and aromatic herbs, and the customers buying from them in Denizli, a city in the Aegean Region. In the study, two separate questionnaires consisting of two sections, for the aktars and the customers, were given. The questionnaires were administered face-to-face. The first section of both questionnaires aimed to identify their demographic characteristics. The second section of the questionnaire, given to the aktars, aimed to identify the most traded herb species, the reasons for selling them, and the identification of customer profiles. The second section of the questionnaire, given to the customers, aims to identify the herbs most preferred by the customers and the purposes of using them.

3. Results and Discussions

A survey was conducted with 4 aktar firms and 40 total customers in the study. Demographic characteristics of aktars in Table 1, the characteristics of the customers are given in Table 4.

Table 1. Demographics features of aktars

Features	Herbalist number	Percentage (%)
Age groups		
29-39	1	25
40-50	2	50
>50	1	25
Gender		
Male	3	75
Female	1	25
Educational status		
Primary education	-	-
High school	2	50
University	2	50

The aktars participating in the survey have ages ranging from 37 to 56 with an average age of 45. It is understood that only one of the business owners is a female, male-dominated occupation group. It is seen that there is a predominantly male-dominated profession group in Turkey as well (Akbulut and Özkan, 2016; Akbulut and Bayramoglu, 2013; Çelik, 2014; Toksoy et al., 2010).

Aktars have a minimum training period of 11 years, a maximum of 15 years, and an average training period of 12 years. This period coincides with the end of high school in our education system. The average level of education of small and medium sized enterprises in Turkey is 6 years, so the level of education of aktars is on this average.

Ministry of Health, General Directorate of Pharmaceuticals and Pharmacy, in line with general information about the Acts, Spices and Similar Shops dated October 11, 1985 and numbered 5777; There is the article "No herbal mixture will not be made, their liquid or solid preparations will not be prepared and sold" in these kinds of shops which are still active (Anonymous, 2017). In spite of this, two aktars participated in the survey stated that they had their own blends. Although other companies have stated that they have not prepared any blends, it has been observed that untagged, unspecified products are sold in bags.

Aktars stated that 25% of the information about the medicinal and aromatic properties of the plants are from the books, 50% from the vendors and 25% from the internet.

The activities of aktars, the products they sell and the number of workers they work are given in Table 2. Accordingly, the duration of the activities varies between 6 and 24 years. The average operating period is 12 years. The number of employees working in aktars is usually 1-3. The number of products they sell varies between 500 and 2500, and they sell an average of 1500 herbal products and drugs. Table 3 lists the medical

and aromatic plants for which these companies have sold the most. Akbulut and Bayramoglu (2013) said that the first five plants sold by aktars were mint, lime, ginger, sage and carob in a survey of 24 provinces and 214 actors in Turkey. The aforementioned plants are also among the most frequently sold products in the present study, as well; however, due to regional differences and preferences, the ranking is different. However, this study also recorded the first plant sage that was sold the most. In another similar study Sargın et al. (2014) said that the best-selling crops in Alaşehir (Manisa) are thyme, yarrow and flax.

Table 2. Structural analysis of aktars

Company	Activity period (Year)	Employment situation (Person)	Product number
Aktar-1	10	2	500-1000
Aktar-2	9	1	500-1000
Aktar-3	6	1	>500
Aktar-4	24	2	1000-2500

Table 3. Best-selling plants in aktars

Botanical name	Family	English name	Turkish name	Part used
Salvia officinalis[*]	Lamiacee	Sage	Adaçayı	Leaf, flower
Ceratonia siliqua	Fabaceae	Carob	Keçiboynuzu	Fruit
Tilia tomentosa	Malvaceae	Linden	Ihlamur	Flower
Foeniculum vulgare	Apiaceae	Fennel	Rezene	Leaf
Thymus sp.	Lamiaceae	Thyme	Kekik	Leaf
Rosa canina	Rosaceae	Rose hip	Kuşburnu	Fruit
Piper nigrum	Piperaceae	Black pepper	Karabiber	Fruit
Melissa officinalis subsp. *officinalis*	Lamiaceae	Lemon balm	Oğulotu	Leaf
Caspicun annum[*]	Solanaceae	Red pepper flakes	Kırmızı pul biber	Fruit
Urtica dioica	Urticaceae	Nettle	Isırgan	Leaf, seed
Zingiber officinale[*]	Zingiberacaea	Ginger	Zencefil	Rhizom
Mentha x *piperita*	Lamiaceae	Mint	Nane	Leaf
Cinnamomum cassia[*]	Lauraceae	Cinnamon	Tarçın	Bark
Cuminum cyminum	Apiaceae	Cumin	Kimyon	Fruit
Laurus nobilis	Lauraceae	Laurel	Defne	Leaf
Nigella sativa	Ranunculaceae	Nigella	Çörekotu	Seed
Hypericum perfortum	Hypericaceae	St. John’s wort	Sarı kantaron	Flowers
Anethum graveolens	Apiaceae	Dill	Dereotu	Leaf
Rubus sp.	Rosaceae	Blackberry	Böğürtlen	Fruit
Cerasus avium	Rosaceae	Cherry	Kiraz	Fruit stem
Cassia fistula[*]	Fabaceae	Senna	Sinameki	Flower
Eugenia caryophyllata	Myrtaceae	Clove	Karanfil	Flowers
Lavandula stoechas	Lamiaceae	Lavender	Karabaşotu	Flowers
Achillea millefolium	Asteraceae	Common yarow	Civanperçemi	Flowers

*Exotic species

Aktars said that these plants are mostly bought by customers for health problems. Aktars stated that most plants sell for digestive system diseases (26.1%), food (19.8%), and nervous system disorders (8.2%). These are followed by asthma, cardiovascular disease, anemia and cancer, respectively. Akbulut and Özkan (2016) report that the medicinal and aromatic products are mostly used for digestive system, respiratory system, and nervous system disorders, followed by cardiovascular disorders, infertility, dermatological disorders, and cancer, respectively. In the studies performed by Akbulut and Bayramoglu (2013), digestive system, respiratory system and skin diseases are among the priority diseases. Toksoy et al. (2010) stated that medicinal and aromatic plants were primarily used as intestinal, urinary tract diseases and gas remover in the aktars of the Eastern Black Sea Region. It is understood that the plants sold in aktars are mostly taxa belonging to the *Lamiaceae* family, which overlap with other studies in Turkey. It has been determined that the medicinal plants sold are mostly prepared as infusion or decoction. (Akbulut and Özkan, 2016; Sargın et al., 2014; Akbulut and Bayramoğlu, 2013; Polat et al., 2011; Tulukcu and Sağdıç, 2011; Toksoy et al., 2010).

All of the aktars say that the most sales are in the winter months. Similarly, Akbulut and Bayramoglu (2013) and Sargın et al. (2014) indicate that the maximum sales are in winter months. Akbulut and Özkan (2016) stated that the maximum sales in the aktars of Kahramanmaras is in the summer months. The age of 40 aktar customers participating in the survey ranged from 18 to 63 with an average age of 31. 22 of the participants were male, 18 were female. The training period of the clients varies between 5 and 15 years. The average duration of education is 12 years. The demographic characteristics of the customers are given in Table 4.

When asked about the medical and aromatic plants they buy or use, the first three orders are sage, mint and lime. This is in line with the list of aktars who declare their best-seller. The most commonly used plants are given in Table 5.

Table 4. Demographics features of customers

Features	**Number of customers**	**Percentage (%)**
Age groups		
18-35	28	70
36-50	10	25
>50	2	5
Gender		
Male	22	55
Female	18	45
Educational status		
Primary education	4	10,0
High school	15	37,5
University	21	52,5
Occupational group		
Housewife	1	2,5
Retired	1	2,5
Employee	11	27,5
Officer	9	22,5
Artisan	7	17,5
Student	4	10,0
Self-employment	7	17,5
Monthly earning		
<500	5	12,5
501-1000	14	35,0
1001-1500	11	27,5
>1500	10	25,0

Tablo 5. Most purchase plants by customers

Botanical name	Family	English name	Turkish name	Part used
*Salvia officinalis**	Lamiacee	Sage	Adaçayı	Leaf, flower
Mentha x *piperita*	Lamiaceae	Mint	Nane	Leaf
Tilia tomentosa	Malvaceae	Linden	Ihlamur	Flower
Thymus sp.	Lamiaceae	Thyme	Kekik	Leaf
Ceratonia siliqua	Fabaceae	Carob	Keçiboynuzu	Fruit
Rosa canina	Rosaceae	Rose hip	Kuşburnu	Fruit
*Zingiber officinale**	Zingiberacaea	Ginger	Zencefil	Rhizom
Rubus sp.	Rosaceae	Blackberry	Böğürtlen	Fruit
Foeniculum vulgare	Apiaceae	Fennel	Rezene	Leaf
*Caspicun annum**	Solanaceae	Red pepper flakes	Kırmızı pul biber	Fruit

*Exotic species

Although the ranking is different, the plants sold by the aktars and the plants bought by the customers as stated by these customers correspond with each other. 30% of the customers said that they use the plants they have bought from the aktars for food purposes, 22.5% have digestive system disorders, 10% have nervous system disorders, 7.5% have respiratory system disorders, 7.5% have skin diseases, 3.7% have cardiovascular disorders, and 18.8% due to other health problems. The customer survey and aktar questionnaire have similar uses and purchase times.

Customers were asked about the first place they preferred health problems. The results are given in Table 6.

Table 6. The first places customers prefer to go to health care

First choice for health problems	Number of customers	Percentage (%)
Hospital only	25	62,5
First the hospital then the aktar	12	30,0
First the aktar then the hospital	2	7,5
Aktar only	-	-

The reasons why people prefer hospitals firstly are that everyone in Turkey under social security and they are wanted to be examined by a specialist physician. However, some drugs in Turkey are not covered by social security. In recent years, negative news about the side effects of medicines has led people to alternative medicine. For this reason the interest in aktars is increasing steadily. However, the standardizations for the medical supplies sold in aktar firms were not clear. Despite the cultivation of some plants, many plants are still collected from nature and are subject to trade. Some of these plants can be endemic species. This threatens the generation of endemic plants.

Sellers need to be aware of the sale of medicinal and aromatic plants and the awareness of buyers using them. Aktars must go beyond a professional apprentice relationship and the reasons for doing this profession must be prepared by trained

Acknowledgements

The authors sincerely thank Samet ÇELİK, who have assisted and guided the questionnaire studies, and the herb shops and the people of the Denizli region who have participated in the study.

References

Akbulut, S. and Bayramoglu, M.M., “The trade and use of some medicinal and aromatic herbs in Turkey”, Ethno-Med, 7: 67-77, (2013).

Akbulut, S. and Özkan, Z.C., "Herbalist-Customer Profile in Medicinal and Aromatic Herbs Trade: A Case Study of Kahramanmaraş, Turkey", Kastamonu Univ., Journal of Forestry Faculty, 16(1): 246-252, (2016).

Anonymous, "Aktar ve Baharatçı Açılışı İşlemleri", http://www.corlusm.gov.tr/images/dosyalar/aktar-ve-baharatci-acilisi-taahutname-29-07-2015.pdf, (2017).

Çelik Y., "Konya İlinde Tıbbi ve Aromatik Bitki Satışı Yapan Aktarların Sosyo-Ekonomik Yapıları Üzerine Bir Araştırma", Turkish Journal of Agricultural and Natural Sciences, 1(3), 369-376, (2014).

Faydaoğlu, E. and Sürücüoğlu, M.S., "Geçmişten Günümüze Tıbbi ve Aromatik Bitkilerin Kullanılması ve Ekonomik Önemi", Kastamonu Üni., Orman Fakültesi Dergisi, 11 (1): 52 – 67, (2011).

Kendir, G. and Güvenç, A., "Etnobotanik ve Türkiye'de Yapılmış Etnobotanik Çalışmalara Genel Bir Bakış", Hacettepe Üniversitesi Eczacılık Fakültesi Dergisi, 30(1), 49-80, (2010).

Polat, R. Satıl, F. and Çakılcıoğlu, U., "Medicinal plants and their use properties of sold in herbal market in Bingöl (Turkey) district", Biodicon, 4(3): 25-35, (2011).

Sargın, S.A., Selvi, S. and Erdoğan, E., "The handling characteristics of the medicinal plants which sold in herbalists in Alaşehir (Manisa) region", Biodicon, 6(3): 40-45, (2014).

http://www.tdk.gov.tr/index.php?option=com_bts&arama=kelime&guid=TDK.GTS.56a1e41329e725.08047569, (2017).

Toksoy D., Bayramoglu M. and Hacisalihoglu S., "Usage and the economic potential of the medicinal plants in Eastern Black Sea Region of Turkey", Journal of Environmental Biology, 31, 623-628, (2010).

Tulukcu, E. and Sağdıç, O., "Konya'da Aktarlarda satılan tıbbi bitkiler ve kullanılan kısımları", Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 27(4): 304-308, (2011).

http://www.aktarlardernegi.com/FileUpload/ds83118/File/web_icin_aktarlar_dernegi_dergisi.pdf, (2014).

IMPORTANCE OF FOREST LITTER DECOMPOSITION AND ITS INFLUENCE ON GLOBAL CLIMATE CHANGE

ORMAN ÖLÜ ÖRTÜ AYRIŞMASININ ÖNEMI VE KÜRESEL IKLIM DEĞIŞIKLIĞI ÜZERINE ETKISI

Temel Sarıyıldız
Kastamonu Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman Mühendisliği Bölümü, Toprak İlmi ve Ekoloji Anabilim Dalı, Kastamonu, Turkiye, E-posta: tsariyildiz@kastamonu.edu.tr

Özet

Yaşam döngüsü düşünüldüğünde, Dünya üzerinde hayatın devam etmesinde ölü organik madde ayrışmasının öneminin güçlü bir şekilde ifade edilmediği görülür. Oysa, organik madde ayrışması gerçekleşmemiş olsaydı, en üretken ekosistemlerde ilksel üretimin yıllık metre karede yaklaşık 4 kg'a çıktığı düşünüldüğünde, tüm Dünya yüzeyinin kısa bir süre içinde metrelerce kalınlıkta ayrışmamış ölü organik madde ile kaplanmış olduğu görülürdü. Ayrışma olayı gerçekleşmeseydi, organik maddenin yapısında bitkilerin alamayacakları formda bağlı bulunan bitki besin elementlerinden bitkilerin yararlanması mümkün olamayacağından, bitkiler daha fazla organik madde üretimi de yapamayacaklardı. Orman ölü örtüsünün ayrışması da, orman ekosistemlerinin işlevi ve yapısının devamında önemli yer tutmaktadır. İklim özellikleri, mikroorganizmalar ve ölü örtünün kimyasal yapısı ayrışma üzerinde en önemli faktörlerdir. Son 40 yıl içinde yapılan çalışmalarda, hem küresel hem de bölgesel ölçekte meydana gelen iklim değişikliklerinin, ölü örtü ayrışması üzerinde önemli bir etkiye sahip olduğu bildirilmiştir. Bu oldukça önemli bir konudur. Çünkü bitki ölü örtüsünün ayrışması, küresel karbon bütçesinin önemli bir kısmını oluşturmaktadır. Bilim adamları, ölü örtü ayrışmasının yıllık 68 Pg C yıl^{-1} (Pg =10^{15}g) olduğunu bildirmiş ve bu rakamın yıllık toplam karbon akışının yaklaşık yüzde 70'inden sorumlu olduğunu ifade etmişlerdir. Burada sunulan bildiride, Ülkemiz orman ekosistemlerinde ölü örtü ayrışmasına etki eden faktörler ve bu konuda yapılan çalışmalar üzerinde durulacaktır.

Anahtar Kelimeler: Orman ekosistemleri, Ölü örtü ayrışması, Küresel iklim değişikliği, Karbon

Abstract

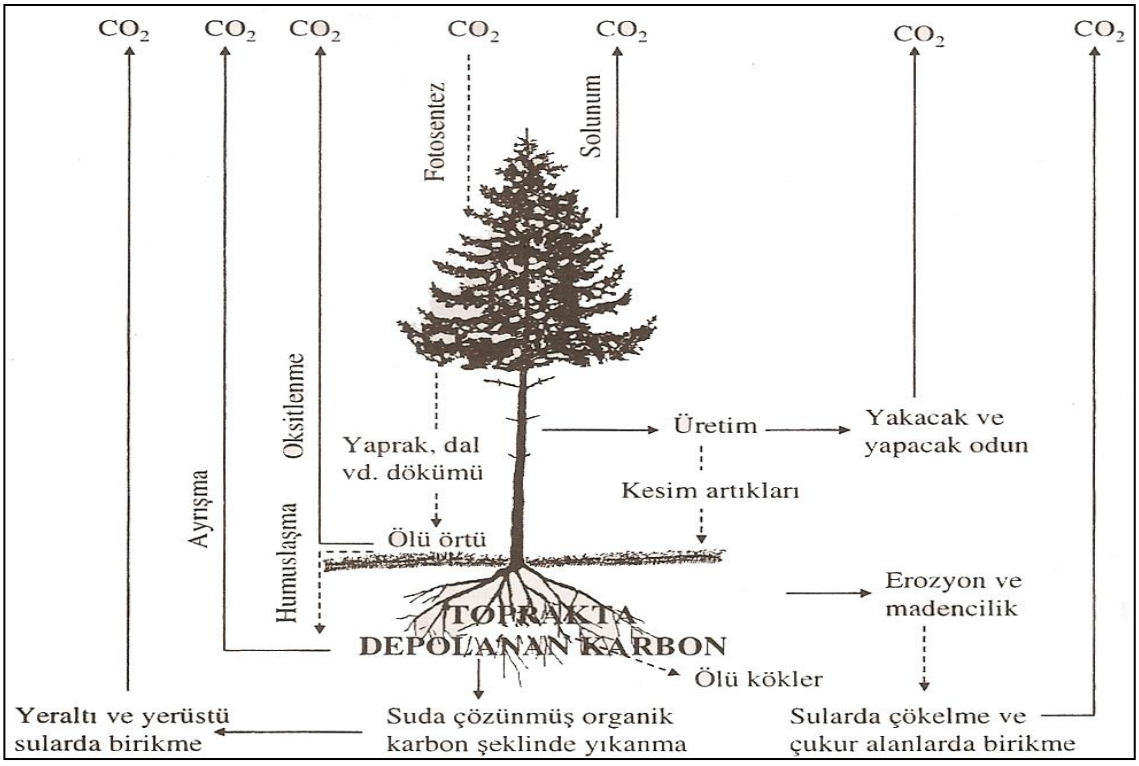
Considering the cycle of life, there is no exaggeration in the statement that decomposition of dead organic matter is a crucial process for sustaining life on Earth. Without decay (and fires), with constant production of organic matter by plants and a yearly primary production reaching ca. 4 kg m^2 in the most productive ecosystems, the whole land surface of the Earth would be soon covered with a meters- thick layer of undecomposed organic matter. And nutrients would be fixed in a form unavailable to plants, making further production impossible. The decomposition of plant litter plays a significant role in the structure and function of natural ecosystems by acting as an energy source for soil organisms and as a nutrient reservoir for intra-system cycling processes. The rate of litter decomposition is influenced by 3 main factors: the physico-chemical environment, the decomposer population and the resource quality of decomposing material. During the last 40 years of studies, it has been reported that climate changes that occur on both the global and regional scale have an important effect on the decomposition of forest litter. Scientists have reported that the decomposition of the forest litter is 68 Pg C year-1 (Pg = 10^{15}g), and that this number accounts for about 70 percent of the total annual carbon flow. In this present study, we focus on the factors that mainly influence litter decomposition in Turkish forest ecosystems and on the studies carried out in Turkey.

Keywords: Forest ecosystems, Litter decomposition, Global climate change, Carbon

1. Giriş

Karbon, canlıların yapı taşı olmasının yanı sıra evrende bolluk bakımından altıncı sırada yer alan, dünyada hem doğal halde hem de başka elementler ile bileşik halinde bulunan, ağırlık olarak yerkabuğunun yaklaşık %0,2'sini oluşturan ametal kimyasal elementtir. Atmosferin yaklaşık %0.05'ini oluşturan ve bütün doğal sularda erimiş olarak bulunan karbon dioksit, kireçtaşı ve mermer gibi karbonat mineralleri, kömürün, petrolün ve doğalgazın başlıca yapıtaşları olan hidrokarbonlar en bol bulunan bileşiklerdir. Karbon bileşikleri bitkilerin, hayvanların ve mikroorganizmaların yapı taşlarını oluşturmakta, hayatımızı devam ettirmek için gerekli olan enerji ve yiyecek kaynaklarımızın çoğunu sağlamaktadır. Karbondioksit (CO_2) gazı olarak atmosferin yaklaşık %0.05'ini oluşturan karbon, bir yandan güneşten gelen radyasyonun seviyesinin kontrol edilmesini sağlarken diğer yandan bitkilerin gelişmesinde uygun sıcaklık ortamlarının sağlanmasına yardımcı olur [1].

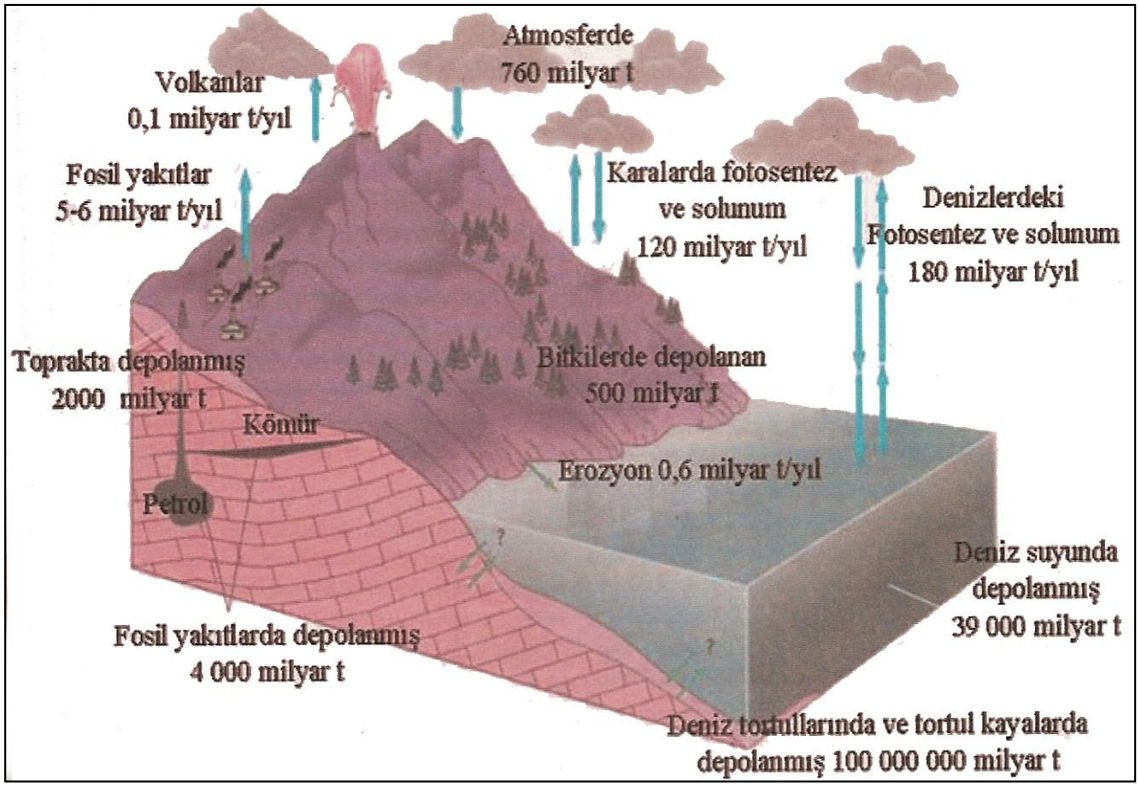
Karbonun atmosfer, canlılar ve karalar ile sular arasında yer değiştirmesi olayı karbon döngüsü olarak adlandırılmaktadır. Atmosferdeki karbon, karalardaki ya da sulardaki fotosentez yapan canlılar tarafından (bitkiler, fitoplanktonlar vb.) bağlanmaktadır. Karbon daha sonra besin zinciri aracılığıyla fotosentez yapabilen canlılarla beslenen hayvanlara geçmektedir. Bu aşamadan sonra ya solunum ile atmosfere CO_2 olarak dönmekte ya da canlıların ölmesi ile toprakta veya sularda birikmektedir. Organik atıkların buralarda ayrışması ile tekrar CO_2 olarak atmosfere ulaşmaktadır (Şekil 1).



Şekil 1. Orman ekosistemlerinde karbon döngüsü (Lal, 2004'den [2] değiştirilerek)

Küresel karbon döngüsünde karalardaki bitkiler tarafından her yıl yaklaşık 60 milyar ton karbon alınmakta ve bir bu kadar karbon da solunum ile atmosfere verilmektedir. Benzer şekilde okyanuslardaki canlıların fotosentez ve solunumunda kullanılan karbon miktarı toplam 180 milyar tondur [3]. Doğal koşullarda fotosentez ile bağlanan karbon, solunum ile harcanan karbondan bir miktar daha fazladır. Böylece karbon canlılarda bitkisel veya hayvansal kütle olarak bağlanmaktadır. Karasal ekosistemlerdeki vejetasyonda toplanmış olan karbon miktarı 500 milyar ton dolaylarındadır. Karalarda karbon sadece bitkilerde değil aynı zamanda topraklarda da depolanmaktadır. Topraklarda depolanan karbon miktarı yaklaşık olarak 2000 milyar tondur (1 m derinlikteki topraklar için). Okyanuslarda depolanmış olan karbon ise 39.000 milyar ton

civarındadır [3] (Şekil 2). Karbon ayrıca $CaCO_3$ gibi değişik formlarda inorganik olarak da depolanmış haldedir. Yeryüzündeki tortul kayalarda ve deniz diplerinde oldukça önemli miktarlarda inorganik formda karbon bulunmaktadır. İnorganik formdaki karbon küresel karbon döngüsü açısından çok önemli değildir. Yıllık olarak atmosferden alınarak bitkisel veya hayvansal kütlede biriktirilen karbonun 1990–1999 yılları arasında karalarda 1,4±0,5 milyar ton, okyanuslar ile denizlerde 1,7±0,7 milyar ton kadar olduğu tahmin edilmektedir [4]. Böylece yıllık olarak toplam 3,1 milyar ton karbon atmosferden alınarak çeşitli şekillerde depolanmaktadır. Ancak buna karşılık ısınma, sanayi ve ulaşımda fosil yakıtların kullanılması ile atmosfere yıllık olarak 6,3 milyar ton (90'lı yılların ortalaması) karbon emisyonu olmaktadır. Neticede yıllık olarak atmosferdeki karbon miktarı 3,2 milyar ton kadar artmaktadır [4]. Yani doğal koşullarda devam eden küresel karbon döngüsünde atmosferdeki karbonun bitkiler tarafından bağlandığı, topraklarda ve sularda depolandığı için sürekli olarak azalma eğiliminde olması beklenir, ancak fosil yakıtlarda depolanmış olarak bulunan karbon, bu fosil yakıtların kullanılması ile karbon döngüsüne katıldığı için karbonun atmosferdeki miktarı sürekli artmaktadır.



Şekil 2. Küresel karbon döngüsü (Botkin ve Keller'den [5] değiştirilerek)

2002 yılında dünyadaki CO_2 salınımlarının toplamı 24126 milyon ton olmuştur. Buna göre 2002 yılında CO_2 emisyonlarında %24,3'lük pay ile A.B.D. birinci sırada, Çin ise %14,5 ile ikinci sırada, Rusya ise %5,9 ile üçüncü sırada yer almıştır. Yapılan hesaplamalara göre 2010'lu yılında Çin CO_2 emisyonlarında dünyada birinci sırayı alacaktır. Endüstriyel gelişme ve insan nüfus patlamasından önce atmosferdeki karbondioksit seviyesi yaklaşık 280 ppm (bir milyondaki bölümü) iken, 2005 yılında 379 ppm değerine ulaşmıştır [4]. 2006 yılı itibariyle atmosferdeki CO_2 oranının 381 ppm olduğu ve 2000–2006 yılları arasında yıllık ortalama 1,93 ppm kadar arttığı bildirilmektedir [6]. Yirmi birinci yüzyılın ortalarına doğru bu değerlerin doğal olan geçmişteki miktarının yaklaşık iki katını aşabileceği bildirilmektedir [7].

Atmosferdeki CO_2'in miktarının artması, bitki yaprakları içindeki CO_2'in miktarının birçok durumda fotosentezin oranına karar vermesi kadar, alan ekosistemlerinin temel üretkenliğini de teşvik edebilmektedir. Eğer birincil net üretkenlikteki artış topraklarda ve alan bitki örtüsü içindeki karbonun daha uzun dönemde depolanmasını sağlarsa, ormanların gelişmesi fosil yakıtlarının yanmasından gelen atmosfer içindeki CO_2 yükselmesini durdurabilir. Bununla beraber, birçok bilim adamı bunun doğal sistemlerin geniş bir şekilde

kullanılabilir su, besin elementleri ve ışık tarafından sınırlandırılması nedeniyle olanaksız olduğuna inanmaktadır [7]. Ormanlar diğer ekosistemlerle karşılaştırıldığında daha yüksek net ilksel üretime sahiptirler. Ormanlarda görülen 400–1000 gC/m2/yıl'lık net toprak üstü net ilksel üretimi otlak alanın iki katının üzerinde ve açık okyanustan ise bir kaç kez daha büyüktür [6].

Atmosferdeki CO_2'in emilerek biyokütleye dönüştürülmesi suretiyle ormanlarda karbon birikimi gerçekleşmektedir. Karbon, ağaçların gövdeleri, dalları, yaprakları ve köklerinden oluşan canlı biyokütle ile ölü örtü, toprak organik maddesi ve diğer maddelerden oluşan cansız biyokütlenin yanı sıra orman ürünlerinde depolanmaktadır. Ormanlar birim alanda bağladıkları karbonun fazlalığı ve bağladıkları bu karbonu uzun yıllar bünyelerinde tutabilme özelliklerinden ötürü küresel ısınmayı yavaşlatma açısından diğer ekosistemlere göre çok daha büyük bir potansiyele sahiptir. Toprak ve vejetasyondaki biyokütle miktarını etkileyebilecek insan kaynaklı veya doğal herhangi bir müdahale, salınan veya bağlanan karbon miktarını da etkileme potansiyeline sahiptir. Ormanların tahrip edilmesi de bunu tetiklemektedir. Klötzli (1980)'e [8] göre özellikle tropik ormanların tahribi ile kaybedilen orman alanı yılda yaklaşık olarak 0.3 milyon km^2' dir. Bu olay 400 milyar ton oksijen tüketilmesi ve 550 milyar ton karbondioksit üretilmesi sonucunu doğuracaktır. Bu da atmosferin karbondioksit yoğunluğunu, dolayısıyla küresel ısınma hızını arttıracaktır. Dünyada her yıl yaklaşık 17 milyon hektar orman yok edilmektedir. Böylece bu ormanların fotosentezle tüketecekleri yıllık 204–510 milyon ton karbondioksit atmosferde depolanacaktır. Ülkemizde ise 1950–1997 yılları arasında 2,6 milyon hektar orman tahrip edilmiştir [9]. Bu tahribatın 47 yıllık bilânçosunun 1,4–3,7 milyar ton karbondioksit emisyonu olduğu hesaplanmıştır. Bu sayısal değerler ormanların tahribi ile atmosferin karbondioksit dengesinin, dolayısıyla küresel ısınma hızının nasıl etkilendiğini göstermektedir.

Karbon depolanması üzerinde sadece orman ağaçlarının önemli bir işlevi olduğu zannedilmekte, orman topraklarının etkileri ise göz ardı edilmektedir. Nitekim karasal ekosistemlerde depolanmış olan toplam 2500 milyar ton karbonun 2000 milyar tonu topraklardadır. Orman topraklarında tarım ve otlak topraklarına göre daha fazla karbon biriktirilebilmektedir. Orman topraklarında karbon birikimi, yaprak dökümü ile organik madde girişi ve organik maddenin ayrışması arasındaki ilişki ile belirlenmektedir. Bitkilerde depolanan karbon, ya ölü organların toprak üzerinde birikmesi ile ölü örtüyü oluşturmakta ya da hayvanlar tarafından yenilerek bunlara geçmekte ve solunum ile atmosfere dönmektedir. Bitkisel kütle odun hammaddesi üretimi ve diğer bitkisel kökenli ürünlerin toplanması ile ekosistemin dışına çıkmaktadır. Bu sırada oluşan kesim artıkları da toprak üzerindeki ölü örtüye karışmaktadır. Ölü örtüdeki organik maddeler ya burada ayrışarak CO_2 şeklinde atmosfere dönmekte ya da bu ölü örtünün ayrışması sonucunda oluşan humus ile diğer ayrışma ürünleri mineral toprağa yağış suları ile sızmaktadır [10]. Böylece organik karbon toprakta depolanmaktadır. Ayrıca ölü kökler ve toprakta yaşayan canlıların ölü artıkları da toprak organik maddesine eklenmektedir. Gerek yaprak dökümü ve ölü örtü oluşması, gerekse bunların ve toprak içindeki organik karbonun ayrışması üzerinde iklim, yeryüzü şekilleri, ağaç türleri, meşcere özellikleri, silvikültürel müdahaleler, toprak özellikleri, arazinin işlenmesi, erozyon gibi çeşitli faktörler etkili olmaktadır [11].

2. Ölü Örtü Ayrışmasının Önemi ve Ayrışmayı Etkileyen Faktörler

Toprak organik maddesinin asıl kaynağı ölü örtü ayrışması sonucunda toprağa sızan veya karışan organik maddelerdir. Bu sebeple ölü örtü ayrışması ile toprak organik maddesi arasında kaçınılmaz bir ilişki mevcuttur. Ölü örtü ayrışması, orman ekosistemi içinde yer alan ağaçların gelişmesi için gerekli olan besin elementlerinin sağlanması, bu besin elementlerinin döngü süreçlerinde bir besin deposu olması yanında, ortamda yaşayan toprak mikro ve makro organizmaları için bir enerji kaynağıdır [12]. Ölü örtünün ayrışma oranlarının ve ayrışmaya etki eden faktörlerin neler olduğunun belirlenmesi ölü örtünün doğal ekosistemlerin işlevlerini yerine getirebilmesinde, içinde barındırdıkları toprak organizmaları için gerekli enerjiyi sağlayabilmelerinde ve sistem içindeki besin döngüsünün kesintiye uğramadan devam etmesinde önemli bir yer tutmasından kaynaklanmaktadır. Birçok bilim adamı ölü örtü ayrışmasına etki eden etmenlerin neler olduğunu bulmak için hem arazide hem de laboratuar ortamlarında birçok bilimsel çalışmalar yapmış, ölü örtü ayrışma modelleri geliştirmeye çalışmıştır [13]. Yapılan bu çalışmalarda genelde bitkilerin toprak üstü kısımlarının (çoğunlukla yaprak, dal, kütük) ayrışma seyrinin izlenmesi üzerinde durulmakta, çalışılması daha zahmetli ve zaman alan toprak altı (kök) kısmının ayrışma seyri üzerine olan çalışmalar sınırlı

olmaktadır [14,15]. Oysa toprak organik maddesinin önemli bir kısmını oluşturan ölü köklerin ayrışma seyri belirlenmeden, herhangi bir ekosistemdeki karbon döngüsü sürecinin ve etki eden faktörlerin tam olarak anlaşılması eksik kalacaktır [16].

Bitkilerin hem toprak üstü hem de sınırlı sayıda olsa da toprak altı kısımlarının kullanılarak, şu ana kadar yapılan çalışmalardan elde edilen sonuçlara göre, ölü örtünün ayrışması ve besin elementlerinin salıverilmesini etkileyen üç ana faktör bulunmaktadır. Bunlar; (1) ölü örtü ayrışmasının gerçekleştiği ortamın iklim özellikleri (özellikle sıcaklık ve yağış), (2) bu ortamda ayrışmayı gerçekleştiren mikroorganizmaların ve toprak canlılarının sayısı, çeşidi ve aktifliği ve (3) ayrışan ölü örtünün kimyasal bileşenleri (özellikle toplam karbon, azot, hemiselüloz, lignin ve besin elementleri konsantrasyonları yada bunların birbirine olan oranları C:N, lignin:N gibi) [17]. Genel olarak, farklı coğrafik bölgelerde bulunan ölü örtünün ayrışması üzerinde iklim özellikleri etkili olurken, daha sınırlı, yerel alanlarda ise ayrışan ölü örtünün kimyasal yapısının etkisi ön plana çıkmaktadır. Diğer çevre özellikleri ve ayrıştırıcıların aynı olduğu ortamlarda, sıcaklıkta meydana gelebilecek artışla ölü örtü ayrışması arasında pozitif bir ilişki bulunmaktadır [18]. Vitousek ve ark. (1994) [19] tarafından yapılan bir çalışmada, hava sıcaklığında meydana gelen 10 ^{o}C lik bir artışın ölü örtü ayrışma oranını 4 ile 11 katı arttırdığı rapor edilmiştir.

Ölü örtünün ayrışmasını etkileyen bu üç ana faktör yanında, toprak özellikleri [20], ağaç tepe yapısı [21], çevre ve toprak özelliklerine bağlı olarak ağaç üzerindeki farklı iğne yaprak yaş sınıfları [22] türün kimyasal yapısını değiştirebilmekte ve sonuçta ölü örtü ayrışması önemli derecede etkilenebilmektedir [21]. Bazı çalışmalarda ise, herhangi bir türün saf ya da karışık meşcereleri altında oluşan ölü örtülerinin ayrışma ilişkilerinin farklılıklar arz ettiği bildirilmektedir [23]. Bunların yanında, ormanların altında yetişen çalı türlerinin, ölü örtü ayrışmasını yavaşlattığı veya hızlandırdığı [24] yönünde farklı sonuçlar ortaya konulmuştur.

Lokal alanlarda ölü örtü ayrışma seyri üzerinde ayrışan materyalin biyokimyasal yapısı öne çıkmakla beraber, bu lokal alanların topografik yapıları (bakı, yükselti, eğim) mikroiklim özelliklerini değiştirerek ölü örtü ayrışma seyrini etkileyebilmektedir. Sariyildiz ve ark. (2005) [20] tarafından Artvin yöresinde yapılan bir çalışmada, farklı türlerin ölü örtü ayrışması üzerinde bakı ve yükseltinin önemli bir etkisinin olduğunu belirlemişlerdir. En yüksek ölü örtü ayrışması en düşük yükseltilerde bulunurken, bunu sırasıyla orta ve üst yükseltiler takip etmiştir. Bakı olarak ise güney bakılardaki ölü örtü ayrışmasının kuzey bakılardan daha hızlı olduğu belirlenmiştir. Yükselti ile ölü örtü ayrışmasındaki azalmanın en önemli etkisi olarak yükselti ile azalan sıcaklık ile mikroiklim özelliklerine bağlı olarak meydana gelen değişimlerin tür bileşimini, toprak özelliklerini, mikroorganizmaları ve türlerin kimyasal bileşenlerini etkilemesinden kaynaklandığı vurgulanmaktadır [20].

Herhangi bir alanda, topografya, iklimsel etkenlerin işlevini geciktirebilir ya da hızlandırabilir. Eğimli alanlar, arazilerin yüzey erozyonunu arttırma yönündedir. Yağış sularının yüzeysel akıştan önce toprağa az miktarda girmelerine sebep olabilmektedirler. Bu nedenle, toprak oluşumunun daha alt tabakalarda devam etmesini engeller. Yarı kurak alanlarda, eğimli alanlar üzerinde nem daha az etkili olduğundan, daha seyrek, daha az çeşitli bitki örtüsüne rastlanılmaktadır. Bu nedenle eğimli araziler üzerindeki topraklar, yanındaki arazi ile aynı seviyedeki toprakla karşılaştırıldığında oldukça sığ ve toprak profillerinin zayıf geliştiği görülmektedir. Topografya ana materyalle de ilişki içinde olabilir. Örneğin, tortul kayaçtan oluşan bir ana materyale sahip eğimli bir alanlarda, sırtlar genelde dirençli kumtaşı içerirken vadilerdeki topraklarda daha kolay parçalanabilen kireçtaşı bulunur. Birçok alanlarda, topografya, rezüdiyal, kollüviyal ve allüviyal ana materyalin dağılımını yansıtırlar. Rezüdiyal ana materyal yukarı eğimlerde, aşağı kısımlarda kollüviyal ana materyal ve vadilerin en alt kısmında ise allüviyal ana materyal bulunur.

Topografyanın önemli diğer bir bileşeni olan bakı yine mikroiklim özelliklerinin değişmesine neden olabilmektedir. Bakı faktörü güneşten gelen radyasyonun alınması üzerinde etkili olduğundan, farklı bakılara sahip yamaçlar arasında ısınma dolayısıyla da nemlilik şartları değişik olmaktadır. Bu ise bitki örtüsünün yerleşme, çözülme ve buna bağlı olarak toprak oluşumunu etkilemektedir. Ülkemizde dağların kuzey ve güney yamaçları arasında toprak oluşumu yönünden son derece önemli farklılıklar bulunmaktadır. Çünkü güneye bakan yamaçlar güneş ışılarını daha dik aldığı için fazlaca ısınmakta ve nispeten kurak ortam

oluşurken kuzey yamaçlarda ise daha nemli şartlar hüküm sürmektedir. Buda toprak oluşumu üzerinde etkili olmaktadır. Bakının bir diğer etkisi yağış üzerinde olup, yağışın geldiği cephelere açık olan yamaçlar daha fazla yağış aldığı için yıkanma fazla olmakta dolayısıyla buralardaki topraklar asit reaksiyon göstermektedir. Diğer yamaçlarda ise yağış ve yıkanma az olduğundan topraklar alkalin reaksiyon göstermektedir.

Mikroiklim özelliklerini etkileyen topografyanın diğer bir faktörü de yükseltidir. Yükseltinin artması ile sıcaklık düşer ve belli bir yükseltiye kadar yağış artar. Yükseltinin iklime etkilerine bağlı olarak bir dağ yamacı boyunca farklı toprak kuşakları görülür. Yükseklere doğru sıcaklığın düşmesi ve kısmen de yağışın artması ile toprak yüzeyinde organik maddenin biriktiği ve yıkanmanın daha fazla olduğu asit reaksiyonlu, hatta podzolleşmiş topraklar görülür.

Bu üç faktörün (bakı, yükselti ve eğim) toprak oluşumunu, kimyasal ve fiziksel özelliklerini etkilediği birçok çalışmada ortaya konulmuştur. Sariyildiz ve ark. (2005) [20] Artvin yöresinde yaptıkları bir çalışmada, toprak pH, katyon değişimi ve yüzde baz doygunluğunun bakı ve yükseltiye bağlı olarak önemli derecede farklılık gösterdiğini bildirmişlerdir. Brubaker ve ark. (1993) [25], USA'a bağlı Nebreska alanlarında, alt yamaçta organik materyal ve kil miktarındaki azalışa paralel olarak, kum ve toz miktarının arttığını bulmuştur. Ayrıca hidroloji vasıtasıyla topografyanın toprağın kimyasal özellikleri üzerine dolaylı etkilerini araştırmış ve alt yamaçta; baz doygunluğu kadar pH, $CaCO_3$, değişebilir Ca, Mg 'un da arttığını gözlemlemiş. Chen ve ark., (1997) [26] Doğu Tayvan'daki dağlık bir alanında toprak pH' sı için bakı ve eğimin kontrol edici bir faktör olduğunu bulmuştur.

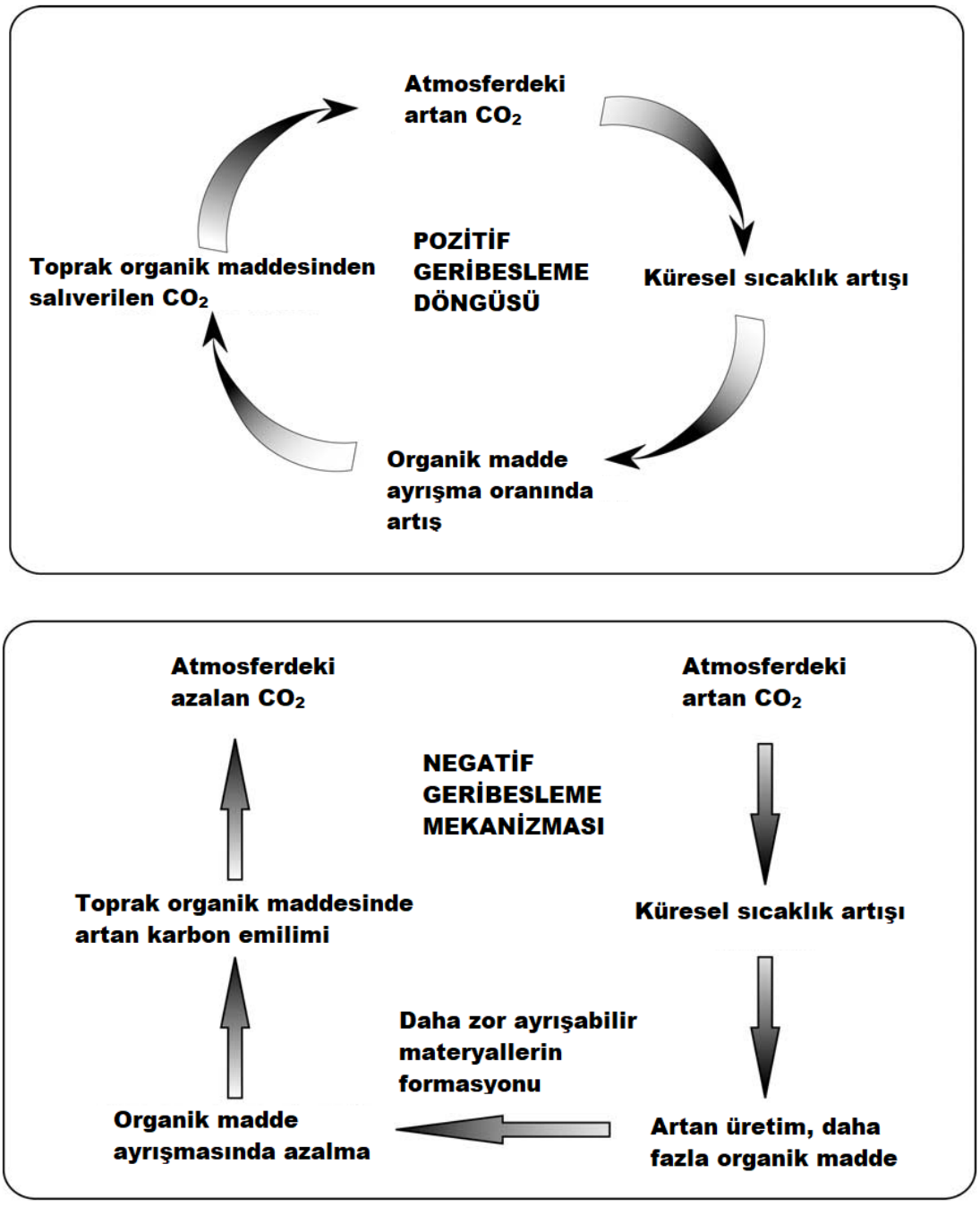
Topografya sadece toprak özellikleri ve yaprak ölü örtü ayrışma seyrini etkilememekte aynı zamanda ağaçların kök biyokütlesi üzerinde de etkili olabilmektedir. Tüfekçioğlu ve ark. (2004) [27], Artvin'de, doğu ladini ve doğu kayını meşcerelerinde kök biyoması ve karbon depolamasını incelemişler, güney bakılardaki kök kütlesinin kuzey bakılara oranla daha fazla olduğunu saptamışlardır [27]. Fogel, (1983) [28] ibreli ormanlar altındaki kılcal kök kütlesinin 1000-12600 kg/ha arasında değiştiğini belirtmektedir. Bu değerlere yakın miktarda kök kütlesi Hendrick ve Pregitzer, (1993) [29] tarafından meşe, kayın ve akçaağaç karışımından oluşan büklerde belirlenmiştir. Hendrick ve Pregitzer, (1993) [29] Amerika'da, Michigan eyaletindeki meşe, kayın ve akçaağaç karışımından oluşan yapraklı ormanlardaki ince kök kütlesini güneşli bakılarda gölgeli bakılara oranla daha fazla bulmuşlardır. İlgili çalışmada, güneşli bakılardaki kılcal kök kütlesi 9530 kg/ha iken gölgeli bakılarda 7967 kg/ha'dır. Kalyn ve Van Rees, (2006) [30] yaptıkları bir çalışmada, yetişkin bir Kara ladin (*Picea mariana* Mill.), Kavak (*Populus tremuloides* Mich x.) ve Jack pine (Çam) (*Pinus banksiana* Lamb.) meşcerelerinin yıllık ince kök kütlesinin anılan sıralamaya göre ortalama 3.10±0.89, 1.71±0.49 ve 1.62±0.32 Mg(ton)C ha-1 olduğunu, bunun da toplam meşcere biyomasının %1 ve %6 arasında sorumlu olduğunu belirtmişlerdir. Yıllık ince kök net üretiminin anılan sıralamaya göre 2.66±0.97, 2.03±0.43 ve 1.44±0.43 Mg C ha-1y-1 olduğunu bularak toplam meşcere net üretiminin %41 ve %71 arasındaki değeri içerdiğini bildirmişlerdir.

3. Ölü Örtü Ayrışmasının Küresel İklim Değişikliğine Etkisi

Son 30 yıl içinde yapılan çalışmalarda, hem küresel hem de bölgesel ölçekte meydana gelen iklim değişikliklerinin, ölü örtü ayrışması üzerinde önemli bir etkiye sahip olduğu bildirilmiştir. Bu oldukça önemli bir konudur. Çünkü bitki ölü örtüsünün ayrışması, küresel karbon bütçesinin önemli bir kısmını oluşturmaktadır. Raich ve Schlesinger (1992) ölü örtü ayrışmasının (buna köklerin ayrışması da dahil) yıllık 68 Pg C yıl-1 (Pg =10^{15}g) olduğunu bildirmiş ve bu rakamın yıllık toplam karbon akışının yaklaşık yüzde 70'inden sorumlu olduğunu ifade etmişlerdir. Bu nedenle, ölü örtü ayrışmasını etkileyen faktörlerdeki herhangi bir değişiklik, küresel karbon bütçesinin hesaplanmasında önemli bir yer tutmaktadır.

Ölü örtü ayrışmasının, günümüzde atmosferde istenen düzeyden daha fazla miktarda var olan karbon dioksit miktarına ve dolayısıyla küresel iklim değişikliğine etkisi konusunda birbirine tezat iki senaryo bulunmaktadır. Pozitif ve negatif geribesleme makanizmaları (Şekil 3) [31]. Pozitif geribesleme mekanizmasında, atmosferdeki CO_2 miktarının yüksek olması ölü örtü ayrışmasını arttıracak, buda atmosfere daha fazla CO_2 salıverilmesine neden olacaktır. Bunun sonucunda küresl ısınma daha fazla artacaktır. Sıcaklık yükselmeside tekrar ölü örtü ayrışmasının yükselmesine ve CO_2 miktarının atmosferde artmasına

neden olacaktır. Negatif geribesleme mekanizmasında ise, atmosferde artan CO_2'in ilksel üretimi arttıracağı ve bu üretimde ayrışması daha zor innatçı maddelerin oluşumunu teşvik edeceği, bununda ayrışmayı düşüreceği sanılmaktadır. Artan üretim ve azalan ayrışmayla, topraklar karbonun depolanmasında önemli bir rol üstlenecek ve küresel ısınmanın etkisi dengelenmiş olacaktır.



Şekil 3. İki ekstrem ve birbirine tezat fakat toprak organic maddesi üzerinde atmosferdeki artan CO_2 miktarının etkisinde geçerli senaryoları içeren şekiller: pozitif geribesleme döngüsü daha fazla CO_2 miktarının ve küresel sıcaklığın artışına öncülük ederken, negative geribesleme mekanizması toprak organic maddesinde artan karbon miktarını tutarak küresel ısınmanın etkisini dengeleme yönünde rol almaktadır.

Küresel iklim değişikliği ile sıcaklık ile yağış miktarlarında önemli değişikliklerin olduğu tahmin edilmekle birlikte bu değişikliğin miktarı ve coğrafik dağılımı konularında oldukça fazla belirsizlikler bulunmaktadır.

Berg ve arkadaşları tarafından yapılan bir çalışmada (1993) standart sarıçam ibreleri Avrupa'da, subartik bölgeden subtropikal bölge ve Akdeniz bölgesi arasında değişin 39 farklı deneysel alanlara bırakılmıştır. Uzun dönem devam eden deney sonuçları incelendiğinde, değişik alanlara bırakılan sarıçam ibrelerinin ölü örtü ayrışma oranları arasındaki farklılığı yıllık sıcaklık %18, toplam yıllık yağış %30 ve gerçek evapo-transprasyon ise %50 oranında açıklamıştır. Bununla beraber, geri kalan %50 lik ölü örtü ayrışmasında etkili olan diğer faktörler belirsiz olarak kalmıştır. Bu belirsizlik ancak, değişen iklim faktörlerinin, ölü örtünün kimyasal bileşiminde veya ayrışmayı gerçekleştiren organizmalar üzerinde nasıl bir etkisinin olduğunun araştırılmasıyla anlaşılabilecektir.

4. Sonuç

İklim değişikliği bugün dünyada karşılaştığımız küresel ölçekte en büyük problemlerden birisi olarak ifade edilmektedir. İklim değişikliğinin en önemli sebebi atmosferde sera etkisi yapan CO_2 ve metan gibi sera gazı emisyonlarındaki hızlı artıştır. Ormanlar birim alanda bağladıkları karbonun fazlalığı ve bağladıkları bu karbonu uzun yıllar bünyelerinde tutabilme özelliklerinden ötürü küresel ısınmayı yavaşlatma açısından diğer ekosistemlere göre çok daha büyük bir potansiyele sahiptir. Toprak ve vejetasyondaki biyokütle miktarını etkileyebilecek insan kaynaklı veya doğal herhangi bir müdahale, salınan veya bağlanan karbon miktarını da etkileme potansiyeline sahiptir. Ormanların tahrip edilmesi de bunu tetiklemektedir.

Havadaki CO_2'nin organik madde haline dönüşmesi, bitkilerin yaprak miktarına bağlıdır. Karasal ekosistemler içerisinde ormanlar, diğer bitki topluluklarına göre en fazla yaprak miktarına sahip olduklarından meralara ve tarımsal bitki topluluklarına oranla daha fazla CO_2 tüketmektedir. Dolayısıyla küresel ısınmanın yavaşlatılmasında ormanlar ön plana çıkmaktadır. Karbon, ağaçların; gövdeleri, dalları yaprakları ve köklerinden oluşan canlı biyokütle ile ölü örtü, toprak organik maddesi ve diğer maddelerden oluşan cansız biyokütlenin yanı sıra orman ürünlerinde depolanmaktadır.

Bitkisel kütle odun hammaddesi üretimi ve diğer bitkisel kökenli ürünlerin toplanması ile ekosistemin dışına çıkmaktadır. Bu sırada oluşan kesim artıkları da toprak üzerindeki ölü örtüye karışmaktadır. Ölü örtüdeki organik maddeler ya burada ayrışarak CO_2 şeklinde atmosfere dönmekte, ya da bu ölü örtünün ayrışması sonucunda oluşan humus ile diğer ayrışma ürünleri mineral toprağa yağış suları ile sızmakta veya biyolojik faaliyet sonucunda karıştırılmaktadır [10]. Böylece organik karbon toprakta depolanmaktadır. Toprak organik maddesinin kaynağı genellikle ölü örtü olduğu için toprağın üst kesimi (A-horizonu) organik madde bakımından zengindir ve derinlik arttıkça organik karbon azalmaktadır. Ayrıca ölü kökler ve toprakta yaşayan canlıların ölü artıkları da toprak organik maddesine eklenmektedir. Orman topraklarında biriken karbon toprak içinde de ayrışmaya devam etmektedir.

Son yıllarda yapılan çalışmalarda ölü örtü ayrışmasının küresel karbon bütçesinde önemli bir rol oynadığını ortaya koymaktadır. Yine bu çalışmalarda küresel ısınma sonucunda boreal ormanlardaki topraklarda biriken organik karbonun ayrışmasının hızlanacağı, dolayısıyla karbon emisyonuna sebep olacağı yorumları yapılmaktadır [2]. Ülkemiz ormanlarının da içinde bulunduğu ılıman kuşakta ise iklimin ılıman olması ölü örtü ve toprak organik karbonunun daha hızlı ayrışmasına yol açabilecektir. Bununla beraber, küresel iklim değişikliğine sebep olan sera gazlarının ölü örtü ayrışması üzerindeki tam etkisinin anlaşılabilmesi için daha fazla çalışmaya ihtiyaç duyulmaktadır. Ülkemiz de ise atmosferde artan sera gazlarının kendi türlerimizin ölü örtü miktarına, ayrışma oranlarına, toprak organik madde miktarına, toprak organik karbon ve toplam azot depolanma kapasitesine etkileri konularında yapılan çalışmalar oldukça sınırlıdır.

Kaynaklar

[1] Ebbesen, T.W., Carbon nanotubes—preparation and properties. Boca Raton, Florida: CRC Press. http://tr.wikipedia.org/wiki/Karbon (1997).
[2] Lal, R., "Soil carbon sequestration impacts on global climate change and food security", Science 304:1623-1627, (2004).
[3] Janzen, H.H., "Carbon cycling in earth systems-a soil science perspective", Agriculture, Ecosystems and Environment, 104:399-417, (2004).

[4] IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change), Climate Change 2007: Synthesis Report, (2007).
[5] Botkin, D.B., Keller, E.A., Environmental Science: Earth as a Living Planet. John Wiley, N. Y., 2nd edition, (1997).
[6] Canadell, J., Le Quere, C., Raupacha, M., Fielde, C., Buitenhuisc, E., Ciasif, F., Conwayg, T., Giellettc, N., Houghtonh, R., Marland, G., "Contributions to accelerating atmospheric CO_2 grownth from economic activity, carbon intensity, and efficiency of natural sinks", in: Proceedings of the National Academy of Sciences, 104 (47), 18866-18870, (2007).
[7] Neftel, A., Oeschger, H., Schwander, J., Stauffer, B., Zmbrunn, R., "Ice core sample measurements give atmospheric CO_2 content during the past 40000 yr.", Nature (London) 295, 220-223, (1982).
[8] Klötzli, F., "Unsere Umwelt und Wir. Eine Ein Führüng in die ökologie", Halweg Verlg, Bern end Stuttgart, Büchereiausgabe, foliert, Stempel, sonst gut. ISBN: 3444101805, (1980).
[9] Çağlar, Y., "Baltalar Kafamızda", Kırsal Çevre ve Ormancılık Sorunları Araştırma Derneği Yayını, Ankara, (1998)
[10] Kantarcı, M.D., Toprak ilmi, 2. Baskı, İ.Ü. Yayın No. 4261, Orman Fakültesi Yayın No. 462, (XII + 420), Çantay Basımevi, İstanbul, ISBN: 975-505-588-7, (2000).
[11] Tolunay, D., "Toprak fonksiyonları ve bu fonksiyonlar üzerindeki tehditler", Eylül, 80-88, (2007).
[12] Heal, O.W., Anderson, J.W., Swift, M.J., "Plant litter quality and decomposition: An historical overview". In Driven by Nature: Plant Litter Quality and Decomposition, eds. G. Cadisch and K. E. Giller, International Wallingford, U.K. pp. 3-45. CAB., (1997).
[13] Sariyildiz, T., Kücük, M., "Litter Mass Loss Rates in Deciduous and Coniferous Trees in Artvin, Northeast Turkey: Relationships with Litter Quality, Microclimate and Soil Characteristics", Turkish Journal of Agriculture and Forestry, 32 (6), 547-559, (2008).
[14] Fujimaki, R., Takeda, H., Wiwatiwitaya, D., "Fine root decomposition in tropical dry evergreen and dry deciduous forests in Thailand", Journal of Forest Research, 13 (6), pp. 338-346., (2008).
[15] Püttsepp, Ü., Lõhmus, K., Koppel, A., "Decomposition of fine roots and α-cellulose in a short rotation willow (Salix spp.) plantation on abandoned agricultural land", Silva Fennica, 41 (2), pp. 247-258, (2007).
[16] Sariyildiz, T., "Effects of tree species and topography on fine and small root decomposition rates of three common tree species (*Alnus glutinosa, Picea orientalis and Pinus sylvestris*) in Turkey", Forest Ecology and Management, 335, 71-86 (2015).
[17] Kurz-Besson, C., Couteaux, M., M., Berg, B., Remacle, J., Ribeiro, C., Romanya, J., Thiery, J.M., "A climate response function explaining most of the variation of the forest floor needle mass and the needle decomposition in pine forest across Europe", Plant and Soil 285:97-114, (2006).
[18] Hobbie, R., "Temperature and plants species controls over litter decomposition in Alaskan tundra", Ecological Monographs 66, 503-522, (1996).
[19] Vitousek, P.M., Turner, D.R., Parton, W.J., Sandford, R.L., "Litter decomposition on the Mauna Loa environmental matrix, Hawaii: Patterns, mechanisms and models", Ecology 75 (2), 418-429, (1994).
[20] Sariyildiz, T., Anderson, J.M., "Effects of tree species and topography on soil chemistry, litter quality, and decomposition in Northeast Turkey", Soil Biol. Biochem. 37 (9), 1695-1706, (2005).
[21] Sariyildiz, T., Anderson, J.M., "Interactions between litter quality, decomposition and soil fertility: a laboratory study", Soil Biol. Biochem. 35, 391-399, (2003).
[22] Sariyildiz, T., "Biochemical and Environmental Controls of Litter Decomposition". PhD thesis. Schlesinger, W.H. 1977. Carbon balance in terrestrial detritus. Annual Review of Ecological Systems 8, 51-81, (2000).
[23] Sarıyıldız, T., Tüfekçioğlu, A., Küçük, M., "Doğu ladini (*Picea orientalis* (L.) link) ibrelerinin ayrışmasında kimyasal yapının, tür karışımının ve orman gülünün (*Rhododendron ponticum* L.) etkisi", Ladin Sempozyumu, I. Cilt, 130-141, Trabzon, (2005).
[24] Standish, R.J., "Impact of an invasive clonal herb on epigaeic invertebrates in forest remnants in New Zealand", Biological Conservation 116: 49–58, (2004).
[25] Brubaker et al., "Soil Proporties Associated with Landscape Position", Soil Science Society of America Journal 57, 235-239, (1993).
[26] Chen, Z.S., Hsieh, C.F., Jiang, F.Y., Hsieh, T.H.& Sun. I.F., "Relations of soil proporties to topography and vegetation in a subtropical rain forest in southern Taiwan", Plant Ecology 132, 229-241, (1997).

[27] Tüfekçioğlu, A., Küçük, M., "Soil Respiration in Young and Old Oriental Spruce Stands and in Adjacent Grasslands in Artvin, Turkey, Turkish Journal of Agriculture and Foresestry", 28 (6), 429-434, (2004).
[28] Fogel, R., "Root turnover and productivity of coniferous Forests", In: Tree Root Systems and Their Mycorrhizas (Ed.by D. Atkinson, K. Bhat, M. Coutts, P. Mason, & D. Read), pp. 75-86. Junk, Boston, (1983).
[29] Hendrick R.I., Pregitzer K.S., "Patterns of fine root mortality in two sugar maple forests", Nature 361: 59-61, (1993).
[30] Kalyn, A.L., Van Rees, K.C.J., "Contribution of fine roots to ecosystem biomass and net primary production in black spruce, aspen, and jack pine forests in Saskatchewan", Agricultural and Forest Meteorology, 140 (1-4), 236-243, (2006).
[31] Berg, B., Laskowski, R., Litter decomposition: A guide to Carbon and Nutrient Turnover. Elsevier, Amsterdam, (2006).

DETERMINATION OF ELASTICITY PROPERTIES OF REINFORCED LAMINATED WOOD ELEMENTS

GÜÇLENDİRİLMİŞ AHŞAP LAMİNE ELEMANLARIN ELASTİKİYET ÖZELLİKLERİNİN BELİRLENMESİ

Nihat Döngel, Cevdet Söğütlü, Can Şeker
Gazi Üniversitesi, Teknoloji Fakültesi, Ağaçişleri Endüstri Mühendisliği Bölümü, Ankara, Türkiye
ndongel@gazi.edu.tr, cevdet@gazi.edu.tr, canseker85@gmail.com

Özet

Bu çalışmada, çeşitli malzemelerle güçlendirilmiş ahşap lamine elemanların elastikiyet modülünün belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu amaçla; ülkemizde yaygın olarak kullanılan sarıçam (Pinus sylvestris L.) odunundan hazırlanmış 2 mm kalınlığındaki papel kaplamaları 9 katmanlı olarak lameller arasına 3 farklı destek elemanları (plastik file, fiber tel file, alüminyum tel file) yerleştirilip PVAc-D3 tutkalı ile yapıştırılmıştır. Hazırlanan örneklerin yoğunluk ve elastikiyet modülü değerleri TS 5497 EN 408 esaslarına göre belirlenmiştir. Deney sonuçlarına göre; tutkal hattına dik ve tutkal hattına paralel elastikiyet modülü; en yüksek masif örneklerde, en düşük ise plastik file ile güçlendirilmiş örneklerde elde edilmiştir.

Anahtar kelimeler: Ahşap malzeme, Lamine ahşap, Sarıçam, Desteklenmiş lamine ahşap, Elastikiyet modülü.

Abstract

This study aims to determine the modulus of elasticity of laminated wood elements supported with various materials. With this objective, wood paper veneers with the thickness of 2 mm with 9 layers were prepared from Scots pine (Pinus sylvestris L.) wood, which is used extensively in Turkey, and were glued with PVAc-D3 adhesive by placing 3 types of supporting sheets (plastic wire mesh, fiber wire mesh and aluminum wire mesh). The density and modulus of elasticity values of the prepared samples were determined according to TS 5497 EN 408. As a result of the experiment, perpendicular to the glue line and parallel to the glue line, the highest modulus of elasticitiy was obtained from the solid wood specimens, while the lowest modulus of elasticitiy was observed in the samples, reinforced with plastic wire mesh.

Keywords: Wood materials, Laminated wood, Scots pine, Supported laminated wood, Modulus of elasticity.

1. Giriş

Lamine ahşap; kesme, soyma ve biçme yöntemleriyle elde edilen ağaç malzeme levhalarının aralarına yapıştırıcılar sürülerek düz ya da kalıp içerisinde sıcak veya soğuk preslenmesi ile elde edilmektedir [1]. Ağaç işleri endüstrisinde yaygın kullanım alanı bulan lamine ağaç malzeme, lamellerin liflere paralel yönde birbirine yapıştırılmasıyla elde edilen yapı elemanı olarak tanımlanmaktadır [2].

Ağaç malzemenin verimli kullanılabilmesi, kusurlarından arındırılması ve eğri formlu imalâtlarda diyagonal liflilik oluşmaması için laminasyon tekniği kullanılmaktadır. Böylece küçük boyutlu ağaç malzemelerden yüksek kalitede ve istenilen formda lâmine masif ağaç malzeme üretilebilmektedir. Laminasyon tekniği ağaç malzemenin kusurlarından arındırılarak kullanılmasına imkân sağlamakta ve üretilen malzemenin kalite özellikleri masif ağaç malzemeden iyi olmaktadır [3].

Laminasyon işleminde kullanılan odunun yapısı, yüzey pürüzlülüğü, pres basıncı, presleme süresi ve kullanılan tutkalın teknik özellikleri yapışma direnci üzerine etkili olmaktadır [4]. Ahşap malzemelerde yoğun olarak kullanılan tutkallar dayanıklılıklarına göre; D1, D2, D3 ve D4 şeklinde gruplandırılırlar [5].

Karışım ihtiyacı duymaması ve kısa presleme süresi [6] gibi avantajlarından ötürü D3 yaygın bir kullanım alanına sahiptir.

Önemli bir yapı ürünü olan ahşabın, güçlendirilmesi ile ilgili son dönemde yapılan çalışmalara bakıldığında, ahşap dışındaki bazı malzemelerin uygun tutkallar kullanılarak laminasyona katıldığında laminasyonu güçlendirmek anlamında etkileyici sonuçlar verdiği görülmektedir. Son 20 yılda yapısal elemanları güçlendirmek için fiber katkılı polimerlerin kullanımı, hem yapısal performansları açısından hem de ekonomik olarak etkili olmuştur [7]. Ahşap laminasyon uygulamalarında ahşap dışındaki malzemelerin kullanımı her geçen gün artmakta ve laminasyonda ahşabın teknik özelliklerini arttıran ekonomik ürünleri kullanmak daha iyi sonuçlar için önemli bir arayışı oluşturmaktadır [8].

Güçlendirilmiş çam türü ahşap lamine elemanların bazı teknik özelliklerinin belirlendiği çalışma sonucunda PVAc tutkalı ile yapıştırılmış kontrol örneklerde yapışma direncinin 4,361 N/mm^2, fiber-glass tel file ile güçlendirilmiş örneklerde 4,067 N/mm^2 ve alüminyum tel file ile güçlendirilmiş örneklerde ise 3,748 N/mm^2 olarak elde edildiği bildirilmiştir [9].

Güçlendirilmiş lamine elemanların teknik özellikleri önemli oranda katmanlar arasındaki yapışma performansı ve destek malzemesinin direncine ile orantılıdır. Bu çalışmada çeşitli malzemelerle desteklenmiş ahşap lamine elemanların elastikiyet özelliklerinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

2. Materyal ve Metod

2.1. Ağaç Malzeme

Ahşap mobilya imalatı ve yapı sektöründe yaygın olarak kullanılan 2 mm kalınlığında sarıçam (*Pinus Sylvestris* L.) papel kaplamalar kullanılmıştır. Kaplamalar üretici işletmelerden tesadüfi metotla temin edilmiştir. Kaplamalar iklimlendirme kabininde 20 ± 2 ºC sıcaklık ve % 65 ± 5 bağıl nem şartlarında % 12 rutubete ulaşıncaya kadar bekletilmişlerdir.

2.2. Destek Malzemesi

Lameller arasında plastik esaslı tel file, fiber tel file ve alüminyum tel file kullanılmıştır (Şekil 1).



Şekil 1. Destek malzemeleri a) Plastik tel file, b) Fiber tel file, c) Alüminyum tel file

2.2.1. Plastik tel file

Gözenek aralığı 22x22, rulo uzunluğu 25 m, rulo genişliği 80–100–120 cm olan bir malzemedir. Cam ipliğinden dokunmuştur. Macun ve sıva çatlaklarını önlemek için kullanılır. Sıva filelerinin kopma uzaması % 4'ü geçmez. Alkaliler, asit ve bazlara dayanıklıdır [10].

2.2.2. Fiber tel file

Gözenek aralığı 18x16, tel kalınlığı 0,28 mm, ağırlığı 125 gr/m², %35 fiber - % 65 plastik, siyah ve gri renkte

bulunabilen, rulo genişliği 60 – 80 – 100 – 120 – 150 cm. olan bir malzemedir. Fiber tel fileler kapı, pencere, çadır imalatı, filtre sanayi, dekorasyon amaçlı kullanılmaktadır. Isıya 90 ºC'ye kadar dayanıklıdır. Buruşmaz ve esnektir [11].

2.2.3. Alüminyum tel file

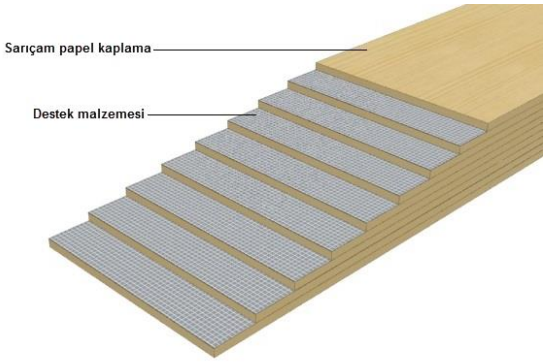
Gözenek aralığı 18x16, tel kalınlığı 0,24 mm, rulo uzunluğu 30 m, rulo genişliği 80–100–120–150 cm olan bir malzemedir. Alüminyum teller, inşaat sektöründe sıva altı malzemesi, filtre sanayi ve menfezlerde yaygın olarak kullanılır. Ayrıca bu telin paslanmaz özelliği vardır. Suya temas ettiğinde bu özelliğini yitirmez [12].

2.3. Tutkal

Çalışmada, tek bileşenli polivinilasetat (PVAc- D_3) Alman Kleiberit firmasının Klebit 303 isimli tutkalı kullanılmıştır. Klebit 303, TS 5430 EN 204 standardına göre tek bileşenli olarak D_3 hizmet sınıfı için kullanıma hazır halde pazarlanmaktadır.

2.4. Deney Örneklerinin Hazırlanması

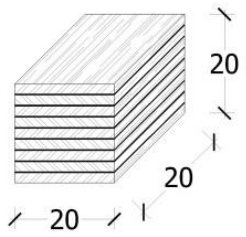
İklimlendirilmiş 2 mm kalınlığındaki sarıçam papel kaplamalara PVAc-D3 tutkalı sürülmüş (180 gr/m^2) ve her katman arasına destek malzemeleri (plastik tel file, fiber glass tel file, alüminyum tel file) yerleştirilerek 9 katmanlı olarak taslaklar hazırlanmıştır. Taslaklar 12 kg/cm^2 basınç altında 8 saat süreyle soğuk preslenerek yapıştırılmıştır (Şekil 2).



Şekil 2. Desteklenmiş lamine ahşap malzeme

Hazırlanan örnekler 20 ± 2°C sıcaklık ve % 65 ± 5 bağıl nem şartlarındaki iklimlendirme dolabında değişmez ağırlığa ulaşıncaya kadar (yaklaşık 3 hafta) bekletilerek başlangıçtaki rutubet farklılıkları giderilmiştir. Ön kontrolde ortalama rutubet miktarı, rasgele seçilen 10 örnekte % 12±0,5 olarak belirlenmiştir.

Yoğunluk tayini her bir destek malzemesi türü (3) ve kontrol örnekleri için 10'ar adet olmak üzere toplam 40 adet Şekil 3'de gösterilen ölçülerde örnek hazırlanmıştır.



Şekil 3. Yoğunluk deney örneği (ölçüler mm)

Elastikiyet modülünün hesaplanması her bir grup için 20x20x430 mm ölçülerinde her bir destek malzemesi türü (3), kontrol ve masif örnekleri için 10'ar adet olmak üzere tutkal hattına dik 50 adet ve tutkal hattına paralel 50 adet olmak üzere toplam 100 adet örnek hazırlanmıştır.

2.5. Yöntem

2.5.1. Rutubet tayini

Rutubet tayini, TS 2471 esaslarına uyularak yapılmıştır [13]. Bu maksatla örneklerin ağırlıkları *(Mr)*, analitik terazide 0,01 g hassasiyetle tartıldıktan sonra etüvde 103±2 ºC sıcaklıkta değişmez ağırlığa ulaşıncaya kadar bekletilmiştir. Bu durumda, kurutma dolabından alınan örnekler, içerisinde fosforpentoksit (P2O5) bulunan desikatörde soğutulduktan sonra tam kuru haldeki ağırlıkları *(Mo)* ölçülmüştür. Bunlara göre rutubet *(R)*;

$$R = \frac{Mr-Mo}{Mo} \tag{1}$$

eşitliğinden hesaplanmıştır.

2.5.2. Yoğunluk tayini

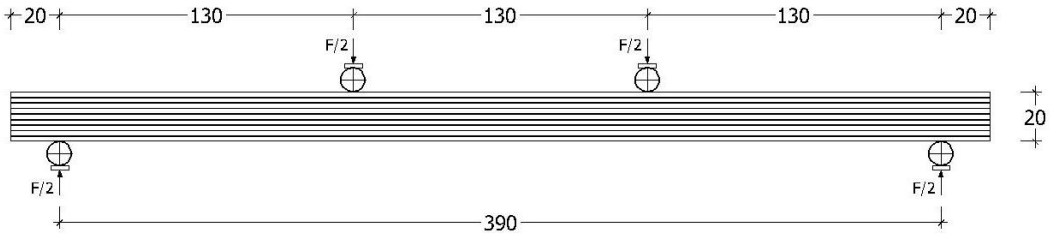
Yoğunlukların belirlenmesinde TS 5497 EN 408 [14] esaslarına uyulmuş, 20 ± 2°C sıcaklık ve % 65 ± 5 bağıl nem ortamında değişmez ağırlığa gelinceye kadar şartlandırılmıştır. Deney örneklerinin her üç yöndeki boyutları ±0,01 mm duyarlıklı mikrometrik dijital kumpas ile, ağırlıklar ise ±0,01 g duyarlıklı dijital terazide ölçülmüş olup, hacimler stereometrik metod ile belirlenmiştir. Buna göre hava kurusu yoğunluklar;

$$\delta = \frac{M}{V} g/cm^3 \tag{2}$$

eşitliğinden hesaplanmıştır.
Burada; δ = Yoğunluk (g/cm³), M = Hava Kurusu Ağırlık (g), V= Hava Kurusu Hacim (cm³).

2.5.3. Elastikiyet modülü tayini

Eğilmede elâstikiyet modülü deneylerinde TS 5497 EN 408 standardına uyulmuştur. Şekil 4'de görüldüğü gibi mesnetler arası mesafe, yüksekliğin yaklaşık 19 katı olacak şekilde düzenlenmiştir. Yük sabit bir oranda uygulanmıştır ve yükleme başlığının hareket hızı en yüksek, 0,003 h mm/s' olmuştur. Uygulanan en büyük yük max 0,4*F* 'ı geçmemiştir. Deneyler Gazi Üniversitesi Teknik Eğitim Fakültesi Mobilya Dekorasyon Eğitimi Bölümü Mekanik Test Laboratuvarındaki Universal test cihazında yapılmıştır.



Şekil 4. Elastikiyet modülü deney örneği ve deney düzeneği (ölçüler mm)

Eğilmede elastikiyet modülü;

$$E_{m,g} = \frac{\ell^3 (F_2 - F_1)}{b_1 \cdot h_1^3 (W_2 - W_1)} \left[\left(\frac{3a}{4\ell} \right) - \left(\frac{a}{\ell} \right)^3 \right] \quad (3)$$

eşitliğinden hesaplanmıştır.

Burada;

$E_{m,g}$ = Elastikiyet modülü N/mm²

ℓ = Esneklik modülünün tayini için ölçülen uzunluk (mm)

b_1 = Örnek genişliği cm (Teğet ölçü)

h_1 = Örnek yüksekliği cm (Radyal ölçü)

a = Yükleme noktası ile en yakın mesnet arasındaki mesafe (mm)

$F_2 - F_1$ = Yük sehim eğrisinin doğru hattı üzerindeki yük oranının artışı, N

$W_2 - W_1 =$ $F_2 - F_1$ 'e karşılık gelen deformasyondaki artış, mm

2.5.4. Verilerin değerlendirilmesi

Deneyler sonunda elde edilen yapışma direnci değerlerine destek malzemesinin etkisini belirlemek amacıyla Varyans Analizi (ANOVA) yapılmıştır. Farklılığın $p<0,05$'e göre istatistiksel anlamda önemli çıkması halinde farklılıkların gruplar arasındaki önemi LSD testi ile belirlenmiştir. Veriler, MSTATC programında değerlendirilmiştir.

3. Bulgular ve Tartışma

3.1. Yoğunluk

Deney örneklerinin hava kurusu yoğunluklarına ait ortalama değerler Çizelge 1'de verilmiştir.

Çizelge 1. Yoğunluk ortalama değerleri (g/cm³)

Destek Malzeme Türü	Xort	s
Masif	0,45	0,01
Kontrol	0,58	0,01
Plastik Tel File	0,61	0,03
Fiber Tel File	0,60	0,02
Alüminyum Tel File	0,64	0,02

s: Standart sapma

3.2. Elastikiyet Modülü

3.2.1. Tutkal hattına dik elastikiyet modülü

Deney örneklerinin tutkal hattına dik elastikiyet modülüne ait istatistiki değerler Çizelge 2'de verilmiştir.

Çizelge 2. Tutkal hattına dik elastikiyet modülü değerleri (N/mm²)

Destek Malzeme Türü	Xmin	Xmax	Xort	s	v (%)
Masif	12014,90	13616,30	13039,88	679,78	5,21
Kontrol	9002,90	13513,80	10876,77	1468,54	13,50
Plastik Tel File	9471,00	13653,40	10671,87	1669,40	15,64
Fiber Tel File	9839,70	12947,40	11003,21	1047,85	9,52
Alüminyum Tel File	11120,00	14503,50	12376,77	1221,42	9,87

Tutkal hattına dik elastikiyet modülü değerlerine destek malzemesi türünün etkisine ilişkin Varyans analizi sonuçları Çizelge 3'de verilmiştir.

Çizelge 3. Tutkal hattına dik elastikiyet modülü değerlerine destek malzemesi türünün etkisine ilişkin Varyans analizi sonuçları

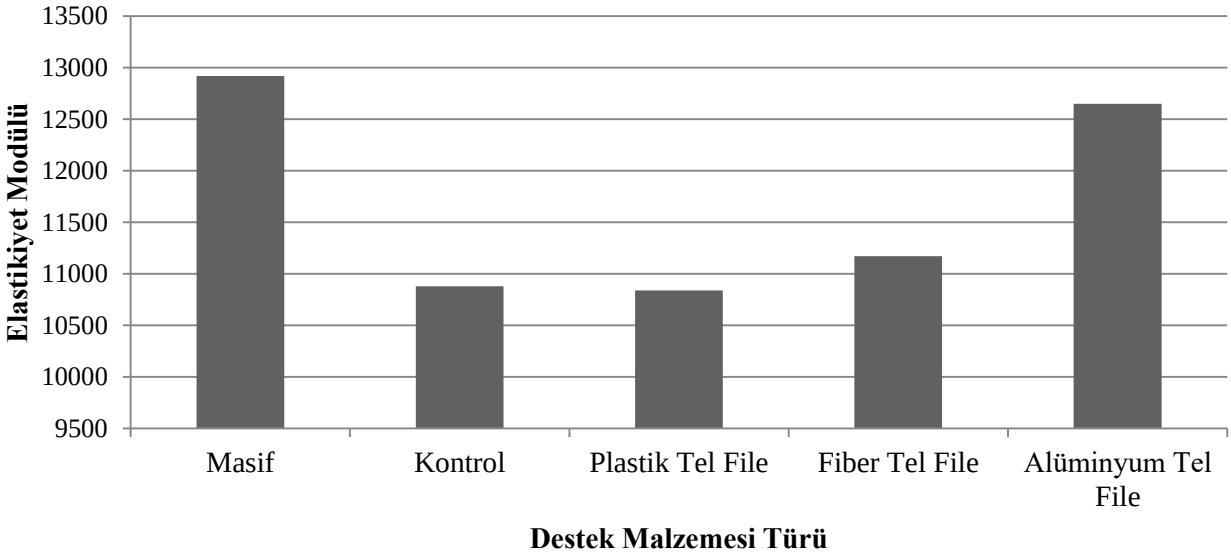
Varyans Kaynağı	S.D.	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F Değeri	p ≤ 0,05
Destek Malzeme Türü	4	41069181,804	10267295,451	9,1217	0,0000
Hata	36	40521400,176	1125594,449	-	-
Toplam	49	90002556,343	-	-	-

Tutkal hattına dik elastikiyet modülü değerlerine destek malzemesi türünün etkisi istatistiksel anlamda önemli bulunmuştur (α = 0,05). Destek malzemesi türü düzeyinde yapılan Duncan testi karşılaştırma sonuçları Çizelge 4'de verilmiştir.

Çizelge 4. Destek malzemesi türünün tutkal hattına dik elastikiyet modülü değerlerine etkisine ilişkin Duncan testi sonuçları

Destek Malzeme Türü	Xort	HG
Masif	12920	**A***
Kontrol	10880	B
Plastik Tel File	10840	**B****
Fiber Tel File	11170	B
Alüminyum Tel File	12650	A
LSD ± 953,5		

Tutkal hattına dik elastikiyet modülü; en yüksek masif örneklerde, en düşük ise plastik tel fileli örneklerde elde edilmiştir. Plastik tel file örnekler ile kontrol ve fiber tel file örnekler, masif örnekler ile alüminyum tel fileli örnekler arasındaki fark önemsiz çıkmıştır. Buna ilişkin grafik Şekil 5'de gösterilmiştir.



Şekil 5. Destek malzemesi türüne göre tutkal hattına dik elastikiyet modülü

3.2.2. Tutkal hattına paralel elastikiyet modülü

Deney örneklerinin tutkal hattına paralel elastikiyet modülüne ait istatistiki değerler Çizelge 5'de verilmiştir.

Çizelge 5. Tutkal hattına paralel eğilmede elastikiyet modülü değerleri (N/mm²)

Destek Malzeme Türü	Xmin	Xmax	Xort	s	v (%)
Masif	11676,00	15145,30	13597,74	1181,51	8,69
Kontrol	7830,80	12131,50	9401,16	1554,37	16,53
Plastik Tel File	8334,80	9551,30	8884,83	411,77	4,63
Fiber Teli File	9186,00	11756,20	10371,55	799,66	7,71
Alüminyum Tel File	11896,10	13705,60	12481,30	890,12	7,13

Tutkal hattına paralel elastikiyet modülü değerlerine destek malzemesi türünün etkisine ilişkin Varyans analizi sonuçları Çizelge 6'da verilmiştir.

Çizelge 6. Tutkal hattına paralel elastikiyet modülü değerlerine destek malzemesi türünün etkisine ilişkin Varyans analizi sonuçları

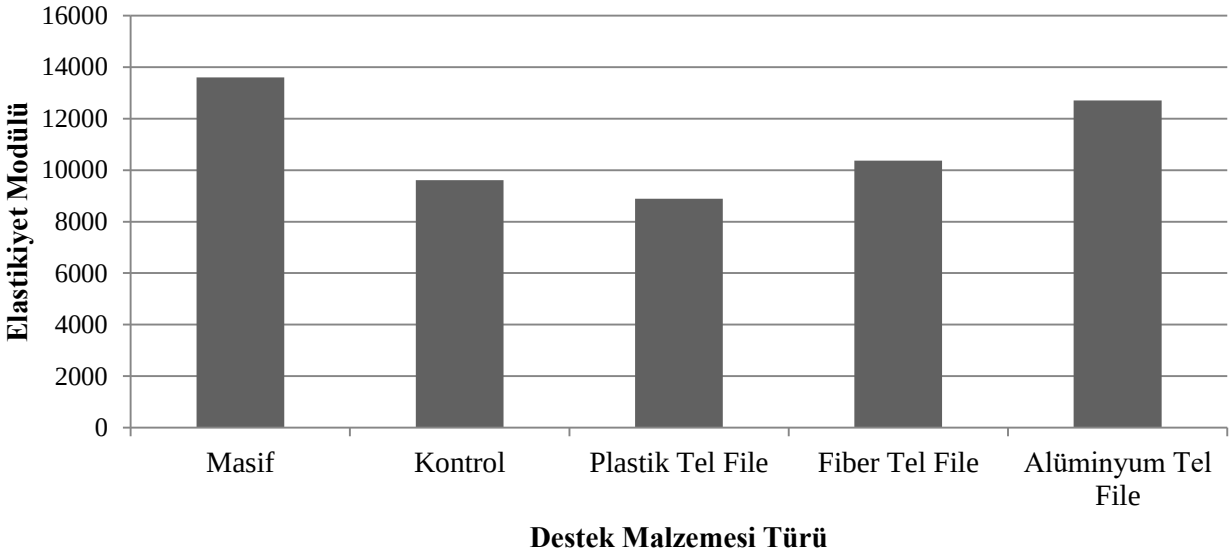
Varyans Kaynağı	S.D.	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F Değeri	p ≤ 0,05
Destek Malzeme Türü	4	164329463,172	41082365,793	53,0936	0,0000
Hata	36	27855783,823	773771,773	-	-
Toplam	49	197952840,303	-	-	-

Tutkal hattına paralel elastikiyet modülü değerlerine destek malzemesi türünün etkisi istatistiksel anlamda önemli bulunmuştur (α = 0,05). Destek malzemesi türü düzeyinde yapılan Duncan testi karşılaştırma sonuçları Çizelge 7'de verilmiştir.

Çizelge 7. Destek malzemesi türünün tutkal hattına paralel elastikiyet modülü değerlerine etkisine ilişkin Duncan testi sonuçları

Destek Malzeme Türü	**Xort**	**HG**
Masif	13600	**A***
Kontrol	9606	CD
Plastik Tel File	8885	**D****
Fiber Tel File	10370	C
Alüminyum Tel File	12700	B
LSD ± 790,5		

Tutkal hattına paralel elastikiyet modülü; en yüksek masif örneklerde, en düşük ise plastik tel fileli örneklerde elde edilmiştir. Buna ilişkin grafik Şekil 6'da gösterilmiştir.



Şekil 6. Destek malzemesi türüne göre tutkal hattına paralel elastikiyet modülü

4. Sonuçlar ve Öneriler

Destek malzemelerin örneklerin tamamında yoğunluk değerlerini artırmıştır. Yoğunluk artışı masif örneklere göre kontrol örneklerde % 29, plastik tel fileli örneklerde % 36, fiber tel fileli örneklerde % 33 ve alüminyum tel fileli örneklerde ise % 42 olmuştur.

Güçlendirilmiş örneklerde tutkal hattına dik elastikiyet modülü değeri en yüksek alüminyum tel fileli örneklerde (12650 N/mm^2) elde edilmiş olup bunu sırasıyla fiber tel fileli örnekler (11170 N/mm^2) ve plastik tel fileli örnekler (10840 N/mm^2) izlemiştir.

Güçlendirilmiş örneklerde tutkal hattına paralel elastikiyet modülü değeri en yüksek alüminyum tel fileli örneklerde (12650 N/mm^2) elde edilmiş olup bunu sırasıyla fiber tel fileli örnekler (11170 N/mm^2) ve plastik tel fileli örnekler (10840 N/mm^2) izlemiştir.

Kontrol örneklerine göre plastik tel file malzemesi lamine örneklerin esnekliğini artırmış, fiber ve alüminyum tel fileler ise azaltmıştır. Masif örneklerde yükleme esnasında ani kırılmalar gözlenirken, desteklenmiş lamine örneklerde bölgesel kırılmalar olmuştur.

Tutkal hattına dik elastikiyet modülü değeri kontrol örneklerine göre plastik tel fileli örneklerde % 0,4 azalmış, fiber tel fileli örneklerde % 2,7 ve alüminyum tel fileli örneklerde ise % 16,3 artmıştır.

Tutkal hattına paralel elastikiyet modülü değeri kontrol örneklerine göre plastik tel fileli örneklerde % 7,5 azalmış, fiber tel fileli örneklerde % 7,95 ve alüminyum tel fileli örneklerde ise % 32,2 artmıştır.

Bu sonuçlara göre;

1. Desteklenmiş lamine malzemelerde yüklemeler sonucunda ilk deformasyonun yapışma hattında olduğu gözlemlenmiştir. Daha yüksek yapışma direnci için PVAc tutkalından daha yüksek yapışma direncine sahip tutkalların tercih edilmesi önerilebilir.
2. Esnekliğin önemli olduğu tasarımlarda plastik türü malzemeler ile, rijitliğin önemli tasarımlarda ise fiber veya alüminyum esaslı malzemeler ile lamine elemanların güçlendirilmesi önerilebilir.
3. Yapışma lamine elemanlarda teknik özellikleri etkileyen en önemli faktördür. Özellikle farklı malzemelerle güçlendirilen lamine elemanlardaki yapışma direncinin artırılmasına yönelik çalışmaların yapılması araştırmacılara önerilebilir.

Teşekkür

Bu çalışma Gazi Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri (BAP) birimince (Proje no= 07/2010-50) desteklenmiştir. Katkılarından dolayı teşekkür ederiz.

Kaynaklar

[1] TS 11878, Ahşap Mobilya-Koltuk Lamine Ahşaptan İmal Edilmiş, TSE, (1995).
[2] TS EN 386, Yapıştırılmış Lâmine Ahşap Performans Özellikleri ve Asgari Üretim Şartları, TSE, (1999).
[3] Keskin H., "Lâmine Masif Ağaç Malzemelerin Teknolojik Özellikleri ve Ağaç İşleri Endüstrisinde Kullanım İmkanları", Doktora Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, (2001).
[4] Bozkurt Y., Göker Y., Fiziksel ve Mekanik Ağaç Teknolojisi, İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Yayını, İstanbul, (1987).
[5] Dilik T., "Lâmine Ağaç Malzemeden Pencere Profili Üretimi ve Bazı Kalite Özelliklerinin Belirlenmesi", Doktora Tezi, İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, (1997).
[6] TS 5430 EN 204, Yapısal Olmayan Uygulamalar İçin Termoplastik Ahşap Yapıştırıcıların Sınıflandırılması, TSE, (2003).
[7] Taheri F., Nagaraj M., Khosravi P., "Buckling Response of Glue-Laminated Columns Reinforced with Fiber-Reinforced Plastic Sheets", Composite Structures, 88, pp. 481-490, (2009).
[8] Şeker C., "Çeşitli Malzemelerle Desteklenmiş Ahşap Lamine Elemanların Direnç Özellikleri", Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, (2011).
[9] Ergin E., "Güçlendirilmiş Ahşap Yapı Elemanı Tasarımı ve Bazı Teknik Özelliklerinin Belirlenmesi", Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, (2011).
[10] SGT Sanayii ve Ticari Ürünler Dış Ticaret Ltd. Şti. Web sitesi. [Online]. Available: http://www.sgt.com.tr/
[11] Netz Fiberglass Mesh web sayfası. [Online]. Available: http://www.netz.com.tr/eglass.asp/
[12] Sivas Nalburiye İnşaat Malzemeleri Ticaret A.Ş. Web sitesi. [Online]. Available: http://www.sivasnalburiye.com/
[13] TS 2471, Odunda Fiziksel ve Mekaniksel Deneyler İçin Rutubet Miktarı Tayini, TSE, (1976).
[14] TS 5497 EN 408, Ahşap Yapılar-Yapı Kerestesi ve Tutkallanmış Lamine Kereste-Bazı Fiziksel ve Mekanik Özelliklerinin Tayini, TSE, (2006).

ALAÇAM DAĞLARI'NDA ORMAN TOPRAKLARININ BAZI ÖZELLİKLERİNİN YÜKSELTİYE BAĞLI DEĞİŞİMİ

DIFFERENTIATION OF SOME FOREST SOIL PROPERTIES ALONG THE ALTITUDE AT ALAÇAM MOUNTAINS

Orhan Sevgi[1], H. Barış Tecimen, [2,3] O. Yalçın Yılmaz[4], Serdar Akburak[5], Serdar Carus[6], Ali Kavgacı[7]
[1)] İstanbul Ü. Orman Fak. Toprak İlmi ve Ekoloji Anabilim Dalı, İstanbul, Türkiye, ileti: osevgi@istanbul.edu.tr
[2)] İstanbul Ü. Orman Fak. Toprak İlmi ve Ekoloji Anabilim Dalı, İstanbul, Türkiye, ileti: hbarist@gmail.com
[3)]Indian River Research and Education Center, Institute of Food and Agricultural Sciences, University of Florida, FL, USA
[4)] İstanbul Ü. Orman Fak. Ölçme Bilgisi ve Kadastro Anabilim Dalı, İstanbul, Türkiye, ileti: yilmazy@istanbul.edu.tr
[5)] İstanbul Ü. Orman Fak. Toprak İlmi ve Ekoloji Anabilim Dalı, İstanbul, Türkiye, ileti: sakburak@istanbul.edu.tr
[6)] Süleyman Demirel Ü. Orman Fak. Orman Mühendisliği Bölümü, İstanbul, Türkiye, ileti: serdar.carus@gmail.com
[7)] Batı Akdeniz Ormancılık Araştırma Enstitüsü, Antalya, Türkiye, ileti: alikavgaci1977@yahoo.com

Özet

Alaçam Dağları Balıkesir ile Kütahya arasında bulunmaktadır. Türkiye'nin en önemli karaçam (*Pinus nigra* Arnold ssp. *pallasiana* Lamb.) ormanları bu yörede bulunmaktadır. Bu çalışmada bazı toprak özelliklerinin yükseltiye bağlı değişimleri incelenmiştir. Alaçam Dağları'nda farklı anakaya ve çeşitli yükseltilerden örnekler alınmıştır. Örnek alanların tamamında hakim ağaç türü karaçamdır. Toplam 103 toprak çukuru açılmış ve 0-5cm, 5-15cm, 15-30cm, 30-50cm, 50-70cm ve 70-100cm derinlik kademelerinin ortalarından hacim örnekleri alınmıştır. Toprak örneklerinde hacim, ince toprak, taş miktarı, tane çaplarının dağılımı, pH, organik karbon ve azot değerleri % ve miktar olarak belirlenmiştir. Kimyasal toprak özellikleri olan pH, organik karbon ve azot değerleri ile yükselti arasında anlamlı ilişkiler bulunmuştur. Yükseltiye bağlı olarak derinlik kademelerinin pH değerleri $p<0,001$ anlam düzeyinde azalmakta ve doğrusal denklemlerin R^2'leri 0,14 ile 0,33 arasındadır. Toprakların organik karbon değerleri yükseltiye bağlı olarak $p<0,01$ anlam düzeyinde artmakta ve en yüksek R^2 ise 0,20'dir. Toprakların azot değerlerinden sadece ilk üç derinlik kademesi (0-5cm, 5-15cm, 15-30cm) ile yükselti arasında $p<0,01$ anlam düzeyinde pozitif ilişki bulunmuş ve en yüksek R^2 ise 0,23'tür. Fiziksel özellikler açısından ise kimyasal özellikler kadar açık ilişkiler bulunmamıştır. Dolayısıyla Alaçam Dağları'nda yükseltiye bağlı olarak bitkilerin beslenme koşulları olumlu yönde değişmekte ve fiziksel özelliklerde ise benzer eğilim görülmemektedir.

Anahtar kelimeler: Yükseltinin etkisi, Karaçam, *Pinus nigra*, Orman toprakları

Abstract

Alaçam mountains locate between Balıkesir and Kütahya. The most important black pine (*Pinus nigra* Arnold ssp. *pallasiana* Lamb.) forests of Turkey grow in that area. In the current study, differentiation of some soil properties along the altitude has been investigated. Soil samples were taken from the sampling design which is constituted from combination of some parent rock types and altitude levels. The dominant tree species is black pine at overall the sampled plots. In total 103 soil profiles were dug and soil samples were taken from the midpoints of depth levels of 0-5cm, 5-15cm, 15-30cm, 30-50cm, 50-70cm and 70-100cm. Soil samples were analyzed for volume weight, fine soil, skeleton, particle distribution, pH, organic carbon and total nitrogen in terms of amounts and percentages in unit soil amount. We detected significant relation between pH, organic carbon and total nitrogen and altitude. pH decreased with increased altitude ($p<0.001$) and R^2 values of linear equations changed between 0.14-0.33. Organic carbon amounts increased with increased altitude ($p<0.01$) and the highest R^2 value of the linear equation was 0.20. The relation between soil total nitrogen of upper three soil depth levels and altitude has been detected ($p<0.01$), and the highest R^2 value of the linear equation was 0.23. Relations between soil physical properties and altitude were not as significant as the ones detected between soil chemical properties. We can conclude that, soil nutrition capacity increases with the increase at altitude while soil physical properties distribute homogenously.

Keywords: Effect of elevation, Black Pine, *Pinus nigra*, Forest Soils

1. Giriş

Dağlık ekosistemlerin sel-çığlar, iklim değişiklikleri, yanlış tarım ve ormancılık faaliyetlerine bağlı olarak toprak kaybı ve çeşitli zararlı atıklar üreten sanayi işletmelerinin etkileri altında değişime konudur [1]. Söz konusu değişimler dağlık alanların aynı zamanda su temin edilen yerler olduğu düşünüldüğünde bu alanlarda yapılacak çalışmalar daha da önem kazanmıştır [2].

Ekosistemin önemli bir faktörü olan yükselti yetişme ortamının canlı toplumlarının çeşitliliğini ve yapısını da etkilemektedir. Himalaya'larda kuş, memeli ve iletim demetli (vasküler) bitkilerin çeşitliliğinin yükselti arttıkça azalmakta olduğu belirtilmektedir [3]. İletim demetli (vascular) bitkilerin de sayısı yükseltiye bağlı olarak azalmakta, Himalaya ve Nepal'de özgün (endemik) tür çeşitliliği yükseltiye bağlı olarak önce artmakta, sonra da azalmaktadır [4]. Benzer durumlara ülkemiz koşullarında da rastlanmaktadır. Ülkemizde ormanların düşey basamaklanmasının ilk gözlemlendiği ve araştırma konusu edilen yer Uludağ'dır [5]. Yükseltinin ekolojideki önemi, iklime yaptığı etkiden ileri gelir [6].

Yükseltiye bağlı olarak değişen iklim sonucunda ortamda oluşan ölü örtü özellikleri de değişmektedir. Göknar ölü örtüsü ağırlığının (gr/m²) yükselti arttıkça hafif bir artış gösterdiği belirtilmiştir. Ölü örtünün organik madde miktarının (gr/m²) ve toplam azot miktarının yükselti arttıkça önemli derecede arttığı ve yükseltiyle doğrusal bir ilişkisi olduğu bulunmuştur. [7, 8, 9]. Yükseltinin yetişme ortamı özellikleri ve Sedir'in boylanması üzerine yaptığı etkiler ortaya konulmuş bakıya bağlı farklar tespit edilmiştir. Kızılçamın yükseltiye bağlı büyümesi incelendiğinde en uygun gelişme kuşağının 500-700 m arasında olduğu belirtilmiştir [10].

Türkiye gibi dağlık bir ülkede yükseltinin orman topraklarına olan etkisinin araştırılması önem arz etmektedir [2, 11, 12, 13, 14]. Yapılan çalışmalar bu konuda bazı bilgiler sunmuş olsa da yöresel farklar genelleme yapmanın önünde bir engel olarak durmaktadır. Dolayısıyla bölgesel ve yöresel çalışmalar arttırılmalıdır. Bu çalışma kapsamında karaçamın en iyi yetiştiği Alaçam Dağları'nda yükseltinin orman topraklarının bazı özelliklerine etkisinin olup olmadığı incelenmiştir. Elde edilen sonuçlarla orman yönetimi ve ormancılık uygulamalarının belirlenmesinde katkı sağlanması düşünülmektedir.

2. Yöntem

Karaçamın ülkemizde yaptığı 4.202.298 ha'lık yayılışı itibariyle de ülkemiz ormanlarının %20' sini kapsayarak önemli bir serveti temsil ettiği görülmektedir (www.ogm.gov.tr.). Alaçam Dağları karaçamın en geniş kesintisiz ormanlar kurduğu dağ kütlesi olup karaçamla kaplı alan 143 714 ha'dır [2]. Çalışma alanı karaçam ormanlarının en iyi gelişme yaptığı alanlardan biridir. Çalışma kapsamında çeşitli özelliklere sahip yetişme ortamlarındaki (Çizelge 1) saf karaçam meşcerelerinden toplam 103 toprak çukuru açılmış ve 0-5cm, 5-15cm, 15-30cm, 30-50cm, 50-70cm ve 70-100cm derinlik kademelerinin ortalarından hacim örnekleri alınmıştır. Toprak örneklemeleri anakayanın yüzeye yaklaştığı yerlerde 100cm'ye kadar yapılamamıştır. Dolayısıyla 103 toprak çukurundan toplam 532 örnek yapılmıştır.

Toprak örneklerinde hacim, ince toprak, taş miktarı, tane çaplarının dağılımı, pH, organik karbon ve azot değerleri % ve miktar olarak belirlenmiştir. Toprak örnekleri tartılarak hava kurusu hacim ağırlıkları bulunmuş, daha sonra taş ve kökleri ayrılmıştır. Toprak örnekleri porselen havanda öğütülerek 2 mm'lik elekten geçirilmiş ve tartılarak hava kurusu ince toprak ağırlıkları bulunmuştur. Örnekler 2 mm'lik elekten geçirilerek elde edilen ince toprak örnekleri 105ºC sıcaklıkta kurutulmuş ve fırın kurusu ağırlıkları bulunmuştur. Bulunan değerin örnek hacmine oranı ile fırın kurusu ağırlıkları "gr/lt" olarak hesaplanmıştır [15, 16]. 2 mm'lik eleğin üzerinde kalan kısım ise taş miktarı olarak tartılmıştır. Toprak örneklerinin tane çapları Bouyoucous hidrometre yöntemi ile belirlenmiştir. Toprak türlerinin belirlenmesi uluslararası tane çapları sınıflarına göre yapılmıştır [15, 17]. pH'yı belirlemek için toprak örnekleri 1/2.5 oranında saf su ile muamele edip ölçme yapılmıştır [15, 17]. Toprak örneklerinin organik maddesi Wackley-Black ıslak yakma yöntemi ile bulunmuştur [15, 17]. Öğütülmüş örneklerde Semi-Mikro Kjeldhal metoduna göre Buchi 470 Auto Analyzer cihazında belirlenmiştir [17, 18, 19].

Çizelge 1. Toprak çukuru açılan yerlerin yetişme ortamı sınıflarına göre dağılımı

Yükselti	Sınıfı	500 - 750m	751 - 1000m	1001-1250m	1251-1500m	1500-1750m
	N	7	26	25	26	19
Anakaya - Formasyon	Sınıfı	Civandağ Tüfleri	Eğrigöz Graniti	Dağardı Melanjı	Dedetepe Dasit - Riyoliti	Simav Kuvarsit – Şistleri
	N	30	22	15	21	15
Meşcere yaşı	Sınıfı	0 - 50	51 - 100	100 <		
	N	14	66	23		

3. Bulgular

3.1. Toprakların Fiziksel Özelliklerinin Yükseltiye Göre Değişimlerine Ait Bulgular

Toprakların hacim ağırlıkları; Toprak örneklerinin hacim ağırlıkları incelendiğinde en düşük değer 626 gr/lt ve en yüksek değer ise 1931 gr/lt olarak belirlenmiştir (Çizelge 2). Derinlik kademelerinin ortalama değerleri ise 978 ile 1468 gr/lt arasında değişmektedir (Çizelge 2). Söz konusu ortalama değerlerin toprak çukurunda yukarıdan aşağıya doğru arttığı tespit edilmiştir (Çizelge 2). 0-5cm, 5-15cm, 30-50cm ve 70-100cm derinlik kademelerinin hacim ağırlıkları ile yükselti arasında anlamlı bir korelasyon bulunamamıştır. Bununla birlikte 15-30cm derinlik kademesi hacim ağırlık derğerleri ile yükselti arasında pozitif yönde, 0,224 düzeyinde ve 0,024 anlamlılıkta korelasyon bulunmuştur. Benzer şekilde 50-70cm derinlik kademesi hacim ağılık miktarlarıyla yükselti arasında pozitif yönde, 0,306 düzeyinde ve 0,005 anlamlılıkta korelasyon olduğu tespit edilmiştir.

İnce toprak ve taş miktarları; Toprakların ince toprak ve taş miktarlarıyla ilgili bilgiler çizelge 2'de sunulmuştur. Çizelge 2 incelendiğinde ince toprak miktarının en düşük 54 gr/lt ile 0-5cm derinlik kademesinde ve en yüksek 1537 gr/lt ile 30-50cm derinlik kademesinde olduğu görülmektedir. Derinlik kademelerinin ortalama ince toprak miktarları toprak çukurunun yüzeyinden aşağıya doğru artmaktadır (Çizelge 2). Derinlik kademelerinin hacim ağırlıkları ile yükselti arasında anlamlı bir korelasyon bulunamamıştır. Taş miktarları incelendiğinde değerlerin 49 ile 1439 gr/lt arasında olduğu görülmektedir (Çizelge 2). Toprak çukurlarında derinliğe bağlı olarak derinlik kademelerinin ortalama taş miktarları arttış göstermektedir. Bütün derinlik kademelerinin taş ağırlık değerleri ile yükselti arasında anlamlı bir korelasyon bulunamamıştır.

Toprakların tane çaplarının dağılımı; Toprakların tane çapları değerleri çizelge 2'de sunulmuştur. Toprakların kum tane çapları %30,5 ile 91,7 arasında, toz tane çapları %0,9 ile 33,3 arasında ve kil tane çapları %3,2 ile 51,9 arasında bulunmuştur (Çizelge 2). Derinlik kademelerinin ortalama kil tane çaplarının yüzde değerleri derinliğe bağlı olarak çok az artış görülmektedir. Derinlik kademelerinin ortalama kum ve toz yüzde değerleri ise derinliğe bağlı olarak birbirine yakın değerler göstermektedir. Her üç tane çaplarının yüzde değerleri ile yükselti arasında anlamlı bir korelasyon tespit edilememiştir.

3.2. Toprakların Kimyasal Özelliklerinin Yükseltiye Göre Değişimlerine Ait Bulgular

Toprak tepkimesi (pH); Toprakların pH değerleri 4,61 ile 6,56 arasındadır (Çizelge 3). Derinlik kademelerinin ortalama pH değerleri birbirine yakın bulunmuştur (Çizelge 4). Bütün derinlik kademelerinin pH değerleri ile yükselti arasından 0,001 anlamlılıkta negatif korelasyon belirlenmiştir. Korelasyonların düzeyleri derinlik sıralmasına göre -0,373, -0,384, -0,447, -0,465, -0,525 ve -0,576 olarak belirlenmiştir. Yükseltiye bağlı olarak derinlik kademelerinin pH değerleri $p<0,001$ anlam düzeyinde azalmakta ve doğrusal denklemlerin R^2'leri 0,14 ile 0,33 arasındadır (Çizelge 4). Derinliğe bağlı olarak R^2 değerleri artmaktadır (Çizelge 4).

Çizelge 2. Toprakların fiziksel özelliklerinin tanımlayıcı istatistikleri

Toprak özellikleri	N	Genlik	En Düşük	En Yüksek	Ort.	Ort. Hatası	Standart Sapma
0-5cm derinlik kademesinin hacim ağırlığı (gr/lt)	103	815	626	1441	978	15	156
0-5cm derinlik kademesinin ince toprak miktarı (gr/lt)	103	963	54	1018	583	20	200
0-5cm derinlik kademesinin taş ağırlığı (gr/lt)	103	981	69	1050	394	19	189
5-15cm derinlik kademesinin hacim ağırlığı (gr/lt)	103	811	874	1685	1202	16	161
5-15cm derinlik kademesinin ince toprak miktarı (gr/lt)	103	1074	103	1177	692	23	229
5-15cm derinlik kademesinin taş ağırlığı (gr/lt)	103	1160	81	1241	510	22	226
15-30cm derinlik kademesinin hacim ağırlığı (gr/lt)	101	874	904	1778	1329	17	169
15-30cm derinlik kademesinin ince toprak miktarı (gr/lt)	101	1239	170	1409	751	25	250
15-30cm derinlik kademesinin taş ağırlığı (gr/lt)	101	1246	66	1312	578	25	253
30-50cm derinlik kademesinin hacim ağırlığı (gr/lt)	98	874	904	1778	1329	17	169
30-50cm derinlik kademesinin ince toprak miktarı (gr/lt)	98	1397	140	1537	780	30	294
30-50cm derinlik kademesinin taş ağırlığı (gr/lt)	98	1281	91	1372	638	29	286
50-70cm derinlik kademesinin hacim ağırlığı (gr/lt)	83	888	968	1856	1437	20	185
50-70cm derinlik kademesinin ince toprak miktarı (gr/lt)	83	1269	186	1455	730	35	322
50-70cm derinlik kademesinin taş ağırlığı (gr/lt)	83	1390	49	1439	703	35	321
70-100cm derinlik kademesinin hacim ağırlığı (gr/lt)	44	1007	924	1931	1468	32	210
70-100cm derinlik kademesinin ince toprak miktarı (gr/lt)	44	1337	94	1431	847	51	341
70-100cm derinlik kademesinin taş ağırlığı (gr/lt)	44	1314	64	1377	621	48	322
0-5cm derinlik kademesinin Kumu (%)	103	34,3	53,1	87,4	72,3	,7	7,6
0-5cm derinlik kademesinin Tozu (%)	103	26,8	,9	27,7	14,2	,6	6,4
0-5cm derinlik kademesinin Kili (%)	103	19,8	6,2	26,0	13,5	,4	3,8
5-15cm derinlik kademesinin Kumu (%)	103	44,5	47,2	91,7	70,6	,8	7,8
5-15cm derinlik kademesinin Tozu (%)	103	26,0	3,0	29,0	14,3	,6	5,8
5-15cm derinlik kademesinin Kili (%)	103	23,5	3,2	26,7	15,1	,4	4,1
15-30cm derinlik kademesinin Kumu (%)	101	50,0	41,7	91,7	69,0	1,0	9,9
15-30cm derinlik kademesinin Tozu (%)	101	31,5	1,1	32,6	14,5	,7	7,0
15-30cm derinlik kademesinin Kili (%)	101	27,9	3,2	31,1	16,5	,5	5,0
30-50cm derinlik kademesinin Kumu (%)	98	61,0	30,5	91,5	68,4	1,2	11,4
30-50cm derinlik kademesinin Tozu (%)	98	26,9	1,9	28,8	14,3	,7	6,8
30-50cm derinlik kademesinin Kili (%)	98	48,7	3,2	51,9	17,3	,7	6,8
50-70cm derinlik kademesinin Kumu (%)	83	48,8	38,4	87,3	67,6	1,3	12,1
50-70cm derinlik kademesinin Tozu (%)	83	32,4	,9	33,3	14,4	,8	7,0
50-70cm derinlik kademesinin Kili (%)	83	40,5	6,2	46,7	18,0	,8	7,4
70-100cm derinlik kademesinin Kumu (%)	43	56,8	31,1	87,9	70,7	1,8	12,1
70-100cm derinlik kademesinin Tozu (%)	43	24,5	3,0	27,5	11,7	1,0	6,7
70-100cm derinlik kademesinin Kili (%)	43	46,1	4,8	51,0	17,6	1,3	8,5

Organik karbon; Toprakların organik karbon değerleri %0 ile 25,48 arasındadır (Çizelge 3). Derinlik kademelerinin ortalama organik karbon yüzde değerleri derinliğe bağlı olarak azalmaktadır (Çizelge 3). Derinlik kademelerinin organik karbon değerleri ile yükselti arasında anlamlı pozitif korelasyon tespit edilmiştir. Korelasyonların anlamlılığının 0,001 ile 0,01 ve düzeyinin 0,322 ile 0,451 arasında olduğu belirlenmiştir. Derinlik kademelerinin organik karbon değerleri yükseltiye bağlı olarak $p<0,01$ anlam düzeyinde artmakta ve en yüksek R^2 ise 0,20'dir (Çizelge 4).

Çizelge 3. Toprakların kimyasal özelliklerinin tanımlayıcı istatistikleri

Toprak özellikleri	N	Genlik	En Düşük	En Yüksek	Ort.	Ort. Hatası	Standart Sapma
0 - 5cm derinlik kademesinin pH'sı	103	1,66	4,61	6,27	5,61	,03	,34
5 - 15cm derinlik kademesinin pH'sı	103	1,70	4,86	6,56	5,76	,03	,33
15 - 30cm derinlik kademesinin pH'sı	99	1,18	5,07	6,25	5,66	,03	,27
30 - 50cm derinlik kademesinin pH'sı	96	1,16	5,09	6,25	5,69	,03	,27
50 - 70cm derinlik kademesinin pH'sı	81	1,26	5,04	6,30	5,67	,03	,30
70 - 100cm derinlik kademesinin pH'sı	42	1,47	4,76	6,23	5,64	,05	,33
0 - 5cm derinlik kademesinin organik karbonu (%)	103	25,07	,41	25,48	4,69	,31	3,10
5 - 15cm derinlik kademesinin organik karbonu (%)	103	11,87	,46	12,33	2,49	,14	1,45
15 - 30cm derinlik kademesinin organik karbonu (%)	101	6,24	,04	6,28	1,12	,09	,86
30 - 50cm derinlik kademesinin organik karbonu (%)	98	4,42	,00	4,42	,49	,06	,56
50 - 70cm derinlik kademesinin organik karbonu (%)	83	3,56	,00	3,56	,29	,05	,42
70 - 100cm derinlik kademesinin organik karbonu (%)	43	,82	,00	,82	,19	,03	,21
0 - 5cm derinlik kademesinin azotu (%)	103	,911	,014	,925	,180	,013	,132
5 - 15cm derinlik kademesinin azotu (%)	103	,531	,008	,539	,074	,008	,086
15 - 30cm derinlik kademesinin azotu (%)	101	,330	,003	,333	,026	,004	,038
30 - 50cm derinlik kademesinin azotu (%)	93	,111	,001	,112	,013	,002	,015
50 - 70cm derinlik kademesinin azotu (%)	72	,061	,000	,061	,008	,001	,009
70 - 100cm derinlik kademesinin azotu (%)	36	,093	,000	,093	,008	,003	,015

Azot; Toprakların azot yüzde değeleri 0,0 ile 0,925 arasında bulunmaktadır (Çizelge 3). Derinliğe bağlı olarak derinlik kademelerinin ortalama azot yüzde değerleri azalmaktadır (Çizelge 3). İlk üç derinlik kademesine ait (0-5cm, 5-15cm, 15-30cm) azot değerleri ile yükselti arasında korelasyon tespit edilmiştir. Söz konusu korelasyonun anlamlılığı derinliğe göre sırasıyla 0,001, 0,001 ve 0,008 olduğu belirlenmiştir. Korelasyonun düzeylerinin ise sırasıyla;0,447, 0,479 ve 0,262 olduğu ortaya konulmuştur. Toprakların azot değerlerinden sadece ilk üç derinlik kademesi ile yükselti arasında $p<0,01$ anlam düzeyinde pozitif ilişki bulunmuş ve en yüksek R^2 ise 0,23'tür (Çizelge 4).

4. Tartışma ve Sonuçlar

Alaçam dağlarında yürütülen bu çalışmada elde edilen bulgulara göre toprağın bazı özelliklerinin yükseltiyle ilişkisinin olduğu belirlenmiştir. Çalışmada incelenen toprakların hacim ağırlığı içindeki taşlılık oranına, sıkılığına, kum, toz ve kil oranlarının bileşimine ve organik madde içeriğine bağlı olarak değişim göstermesi beklenir. Yükseltiye bağlı olarak değişim gösteren bu unsurlar kendilerinin de bir ifadesi olan hacim ağırlığı üzerinde dolaylı olarak etkide bulunabilirler. Hacim ağırlığı fiziksel, kimyasal ve biyolojik süreçlerin en fazla yaşandığı üst topraktan aşağıya doğru arttığı görülmektedir. Bununla birlikte yükseltiyle hacim ağırlığı arsındaki ilişkilerde 15-30cm ve 50-70cm derinlik kademesinde zayıf derecede, anlamlı ve pozitif korelasyon tespit edilmiştir. Fakat diğer derinlik kademelerinde herhangi bir ilişkiye rastlanmamıştır. Benzer şekilde bütün derinlik kademelerinin ince toprak ve taş miktarlarıyla yükselti arasında ilişki belirlenememiştir. Yapılan bu çalışmada derinlik kademeleri kullanılmıştır. Horizonlara göre yapılan çalışmalarda da elde edilen bulgulara göre yükselti ile sadece Ah horizonuna ait hacim ağırlığı değerinin 0.489 R^2 oranında ve 0.001 anlamlılıkla ilişkili olduğu tespit edilmiştir [20]. Yükselti ile ince toprak miktarı arasında istatistik olarak anlamlı bir ilişki bulunamış fakat yükseltiye bağlı olarak horizonların ince toprak miktarının azaldığı ifade edilmiştir [21]. Birim hacimde toplam değerler üzerine yapılan çalışmada ise birim hacimdeki ince toprak miktarının gerek benzer horizonlar arasında gerekse $1m^3$'lük miktarları yükselti arttıkça önemli derecede azaldığı ve toprak taşlılığının ise yükselti arttıkça arttığı tespit edilmiştir [9].

Çizelge 4. Yükseltiye bağlı olarak toprakların bazı kimyasal özelliklerin doğrusal denklemleri

Toprak Özelliği	R^2	F	Anlam-lılık	Sabit	b1
0 - 5cm derinlik kademesinin pH'sı	0,14	16,28	0,001	6,168	-0,00046
5 - 15cm derinlik kademesinin pH'sı	0,15	17,424	0,001	6,301	-0,00045
15 - 30cm derinlik kademesinin pH'sı	0,20	24,216	0,001	6,206	-0,00045
30 - 50cm derinlik kademesinin pH'sı	0,22	25,933	0,001	6,248	-0,00046
50 - 70cm derinlik kademesinin pH'sı	0,28	30,005	0,001	6,350	-0,00056
70 - 100cm derinlik kademesinin pH'sı	0,33	19,835	0,001	6,481	-0,00067
0 - 5cm derinlik kademesinin organik karbonu (%)	0,16	18,733	0,001	-0,628	0,00443
5 - 15cm derinlik kademesinin organik karbonu (%)	0,15	17,727	0,001	0,059	0,00202
15 - 30cm derinlik kademesinin organik karbonu (%)	0,20	25,278	0,001	-0,612	0,00143
30 - 50cm derinlik kademesinin organik karbonu (%)	0,11	11,31	0,001	-0,309	0,00066
50 - 70cm derinlik kademesinin organik karbonu (%)	0,10	9,39	0,003	-0,310	0,00049
70 - 100cm derinlik kademesinin organik karbonu (%)	0,15	7,395	0,01	-0,187	0,00030
0 - 5cm derinlik kademesinin azotu (%)	0,20	25,216	0,001	-0,076	0,00021
5 - 15cm derinlik kademesinin azotu (%)	0,23	30,003	0,001	-0,104	0,00015
15 - 30cm derinlik kademesinin azotu (%)	0,07	7,304	0,008	-0,018	0,00004

Toprağın tane bileşimi ile toprak türü oluşmaktadır ki toprağın fiziksel yapısının dolayısıyla havalanmasının ve bilhassa su ekonomisini belirleyen öncelikli faktörlerden biridir. Bilhassa kil minerallerinin oluşumu ve taşınması ile hem toprak tipi hem de toprağın belli başlı kimyasal özellikleri de şekillenmektedir. Yağışların fazla olduğu alanlarda kil minerallerinin taşınması fazlaca gerçekleşince toprakların katyon tutma kapasiteleri azalmakta, aşırı asitleşmekte ve toprağın tampon etkisini azaltmaktadır [22, 23]. Kum, toz ve kilden oluşan tanecik boyutlarının muhtelif bileşimlerde bir araya gelmesi ve bulunuşları yetişme ortamını karakterize eden iki önemli faktörün etkisi altında meydana gelmektedir: (1) anakaya veya anamateryalin türü, (2) iklim. Bu çalışmada toprak tane çaplarının yükseltiye bağlı değişimlerinde ilişki bulunamamıştır. Çalışma alanında beş farklı anakayadan örnekler alınması anakayanın özelliklerine bağlı oluşan kum, toz ve kil miktarlarının yükseltiye göre değişimlerini baskılamış olabilir.

Kimyasal toprak özellikleri olan pH, organik karbon ve azot değerleri ile yükselti arasında anlamlı ilişkiler bulunmuştur. Toprak çözeltisinin belki de en çarpıcı özelliği toprağın asit, alkali ya da nötr karakterlerinden oluşan reaksiyonudur [22] ve pH terimi ile ifade edilir [23]. Mikroorganizmalar ve yüksek yapılı bitkilerin içinde bulunduğu kimyasal ortamı en çok etkileyen unsur olduğu için toprağın pH'sı ile sürekli etkileşim içindedirler [22]. Toprak reaksiyonu toprağın kimyasal, fiziksel ve biyolojik özelliklerinden olduğu kadar toprağın oluşum ve gelişimini etkileyen yeryüzü şekli, iklim, anakaya ve canlılar gibi faktörlerden de etkilemektedir [23]. Bu çalışmada bütün derinlik kademelerinin pH değerleri ile yükselti arasından anlamlı ve negatif bir korelasyon belirlenmiştir. Kurulan doğrusal denklemlerin R^2'leri 0,14 ile 0,33 arasındadır (Çizelge 4). Aynı derinlik kademesine ait toprakların yükseltiye bağlı olarak istatistik olarak da anlamlı bir ilişki vererek azalma göstermesine ilişkin sonuçlar [20] ile karşıtlık, [21] ile nispeten uyum göstermektedir. Bununla birlikte [9]'da toprak reaksiyonunda yükselti ile ilgili belirgin bir değişim saptanamamıştır.

Topraktaki canlılar için en önemli besin maddesi kaynağını karbon oluşturmaktadır. Genel olarak toprakta organik madde %5 dolayında olmasına karşın onun kimyasal, fiziksel yapısına etkide bulunur Özelilkle toprağın su ve besin maddesi ekonomisini düzeltmesi ve zenginleştirmesi bakımından büyük önem taşımaktadır. Alaçam Dağları topraklarının organik karbon değerlerinin yükseltiye bağlı bütün derinlik kademelerinde arttığı belirlenmiştir (Çizelge 4). Alaçam dağlarında elde edilen bulgulara paralel olarak [24]'de yükselti arttıkça toprak organik maddesini arttığını bildirmiştir. Bolu-Aladağ'larda yapılan çalışmada

toprakların organik karbon miktarı bütün toprak horizonlarında yükselti ile ilişkisinin doğrusal olduğu ve arttığı belirlenmiştir [9]. Organik maddenin ayrışma koşullarını denetleyen kilit faktörün belirlenmesi üzerine yaptıkları araştırmada sıcaklıkla negatif korelasyon bulurlarken, yağış ve yükselti ile pozitif korelasyon tespit etmişlerdir [25]. Bu çalışmada elde edilen sonuçlar ile [25]'e ait sonuçlar uyum göstermektedir. Benzer sonuçları Kuzey Kaliforniya'da da yapılan çalışmada da bulunmuştur [26]. Organik karbon değerlerinin yükseltiyle olan ilişkilerinin iklim değişiminden etkileneceğine yönelik çalışmalardan da anlaşılacağı gibi [27, 28] söz konusu ilişki önümüzdeki yıllarda da önemli bir çalışma alanı niteliğini koruyacaktır.

Toprağın başlıca ve en önemli besin maddelerinden biri olan azotun toprakta bulunuşu mikroorganizma faaliyetleri, iklim, besin maddesi kalitesi gibi unsurlardan etkilense de en önemli husus yine de toprağa eklenen organik maddenin niteliğidir. Toprağa eklenen azotun alınması kadar uzaklaşması da toprağın toplam azotunu etkileyen etkenlerdir. Azotun topraktaki mineralizasyonu üzerine yapılan pek çok çalışma bulunmakla birlikte bu çalışmaların çoğunda azot havuzunun büyüklüğü ve azot havuzundaki döngü hızının önemi üzerinde durulmuştur [29, 30, 31, 32]. Yükseltinin iklim öğeleri üzerinde etkili olarak sıcaklığın daha düşük olmasına ve yağışların daha fazla olmasına neden olarak toprağın toplam azotunun ayrışma koşulları üzerinde etkili olmaktadır. Ayrışma koşullarını yavaşlatması bitkisel ve mikrobiyal kullanım için alınabilir forma dönüştürülemeyen azot miktarının toplam azot havuzundaki miktarını arttırması beklenmektedir. Bu çalışmada üst toprak derinlik kademelerinin azot yüzde değerli yükseltiye göre arttığı belirlenmiştir (Çizelge 4). Çalışmamızda bulunan sonuçlarla uyumlu olarak [9]'da toprakların toplam azot içeriğinin yükseltiye bağlı olarak önemli ölçüde artmakta olduğu bulunmuştur.

Alaçam Dağlarında yapılan bu çalışmaya göre toprakların fiziksel özellikleri ile yükselti arasında son derece sınırlı ilişkiler belirlenmiştir. Bununla birlikte kimyasal özelliklerle yükselti arasında anlamlı ilişkiler tespit edilmiştir. Dolayısıyla Alaçam Dağları'nda yükseltiye bağlı olarak bitkilerin beslenme koşulları olumlu yönde değişmekte fakat fiziksel özelliklerde benzer eğilim görülmemektedir.

Teşekürler

Bu çalışma TÜBİTAK tarafından TOVAG 104 O 551 sayılı proje ile desteklenmiştir.

Kaynaklar

[1] Körner, C., Ohsawa, M., Spehn, E., Berge, E., Bugmann, H., Groombridge, B., Hamilton, L., Hofer, T., Ives, J., Jodha, N., Messerli, B., Pratt, J., Price, M., Reasoner, M., Rodgers, A., Thonell, J. ve Yoshino, M., Mountain Systems, *Ecosystems and Human Well-being: Current State and Trends*, Chapter 24, Pp:681 - 716, (2005).
[2] Sevgi, O., Yılmaz, O., Carus, S., Dündar, T., Kavgacı, A., Tecimen, H.B., Alaçam Dağlarındaki Karaçam Ormanlarının Yükseltiye Göre Beslenme – Büyüme Modelleri ve Odununun Teknolojik Özellikleri. TOVAG 104 O 551, (2010).
[3] Begon, M., Harper, J.L., Towsend, C.R., *Ecology: Individuals, Populations, and Communities*, Edit; 3rd., Pp:1068, ISSN: 086548245X, Blackwell, (1996).
[4] Vetaas, O.R. and Grynes, A., Distribution of Vascular Plant Species Richness and Endemic Richness Along the Himalayan Elevation Gradient in Nepal, *Global Ecology & Biogeography* , 11, Pp: 291-301, (2002).
[5] Saatçioğlu, F., Uludağ Orman Rejyonları (Düşey Orman Zonları). Ankara Yüksek Ziraat Enstitüsü Basımevi, *Ankara Yüksek Ziraat Enstitüsü Dergisi*, Cilt:5, Sayı:2 (10), Yıl: 3, (1946).
[6] Irmak, A., *Orman Ekolojisi*, İstanbul Üni. Yayın Nu:1650, Orman Fak. Yayın Nu:149, 367 sayfa, (1970).
[7] Kantarcı, M. D., Aladağ Kütlesinin (Bolu) Kuzey Aklanındaki Uludağ Göknarı Ormanlarında Yükselti-İklim Kuşaklarına Göre Bazı Ölü ve Toprak Özelliklerinin Analitik Olarak Araştırması (Almanca Özeti ile Birlikte), *İst. Üniv. Or. Fak. Dergisi*, Seri A, Cilt 28, Sayı 2, sf: 60-116, (1978).
[8] Kantarcı, M. D., *Aladağ Kütlesinin (Bolu) Kuzey Aklanındaki Uludağ Göknarı Ormanlarında Yükselti-İklim Kuşaklarına Göre Bazı Ölü Örtü ve Toprak Özelliklerinin Analitik Olarak İncelenmesi*, İ.Ü. Yayın Nu: 2634, Or. Fak. Yayın Nu: 274, sf: 220, (1979).

[9] Kantarcı, M. D., Aladağ Kütlesinin (Bolu) Kuzey Yamacındaki Uludağ Göknarı (*Abies bornmülleriana* Mattf.) Ekosistemlerinde Ekolojik Araştırmalar, Orman Ekosistemi Simpozyumu 10 – 15 / 11 / 1981, İ. Ü. Orman Fakültesi, sf: 125 – 128, (1980).
[10] Kantarcı, M. D., Dibek (Kumluca) ve Çamkuyusu (Elmalı) Sedir (*Cedrus libani* A. Richard) Ormanlarında Ekolojik Araştırmalar, *İst. Üniv. Or. Fak. Dergisi*, Seri A, Cilt 35, Sayı 2, sf: 19-41, (1985).
[11] Sevim, M., *Alaçam (Dursunbey) Ormanlarında Ekolojik ve Pedolojik Araştırmalar*, Orman Umum Müd. Yayımlarından Sıra Nu:131, Seri Nu:2, Çelikcilt Matbaası, 64 sayfa, (1954).
[12] Kalay, H. Z., Rize Massifinde Bazı Toprak Özelliklerinin Yükselti Basamaklarına Göre Araştırılması, (Yayınlanmamış Doktora Tezi), (1979).
[13] Eruz, E., *Balıkesir Orman Başmüdürlüğü Bölgesindeki Saf Karaçam Ormanlarının Gelişimi ile Bazı Edafik ve Fizyografik Özellikler Arasındaki İlişkiler*, İ.Ü. Yayın Nu: 3244, Or. Fak. Yayın Nu: 368, İstanbul, (1984).
[14] Kalay, Z. H., *Trabzon Orman Bölge Müdürlüğü Mıntıkasında Saf Doğu Ladini (Dorukağaç) (Picea orientalis (L.) Link,) Büklerinin Gelişimi ile Bazı Toprak Özelliklerinin ve Fizyografik Etmenlerin Arasındaki İlişkilerin Denel Olarak Araştırılması*, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Orman Fak., (1989).
[15] Irmak, A., *Arazide ve Laboratuvarda Toprağın Araştırılması Metodları*, Halk Matbaası, İstanbul (1954).
[16] Karaöz, Ö., Toprakların Su Ekonomisine İlişkin Bazı Fiziksel Özelliklerinin Laboratuvarda Belirlenmesi Yöntemleri, *İst. Ün. Orman Fak. Derg*. Seri B, 39 (3), sf: 133 – 144, (1992a).
[17] Gülçur, F., *Toprağın Fiziksel ve Kimyasal Analiz Metodları*, Kutulmuş Matbası, İstanbul, (1974).
[18] Karaöz, Ö., *Toprakların Bazı Kimyasal Özelliklerinin Analiz Yöntemleri*, İst. Ün. Orman Fak. Derg. Seri B, 39 (3), sf: 64 – 82, (1992b).
[19] Jackson, M. L., *Soil Chemical Analysis*, Constable and Company Ld. London, England, (1962).
[20] Sevgi, O., Tecimen, H.B., Physical, Chemical and Pedogenetical Properties of Soil in Relation with Altitude at Kazdağı Upland Black Pine Forest, *Journal of Environmental Biology*, 30(3), Pp: 349-354, (2009).
[21] Sevgi, O., *Bayramiç İşletmesi'nde (Kaz Dağları) Karaçam'ın (Pinus nigra Arnold) Yükseltiye Göre Beslenme Büyüme İlişkileri*, (Basılmamış Doktora Tezi), (2003).
[22] Brady, N. C., *The Nature and Properties of Soils*, ISBN 0-02-313361-9, Macmillan Pub. Co. New York, (1990).
[23] Kantarcı, M. D., *Toprak İlmi*, Matbaa Teknisyenleri Basımevi İ.Ü. Yay. No: 3444, Orman Fak. Yay. No: 387, İstanbul, 370 sayfa, (1987).
[24] Tüfekçioğlu, A., *Ordu- Melet Irmağı Havzasındaki Orman Ekosistemlerinde Yükselti ve Bakı Etmenlerine Göre Bitki Örtüsü ve Bazı Toprak Özelliklerinin Değişimi*, (Yüksek Lisans Tezi), Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enst., Orman Müh. Anabilim Dalı, (1995).
[25] Dai W., Huang, Y., Relation of Organic Matter Concentration to Climate and Altitude in Zonal Soils of China, *Catena*, 65, Pp: 87-94, (2006).
[26] Huggett, R.J., *Geoecology: An Evolutionary Approach*, ISBN 0-415-08689-2, (1995).
[27] Adhıkarı, B.S., Rawat, Y.S., Singh, S.P., Structure and Function of High Altitude Forests of Central Himalaya I. Dry Matter Dynamics, *Annals of Botany*, 75, Pp: 237-248, (1995).
[28] Martin, D., Lal, T., Sachdev, C.B., Sharma, J.P., Soil Organic Carbon Storage Changes with Climate Change, Landform and Land Use Conditions in Garhwal Hills of The Indian Himalayan Mountains, *Agriculture, Ecosystems and Environment* ,138, Pp: 64–73, (2010).
[29] Davidson, E. A., Hart, S.C., Firestone, M. K., Internal Cycling of Nitrate in Soils of a Mature Coniferous Forest, *Ecology*, 73(4), Pp: 1148-1156, (1992).
[30] Giardina, P.C., Ryan, M.G., Hubbard, R.M., Binkley, D., Tree Species and Soil Textural Controls on Carbon and Nitrogen Mineralization Rates, *Soil Science Society of America Journal* 65, Pp: 1272-1279, (2001).
[31] Sierra, J., Nitrogen Mineralization and Nitrification in a Tropical Soil: Effects of Fluctuating Temperature Conditions, *Soil Biology and Biochemistry*, 34, Pp: 1219-1226, (2002).
[32] Hart, S. C., Stark, J. M., Davidson, E. A., Firestone, M. K., Nitrogen Mineralization, immobilization, and Nitrification, *Methods of soil Analysis, Part 2. Microbiological and Biochemical Properties*, In (ed):Weaver, R. W., Angle, S., Bottomley, P., Bezdicek, D., Smith, S., Tabatabai, A., Wollum, A., Soil Science and Society of America, Madison, WI, USA, Pp: 985-1018, (1994).

Su Ürünleri

(Aquaculture)

OIL SAC IN COPEPODITE STAGES OF *CALANUS EUXINUS* FROM THE BLACK SEA

İlknur Yıldız[1], Ali Muzaffer Feyzioğlu[2]
[1]KTU, Institute of Marine Sciences and Technology, Trabzon, Turkey
[2]KTU, Faculty of Marine Science, Trabzon, Turkey
E-mail: ilknurk@ktu.edu.tr

Abstract

Calanus euxinus is the largest and most important species in the Black Sea zooplankton fauna. This species plays a key role in the feeding of fish in the Black Sea pelagic ecosystem (e.g. anchovy, horse mackerel). Zooplankton sample was collected vertically for purpose of determining variable of the oil sac in copepodit stages (CI, CII, CIII and CIV) of *C. euxinus* individuals from 5 meters above the ground at Sürmene station,Trabzon on March 2012. 77 organism copepodit stages of *Calanus euxinus* were selected for analysis. Copepodite total length (TL, mm), prosome length (PL, mm) and width (W, mm) and oil sac length (Los, mm) and width (Wos, mm) were measured using a dissecting microscope and an ocular micrometer. As a result, the mean total length (TL) was measured 1,46 ± 0,33 mm for CI stage individuals. For the CIV stage, mean total length (TL) and proportion of the oil sac in body volume (SVs, %) were 2.47 ± 0.22 mm and 8.01 ± 6.65%, respectively. As a result, it was determined that the amount of oil storage increased as *C. euxinus* individuals changed stages.

Keywords: Black Sea, Zooplankton, *Calanus euxinus*, Oil Sac, Total Length

1. Introduction

Zooplankton groups found in world oceans and coastal regions are characterized by accumulation of large lipid stores. The copepods accumulate lipids by feeding on phytoplankton near the surface during spring and summer. Storage lipids provide energy for reproduction, periods of low food supply, obtaining food, escaping predation and for vertical migration. Many calanoid copepods store the lipid content in oil sac that generally comprises half of prosome [1, 2].

Calanoid copepods are the most important organism transferring primary production to higher trophic levels [1]. Among copepods *Calanus euxinus* is a key component of the Black Sea pelagic ecosystem and this dominant mesozooplanktonic species which makes up the fodder base of planktivorous fishes in the region. *C. euxinus* undergoes 6-8 generations per year [3] and can be found all year round. Because of its high abundance and ability to accumulate large amount of lipids in the body, *C. euxinus* is of great importance for a diet of many species of fish (e.g. anchovy, Sprat) [4]. Lipid sac size depending on developmental stage and time of the year [5]. Petipa (1966) showed that the oil sac volume in *C. helgolandicus* in the Black Sea changed during diurnal migrations [6], while Ikeda (1974) described oil sacs with different shapes and sizes in copepods from various marine environments [7]. Although many studies have been focused on the life cycle, feeding, migration behavior of copepods in the Black Sea [8, 9, 10, 11], only limited studies were conducted on lipid deposition and molting patterns [5, 12, 3] and lipid content and composition of *C. euxinus* [13].

We studied oil sac volume, body size and variation of oil sac area in different stages of *C. euxinus* in the continental shelf area of Black Sea Anatolian Coast. In the present study were analyzed dynamics of Total length (TL), body (Vb), oil sac (Vs) volume and proportion of the oil sac in body volume (SVs, %) at the sampling station.

2. Material and Method

Zooplankton sample were collected with Hensen type closing net (opening diameter 70 cm, mesh size 75 µm) at a cruise of R/V 'Denar I' on March 2012 at one station (Sürmene, Trabzon) (Fig. 1). All stations zooplankton was sampled by vertical hauls from 50 m to the surface during the daytime. The volumes of the sea water filtered were calculated by digital flowmeter (Hydro-bios Kiel, No 439115). Water temperature, salinity were measured in-situ by using General Oceanic Idronaut 316 CTD.

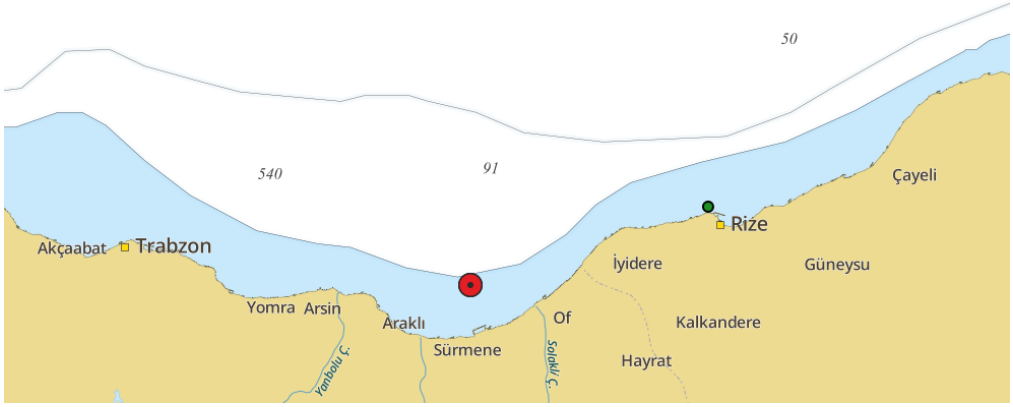


Figure 1. Map of Sampling Station

The sample was immediately preserved with 4% borax-buffered formaldehyde. The specimens of each copepodite stage of *Calanus euxinus* counting was done under an Olympus BH2 stereomicroscope and Nikon SMZ 745 using 4× and 10× objectives and a Bogorov–Rass counting chamber. When possible, 20 to 25 individuals of each copepodite stage were selected, photographed and measured for body size and oil sac volume with variable lipid sac sizes ranging from small to large **(**Fig. 2). For the photographs, we used a Nikon SMZ 745 with a Nikon DS Fi 5 video camera in photo mode. For every magnification and camera zoom level used, a picture of a calibration slide was taken. For the image analysis, multi-platform image analysis software "Image-Pro Plus 6.0" was used.

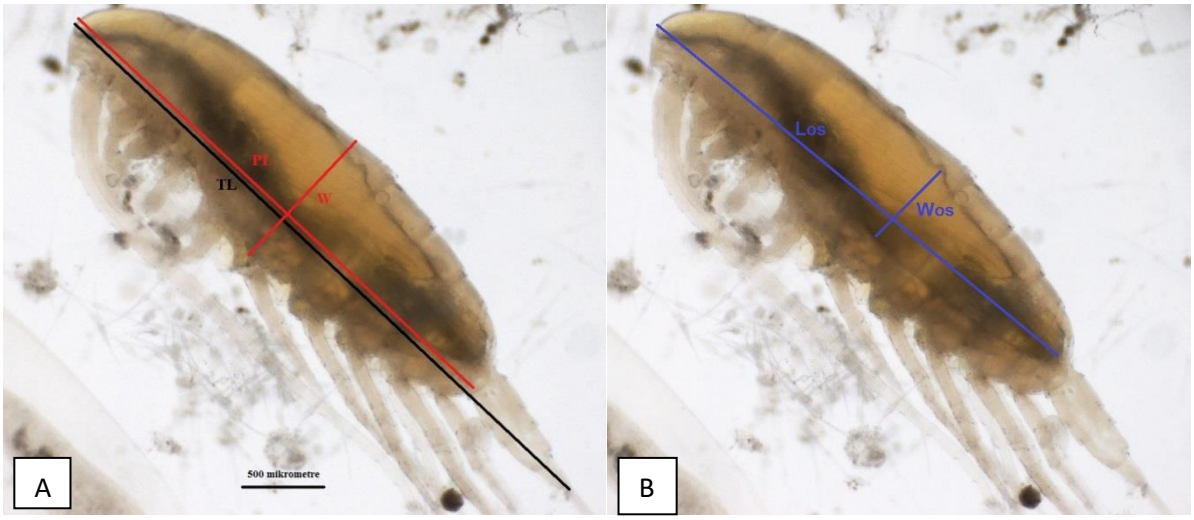


Figure 2. Measured variables for copepodit *Calanus euxinus* (A: Total Length, TL mm; Prosome Length, PL mm; Width, W mm; B: Oil Sac Length, Los mm; Oil Sac Width, Wos mm)

Total length (TL, mm), length and width of prosome (PL and W, mm and oil sack (Los and Wos, mm) were measured to according to Svetlichny et al [3, 14]. Body volume (V_b, mm^3) of *Calanus euxinus* was calculated as $Vb= kPLW^2$, where k is the empiric coefficient of 0.64 in males and 0.58 in females and copepodites [3]. Oil sac volume (Vs, mm^3) was determined as the ellipsoid volume $Vs= 1/6Los\pi Wos^2$ [14, 12]. Finally, proportion of the oil sac in body volume (SVs, %) was calculated.

3. Results and Discussion

Calanus euxinus is the largest calanoid copepod species living in Black Sea. The species accumulate large significant lipid amounts in the oil sac and it is important food source for small pelagic fish in the Black Sea. *Calanus euxinus* has six nauplii and six copepodit developing stages. For this research totally 77 indivuals were measured belong to CI, CII, CIII and CIV copepodit stages. Total length was measured for CI stage because of oil sac was not observed in CI stage while all measurements were made for other stages. Body volume (Vb, mm^3), Oil Sac volume (Vs) were calculated by using length and width of prosome and length and width of oil sac respectively. Oil sac proportion to body volume (SVs, %) was determined.

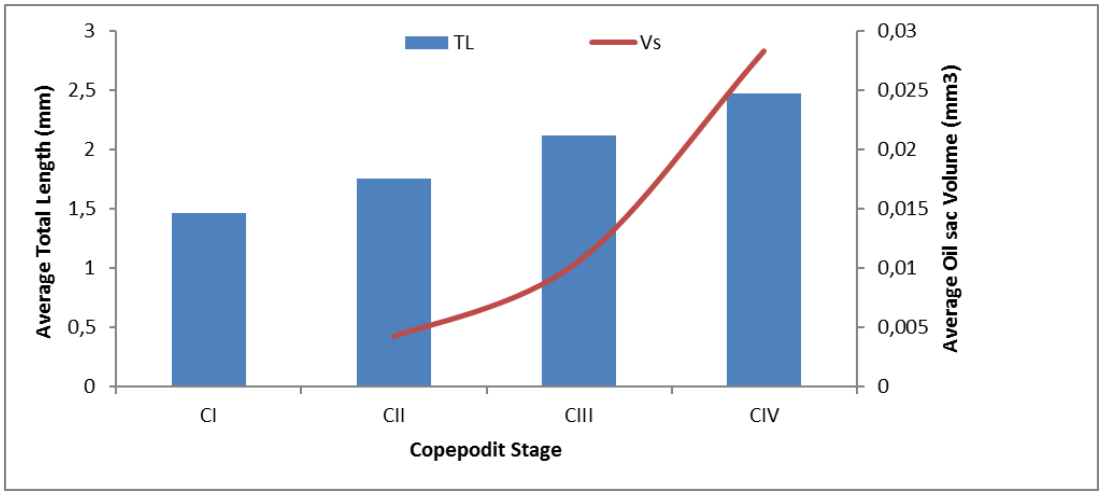


Figure 3. Changes of average total length (TL, mm) and oil sac volume (Vos, mm^3) according to copepodite stages

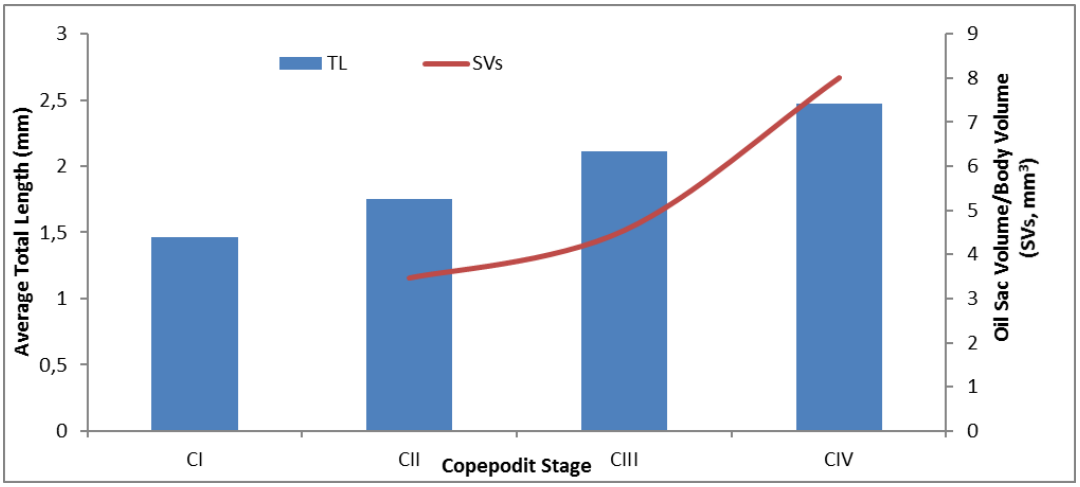


Figure 4. Distribution of proportion of the oil sac to body volume (SVs, %)

The average total length was calculated as 1.46 mm, 1.76 mm, 2.11 mm and 2.47 mm for CI, CII, CIII and CIV development stages respectively (Fig. 3, 4). The largest oil sac volume was observed in CIV stage. Result showed that oil sac volume and the total length have positive exponential correlation. Although the oil sac rations were the same in every stage, oil sac volume of CIV was statistically different from other stages ($P< 0.001$) (Fig. 5, 6). İşinibilir et al (2009) showed that the fattest CIII, CIV, CV and males (as in the Black Sea) were observed in Izmit Bay during the winter–spring period. Our results showed the similarity trend with previous studies [15].

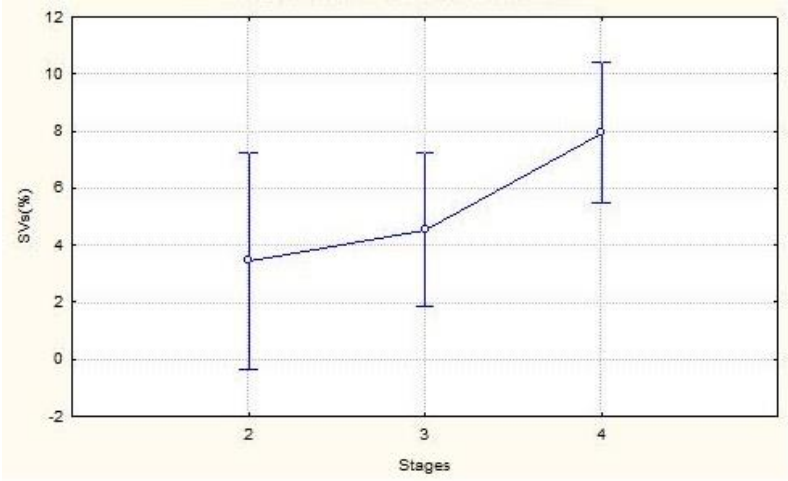


Figure 5. Mean and Std of SVs (%) in development stages (CI, CII, CIII and CIV)

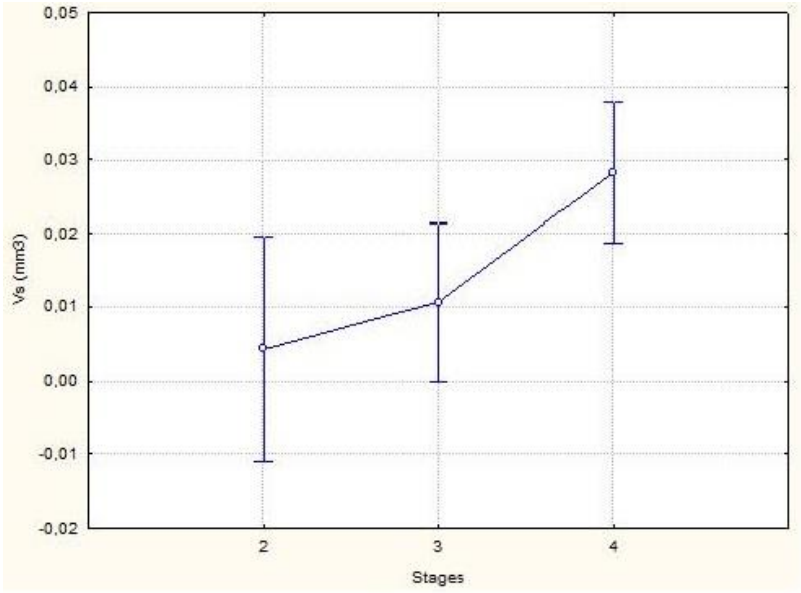


Figure 6. Mean and Std of Vs (mm^3) in development stages (CI, CII, CIII and CIV)

References

[1] Mauchline, J (1998) The biology of Calanoid Copepods. - Academic Press., 711 pp.

[2] Harris, R.P., Irigoien, X., Head, R.N., Rey, C. and others (2000) Feeding, growth, and reproduction in the genus Calanus. ICES J Mar Sci 57:1708–1726.

[3] Svetlichny, L.S., Kideys, A.E., Hubareva, E.S., Besiktepe, S., Isinibilir, M (2006) Development and lipid storage in *Calanus euxinus* from the Black and Marmara seas: variabilities due to habitat conditions. J Mar Syst 59:52–62.

[4] Yuneva, T.V., Svetlichny, L.S., Yunev, O.A., Romanova, Z.A. and others (1999) Nutritional condition of female Calanus euxinus from cyclonic and anticyclonic regions of the Black Sea. Mar Ecol Prog Ser 189:195–204.

[5] Arashkevich, E., Svetlichny, L., Gubareva, E., Besiktepe, S., Gucu, A.C., Kideys, A.E (1998) Physiological and ecological studies of *Calanus euxinus* (Hulsemann) from the Black Sea with comments on its life cycle. In: Ivanov L, Oguz T (eds) Ecosystem modeling as a management tool for the Black Sea. Vol. 2. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, p 351–366.

[6] Petipa, T.S. (1966) On energy balance of *Calanus Helgolandicus* (Claus) in the Black Sea. In Ivlev, V. S. (ed.), Physiology of Marine Animals. Nauka, Moscow, pp. 60–81 (in Russian).
[7] Ikeda, T (1974) Nutritional ecology of marine zooplankton. Mem Fac Fish Hokkaido Univ 22:1–97.
[8] Petipa, T.S (1981) The trophodynamics of copepods in the marine planktonic communities. Naukova Dumka, Kiev (in Russian).
[9] Sazhina, L.I (1987) Reproduction, growth, productivity of marine Copepoda. Naukova Dumka, Kiev (in Russian).
[10] Vinogradov ME, Arashkevich EG, Ilchenko SV (1992) The ecology of the *Calanus ponticus* population in the deeper layer of its concentration in the Black Sea. J Plankton Res 14:447–458.
[11] Vinogradov ME, Sapozhnikov VV, Shushkina EA (1992) The Black Sea ecosystem. Nauka, Moskow (in Russian with English abstract).
[12] Arashkevich, E.G., Tande, K.S., Pasternak, A.F., Ellertsen, B (2004) Seasonal moulting patterns and the generation cycle of *Calanus finmarchicus* in the NE Norwegian Sea, as inferred from gnathobase structures, and the size of gonads and oil sacs. Mar Biol 146:119–132.
[13] Şen Özdemir N, Feyzioğlu AM, Caf F, Yıldız İ (2017) Seasonal changes in abundance, lipid and fatty acid composition of *Calanus euxinus* in the South-eastern Black Sea. Indian J. Fish., 64(3): 55-66.
[14] Svetlichny, L. S., Hubareva, E. S. and Arashkevich, E. G. (1998) Physiological and behavioural response to hypoxia in active and diapausing stage V copepodites of *Calanus euxinus*. Arch. Hydrobiol. Spec. Issues Adv. Limnol., 52, 507–519.
[15] Isinibilir, M., Svetlichny, L., Hubareva, E., Ustun, F., Yilmaz, I.N., Kideys, A.E., Bat L (2009) Population dynamics and morphological variability of *Calanus euxinus* in the Black and Marmara Seas, Italian Journal of Zoology, 76:4, 403-414.

Tarım Ekonomisi

(Agricultural Economy)

ARŞİV BELGELERİNE GÖRE OSMANLI DEVLETİ'NDE HAYVAN HASTALIKLARI VE ALINAN TEDBİRLER (1875-1908)

(ANIMAL DISEASES IN THE OTTOMAN EMPIRE ACCORDING TO ARCHIVE DOCUMENTS AND BUYING MEASURES (1875-1908)

Salim Gökçen, Meriç Aybar
Erzincan Üniversitesi, Erzincan, Türkiye, (sgokcen@erzincan.edu.tr)
Erzincan Üniversitesi, Erzincan, Türkiye, (maybar@erzincan.edu.tr)

Özet

Osmanlı Devleti konar-göçer bir yapıya sahip olan Kayı boyu tarafından kurulmuştur. Konar-Göçer yapılarda ekonominin temeli hayvancılığa dayalıdır. Osmanlı devleti oluşumunu tamamladıktan sonra da bu yapısını korumayı başarmış ve hayvancılıktan ekonomik anlamda faydalanmaya çalışmıştır. Özellikle tarıma elverişli olmayan bölgelerin genel geçim ve gelir kaynağı hayvancılık olmuştur. Durum bu şekilde olunca hayvanların korunmasına ve bakımına da özel ehemmiyet verilmiştir. Osmanlı Devleti'nin kuruluşundan yıkılışına kadar değişik dönemlerde hayvan hastalıkları ve salgınları sıkça görülmüştür. Özellikle Osmanlı Devleti'nin son dönemleri bu hayvan hastalıklarının daha sık görüldüğü bir evredir. Bu doğrultuda devlet de bu hastalıklara karşı gerek toplumsal gerekse bilimsel anlamda tedbirler alarak zararını asgari düzeye indirmeye çalışmıştır. Bu çalışma, Osmanlı Devletinin son dönemlerinde (1875-1908) meydana gelen hayvan hastalıkları ve alınan tedbirler incelenerek ve arşiv kaynakları ile bilimsel çalışmalar esas alınarak hazırlanmıştır.

Anahtar Kelimler: Osmanlı Devleti, Hayvan, Salgın, Bilim, Arşiv

Abstract

The Ottoman State was founded by Kayı tribe, who has a structure of nomad-immigration. Nomad-Immigration constructions are based on animal husbandry of the economy. After completing the formation of the Ottoman state, he managed to protect this structure and tried to benefit from animal husbandry economically. Particularly livelihood has been the general subsistence and income source of non-arable land. When this is the case, special importance is attached to the protection and care of the animals. From the foundation of the Ottoman Empire to its collapse, animal diseases and outbreaks were frequent in different periods. Especially the recent periods of the Ottoman State are a case where these animal diseases are seen more frequently. In this direction, the state has tried to reduce the harm to the minimum by taking measures both socially and scientifically. This study was prepared by examining the animal diseases and the precautions taken in the last period of the Ottoman State (1875-1908) and taking archival resources and scientific studies as basis.

Keywords: Ottoman State, Animal, Epidemic, Science, Archive

1. Giriş

Osmanlı toplum yapısı incelendiğinde iki grup ortaya çıkmaktadır. Bu gruplardan birincisi yönetenler, ikincisi ise yönetilenlerdir. Yönetilenler kendi içerisinde konar-göçerler, köylüler ve şehirliler olarak kabaca sınıflara ayrılmaktadır. Köylüler genel olarak geçim kaynağı olarak tarım ekonomisini benimserken şehirliler esnaf, zanaatkâr ve tüccar olarak sınıflandırılıyordu. Konargöçer yapıya sahip olanların temel geçim kaynağı ise hayvancılıktır. Osmanlı toplumunun önemli bir unsurunu teşkil eden göçebelerin nüfusuna dair genel bilgileri, Tahrir Defterlerine istinaden ilk öncü çalışmalar, Ö.L. Barkan tarafından yapılmıştır. Barkan'ın hesaplamalarına göre 1520-30 tarihlerinde yaklaşık olarak bugün ki Anadolu coğrafyasını içine alan Anadolu, Karaman, Dulkadir ve Rum eyaletlerindeki toplam 872.610 hane nüfusun, 160.564 hanesi göçebe

ve geriye kalanı yerleşikti. Eyaletler içerisinde en fazla göçebe nüfusu barındıran Anadolu eyaleti idi. Buradaki göçebe nüfusu 77.268 hane idi (Şahin, 1997: 285-295). Buradan da anlaşılacağı üzere hayvancılıkla uğraşan nüfus Osmanlı Devleti genel nüfusu içerisinde yadsınamayacak kadar fazladır.
Yine Barkan'a göre 1520-30 sonrası 70-80 yılda genel nüfus artışı %33 civarında olmuştur ve kentlerdeki artış kırsala nazaran daha yüksektir. 1530- 1600 arasında fethedilerek İmparatorluğa dahil edilen bölgelerin nüfusunun eklenmesi ile genel nüfus 30-35 milyona ulaşmıştır. Buna göre 1580'lerde Osmanlı nüfusunun dini ve yerleşik vaziyete göre dağılımı şöyledir (Koç, 1999:502).

Yıl ve Artış	1520-30 arası Hane	1570-1580 Arası Hane	Artış %	Genel Nüfusa göre %
Yerleşik Müslüman	640.193	1.025.487	60	75.4
Konar-Göçer Müs.	160.564	220.217	38	16.2
Hıristiyan	71.577	114.198	60	8.4

Yukarıda verdiğimiz tablodan da anlaşılacağı üzere yeni fetihlere bağlı olarak artış oranından en az etkilenen grup konar-göçer grup olmuştur. Bu durumda bizi Osmanlı devletinin kuruluşundan itibaren asil unsurlarının başında konar-göçerlerin geldiği bilgisine ulaştırabilir.

Osmanlı devletinin asli unsurlarının başında konar-göçer grubun gelmesi devletinde bu gruba karşı bakış açısını her zaman olumlu yöne doğru sevk etmiştir. Konargöçerlerin temel geçim kaynağının hayvancılık olduğunu yukarıda belirtmiştik. Bu durum sürekli hayvanlar ile iç içe olan bu halkın hayvanlara da özel ehemmiyet vermesini gerektirmiştir. Hayvanların yaşayacağı salgın hastalık gibi sorunlar devletin ekonomisinde önemli sıkıntıları da beraberinde getirecektir.

Bu çalışmada biz de 1875-1908 yılları arasında devletin merkezinde meydana gelen hayvan hastalıklarının devlet üzerindeki sonuçlarını ve etkilerini arşiv kaynaklarından ve bilimsel verilerden yola çıkarak açıklamaya çalıştık.

2. 1876-1908 Yılları Arasında Dersaadet'te Meydana Gelen Hayvan Hastalıkları ve Etkileri

i. **Veba-i Bakari:** Hayvancılığın önemli bir işgücü ve gelir kaynağı olduğu Osmanlı Devleti'nde 19. Yüzyıldan itibaren salgınlar halinde seyreden hayvan hastalıkları içerisinde en çok yaygınlık gösteren ve belirli aralıklarla ortaya çıkan hastalık arşiv belgelerinde veba-i bakarî olarak geçen sığır vebasıdır. Halk arasında sığır öleti, malkıran, mal ağrısı veya çor olarak bilinmektedir. Büyükbaş hayvanlardan sığır, öküz, mandalarda görülen hastalığın etken maddesi virüstür. Bulaşıcı ve ölüm oranı yüksek olan hastalık kısa sürede yayılıp büyük çaplı hayvan ölümlerine yol açmaktadır (Ak, 2016: 215-240).
Aslında bu hastalığın devlet üzerindeki olumsuz etkisini anlamak için İktisat vekili Mahmut Esat (Bozkurt) Beyin TBMM'de 30.12.1922 tarihinde bu hastalığı kastederek yaptığı şu konuşmasına bakmakta fayda var: "Elli seneden beri memleketimizde mevcut bir hastalığı bendeniz beş ayda yok edebilmek imkânını kendimde göremediğimi itiraf ederim… Efendiler; elimizde baytar yoktur ve hepsi vazife-i askeriyesini ifa ile mükelleftir. Efendiler; birçok defe Müdafaa-i Milliye'den istedik. Fakat ordu lüzumuna binaen bunları terhis edemedi. Bütün Anadolu'daki veba-yı bakariyi yalnız yüz yirmi baytar ile tedaviye çalıştık. Baytarları birden ordudan ayırmak imkânı olsaydı bir dakika tereddüt etmezdik. Son günlerde terhis edilen otuz baytarı oraya celbettik ve serumu istedikleri andan itibaren göndermeye başladık. Fakat maalesef vesait-i nakliyenin fıkdanı(yokluğu) ve Çanakkale'nin malûm olan vaziyeti bunların vakit ve zamanıyla tedavi mahalline girmesine mâni oluyordu. Elimizden ne geldiyse yaptık" (Turan, 2014: 978).
Evet, bu konuşmadan da anlaşılacağı üzere gerek baytar yetersizliği gerek savaşlar ve gerekse de diğer bazı durumlar nedeniyle bu hastalıkla yeteri kadar mücadele edilememiş ve hastalığın tesiri büyük olmuştur. Peki, Osmanlı Devleti son yüzyılında bu hastalığa karşı nasıl tedbirler almıştır. Arşiv kaynaklarına göre bu hastalığın bahsettiğimiz sene aralığındaki etkisini ve alınan tedbirleri maddeler halinde sıralayalım;

1. Hicri 1312 (Miladi- 1896) tarihli bir belgede Dersaadet ile civarında sığır vebası hastalığı ortaya çıktığı bunun üzerine hastalığın tedavisi tamamlanana kadar Dersaadet ve Edirne vilayetlerinden gelen hayvanların Bulgaristan ve çevresine gönderilmemesi istenmektedir (DH. MKY./257-58-0)
2. Miladi 1906 tarihine denk gelen bir telgrafta ise yine Dersaadet ve Edirne dolaylarında yaşanan veba-i bakari nedeniyel Bulgaristan tarafına her türlü hayvan ithali ve ihracının yasaklandığı belirtilmekte ve tedbir alınması istenmektedir (HR.İD./2120-88). Aslında bu iki belge karşılaştırıldığında bile durumun vahameti ortaya çıkmaktadır. Alınan bütün tedbirlere rağmen hastalık önlenememekte ve çok sık tekrar etmektedir.
3. Hicri 1324 (Miladi-1908) tarihli arşiv belgemizde de veba-i bakiriden bahsedilmekte ve bu hastalık nedeniyle diyar-ı ecnebiyye ile her türlü alışverişin kesilmesi istenmektedir (DH. MKT. 1083-57)
4. Hicri 1324 tarihli bir diğer arşiv belgesinde Dersaadet ve çevresinde görülen veba-i bakari hastalığının tedavisi için baytarlar görevlendirildiği ve hastalığın yayılmaması için gerekli bütün önlemlerin alındığı belirtilirken yine aynı belgede bu hastalığın rastlandığı yerlerde durumun derhal bildirilmesi istenmekte ve durumu bildirmeyenler hakkında gerekli işlemlerin yapılacağı vurgulanmaktadır (DH. MKT./ 1083-17)

ii. **Şab*:*** Hayvancılığın yaygın olduğu bütün bölgelerde görülebilen bir hastalıktır. Daha çok hayvan hareketlerinin yoğun olduğu ve devlet imkânlarının kısıtlı olduğu yerlerde yoğunlaşır (Aytekin-Kalınbacak-İşler, 2011: 59-64). Bu hastalık hayvanlar arasında en bulaşıcı nitelikte olan hastalıktır. Sığırları olduğu gibi domuzları, koyunları, keçileri de etkileyen bir virüsün yol açtığı bu hastalık yüksek zafiyete sebep olsa da hastalıktan ölüm oranı düşüktür. Buna karşılık, hayvansal üretimde önemli kayıplara yol açar ve hayvanlarla hayvan ürünlerinin uluslararası ticaretinde çok önemli bir engel teşkil eder (Gourreau, 87).

Şab hastalığı ile alakalı olarak elimizdeki arşiv kaynaklarında; Hicri 1313 (Miladi 1897) tarihli dahiliye nezareti başlıklı yazıda Kavak Karantinahenesi'nde bulunan Abid Efendi'nin Karadeniz sahillerinden getirilen hayvanların muayenesi için yeterli olduğu belirtilirken ayrıca Şehremanetinden de şap hastalığı için tedbir alması istenmektedir (DH. MKT./1411-38). Bu belgeden anlaşıldığına göre Osmanlı devleti salgın hastalıklar ile mücadele etmek için Karantinahaneler kurmaktadır. Ayrıca bu yerlerde baytarlar görevlendirilerek hastalıklara süratle müdahale edilmiştir.

Hayvan hastalıkları sonucu yaşanan en önemli sıkıntıların başında et sıkıntısı gelmektedir. Özellikle Başkent'e gönderilen ve hastalıklı olduğu tespit edilen hayvanlar geri gönderilmekte ve bu durum et sıkıntısına bağlı olarak et fiyatlarında artışa neden olmaktadır. Bu durumla alakalı olarak 1323 tarihli bir belgede Sinop'tan gönderilen hayvanlarda şap hastalığına rastlandığı ve bu hayvanların geri gönderildiği (DH. MKT./ 1026-75), yine 1326 tarihli bir diğer belgede de Bulgaristan ve Şarki Rumeli'de hayvan hastalığı olduğundan buradan alınan hayvanların Dersaadet'e geçirilmediği ve bununda et fiyatlarında artışa neden olduğu vurgulanmaktadır (A. MTZ. /165-43).

Osmanlı devleti salgın hayvan hastalıklarına yönelik caydırıcı ve sert önlemler almaktaydı bunun en açık örneği hicri 1312 tarihli Dâhiliye Nezareti başlıklı bir belgede devletin merkezinde ortaya çıkan şab hastalığının nedeni olarak Manyas'ta kurulan panayır olarak görülmekte ve buradan hastalığın hayvanlara sirayet ettiği iddia edilmektedir. Ayrıca buna engel olamadıkları için buradaki memurların cezalandırılması istenmektedir. Ancak daha sonra durumun yanlışlığı anlaşılmış, buradaki baytarların gelen giden hayvanları muayene ettikleri ve gerekli sıhhi tedbirleri aldıkları görülünce hastalığın buradan bulaşmadığına kanaat getirilerek cezalandırmadan vaz geçilmiştir (DH. MKT. / 257-58).

iii. **Şarbon*:*** Bacillus anthracis (Basillus Antraksis) isimli bakterinin sebep olduğu çok tehlikeli ve bulaşıcı bir hastalıktır. Antraks ismiyle bilinen şarbon özellikle sığır, koyun, keçi ve deve gibi otçul memeli hayvanların bir hastalığı olmakla beraber insanlarda, diğer memelilerde ve bazı kuşlarda da görülebilmektedir. Hastalığa en çok duyarlı hayvan sığırlardır. Genç hayvanlar da ergin ve yaşlılardan daha duyarlıdırlar. Açlık, yorgunluk, uzun yolculuk, fazla sıcak ve soğuk, kötü bakım ve beslenme, organik bozukluklar, viral hastalıklar, iç parazitler ve diğer faktörler hastalığın çıkış ve yayılışında önemli rol oynarlar. Hastalık rutubetli, bataklık ve sıcak bölgelerde diğer bölgelerden daha çok görülür. Önleyici tedbirler alınmazsa büyük kayıplara yol açar (MEB, 2013: 14).

Bu hastalık aslında günümüzde olduğu kadar Osmanlı döneminde de tehlikeli ve gayet bulaşıcı bir hastalıktı. Günümüzün ileri teknolojilerine rağmen etkili olan bu hastalık geçmişte daha çok yıkım yaratabiliyordu. Bunun en güzel örneği Hicri 1321 tarihli ve Dâhiliye Nezareti başlıklı arşiv belgesinden

anlaşılmaktadır. Bu belgeye göre Şişli'de İtalyan tebaasından Mösyö Kapudaini'nin sahibi olduğu ahırın kiracısı Avusturalyalı Mösyö Praçyani'nin sağmal Kırım ineklerinde ortaya çıkan hastalığın şarbon olduğu tespit edilmektedir. Belgeye göre çok sayıda hayvanın ölümüne neden olan bu hastalık sonucu ölen hayvanlar yakılmış, diğerleri de kontrol altına alınarak fenni tedbirler alınmaya çalışılmıştır. Hayvanların gömüleceği bir yer olmadığından, 6. Belediye Dairesinden uygun bir yer istenmesi ve gerekenin yapılması istenmektedir (DH. MKY./ 791-50).

Osmanlı Devletinin hassas olduğu meselelerden biride askeriye için hayvan alımı konusudur. Son dönemlerini yoğun savaşlar ile geçiren devlet savaşlarda zaten çok sayıda asker kaybetmekteydi. Bu duruma birde hayvanlardan bulaşan hastalıkları eklememek için sıkı tedbir alınmaktaydı. Hicri 1325 tarihli bir belgede Dersaadete ve İkinci Ordu-yu Hümayuna erzak tahsisi yapacak olanların Bulgaristan'da şarbon hastalığı bulunduğu için buradan alınacak hayvanatta gerekli tedbirleri almaları istenmektedir (BEO, 3160-236985).

iv. **Kuduz:** Kuduz hastalığı sentral sinir sisteminde yangıya neden olan bir virüs tarafından köpek, kedi, yabani karnivor ve insan dâhil memelilerde görülen ölüm ile sonuçlanabilen bir hastalıktır. Kuduz virüsü davranış bozuklukları, saldırganlık gibi semptomlar gösterebilir. Virüs özellikle salyada mevcuttur bu nedenle ısırık bulaşma yolu olarak kabul edilir (Bilal, 57).

Osmanlı Devletinde kuduz vakaları sıklıkla görülmekteydi. Devlet bu hastalıkla sürekli mücadele halindeydi.

Arşiv belgelerinde de bu duruma sıklıkla rastlamaktayız. Hicri 1313 tarihli ve dâhiliye nezareti başlıklı bir belgede, kuduz hastalığına yakalanan insan ve hayvanları tedavi etmek için izin isteyen Çilingir köyünden Muhacir İsmail Çavuş'a hastaların Dersaadet'te tesis edilen aşı amaliyat hanesinde tedavisi gerektiğinden dolayı izin verilmeyeceği anlatılmaktadır (DH. MKT. /2612-112).

Aslında ülkede sıklıkla rastlanan bir durum olmasına rağmen, tedavi noktasısında devletin fazla tesisinin bulunmadığı ve bu tip hastaların tedavi amaçlı dersaadet'e getirildiği masraflarının ise devlet tarafından karşılandığı belgelerden anlaşılmaktadır. Bu duruma örnek olarak Hicri 1324 tarihli bir belge gösterilebilir. Bu belgede kuduz hayvan tarafından ısırılıp tedavi gören Mehmed Hasan'ın Dersaadet yol masraflarının gönderildiği belirtilmektedir (ZB./87-72). Yine aynı şekilde Kuduz hayvan tarafından ısırılıp Dersaadet'de tedavi gören İzmir ahalisinden bir çocuk ve velisinin masraflarının ödenmesi talep edilmektedir (ZB. / 87-61).

Osmanlı Devleti salgın hastalıklarla mücadele için merkezde özel tedavi yerleri kurmuştur. Arşiv belgelerinde bu noktalar Daülkelb Tedavihanesi olarak geçmektedir. 1325 Hicri tarihli bir belgede kuduz ve kuduz şüphelisi kişilerin derhal Dersaadet Daülkelb tedavihanesine gönderilmesi ve bu konuda köylülerin bilgilendirilmesi istenmektedir (DH. MKT. / 2612-112).

v. **Tebevvül-i dem:** "tebevvül" kelimesi Osmanlıca bevletmek yani idrar yapmak anlamına gelmektedir (Sami, 2015: 1198). "Dem" kelimesi ise Osmanlıca da hem soluk, nefes anlamında hem de kan anlamında kullanılmaktadır. Burada bahsi geçen hastalık ise bir idrar yolu rahatsızlığı olup idrarın kana karışması sonucu bir tür zehirlenme şeklinde cereyan etmektedir. Ayrıca Tebevvül'd dem şeklinde de yazılmaktadır (Develioğlu, 2010:1222).

İncelediğimiz dönem ve bölge arşiv kayıtlarında bu hastalıkla ilgili sadece bir belgeye rastladık. Bu belgede ise Küçük çiftlik civarında bazı ahırlarda tebevvül-i dem hastalığı zuhur ettiği meselesinin Bakteriyolojihane Müdüriyeti'nden bildirilmesi üzerine Dersaadet ve Bilad-ı Selase'de konunun takip edilerek on beş günde bir konuyla alakalı malumat verilmesi istenmektedir (DH. MKY. / 2153-9).

vi. **Ruam Hastalığı:** Sakağı ya da Ruam. Halk arasında mankafa olarak da bilinir. Genellikle tek tırnaklı hayvanlarda görülen bulaşıcı ve ölümcül bir hastalıktır. En çok atlarda görülse de eşek ve katırlarda bu hastalığa yakalanırlar. Hastalık hayvanlarla temasta bulunan insanlara da geçebilir. Bu hastalığa karşı henüz bir aşı ya da serum geliştirilememiştir. Bu hastalığın bulaştığı hayvan kısa sürede zayıflar, tedavisi zor olduğu için hayvanın öldürülerek yakılması gerekir. Hastalığın başlıca bulaşma alanları, su yatakları ve kovaları ile nalbant dükkânlarıdır. Bu nedenle adı geçen yerlerin temiz tutulması gerekmektedir (www.nkfu.com).

Osmanlı Devletinde dönemin koşulları düşünüldüğünde bu hastalığın hedef aldığı tek tırnaklı hayvan türü genelde taşımacılıkta kullanılmaktaydı. Bu nedenle devletin bu konuya itinalı yaklaşması gerekiyordu. Hicri 1316 tarihli ve Dâhiliye Nezareti başlıklı yazıda Tramvay Şirketi'nin Şişli, Beşiktaş

ve Dersaadet ahırlarında ruam hastalığına yakalanan hayvanların itlaf edileceği yönünde karar alındığı ve bu kararın derhal uygulanması gerekliliği anlatılmaktadır (DH. MKT. / 1285-152).

3. 1875-1908 Yılları Arasında Hayvan Hastalıları İle İlgili Arşiv Kaynaklarında Yer Alan Diğer Konular

i. Kağıthane karyesinde zuhur eden hayvan hastalığı dolayısıyla, Şehremaneti'nce alınan zabıta ve fenni tedbirlerin itina ile uygulanması (ZB. / 380-54)
ii. Bazı mahallerde hayvan hastalığı zuhuruyla pek çok telefat vuku bulduğundan hastalığın yok edilmesi için gerekli tedbirin alınması (BEO/ 2785-208872).
iii. Daire-i askeriye lahm müteahhitlerinin Bulgaristan'dan satın alarak Dersaadet'e celb etmek istedikleri ağnamın imrarına müsaade edilmemesinin Bulgaristan ve Rumeli-i Şarki'de salgın olan hayvan hastalığının men-i sirayeti maksadına mebni olduğu (BEO /3170-237744).
iv. Şehbenderlikler: Şumnu ve Plevne taraflarından toplanıp Arif Ağa'nın Varna'ya getirdiği koyun sürüsünde çiçek hastalığı görüldüğü gerekçesiyle Emaret Sıhhiye Baytarlığı tarafından hayvanların Dersaadet'e götürülmesinin engellendiği (HR. SFR.04.. /595-11).
v. Sivastopol'dan gönderilen ineklerin humma hastalığı nedeniyle Kavak Tahaffuzhanesi'nde[i] bekletildikleri be Sivastopol baytarının temiz şahadetname vererek hayvanların hastalığından bahsetmediği (DH. MKT. / 1006-76)
vi. Sivastopol'dan Dersaadet'e getirilen ineklerden birinde bulaşıcı bir hastalığa rastlanıldığından, hastalık tamamen kaybolana kadar hayvan ithalinin durdurulması ve dersaadet'de tahaffuzhaneler inşası için gerekli çalışmanın yapılması (DH. MKT. / 1012-20).

4. Sonuç

Osmanlıdan günümüze kadar yukarıda sıraladığımız hastalıklar hem maddi hem manevi olarak devlete büyük zarar vermiştir. Salgın olsun ya da olmasın bir hastalık her zaman önemli sonuçlar doğurmaktadır. Ancak özellikle salgın hastalıklar daha büyük sorunları da beraberinde getirmektedir. Sadece devletlerin iç sorunu değil aynı zamanda dış sorunu da olabilmektedir. Bir ülkede meydana gelen salgın hastalıklar farklı alanları da tetiklemektedir. Hayvan hastalığına bağlı olarak yaşanan hayvan ölümleri devletin et ihtiyacını karşılayamamasına ve et fiyatlarını artırmasına neden olmaktadır. Et fiyatlarını düşürmeye çalışan devlet farklı devletlerden ithalat yoluna gidecek ve buda ithalat ihracat dengesine zarar verecektir. Çalışma yaptığımız dönemdeki arşiv kaynaklarından anladığımız kadarıyla Osmanlı Devleti bu dengeyi sağlayabilmek için önemli adımlar atmış salgın hastalıklar için anında baytarlar görevlendirerek olaya müdahale etmiştir. Ayrıca hastalıkları karantina uygulaması ile tahaffuzhanelerde kontrol altında tutmaya çalışmıştır. Bu hastalıklarla mücadele için teşkilatlanmaya da giden devlet Sıhhiye Nezaretine bağlı Bakteriyoloji Müdürlüğü ve Belediyelere bağlı Daülkelb Tedavihaneleri kurmuştur. Bütün bu önlemlere rağmen bir hayli telefat meydana gelmiştir. İncelediğimiz döneme ait arşiv kaynaklarında resmi bir rakam verilmediği için bu miktarın boyutunu yazamıyoruz ancak o dönemin koşullarına göre bakarsak sayının hiçte küçümsenmeyecek kadar bir boyutta olduğunu tahmin edebiliriz. Günümüzde ilerleyen bilim ve teknolojinin sunduğu yeni yöntemlerle salgın hastalıklarla etkin bir mücadele yürütülse de günümüzde bile bu hastalıklardan birçok kayıp yaşanmaktadır. Bu hastalıkların önlenmesi için sadece devletin yaptığı yeterli olmayacaktır. Bu konularda halkın bilinçlendirilmesi hastalıkların erken teşhisi ve tedavisi noktasında büyük önem arz etmektedir.

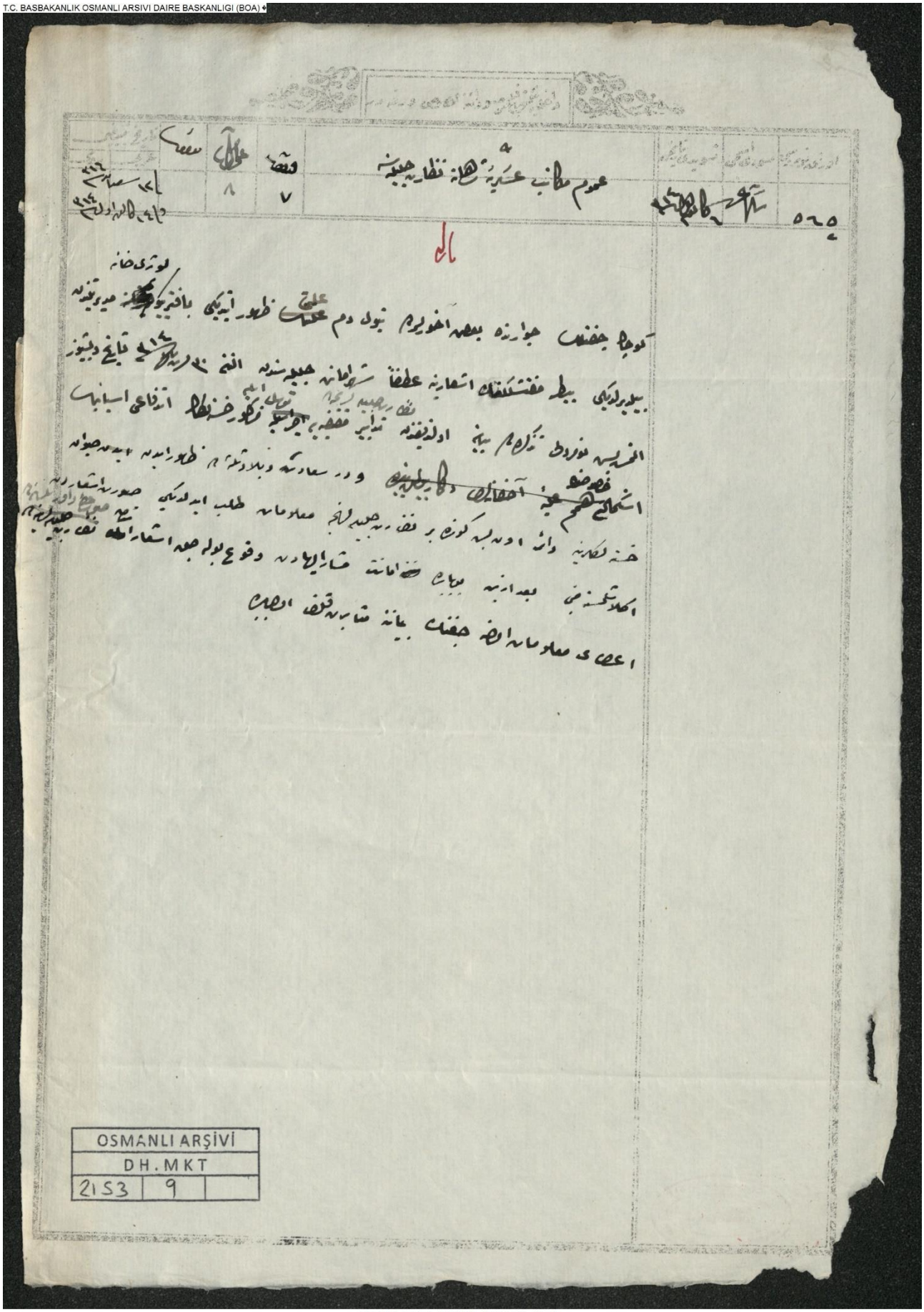
Kaynaklar

Ak, M., Osmanlı Devletinde Veba-i Bakeri, OTAM, 39/Bahar, 215-240
Aytekin, İ., Kalınbucak, A. ve İşler, C.T., Ruminantlarda Kullanılan Aşılar ve Önemi, Yüzüncü Yıl Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi, 59-64, 2011.
Bilal, T., Bakteriyel Hastalıklar
Develioğlu, F., Osmanlıca Sözlük, Türk Dil Kurumu, 1222, 2010.

Gourreau, J. M., (Çev: Mura Cedden), Sığır Hastalıkları İçin Pratik Kılavuz-I, Editions France Agricale, 2011.
Koç, Y., Osmanlı İmparatorluğunda Nüfus Yapısı (1300-1900), Osmanlı IV, Yeni Türkiye Yayınları, Ankara, 535-550, 1999.
MEB, Zoonoz ve Bulaşıcı Hastalıklar, Ankara, 2013.
Şahin, İ., Osmanlı İmparatorluğunda Konar-Göçer Aşiretlerinin Hukuki Nizamları, Türk Kültürü, XX/227, 285-295.
Turan M., Osmanlıdan Cumhuriyete Veba-yı Bakiri Salgını ve Düşündürdükleri, Türk Tarih ve Kültür Araştırmaları, İstanbul, 2014.
BOA, DH. MKY./257-58-0
BOA, HR.İD./2120-88
BOA, DH. MKT. 1083-57
BOA, DH. MKT./ 1083-17
BOA, DH. MKT./1411-38
BOA, DH. MKT./ 1026-75
BOA, A.MTZ. /165-43
BOA, DH. MKT. / 257-58
BOA, DH. MKY./ 791-50
BOA, BEO, 3160-236985
BOA, DH. MKT. /2612-112).
BOA, ZB./87-72, 87-67, 380-54
BOA, DH. MKT. / 2612-112
BOA, DH. MKY. / 2153-9
BOA, DH. MKT. / 1285-152
BOA, BEO/ 2785-208872
BOA, BEO /3170-237744
BOA, HR. SFR.04.. /595-11
BOA, DH. MKT. / 1006-76
BOA, DH. MKT. / 1012-20

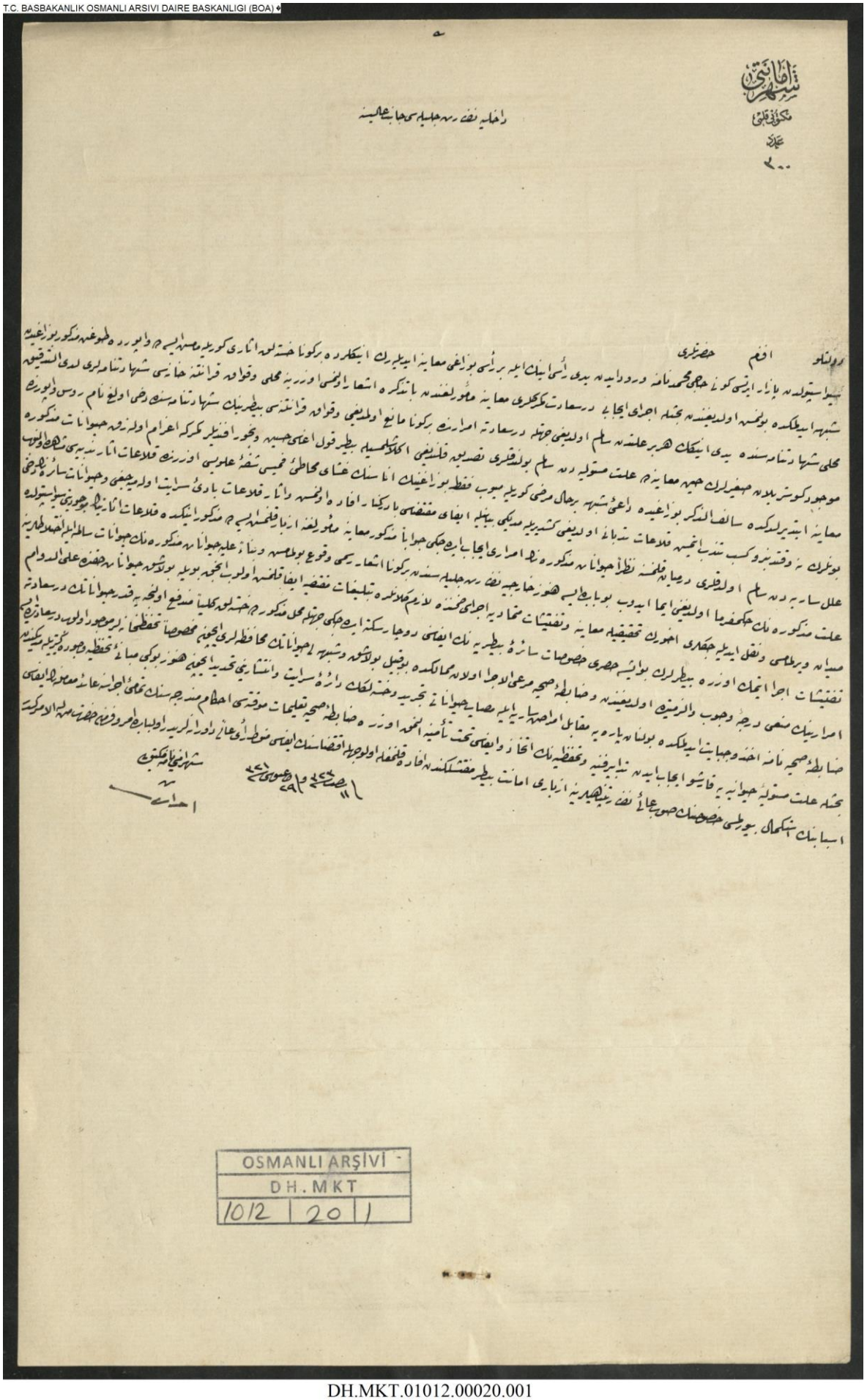
[i] Bulaşıcı hastalıkların bulunduğu yerlerden gelenlerin bekletildiği mekan.

T.C. BASBAKANLIK OSMANLI ARSIVI DAIRE BASKANLIGI (BOA)



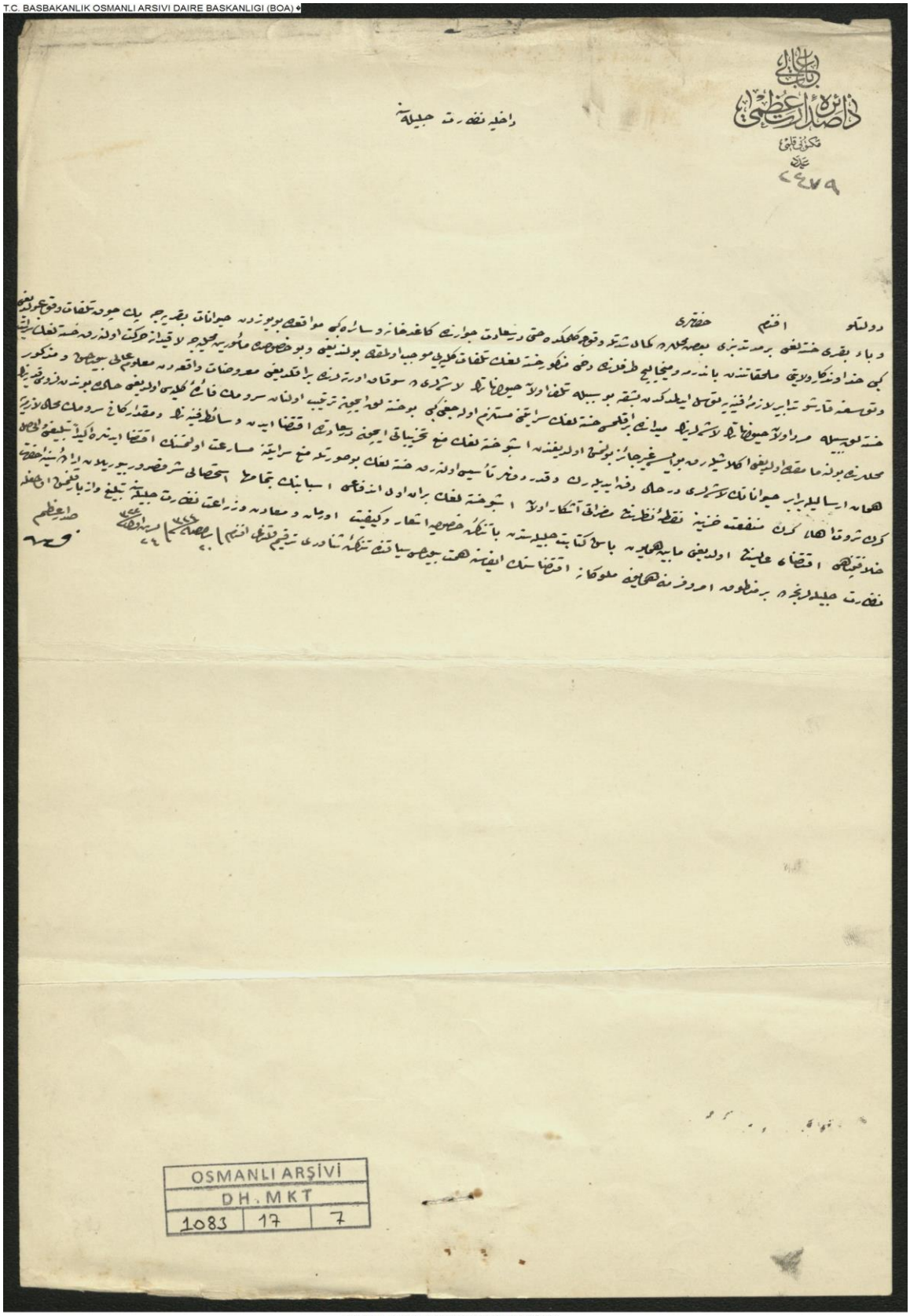
OSMANLI ARŞİVİ
DH.MKT
2153 | 9

T.C. BASBAKANLIK OSMANLI ARSIVI DAIRE BASKANLIGI (BOA)



OSMANLI ARŞİVİ
DH.MKT
1012 | 20 | 1

T.C. BASBAKANLIK OSMANLI ARSIVI DAIRE BASKANLIGI (BOA)



OSMANLI ARŞİVİ
DH.MKT
1083 | 17 | 7

DH.MKT.01083.00017.007

THE NEXUS BETWEEN LIVESTOCK PRODUCTS and GOVERNMENT SUPPORTS: A TIME SERIES EXAMINATION ON TURKEY

HAYVANSAL ÜRÜN ÜRETİMİ ve DEVLET DESTEKLERİ ARASINDAKİ İLİŞKİ: TÜRKİYE ÜZERİNE ZAMAN SERİSİ İNCELEMESİ

Savaş Çevik[a], Ali Karabacak[b], M. Okan Taşar[c]
[a] Doç. Dr. Selçuk Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, İktisat Bölümü, Konya, Türkiye, scevik@selcuk.edu.tr
[b] Doç. Dr. Selçuk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Konya, Türkiye, akarabacak@selcuk.edu.tr
[c] Prof. Dr. Selçuk Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, İktisat Bölümü, Konya, Türkiye, otasar@selcuk.edu.tr

Özet

Çalışma hayvansal ürün üreticilerine verilen devlet destekleri ile ürünlerin üretim miktarı arasındaki ilişkiyi süt ve dana eti örneğinde incelemeyi amaçlamaktadır. Bu amaçla Türkiye için, 1986-2016 yılları arası veriye dayanarak süt ve dana eti için ayrı ayrı denklemlerle hata düzeltme modelleri tahmin edilmiştir. Eşbütünleme ilişkisinden kısa dönem Granger nedensellik ilişkilerine bakıldığında, süt üretim denkleminde değişkenler arasında istatistiksel olarak anlamlı bir nedensellik ilişkisi bulunamamıştır. Dana eti üretim denkleminde ise tüm değişkenler arasında iki yönlü Granger anlamda nedensellik bulunmuştur. Uzun dönem katsayılar incelendiğinde, süt üretim seviyesi ile piyasa fiyat farklılaşması arasında negatif, üretici destekleri ile pozitif bir ilişki bulunmaktadır. Öte yandan dana eti üretimi ile piyasa fiyat farklılaşması arasında pozitif ancak üretici destekleri ile negatif bir ilişki bulunmaktadır. Bulgular gerek parasal üretici desteklerinin gerekse de parasal destek dışındaki dış ticaret düzenlemesi gibi politikaların ürün türüne göre farklılaştırılması gerektiği düşüncesini desteklemektedir.

Anahtar Kelimeler: Tarımsal destekler, Hayvansal ürünlere destekler, Tarım ekonomisi, Hata düzeltme modeli, Eşbütünleme analizi

Abstract

The aim of the study is to examine the relation between the amount of production of livestock products and the government support given to producers of animal products in the case of milk and beef meat. For this purpose, the error correction models for milk and beef meat were estimated for Turkey based on the data over 1986-2016. When looking at the short-term Granger causality from the cointegration relation, there was no statistically significant causality relation between the variables in the milk production equation, while bidirectional Granger causality was found among all variables in the beef meat production equation. Considering long-term coefficients are examined, there is a negative relationship between milk production level and market price differentiation, and there is a positive relationship with producer supports. On the other hand, there is a positive relationship between beef production and market price differential, but a negative relationship with producer supports. Findings support the idea that policies such as monetary producer supports as well as custom regulations beyond monetary supports should be differentiated according to product types.

Keywords: Agricultural supports, Supports to livestock products, Agricultural economics, Error correction model, Cointegration analysis

1. Giriş

Tarımsal desteklerin yöntem ve biçimleri değişiyor olsa da gelişmiş ülkeler dâhil neredeyse tüm ülkelerde üreticilerin desteklenmesi ve tarımsal piyasalara devlet müdahalesi oldukça yaygındır. İç piyasalarda fiyat destekleri, gelir destekleri, arz kontrolleri, sübvansiyonlar vb. devlet müdahalelerinin yanında uluslararası piyasalarda gümrük vergileri, vergi ve tarife dışı politikalar, ithalat/ihracat sübvansiyonları ve kotalarla devletler tarımsal ürünlerin ithalat ve ihracatına yaygın bir şekilde müdahale etmektedir [1]. Gelişmiş

ülkelerde tarım en çok desteklenen sektördür ve Avrupa Birliğinde tarımsal üreticilere yapılan destekler yıllık 45 milyar dolardan daha fazladır [2].

Bu araçların kullanımında kuşkusuz tarımsal ürünlerin üreticilerinin refahlarını artırmak ve bu piyasada üretim ve gelirdeki istikrarsızlıklara karşı onları korumak amacı bulunuyorsa da bu ürünlerin üretimini artırarak gıda güvenliği sağlamak ve piyasa fiyatlarını etkileyerek tüketicilerin erişimini kolaylaştırmak da önemli bir amaçtır. Dolayısıyla özellikle belirli ürünleri hedefleyen desteklerde öne çıkan amaç üretim miktarını artırmak olmaktadır. Tarımsal destekler üretimle bağlantılı olduklarında bu etki açık olmakla birlikte üretimden bağımsız desteklerde dahi çiftçilerin üretim kararları etkilenecektir [3].

Devlet desteklerinin bu etkisi hayvansal ürünler için de farklı değildir. Hayvancılık gerek tüm dünya ülkeleri gerekse Türkiye için hızla artan nüfusun yeterli ve dengeli beslenmesi, sanayi sektörlerine hammadde sağlaması ve kırsal kalkınmanın gerçekleştirilmesi bakımından stratejik bir öneme sahiptir [4]. Özellikle gelişmekte olan ülkelerdeki talep artışı, üretim sistemlerindeki değişiklikler, nüfus artışları, gelir artışları, kentleşme gibi gelişmelerle birlikte [5] hayvansal ürünlerin üretimi ve bu üretimi artırmak için devletçe yürütülen politikaların etkilerini değerlendirmek daha da önemli hale gelmiştir.

Türkiye'de tarımsal destek politikalarındaki gelişmeler [6, 7, 8], tarımsal desteklerin mikro düzeyde çiftçiler nezdinde algıları ve etkileri [9, 10, 4] ve belirli bölgelere dair sektörel analizler [11] yürütülmüşse de makro düzeyde desteklerin sektörün üretim düzeyine etkisi nadiren inceleme konusu olmuştur. Bu çalışmanın amacı sektörün iki önemli çıktısı olan süt üretimi ve daha eti üretimi ile bu ürünlere verilen destekler arasındaki ilişkiyi Türkiye örneğinde makroekonomik düzeyde ekonometrik yöntemlerle incelemektir.

2. Veri ve Ekonometrik Yordam

Çalışmada süt ve dana eti olmak üzere iki temel hayvansal ürün incelemeye konu edilmiştir. Çalışmada kullanılan veriler OECD (2017a) [12] 'den alınmıştır. Bu iki ürün için üretim fonksiyonunu temsil edeceği varsayılan iki ayrı denklem tahmin edilmiştir.

$Denklem - 1\ (S\ddot{U}T)$: $$MQ_t = \alpha + \beta_1 MMP_t + \beta_2 MPS_t + u_t \quad (1)$$

$Denklem - 2\ (DANA\ ET\dot{I})$: $$BQ_t = \alpha + \beta_1 BMP_t + \beta_2 BPS_t + u_t \quad (2)$$

MQ, süt üretim düzeyini (ton); MMP, süt piyasa fiyat farklılaşmasını (TL); MPS ise üreticilere verilen desteklerin parasal tutarını göstermektedir. Dana eti denklemi için BQ; dana eti üretim düzeyini (ton), DMP, piyasa fiyat farklılaşmasını ve BPS dana eti için üreticilere verilen desteklerin parasal değerini göstermektedir. Veriler yıllık olup 1986-2016 yılları arası için toplam 31 yıllık dönemi kapsamaktadır. Piyasa fiyat farklılaşması ve üreticiye verilen desteklerin parasal tutarı, OECD (2017) [13] tarafından özel bir hesaplamaya dayanarak belirlenmektedir. *Piyasa fiyat farklılaşması* temelde ilgili malın yurtiçi fiyatları ile gümrük fiyatları arasındaki farktan oluşmaktadır (*Piyasa fiyat farklılaşması = Yurtiçi fiyat – Gümrük fiyatı*). Herhangi bir devlet politikası (fiyat kontrolleri, alım fiyatları, gümrük vergileri, ihracat ya da ithalat destekleri vb.) bir malın yurtiçi fiyatlarını etkileyebilir ve ülke sınırına girmeden önceki fiyatlarla karşılaştırıldığında yurtiçi piyasa fiyatlarını değiştirecektir. Piyasa fiyat farklılaşması 'pozitif' olduğunda, ilgili politikaların sınır fiyatına göre daha yüksek bir yurtiçi piyasa fiyatı oluşturduğu anlamına gelir. Yurtiçi piyasa fiyatlarını değiştiren politikalar hem üreticileri hem tüketicileri refah seviyeleri ve üretim/tüketim davranışları ile etkilemesi beklenir. Daha yüksek piyasa fiyatlarının ilgili malın üretimini desteklemesi beklenebileceği gibi tüketiciler açısından daha az taleple de sonuçlanabilir.

Üretici destekleri ise yine OECD (2017b) tarafından daha kompleks bir yöntemle ve bireysel olarak ilgili malın üreticilerine verilen brüt parasal transferleri (çiftlik kapısı değerleri ile) temsil edecek şekilde tahmin edilmektedir. [13]
Böylece tahmin edeceğimiz denklemler üretim miktarını o malın üreticilerine verilen parasal destekler ve sınır-yurtiçi fiyat farklılaşması (ki bunun parasal destek dışı devlet müdahalelerini yansıtması ve fiyat

karşısında üretici davranışlarını göstermesi beklenmektedir) ile açıklamayı hedeflemektedir. Böylece verinin kapsamına bağlı olarak kısa ve uzun dönemde üretim miktarı ile devlet destekleri arasındaki ilişki incelenmeye çalışılacaktır.

Ekonometrik yordam olarak önce, çoğu iktisadi serinin durağan olmadığı bilindiğinden değişkenlerin birim kökleri test edilmiştir. Tüm değişkenler ilk farklarında durağan bulunduğundan ikinci olarak her iki denklem eşbütünleme ilişkisi içerip içermediği açısından teste tabi tutulmuştur. İki denklem de eş bütünleme ilişkisi içerdiğinden, son olarak, vektör hata düzeltme modelleri (VECM) aracılığıyla değişkenler arasındaki kısa ve uzun dönemli nedensellik ilişkileri incelenmiştir.

3. Birim Kök Testleri ve Eşbütünleme Analizi

Zaman serilerinin ekonometrik analizinde sahte regresyon ilişkisinden kaçınmak üzere değişkenlerin durağanlığının incelenmesi önemlidir. Aşağıdaki Şekil-1 görsel olarak değişkenleri incelemektedir. Görsel olarak izlenebileceği gibi değişkenler seviyelerinde durağan gözükmemekle birlikte ilk farklarında durağan olduğu görülmektedir. Bu görsel incelemeye ek olarak formel testlerle de değişkenlerin birim köke sahip olup olmadığının incelenmesi gerekir.



Şekil 1. Seviyelerinde ve İlk Farklarında Değişkenlerin Zaman Serileri

Değişkenlerin durağanlığını formel olarak da test etmek üzere Genelleştirilmiş Dickey-Fuller [14] birim kök testi kullanılmıştır. Tablo-1 test sonuçlarını sunmaktadır. Testler tümde değişkenlerin ilk farklarında durağan olduğunu göstermiştir.

Tüm değişkenler ilk farklarında durağan bulunduğundan, Johansen metodolojisi izlenerek [15, 16, 17] değişkenler arasındaki uzun dönemli ilişkinin varlığını incelemeye yönelik eşbütünleme ilişkisi tahmin edilebilir.

Tablo 1. Genelleştirilmiş Dickey-Fuller Birim Kök Test Sonuçları

Değişken	**Kısaltma**	**Test Seviyesi**	**Sabit**	**Sabit ve Trend**	**Karar**
Süt Üretim Miktarı	(MQ)	Seviye	-0.994	-2.324	I(1)
		İlk Fark	-5.270***	-5.172***	
Süt Piyasa Fiyat Farkı	(MMP)	Seviye	-2.390	-3.109	I(1)
		İlk Fark	-6.289***	-6.331***	
Süt Üretici Desteği	(MPS)	Seviye	-2.786*	-2.720	I(1)
		İlk Fark	-6.889***	-6.971***	
Dana Eti Üretim Miktarı	(BQ)	Seviye	0.630	-0.554	I(1)
		İlk Fark	-4.869***	-5.259***	
Dana Eti Piyasa Fiyat Farkı	(BMP)	Seviye	-0.437	-2.699	I(1)
		İlk Fark	-5.972***	-6.055***	
Dana Eti Üretici Desteği	(BPS)	Seviye	3.863	1.932	I(1)
		İlk Fark	-3.280**	-4.333***	
*, **, *** sırayla %10, %5 ve %1 düzeyinde anlamlılığı göstermektedir.					

Değişkenlerin eşbütünleme ilişkisinin test edilmesinden önce hata terimlerinin saft rastsal (white noise) olmasını sağlayacak kadar yüksek ve tahmini izin verecek derecede küçük optimal gecikme uzunluğunun belirlenmesi gerekir. Denklemlerin VAR modellerine dayalı optimal gecikme sıralamaları aşağıdaki Tablo-2'de sunulmuştur.

Tablo 2. Optimal Gecikme Sırasının Belirlenmesi

DENKLEM 1								
Gecikme	LL	LR	Serbestlik Derecesi	p	FPE	AIC	HQIC	SBIC
0	-791.266				7.10E+21	58.8345	58.8773	58.9785
1	-751.336	79.86	9	0	**7.3e+20***	**56.5434***	**56.7147***	**57.1193***
2	-748.26	6.1525	9	0.725	1.20E+21	56.9822	57.2819	57.9901
3	-740.201	16.118	9	0.064	1.30E+21	57.0519	57.48	58.4917
4	-730.652	**19.097***	9	0.024	1.50E+21	57.0113	57.5678	58.883
DENKLEM 2								
Gecikme	LL	LR	Serbestlik Derecesi	p	FPE	AIC	HQIC	SBIC
0	-779.135				2.90E+21	57.9359	57.9788	58.0799
1	-721.546	115.18	9	0	8.00E+19	54.3367	54.508	54.9127
2	-712.263	18.566	9	0.029	8.10E+19	54.3158	54.6155	55.3237
3	-691.643	41.24	9	0	3.70E+19	53.4551	53.8832	54.8949*
4	-679.486	**24.315***	9	0.004	**3.4e+19***	**53.2212***	**53.7778***	**55.093**
*: İlgili bilgi kriteri tarafından seçilmiş optimal gecikme sayısı								

Buna göre Denklem-1 için LR, 4 ancak diğer bilgi kriterleri 1 gecikme sayısını uygun bulmuştur. Bu tutarsızlık karşısında hata terimlerinin rastsallığını garanti altına almak üzere 4 gecikme sayısı uygun bulunmuştur. Denklem-2 için ise tüm bilgi kriterleri 4 gecikme sayısını uygun bulmuştur. Buna göre her iki denklem için VAR(4) optimal gecikme sayısı ile tahmin yapılması kararlaştırılmıştır.

Tablo 3. Johansen Eşbütünleme Testi							
Sabitli				**Sabit ve Trendli**			
Maksimum rank	**Özdeğer**	**λ iz istatistiği**	**%5 kritik değer**	**Maksimum rank**	**Özdeğer**	**λ iz istatistiği**	**%5 kritik değer**
DENKLEM 1							
0	.	37.9724	29.68	0	.	48.8982	34.55
1	0.62267	11.6572*	15.41	1	0.65097	20.478	18.17
2	0.34214	0.3505	3.76	2	0.44214	4.7195	3.74
3	0.0129			3	0.16037		
DENKLEM 2							
0	.	42.3699	29.68	0	.	60.1789	34.55
1	0.6363	15.0616*	15.41	1	0.6983	27.8245	18.17
2	0.32125	4.599	3.76	2	0.57907	4.462	3.74
3	0.15662			3	0.15233		

Tablo-2'deki gecikme sayısına bağlı olarak, eşbütünleme olmadığı boş hipotezi sabitli ve sabit-trendli denklemlerle Johansen iz istatistiği kullanılarak test edilmiştir. Tablo-3 eşbütünleme vektörlerini belirlemek üzere Johansen iz istatistiğine dayalı eşbütünleme analizi sonuçlarını sunmaktadır. Buna göre her iki denklem için de uzun dönem ilişkiyi açıklamak üzere bir eşbütünleme vektörünün varlığı doğrulanmıştır. Böylece her iki denklem için de uzun dönemli denge ilişkisi olduğu sonucuna varılmıştır. Böylece Engle ve Granger [18] tarafından açıklandığı biçimde en azından tek yönlü bir nedensellik ilişkisinin var olduğu söylenebilir. Eşbütünleme ilişkisi nedenselliğin yönü hakkında bilgi vermese de vektör hata düzeltme modeli (VECM) aracılığıyla nedensellik ilişkisi tahmin edilebilir.

4. Hata Düzeltme Modeli ve Devlet Destekleri ve Hayvansal Ürün Üretimi Arasındaki Nedensellik

Değişkenler ilk farklarında durağan olduğundan ve denklemlerde bir eşbütünleme ilişkisi var olduğundan Granger nedensellik ilişkisi basit VAR modeli ile tahmin edilemez. Bu durumda nedensellik bir VECM sistemi içinde belirlenebilir. VECM birim kök içeren çoklu zaman serileri arasındaki durağan ilişkileri modellemekte kullanılır. VECM'de değişkenler arasındaki uzun dönem ilişkisi birbirine yakınsamalı ve kısa dönem değişmeler, değişkenler arasındaki düzeltme hızını ölçen düzeltme katsayıları aracılığıyla incelenebilir. İstikrarlı bir VECM'de dengesizlikten sapmalar sonsuza kadar varlığını sürdüremez. VECM bu denklem sisteminin dengeye nasıl geldiğini analiz etmeye yardım eder.

Tablo 4. Kısa Dönem Granger Nedensellik İlişkileri			
DENKLEM-1 (SÜT)			
	Chi2	**p**	**Karar**
MMP⟶MQ	4.93	0.1767	MMP, MQ'nun Granger nedeni değildir
MPS⟶MQ	4.57	0.2057	MPS, MQ'nun Granger nedeni değildir
MPS⟶MMP	2.23	0.5259	MPS, MMP'nin Granger nedeni değildir
MQ ⟶MMP	2.62	0.4537	MQ, MMP'nin Granger nedeni değildir
MQ ⟶MPS	4.43	0.2189	MQ, MPS'nin Granger nedeni değildir
MMP⟶MPS	1.61	0.6568	MMP, MPS'nin Granger nedeni değildir
DENKLEM-2 (DANA ETİ)			
BMP⟶BQ	17.58	0.0005	BMP, BQ'nun Granger nedenidir
BPS ⟶BQ	24.63	0.0000	BPS, BQ'nun Granger nedenidir
BPS ⟶BMP	7.23	0.0649	BPS, BMP'nin Granger nedenidir
BQ ⟶BMP	6.36	0.0953	BQ, BMP'nin Granger nedenidir
BQ ⟶BPS	16.96	0.0007	BQ, BMP'nin Granger nedenidir
BMP⟶BPS	14.32	0.0025	BQ, BMP'nin Granger nedenidir

Eşbütünleme ilişkisi ve hata düzeltmenin anlamlılığı, Granger nedensellik zincirinde ek kanallar açabileceğinden Granger nedenselliğin VECM sisteminden elde edilen bilgiye dayalı olarak araştırılması daha doğru bir sonuç verecektir. Değişkenler esbutunleme ilişkisine sahip olduğunda VECM sistemi değişkenleri seviyelerinde uzun dönemli bir denge ilişkisinin fonksiyonu haline getirir. Eşbütünleme ilişkisi nedensellik ilişkisini sunabileceği gibi, VECM sisteminden elde edilen kısa dönem düzeltme katsayılarından kısa dönem Granger nedensellik analizi yapmak mümkündür. Tablo 4. VECM sisteminin kısa dönem ilişkilerine uygulanmış Wald Testi'ne dayanarak elde edilen kısa dönem Granger nedensellik ilişkilerini sunmaktadır.

Buna göre, süt üretim denkleminde değişkenler arasında kısa dönemde istatistiksel olarak anlamlı bir Granger nedensellik ilişkisi bulunamamıştır. Dana eti üretim denkleminde ise tüm değişkenler arasında iki yönlü Granger anlamda nedensellik bulunmuştur. Dolayısıyla süt üretimi ile süt destekleri ve piyasa fiyat farklılaşması arasında kısa dönemde karşılıklı etkileşimin sınırlı olduğu ancak dana eti için tüm bu üç değişken arasında kısa dönemde karşılıklı etkileşimin bulunduğu söylenebilir.

Uzun dönem nedensellik ilişkisi ise eşbütünleme analizine dayalı olarak uzun dönem katsayıları dikkate alınarak incelenebilir. Eşbütünleme ilişkisi uzun dönemli denge ilişkisine işaret ettiğinden eşbütünleme denkleminden elde edilecek katsayı vektörü uzun dönem ilişkinin önemi ve yönüyle ilgili bilgi verebilir. Tablo-5 eşbütünleme katsayı vektöründen elde edilen eşbütünleme denklemini sunmaktadır. Denklemlerdeki değişkenlerin katsayıları %1 düzeyinde anlamlıdır.

Tablo 5. Eşbütünleme Denklemi				
DENKLEM 1	MQ =	-70910,8 MMP***	+ 8999.67MPS***	+ 10100000
		(4584.15)	(610.55)	
DENKLEM 2	BQ =	138.8121 BMP***	- 331.1313 BPS***	+ 434964.7
		(52.97)	(114.87)	

Tablo-5'den görülebileceği gibi uzun dönemde süt üretim seviyesi ile piyasa fiyat farklılaşması arasında negatif, üretici destekleri ile pozitif bir ilişki bulunmaktadır. Buna göre piyasa fiyat farklılaşması artarken, yani yurtiçi fiyatlar yurtdışı fiyatlara görece yükselirken süt üretim seviyesi azalmakta ancak parasal üretici destekleri artarken süt üretim miktarı da artmaktadır.

Öte yandan dana eti üretimi ile (Denklem-2) piyasa fiyat farklılaşması arasında pozitif ancak üretici destekleri ile negatif bir ilişki bulunmaktadır. Dolayısıyla piyasa fiyat farklılaşması artarken, yani yurtiçi fiyatlar yurtdışı fiyatlara görece yükselirken dana eti üretim seviyesi artmakta, ancak düşük bir katsayı ile de olsa üretici desteklerindeki artışlarla dana üretim düzeyi arasında negatif bir birliktelik bulunmaktadır.

5. Sonuç

Çalışma 1986-2016 yılları için yıllık verilere dayanarak süt ve dana eti üretim miktarı ile hayvansal destekler ve fiyat yapısı arasındaki ilişkiyi incelemeyi amaçlamıştır. Bu amaçla iki ayrı denklemle süt ve dana eti üretim fonksiyonu zaman serisi teknikleri ile vektör hata giderme modeli aracılığıyla incelenmiştir.

Kısa dönemli Granger nedensellik ilişkilerine dair testler süt üretim miktarı ile piyasa fiyat farklılaşması ve süt üretici destekleri arasında karşılıklı bir nedensellik bulunmadığını göstermiştir. Dana eti üretimi için ise üç değişken arasında istatistiksel olarak anlamlı karşılıklı Granger nedensellik ilişkileri bulunduğu tespit edilmiştir.

Vektör hata giderme modelinden elde edilen uzun dönem katsayılar her iki denklem için de istatistiksel olarak anlamlı sonuçlar üretmiştir. Süt üretim düzeyi ile piyasa fiyat farklılaşması arasında negatif, üretici destekleri arasında pozitif ilişki bulunmuştur. Dana eti üretimi için tam tersi ilişkilere dair kanıt elde edilmiştir. Buna göre dana etim üretim düzeyi ile piyasa fiyat farklılaşması arasında pozitif ancak üretici destekleri ile negatif birliktelik bulunmuştur. Ancak dana eti üretim düzeyi ile dana etine üretici destekleri arasında negatif birlikteliğe dair katsayının iktisadi öneminin küçük olduğu belirtilmelidir.

Bulgular gerek parasal üretici desteklerinin gerekse de parasal destek dışındaki dış ticaret düzenlemesi gibi politikaların ürün türüne göre farklılaştırılması gerektiği düşüncesini desteklemektedir. Üretici destekleri her ürün için aynı derecede etkili olmadığı gibi kimi ürünlerde dışlama etkisi yaratarak üretici faaliyetleri zayıflatıyor olabilir. Ürünlerin desteklere olan tepkileri de aynı zaman boyutunda ortaya çıkmayacağı açıktır. Bunu dikkate alarak politika yapıcıların her ürün için etkinliğini değerlendirerek farklı politikalar tasarlaması gerektiği söylenebilir.

Araştırma güncel ve özgün bir veritabanı verilerini kullanmakla birlikte zaman boyutu 31 yıl ile ve yıllık veri ile sınırlıdır. Üstelik çalışma makro veriye dayanmaktadır. Sonuçların mikro düzeyde ve daha uzun zaman serileri ile incelenmesi ilgili literatüre katkı sağlayacaktır.

Kaynaklar

[1] Hennessy, D. A. (1998), "The Production Effects of Agricultural Income Support Policies under Uncertainty", American Journal of Agricultural Economy, 80: 46-57
[2] Gardner, B. (1996), European Agriculture: Policies, Production, Trade, London: Routledge
[3] Acar, M. ve Bulut, E. (2009), "Türkiye'de ve Dünyada Tarımsal Destekleme Politikalarında Son Gelişmeler", SÜ İİBF Sosyal ve Ekonomik Araştırmalar Dergisi, 1-19
[4] Ata, N. Ve H. Yılmaz (2015), "Türkiye'de Uygulanan Hayvansal Üretimi Destekleme Politikalarının Süt Sığırcılığı İşletmelerine Yansımaları: Burdur İli Örneği", Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 10(1): 44-54
[5] Thornton, P. K. (2010), "Livestock Production: Recent Trends, Future Prospects", Philosophical Transactions of the Royal Society - B, 365: 2853–2867
[6] Aral, S. (1996). "Avrupa Birliğine giriş sürecinde Türkiye'de Hayvancılık Politikaları ve Alınması gerekli Önlemler". AVHO, Ankara Bölgesi Veteriner hekimler Odası Dergisi, Mart
[7] Yılmaz, H., Köknaroğlu, H. (2007). "Avrupa Birliği Ortak Tarım Politikasına Uyum Sürecinde Türkiye'de İzlenen Hayvancılık Politikalarının Değerlendirilmesi". V. Zootekni Bilim Kongresi, 5-8 Eylül 2007, Van.
[8] Demir, N. (2012). "AB ve Türkiye'de Hayvancılık Politikalarındaki Son Gelişmelerin Uyum Süreci Açısından Karşılaştırılması", Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Ekonomisi Bölümü Alınteri Zirai Bilimler Dergisi, 2012, 23: 58-63.
[9] Demir, N. ve Yavuz, F. (2010)." Hayvancılık Destekleme Politikalarına Çiftçilerin Yaklaşımlarının Bölgelerarası Karşılaştırmalı Analizi". Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 2010, 41 (2),113-121.
[10] Çamoğlu ,M.,Yılmaz, H., Gül, A. ve Görgülü, M. (2012), "Kooperatifler Aracılığıyla Hayvan Dağıtımı Kapsamında Desteklenen Süt Sığırcılığı İşletmelerinde Pazara Katılım Düzeyini Etkileyen Faktörlerin (Üreticiye ve İşletmeye Ait) Analizi: Adana İli Örneği", Tarım Ekonomisi Dergisi 2012, 18(1) : 13 – 22
[11] Akpınar, R., Özsan, M.E., ve Taşcı, K. (2012). "Doğu Anadolu Bölgesinde Hayvancılık Sektörünün Rekabet Edebilirliğinin Analizi", Gümüşhane Üniversitesi Sosyal Bilimler Elektronik Dergisi, 5
[12] OECD (2017a), OECD Producer and Consumer Support Estimates Database, http://www.oecd.org/agriculture/agricultural-policies/producerandconsumersupportestimatesdatabase.htm, Erişim Tarihi: 10/08/2017
[13] OECD (2017b), PSE Manual, http://www.oecd.org/tad/agricultural-policies/psemanual.htm, Erişim Tarihi: 10/08/2017
[14] Dickey, D.A. & W.A. Fuller (1979), "Distribution of the Estimators for Autoregressive Time Series with a Unit Root", Journal of the American Statistical Society,75, 427–431.
[15] Johansen, S. (1988), "Statistical Analysis of Cointeration Vectors", Journal of Economic Dynamics and Control, 12, 231-254.
[16] Johansen, S. & K. Juselius (1990), "Maximum Likelihood Estimation and Inference on Cointegration—with Applications to the Demand for Money", Oxford Bulletin of Economics and Statistics, 52, 169–210.
[17] Johansen, S. (1995), Likelihood-Based Inference in Cointegrated Vector Autoregressive Models, Oxford: Oxford University Press.
[18] Engle, R.F. & C.W.J. Granger (1987), "Co-integration and Error Correction: Representation, Estimation, and Testing", Econometrica 55, 251–276.

TURKEY'S AGRICULTURAL TRANSFORMATION PROBLEMS DURING THE PROCESS OF EUROPEAN UNION COMMON AGRICULTURAL POLICY

AVRUPA BİRLİĞİ ORTAK TARIM POLİTİKASI SÜRECİNDE TÜRKİYE TARIMININ DÖNÜŞÜM SORUNLARI

Erol Turan[1], Ali Karabacak[2], Aybars Köse[3]
[1]Kastamonu Üniversitesi, İİBF, Siyaset Bilimi ve Kamu Yönetimi Bölümü Kampüs, Kastamonu-Türkiye, eturan@kastamonu.edu.tr
[2]Selçuk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Zootekni BölümüKampüs, Konya-Türkiye, akarabacak@selcuk.edu.tr
[3]TBMM, Danışman, Çankaya, Ankara-Türkiye, aybarskose@hotmail.com

Özet

Ekonomik bir birliktelik olarak temellerini atan ve ilerleyen yıllarda iş birliğini siyaset ve güvenlik alanına da yansıtma yolunu seçen Avrupa Birliği, 20. Yüzyılın en önemli oluşumlarından biri olmuş ve 21. Yüzyılda uluslararası alanda en etkin aktör olmayı hedeflemiştir. Avrupa Birliği'nin ilk ve en önemli politikası olan Ortak Tarım Politikası, II. Dünya Savaşında ve sonrasında Avrupa kıtasında yaşanan gıda yetersizliği sonucunda ortaya çıkmış ve bu politika ile dışa bağımlılığın azaltılması hedeflenmiştir.

Türkiye tarımının mevcut altyapı sorunları ve sektörün yetersiz politikalar nedeniyle sağlıksız şekillenmiş olması, AB ile yürütülen müzakerelerde tarımı, müzakere edilecek en zor başlık olarak karşımıza çıkarmaktadır. Türkiye ve AB tarım sektörleri arasında kırsal kesimde yaşayan nüfus, tarımsal istihdamın toplam istihdam içindeki yüksek payı, işletme büyüklükleri, teknoloji kullanımı, üretici örgütlenmeleri, verimlilik, bitki, hayvan sağlığı koşulları, çiftçi, arazi, hayvan kayıt sistemleri ve idari yapılanmalar bakımından farklılıklar bulunmaktadır.

Bu çalışmada, ilk olarak Avrupa Birliği Ortak Tarım Politikasının (OTP), oluşumundan itibaren geçirdiği değişim ve tarım sektörüne etkileri incelenecektir. Daha sonra Türkiye ve AB tarım politikalarının incelemesi yapılarak benzer ve farklı yönler saptanacaktır. Böylelikle AB tarım müzakereleri öncesinde tarım sektöründeki mevcut sorunlar ve aksayan yönler belirlenecek ve çözüm önerileri getirilmeye çalışılacaktır. Özellikle II. Dünya Savaşından sonra günümüze kadar geçen süreçte AB ülkelerinde görülen tarımsal gelişme deneyiminden istifade etmek amacıyla uygulanabilecek yaklaşımlar ve bu konuda özendirici tedbirlerin neler olabileceği belirlenmeye çalışılacaktır.

Anahtar Kelimeler: Türkiye, Avrupa Birliği, Ortak Tarım Politikaları, Tarımda Dönüşüm

Abstract

The European Union, which has set its foundations as an economic union and has chosen to reflect the business union in the field of politics and security in the following years, has been one of the most important formations of the 20th Century and aims to be the most active actor in the international arena in the 21st century. The Common Agricultural Policy, the first and most important policy of the European Union. It emerged as a consequence of food shortages experienced during and after World War II and aimed at reducing foreign dependence with this policy.

The unfavorable shape of Turkey's agriculture due to the current infrastructure problems and the inadequate policies of the sector make agriculture the most difficult topic to negotiate with negotiations conducted with the EU. There are differences between Turkey and EU agricultural sectors in terms of population living in rural areas, high share of agricultural employment in total employment, size of enterprises, technology usage, producer organizations, productivity, plant and animal health conditions, farmer, land, animal registration systems and administrative structures.

This study will first examine the impact of the Common European Union Common Agricultural Policy (CAP) on the change since its formation and its impact on the agricultural sector. Then Turkey and EU agriculture policies will be examined and similar and different directions will be determined. Thus, prior to the EU agricultural negotiations, the existing problems and disadvantages in the agriculture sector will be determined and efforts will be made to propose solutions. In particular, approaches to be implemented in order to benefit from the experience of agricultural development in the EU countries in the period since the World War II and up to daylight will be tried to be determined and what may be the incentive measures.

Key Words: Turkey, European Union, Common Agricultural Policies, Transformation in Agriculture

1. Giriş

İnsanın yaşamında tarım çok önemli bir yere sahip olmuştur. Tarih boyunca pek çok mücadele ve savaş verimli topraklar yüzünden çıkmıştır. Toprak insan yaşamı için bugün dahi önemini korumaktadır. Gelişen teknoloji ile tarımın önemi azalır gibi görünse de yine de insan yaşamı için önemini korumaktadır. Tarım veya ziraat, bitkisel ve hayvansal ürünlerin üretilmesi, bunların kalite ve verimlerinin yükseltilmesi, bu ürünlerin uygun koşullarda muhafazası, işlenip değerlendirilmesi ve pazarlanmasıdır. Diğer bir ifade ile insan besini olabilecek ve ekonomik değeri olan her türlü bitkisel-hayvansal ürünün bakım, besleme, yetiştirme, koruma ve mekanizasyon faaliyetlerinin tamamı ile durgun sularda veya özel alanlarda yapılan balıkçılık faaliyetlerinin tümüdür.

Tarım, insanlığın toplu hayata geçişinde büyük bir rol üstlenmiştir. Taş Devri süresince bulunan avcı-toplayıcı toplulukların, yerini tarımla uğraşan halklara bırakması, toplumları ve devletleri ortaya çıkarmıştır [20]. Sanayi Devrimi'ne kadar tarım, insanlığın büyük çoğunluğunun temel geçim kaynağı olmuştur. Günümüze gelinceye kadar tarımda gözle görülür gelişmeler ve teknolojinin getirdiği etkiler söz konusu olmuş ve özellikle 20. yüzyıl boyunca tarımda önemli değişiklikler yaşanmıştır.

Günümüzde tarım, büyük oranda ticari amaçlarla yapılmaktır. Özellikle ulaşımdaki kolaylıklar, tarım ürünlerini çok uzaktaki yerleşimlere bile hem ucuz hem de hızlı bir şekilde taşınmasını sağlamaktadır. 19. yüzyılın sona ermesinden önce Amerika'dan Avrupa'ya tahıl, süt ürünleri ve tuzlu et götürülmekteydi [21]. Saklama ve soğutma yöntemleri geliştikçe, Avrupa birçok ülkeyle tarımsal ticaret yapmaya başlamıştır. I. Dünya Savaşı sıralarında ulaşım güçleşince, dünyanın dört bir yanındaki çiftçiler, ürünlerini pahalı olarak Avrupa'ya satmışlardır. Avrupa bu dönemden sonra Amerika ile büyük rekabete girmiş ancak başta İngiltere olmak üzere Avrupa ülkeleri tarımsal alanda yeteri ilerlemeyi gösteremeyince mandıra ve süt üretimine gitmişlerdir. Bu alanda besili evcil hayvanlarını çaprazlayan bilim adamları verimli üretim sağlayabilmişlerdir. Özellikle Danimarka ve Hollanda'nın dış dünyaya süt ürünleri satması, Avrupa'yı bu alanda öne geçirmiştir. Ancak II. Dünya Savaşı, bu rekabete bir darbe daha vurmuştur. Avrupa'da üretim çok gerilemiş ve Avrupa ile ilişkili ülkeler uzun süre kıtlık tehlikesiyle karşı karşıya kalmışlardır [24]. Avrupa'daki Ortak Tarım Politikası bu kıtlık döneminin ürünü sayılabilir. Bu gibi tehlikelerle karşılaşmamak güdüsü Avrupa ülkelerini ortak bir tarım politikası etrafında birleştirmiştir.

AB üyesi ülkelerin tarım politikalarının gerek ekonomik gerek siyasi anlamda ortak bir çerçevede yönetilmesi esasına dayanan Ortak Tarım Politikası (OTP), AB'nin ilk ortak politikasıdır. Halen Birlik bütçesinin yarısını oluşturan OTP'nin AB'nin en önemli politikalarından biri olduğu ileri sürülebilir. Özellikle İkinci Dünya Savaşı sırasında yaşanan kıtlığın yarattığı endişenin yanı sıra, savaş sonrasında AB aktif nüfusunun çok önemli bir bölümünü oluşturan tarım sektörü çalışanlarının gelir düzeyinin korunması ve üye ülkelerin ulusal tarım politikaları arasındaki derin farklılıkların giderilmesi gerekliliği Birliği bu şekilde bir ortak tarım politikası oluşturmaya yöneltmiştir.

Temmuz 1955'te, üye ülkelerin Dışişleri Bakanlarından oluşan bir komite Belçika Dışişleri Bakanı Paul Henry Spaak başkanlığında AET'nin kuruluş anlaşmasını hazırlamak üzere toplanmıştır. Komite tarım sektörünü de kapsayan ve Spaak Raporu olarak bilinen bir anlaşma taslağını Nisan 1956 tarihinde tamamlamıştır. Bu rapor, Aralık 1955 tarihli AET ile EURATOM'u kuran antlaşmaların temelini

oluşturmuştur. Spaak Raporunda içinde tarımın yer almadığı bir ortak pazarın kurulamayacağı önemle vurgulanmıştır.

Spaak Raporunda tarım ürünlerinde ortak bir pazarın oluşturulması için üç koşulun yerine getirilmesi gerekli görülmüştür. Birincisi, üye ülkeler arasında normal ticaret engellerini kaldırmak yeterli değildir. Bunun yanında, kotalar, gümrük vergileri, mevsimlik kısıtlamalar, fiyat belirlemeleri ve ihracat sübvansiyonları gibi ticaret üzerine etkili olan diğer uygulamalar da kaldırılmalıdır. İkincisi, üye ülkeler ulusal tarım politikalarından vazgeçmeli ve ortak bir tarım politikası izlenmelidir. Üçüncüsü ise teknik alanlarda, fiyat düzeylerinde ve tarımsal girdi sanayilerinde maliyet farklılıklarına neden olan uygulamalarda uyum için bir geçiş dönemi gereklidir. Tüm bu etkenlerin bir araya gelmesi ile üye ülkeler tarafından gerekliliğine karar verilen ve Roma Antlaşmasının 38-47 maddeleriyle yasal çerçevesi belirlenen OTP, 1962 yılında ilk ortak piyasa düzeninin oluşturulması ile resmen yürürlüğe konmuştur [1].

OTP'nin amaçları genel itibariyle; teknik ilerlemenin özendirilmesi ve üretim faktörlerinin rasyonelleştirilmesi ve üretim faktörlerinin, özellikle iş gücünün optimal kullanımının ve verimliliğinin arttırılması; tarımsal nüfusun yaşam düzeyinin özellikle tarımda çalışanların gelirinin arttırılması yoluyla yükseltilmesi; piyasalarda istikrar sağlanması; düzenli bir ürün arzının garanti altına alınması; tarım ürünlerinin tüketicilere uygun fiyatlarla ulaştırılmasının sağlanması olarak sıralanmıştır [2].

Bu çerçevede OTP'nin amaçları şu şekilde belirlenebilir [12]:

- Üretim standartlarını ve tarım teknolojisini geliştirmek,
- Tarımsal üretim araçlarının etkili kullanımını sağlamak,
- Avrupa'daki tarımsal üretimin verimliliğini artırmak,
- Piyasalarda istikrarı sağlamak,
- Ürün arzının güvenliğini sağlamak,
- Tarımdaki en önemli faktörlerden biri olan işgücünün optimum kullanımını sağlamak,
- Geçimini tarım sektöründen sağlayan kesimlerin gelirini artırmak,
- Tüketicilere daha gerçekçi ve uygun fiyatlar sunmak ve
- Tarım ürünleri fiyatlarını bütün üye ülkelerde eşitleyerek, fiyatların üye ülkeler arasında haksız rekabete yol açmasının önüne geçmek.

OTP üç ana prensibe dayandırılmıştır [3];

(1) Topluluk tercihi: Birlik içinde üretilen ürünlere öncelik tanımasını amaçlamakta, bunun için AB tarım ürünlerinin ithalata karşı korunmasını, ihracatın ise sübvanse edilmesini gerektirmektedir. Birliğin kendi üretimiyle ihtiyacının karşılanması ancak üretimin yetersiz olması durumunda ithalata başvurulması, bir başka deyişle Birlik üretimine öncelik verilmesi, iç pazarın düşük fiyatlı ithalata ve dünya pazarlarında gerçekleşebilecek aşırı fiyat dalgalanmalarına karşı korunmasını da sağlamaktadır.

(2) Tek pazar kurulması: Üye ülkelerde tarım ürünlerinin serbest dolaşımını engelleyen tüm kısıtlamaların kaldırılarak bir tek pazar oluşturulmasını öngörmektedir. Bunun için ortak fiyat ve rekabet kurallarını, üye ülkelerde istikrarlı bir döviz kurunu ve dış pazarlara karşı sınırlarda ortak bir korumayı gerektirmektedir. Tek pazar ilkesi ile malların üye ülkeler arasında serbest dolaşımının sağlanması hedeflenmektedir. Bu amacın gerçekleştirilmesi için ortak fiyatlar, ortak rekabet kuralları, istikrarlı döviz kurları gerekmektedir. Ayrıca tek pazar ilkesi, idari konular ile insan ve hayvan sağlığına ilişkin kural ve mevzuatın yakınlaştırılmasını gerektirmektedir.

(3) Mali dayanışma: Tarım alanında ortak bir politika izlenmesini ve bu politika çerçevesinde çeşitli mekanizmaların oluşturulmasını gerekli kılmış ve bu doğrultuda Birliğin ortak bir tarım politikası izlemesi için gereken harcamaları karşılayabilecek bir finansman kaynağının oluşturulmasını gerektirmiştir. OTP'ye ilişkin tüm harcamaların Birlik üyeleri tarafından ortaklaşa üstlenilmesini amaçlamaktadır. Bu bağlamda Nisan 1962 de AB bütçesinde Avrupa Tarımsal Yönlendirme ve Garanti Fonu'nu *(The European Agriculture Guidance and Guarantee Fund: EAGGF)* oluşturulmuştur. EAGGF, 1964 yılında, Yönlendirme ve Garanti olmak üzere iki ayrı bölüm haline gelmiştir. Garanti Bölümü fiyat ve pazar politikasının işleyebilmesi için

gerekli olan harcamaları finanse etmekte ve Birlik bütçesinin %45'ini oluşturmaktadır. Yönlendirme Bölümü ise tarımsal yapıların iyileştirilmesine yönelik yapılandırma çalışmaları ile kırsal bölgelerin kalkındırılmasında kullanılmakta ve AB bütçesinin %3'ünü oluşturmaktadır.

EAGGF, kurulduğundan bu yana Birlik bütçesinden en fazla pay ayırılan fondur. Oluşturulduğu ilk yıllarda Birliğin bütçesinin yaklaşık %90'ını teşkil eden EAGGF'nin payı yıllar içinde önemli ölçüde azalmış ve günümüzde Birlik bütçesinin %40- %45'ini oluşturan bir fon halini almıştır. EAGGF'nin bütçe payının önemli ölçüde azalmasında çeşitli etkenler rol oynamaktadır. Birlik, ilk kurulduğu dönemden bu yana geçen sürede sanayi, ticaret ve çevre gibi alanlarda ortak politikalar belirlemiştir. Bu nedenle Birlik bütçesinden pay ayırılması gereken alanların sayısı ve çeşidi artmıştır. Bunun yanında OTP'nin yeniden yapılandırılmasına yönelik reform çalışmaları da EAGGF'nin bütçe payının azalmasında önemli rol oynamıştır.

OTP'nin finansmanında kullanılan diğer kaynaklar ise bölgeler arasındaki gelişmişlik farklılıklarını ortadan kaldırmak için oluşturulmuş Avrupa Bölgesel Kalkınma Fonu (ERDF), AB çapında mesleki eğitim, istihdam ve insan kaynaklarının geliştirilmesi hedefiyle oluşturulan Avrupa Sosyal Fonu (ESF) ve kırsal kalkınmayı destekleyen faaliyetleri bütünleştirmeyi hedefleyen LEADER adlı programdır. EAGGF'nin Yönlendirme Bölümü'ne ilişkin yapısal hedeflerin finansmanında kullanılan mekanizmalar esasen AB'nin yapısal politikaları çerçevesinde oluşturulmuş olan fonlardır [13].

AB tarımı, OTP uygulanmadan önceki yıllarda kendi kendine yeterli olmaktan uzak, birçok üründe dışa bağımlı yapıda iken, bugün bu politikanın ulaştığı başarı ile dünyanın en büyük üreticisi ve ihracatçısı konumuna gelmiştir. Bu nedenle OTP, AB'nin ilk ve aynı zamanda en başarılı ortak politikası olarak nitelendirilmektedir.

Bilindiği gibi, Türkiye'nin AB'ye üyeliği için öncelikli olarak Kopenhag Kriterlerini yerine getirmesi gerekmektedir. Bu kriterler başlıca üç ana madde altında toplanmaktadır. Birinci ana madde siyasi kriterler başlığı altında, demokrasi ve hukuksal yasalara bağlı bir düzen, insan hakları ve azınlık haklarının korunmasını içermektedir. İkinci ana madde ekonomik kriterler, işleyen bir pazar ekonomisi, AB içindeki dinamiklerle rekabet gücüne sahip olunması ve son önemli ana başlık ulusal siyasi ve teknik konuların uyumlaştırılması. AB'ye üyelik için gerekli bu maddeler tartışılırken üzerinde en çok durulan kriter siyasi kriterler, yani özellikle demokrasi ve insan hakları olmuştur. Teknik konularda uyum sağlanması gerekli konular daha geri planda kalmıştır ve kalmaya da devam etmektedir. Özellikle tarım sektöründe AB'ye uyum Türkiye için çok zor ve sorunlu bir alandır. Her yıl AB Komisyonu tarafından yayınlanan ilerleme raporlarında tarım alanındaki gelişmelerin yetersiz olduğu vurgulanmaktadır.

Türkiye'nin Gümrük Birliği ve AB'ye tam üyelik durumunda tarım alanında rekabet olanakları tartışılmakta, ama tarım alanında politik yönden alınacak kararların, yapılacak ve yapılmakta olan reformların, ülke tarımına ne gibi etkilerinin olacağı pek önemsenmemiştir. Çünkü amaç en hızlı şekilde uyumun sağlanması olmuş, iç politik aktörler ve etkileri çok araştırılmamış, doğacak sonuçlar yeterince değerlendirilmemiştir. Türkiye bugün tarım alanında uyumun gerçekleştirilebilmesi için, AB'den alınabilecek maddi desteğe ve tam üyelik için gerekli koşulların bir an önce yerine getirilmesine odaklanmıştır. AB'ye üyelik için gerçekleştirilmesi gerekli yapılandırılmaların ülke tarımına ne gibi olumlu ya da olumsuz etkilerinin olup olmayacağı pek araştırılmamakta hatta tartışılmamaktadır.

Bu açıklamalar çerçevesinde bu çalışmanın ilk kısmında Avrupa Birliği Ortak Tarım Politikasının oluşumundan itibaren geçirdiği aşamalar ve tarım sektörüne etkileri incelenmektedir. Daha sonra Türkiye ve AB tarım politikalarının karşılıklı analizi yapılmakta ve son kısımda ise AB tarım müzakereleri bağlamında Türkiye'nin tarım sektöründeki mevcut sorunlar ele alınmaktadır.

2. Avrupa Birliği Ortak Tarım Politikasının Yapısı ve İşleyişi

Avrupa Birliği Ortak Tarım Politikası çerçevesinde üretimde kendine yetme, gıdanın tüketiciye ucuza mal olması ve tarımcı gelirlerinin toplumun diğer kesimlerinin düzeyine çekilmesi, üretim artışını garantilemek

olarak belirlenmiştir. Bu bağlamda OTP, Avrupa Birliği'nin tarımsal ürünlerin serbest dolaşımını öngören, ilk ortak politikası olması açısından da önemlidir. OTP, üye devletlerin tarım politikalarını gerek ekonomik gerek siyasi anlamda bütünleştiren "ortak" bir politikadır. Ortak bir politika izlemesinin amacı, "vatandaşlarının gıda ihtiyaçlarını topluluk içinden karşılayabilmesi, tarımsal üretimin miktarının yeterli seviyeye ulaştırılıp, bu düzeyin korunabilmesi için pazarın mümkün olduğunca geniş olması" gerektiği düşüncesinden hareket edilmiştir [4]. Bu çerçevede OTP, başlangıçta Gümrük Birliği'ne dayalı bir bütünleşmeyi izlememiş; onun yerine üye devletlerin tarım politikalarının ortak bir çerçevede yönetilmesi esasına dayandırılmıştır [10].

Birlik, Ortak Tarım Politikası söz konusu olduğunda, üye ülke yetkilileri üzerinde diğer alanlarda olduğundan daha çok söz sahibidir. Birlik, OTP'nin fiyat ve pazar mekanizmalarının belirlenmesinde yetki sahibi iken, tarım sektörüne dair vergilendirme ve çiftçilerin sosyal güvenliği gibi konular üye ülkelerin yetkisindedir. Kararların alınması sürecinde yasa taslaklarının hazırlanması, piyasaların denetlenmesi ve gerekli olduğunda değişiklikler yapılması Avrupa Komisyonu'nun sorumluluğu altındadır [11]. Komisyon genel olarak OTP'nin günlük işleyişini takip etmekte ve bunu yaparken de üye ülkelerin ilgili sektörde uzmanlaşmış kamu görevlilerinden oluşan idari komiteler tarafından desteklenmektedir. Ortak Piyasa Düzenine dahil olan bütün sektörlerle ilgili idari komiteler bulunmakta, yapısal konular söz konusu olduğunda ise Tarımsal Yapılar ve Kırsal Gelişme Komitesi (STAR) devreye girmektedir. İdari komitelerle benzer bir işleve sahip olan Düzenleyici Komiteler ise organik tarım, hayvan ve bitki sağlığı, gıda hukuku ve tarım araştırmaları gibi OTP'nin işleyişi ile dolaylı olarak ilgili konularla ilgilidir. Danışma Komiteleri ile Komisyon ve üye ülkelerin üreticileri, işleme ve ticaret sektörü temsilcileri, tüketici birlikleri ve tarım kooperatifleri arasındaki bağlantı sağlanmaktadır [5].

AB'nin Ortak Tarım Politikasına dair zorunlu harcamaların miktarı ve içeriğine ilişkin son kararlar Avrupa Konseyi'ne bırakılmıştır. Avrupa Parlamentosu'nun, OTP'nin karar alma sürecindeki yetkisi, diğer ortak politikalardaki rolü ile karşılaştırıldığında son derece sınırlıdır. OTP kapsamında belirlenecek tüm politikalarda Avrupa Konseyi ve Avrupa Parlamentosu arasında basit görüş yöntemi (danışma prosedürü) uygulanmaktadır. Bu çerçevede Konsey, Komisyon'dan gelen yasa tasarıları hakkında karar almadan Avrupa Parlamentosu'na danışmak zorundadır [6].

OTP ile ilgili nihai kararlar Konsey'de nitelikli oy çokluğu ile alınmaktadır. Ortak Piyasa Düzenleri, ayrı ayrı her ürün için o ürünün üretim ve pazarlama koşulları dikkate alınarak belirlenen düzenlemelerdir. Tarım ürünlerinin tümünün aynı üretim ve pazarlama şartlarına tabi olmaması nedeniyle birden fazla piyasa düzeni oluşturulmuştur. Bu sistemin sürdürülebilmesi için iç piyasada destek, dış pazarlara karşı da koruma mekanizmaları belirlenmektedir. Ortak Piyasa Düzenleri yapılırken malların serbest dolaşımı ve rekabetinin güvence altına alınmasına özen gösterilmektedir. Topluluğun ilk kurulduğu yıllarda tarım ürünlerinin yarısı ortak piyasa düzenleri kapsamında yer alırken bugün Ortak Piyasa Düzenleri Topluluktaki nihai tarım ürünlerinin neredeyse tamamını kapsamaktadır [7].

Tarım ürünlerinin fiyatlarının belli bir seviyenin altına düşmemesi ve üreticilerin gelir düzeyinin azalmaması amacıyla 1962 yılından bu yana bu ürünler için her yıl ortak fiyatlar belirlenmektedir. Bu ortak fiyat uygulaması, Birliğe ithal edilen düşük fiyatlı ürünlerden kaynaklanan rekabeti engellemek, AB menşeli ürünlerin dış piyasaya açılmasını kolaylaştırmak ve AB'nin ortak pazar düzenini olumsuz yönde etkileyecek farklı fiyatlara yer vermemek gibi amaçlara hizmet etmektedir. OTP'nin pazar ve fiyat mekanizmasının temelinde de sözü edilen ortak fiyatların düşmesi durumunda pazara müdahale edilmesi ve aradaki farkın destekler yoluyla Birlik bütçesinden karşılanması bulunmaktadır [8].

OTP harcamaları, Roma Antlaşması uyarınca oluşturulmuş olan EAGGF tarafından karşılanmaktadır. EAGGF, Topluluk genel bütçesinin bir parçası olmasından dolayı mali anlamda özerk bir fon değildir. Dolayısıyla topluluğun genel bütçe prosedürü, bu fonun finansmanında da geçerlidir. Topluluğun kurulmasından 1970 yılına kadar Topluluk bütçesi, uluslararası örgütlerde olduğu gibi, üyelerin mali katkılarından oluşmaktaydı. 1970 yılında oluşturulan öz kaynaklar sistemi ile Topluluk, mali özerkliğe kavuşturulmuştur [8].

Topluluk bütçesinin tamamının öz kaynaklardan karşılanması ise 1978 yılından itibaren mümkün olabilmiştir. EAGGF, kurulduğundan bu yana Topluluk bütçesinden en fazla pay ayırtılan fondur. Oluşturulduğu ilk yıllarda Topluluk bütçesinin %90'ını teşkil eden EAGGF'nin payı yıllar içinde önemli ölçüde azalmıştır. EAGGF'nin bütçe payının önemli ölçüde azalmasında çeşitli etkenlerin rolü olmuştur. Topluluk, ilk kurulduğu dönemden bu yana geçen sürede sanayi, ticaret ve çevre gibi alanlarda ortak politikalar belirlemiştir. Bu nedenle Topluluk bütçesinden pay ayırtılması gereken alanların sayısı ve çeşidi artmıştır. Bunun yanında OTP'nin yeniden yapılandırılmasına yönelik reform çalışmaları da EAGGF'nin bütçe payının azalmasında önemli rol oynamıştır [9].

Avrupa Birliği Ortak Tarım Politikasının süreç içerisinde şu faydaları söz konusu olmuştur [8];

a). İstikrarlı Pazar; OTP, Avrupalı üreticilere, ürettikleri ürünlerin değerlendirileceği istikrarlı pazar koşulları sağlamıştır. Ortak pazar uygulaması ile Avrupalı üreticiler mallarını dünyanın en büyük ve satın alma gücü en yüksek pazarlarından biri olan AB'de serbestçe satabilme imkanına kavuşmuşlardır.

b). İstikrarlı Gelir; Yaşanan teknolojik gelişmelerle tarım sektöründe verimlilik artmıştır. Yaşamını tarım sektöründen kazananların daha iyi yaşam koşullarına kavuşmalarını sağlamak için fiyat desteklerinin yanı sıra doğrudan gelir desteği uygulaması da en önemli mekanizmalardan biri olmuştur. Ürün fiyatlarının belli bir seviyenin altına inmesinin engellenmesiyle üreticiler, ürettikleri ürünleri satarken garanti edilmiş, güvence altına alınmış bir gelire sahip olmaktadır. Bu uygulama, fiyatların düşmesi durumunda müdahale edilerek aradaki farkın Birlik bütçesinden karşılanması yoluyla gerçekleştirilmektedir.

c). Dış Rekabete Karşı Koruma; OTP kapsamında düşük fiyatlı yabancı ürünlere karşı gümrük vergisi, kotalar ile fiyatların belli bir düzeyin altına düşmesi halinde ek vergiler koyularak Avrupalı üreticiler korunmakta, belli ürünlere uygulanan ihracat sübvansiyonları ile de ayrıca desteklenmektedir. Dünya Ticaret Örgütü müzakereleri çerçevesinde dış rekabete karşı uygulanan koruma mekanizmaları büyük oranda ortadan kaldırılmıştır.

d). Üreticilerin Yapısal Sorunlarına Çözüm; OTP ile birlikte kırsal bölgelerdeki tarım işletmelerinin verimliliklerini artırmak, istihdam kapasitelerini yükseltmek, üreticilere mesleki eğitim imkânı sağlamak ve yenilikçi faaliyetlere girmelerini teşvik etmek gibi politikalar söz konusu olmaya başlamış ve üreticilerin hem üretim hem pazar ve hem de teknoloji gibi yapısal alanlarda karşılaştıkları sorunlar çözümlenmektedir.

e). Yeterli Gıda; OTP ile özellikle İkinci Dünya Savaşı sonrasında Avrupa'da yaşanan kıtlığın bir daha yaşanması ihtimali ortadan kaldırılmıştır. Avrupa'daki tarımsal üretim, 1960 ile 1980 yılları arasında %70 oranında artmıştır. Avrupa tarım alanında belli başlı bazı ürünler dışında kendi kendine yeten bir kıta haline gelmiştir.

f). Makul Fiyata Ürün; Tek fiyat destek mekanizması ya da hedef fiyat uygulamasıyla bir yandan üreticilerin gelir seviyesinin makul bir düzeyde tutulması sağlanırken, diğer yandan da tüketicilerin aşırı fiyat artışlarına karşı korunması hedeflenmiştir.

g). Sağlıklı ve Kaliteli Ürün; Avrupalı tüketicilerin sağlıklı ve kaliteli ürün taleplerinin karşılanması, AB için çok önemli bir sorumluluk olagelmiştir. Bu kaygıdan hareketle Birlik, kurulduğundan bu yana uyguladığı kurallar standartlar ve gıda denetim mekanizmaları ile tüketicilere en sağlıklı ürünün ulaşmasına çalışmaktadır.

h). Çevre koşullarına Uygun Üretilmiş Ürün; Üretim yapılırken çevreye zarar verilmemesi, ürünün uygun çevre koşullarında ve son yıllarda da organik yöntemlerle üretilmesi için OTP bünyesinde düzenlemeler getirilmiştir.

i). Ürün Çeşitliliği; Üreticilere sağlanan özel teşvikler neticesinde tüketiciler farklı damak tatlarına hitap edebilen ürün çeşitlerine ulaşabilmektedirler.

3. Otp'ye Uyum Sürecinde Türk Tarım Politikaları

Türkiye'nin AB yolundaki ilk adımı 1959 yılında yapılan ortaklık başvurusu ile atılmıştır. AET Bakanlar Konseyi Türkiye'nin başvurusunu kabul etmiş ve üyelik koşulları gerçekleşinceye kadar geçerli olacak bir ortaklık anlaşması olan Ankara Anlaşması Türkiye ile AET arasında 12 Eylül 1963 tarihinde imzalanmış ve 1 Aralık 1964 tarihinde yürürlüğe girmiştir. Bu tarihten sonra bir diğer önemli olay Türkiye'nin 14 Nisan 1987 tarihinde Ankara Antlaşması'nda öngörülen geçiş dönemlerinin tamamlanmasını beklemeden tam üyelik başvurusunda bulunmasıdır. Komisyon kendi iç bütünleşmesini tamamlamadığını iddia ederek bu

başvuruya olumsuz yanıt vermiş fakat Türkiye'nin üyeliğe ehil olduğunu ifade etmiştir. Bu kapsamda Türkiye 1973 yılında yürürlüğe giren Katma Protokol'de öngörüldüğü üzere 1995 yılında Gümrük Birliği'ne katılmak üzere çalışmalarını tamamlamış ve 1 Ocak 1996 tarihinde Türkiye ile AB arasında Gümrük Birliği resmen sağlanmıştır. Bu tarihten sonra 10-11 Aralık 1999 Helsinki'de yapılan AB Devlet ve Hükümet Başkanları Zirvesi'nde Türkiye'nin adaylığı resmen açıklanmış ve diğer aday ülkelerle aynı statüde olacağı ifade edilmiştir. 17 Aralık 2004 tarihinde gerçekleştirilen Brüksel Zirvesi'nde ise AB ile Türkiye arasında müzakerelere başlanabileceği ifade edilmiştir. Son olarak 3 Ekim 2005 tarihi itibariyle Müzakere Çerçeve Belgesi kabul edilmiş ve Katılım Müzakereleri resmen başlamıştır [14].

Katılım müzakereleri öncelikle “tarama süreci” ile başlamaktadır. AB müktesebatının analitik olarak incelenmesi anlamını taşıyan tarama sürecinde, aday ülkeler müktesebat hakkında ayrıntılı olarak bilgilendirilmekte ve aday ülke ulusal mevzuatlarının AB müktesebatı ile ne ölçüde uyumlu olduğunun tespiti yapılmaktadır. Aday ülkenin müzakerelere hazırlanmasını ve katılım öncesi sürecin hızlandırılmasını hedefleyen "tarama" döneminde esas olarak, Topluluk müktesebatı ile aday ülke mevzuatı arasındaki farklılıklar belirlenmekte ve müktesebat aktarımında karşılaşılacak sorunlar ölçülmektedir. Müzakerelerin başlatılacağı ilk konu başlıklarının saptanmasında belirleyici olan bu süreç aynı zamanda, Topluluk müktesebatının etkin bir biçimde uygulanması için gerekli idari yapıların oluşturulması ya da var olan yapıların güçlendirilmesi çalışmalarının şekillendirildiği bir dönemdir.

Tarama sürecinin ardından, her müktesebat başlığı için AB Komisyonu tarafından ayrı bir "tarama raporu" hazırlanmakta ve AB Konseyi'ne sunulmaktadır. Buradaki değerlendirme ve öneriler, o fasılda müzakerelerinin açılmasına temel teşkil etmektedir. Komisyon, raporlarında, ayrıntılı tarama sırasında Türkiye tarafından verilen bilgilere dayanarak Türkiye’nin müzakerelere hazır olup olmadığını değerlendirmekte ve sonuç kısmında ya faslın müzakereye açılmasını önermekte ya da bunun için tamamlanması gereken ön-şartları *(benchmarks)* ortaya koymaktadır [14].

Bu kapsamda 35 müzakere faslından 3'ü tarım ve tarımsal uyum ile ilgilidir ve Tarım ve Köyişleri Bakanlığı’nın sorumluluğunda yürütülmektedir. Bunlar [15];

Fasıl 11: Tarım ve Kırsal Kalkınma
- AB gerekliliklerine uygun olarak akredite edilecek bir IPARD (Katılım Öncesi Mali Yardım Aracı- Kırsal Kalkınma Bileşeni) ajansının kurulması.
- Dana eti, canlı büyükbaş ve yan ürünlerinin ticaretiyle ilgili kısıtlamaların kaldırılması.

Fasıl 12: Gıda güvenliği, Veterinerlik ve Bitki Sağlığı
- Gıda, yem ve veterinerlik konularında AB gerekliliklerine uyumlu ve AB müktesebatının tam olarak aktarılmasına olanak sağlayacak bir çerçeve kanunun kabul edilmesi.
- AB müktesebatıyla uyumlu olarak büyükbaş hayvanların kimliklendirilmesi ve hareketlerinin kaydı sisteminin işlerliğinin sağlanması ve koyun ve keçilerin hareketlerinin izlenmesi için uygun bir sistemin uygulanmaya başlanması.
- Trakya bölgesinin Dünya Hayvan Sağlığı Teşkilatı tarafından aşılama yoluyla şap hastalığından ari bölge olarak tanınması için gerekli önlemlerin alınması.
- AB müktesebatına dayalı olarak tüm tarım-gıda işletmelerinin sınıflandırılması ve bu işletmelerin iyileştirilmesi için bir Ulusal Program hazırlanması.

Fasıl 13: Balıkçılık
- Özellikle balıkçılıkla ilgili tüm konulardan sorumlu merkezi bir birim oluşturulması yoluyla idari yapıların güçlendirilmesi. Ayrıca, balıkçılık denetim ve kontrol hizmetlerinin güçlendirilmesine özel önem verilmesi.
- Denetim ve kontrol ile kaynak ve filo yönetimi alanları da dahil olmak üzere, AB gerekliliklerine uygun olarak revize edilmiş Su Ürünleri Kanunun kabul edilmesi.

Bahse konu fasıllardan yalnızca Fasıl 12 fiili müzakerelere açılmış olup diğer iki fasıl Genel İşler ve Dış İlişkiler Konseyi'nin 13-14 Aralık 2006 tarihlerinde düzenlenen zirvesi sonucu aldığı "Ek protokolün tam olarak uygulanması" kararı ve Türkiye'nin bu protokole Güney Kıbrıs Rum Yönetimi'nin tanınmasına yönelik olarak çekince koyması sebebiyle müzakereye kapalı durumdadır.

Tablo 1. Fasıl 11, 12 ve 13'e İlişkin Süreç [14]

Süreç	Fasıl 11	Fasıl 12	Fasıl 13
Tanıtıcı Tarama	5-8 Aralık 2005	9-15 Mart 2006	24 Şubat 2006
Ayrıntılı Tarama	23-26 Ocak 2006	24-28 Nisan 2006	31 Mart 2006
Tarama Sonu Raporu	13 Ekim 2006	Şubat 2007	Resmen onaylanmadı
Açılış Kriterleri	24 Şubat 2007	12 Haziran 2007	Henüz resmen açıklanmadı
Fiili Müzakereler	Henüz başlamadı	30 Haziran 2010	Henüz başlamadı
Kapanış Kriterleri	-	30 Haziran 2010	-

3.1. Tarım ve Kırsal Kalkınma

Avrupa Komisyonu tarafından hazırlanan 2016 İlerleme Raporu'na göre Türkiye'de tarım ve kırsal kalkınma alanında hazırlıklar belirli bir düzeydedir. Geçen yıllar itibariyle bazı ilerlemeler kaydedilmiştir. Genel tarım konularına ve ortak tarım politikasına uyum sağlanmasına ilişkin hazırlıklar ilerlemiştir. Katılım öncesi kırsal kalkınma programı IPARD'ın uygulanmasıyla birlikte Türkiye'nin fonları hazmetme kapasitesi artmıştır [16].

Genel tarım konularına ilişkin olarak, tarım sayımı konusundaki hazırlıklar henüz tamamlanmamış ve tarım istatistikleri strateji belgesi henüz kabul edilmemiştir. Çiftlik muhasebe veri ağı 81 ili kapsamaktadır ve hâlihazırda tarımsal üretim ve kayıt sistemi ile entegre edilmiştir. AB mali desteğiyle, arazi parsel tanımlama sisteminin geliştirilmesine yönelik çalışmalar devam etmiştir.

AB'den canlı sığır, sığır eti ve türev ürünlerin ithalatında haksız kısıtlamalar uygulanmaya devam etmiştir. Türkiye, söz konusu sorunun çözümüne yönelik yapıcı ilerlemeler kaydetmiş olmasına rağmen, canlı sığır ve sığır eti kotalarının kalıcı olarak açılması gibi, AB-Türkiye arasındaki tarım ürünleri ticaretine ilişkin anlaşma kapsamındaki yükümlülüklerini henüz tam anlamıyla yerine getirmemiştir. Organik tarımın esaslarına ve uygulanmasına ilişkin yönetmelik hazırlıkları nihai aşamadadır.

Tarım ve kırsal kalkınma alanında hazırlıklar belirli bir düzeydedir. 2016 yılında bazı ilerlemeler kaydedilmiştir. Genel tarım konularına ve ortak tarım politikasına uyum sağlanmasına ilişkin hazırlıklar ilerlemiştir. Katılım öncesi kırsal kalkınma programı IPARD'ın uygulanmasıyla birlikte Türkiye'nin fonları hazmetme kapasitesi artmıştır. 2017'de Türkiye'nin özellikle canlı sığır ve sığır eti ithalatında geriye kalan kısıtlamaları kaldırması ve tarım istatistikleri için bir strateji belgesi hazırlaması gerekmektedir [16].

3.2. Gıda Güvenliği, Veterinerlik ve Bitki Sağlığı Politikası

2016 İlerleme Raporu'na göre Türkiye'de genel gıda güvenliği konularında AB müktesebatına uyum sağlanması ve müktesebatın uygulanması hususunda sınırlı ilerleme kaydedilmiştir. Veterinerlik politikasının AB müktesebatıyla tam olarak uyumlaştırılmasına yönelik çabalar artırılmalıdır. Büyükbaş ve küçükbaş hayvanların kimliklendirilmesine ve kayıt altına alınmasına devam edilmiştir. Ürün sevkiyatlarının ülkeye giriş yapılan sınır kontrol noktalarında aktarımı, belirli toynaklı hayvanların ithalatına ve transit geçişine ilişkin hayvan sağlığı kuralları ve ithal edilen canlı hayvanlar için standart veteriner sağlık sertifika modelleri konusunda yasal düzenlemeler kabul edilmiştir [16].

Türkiye, hayvan hastalıklarına karşı mücadelesine devam etmiştir. Virüs tipinin değişmesi nedeniyle şap hastalığı vakalarında artış gözlenmiş olup, hastalık toplu aşılama ile kontrol altına alınmıştır. Hayvan hareketine yönelik sıkı kontrollerin uygulanması neticesinde, Trakya bölgesi şap hastalığından aşılı ari bölge olarak kalmaya devam etmiştir. Tam uyum da dahil olmak üzere, nakledilebilir süngerimsi beyin hastalığı ve gözetim sistemleri konusundaki AB müktesebatına tam uyumun sağlanması ve müktesebatın uygulanması için hâlâ kayda değer çabaya ihtiyaç duyulmaktadır. Hayvan refahına ilişkin AB müktesebatının tam olarak uygulanması için ilave yapısal ve idari çabalar gerekmektedir. Zoonozlar konusunda ilerleme kaydedilmemiştir [16].

Gıda, yem ve hayvansal yan ürünlerin piyasaya arzı konularında eğitim, denetim ve izleme programlarını uygulamaya devam etmiş ve resmi kontrollere yönelik idari kapasite iyileştirilmiştir. Tarımsal gıda işletmeleri için ulusal bir modernizasyon planı oluşturulması konusunda ilerleme kaydedilmemiştir. Gıda işletmelerinin kayıt altına alınmasına ve onaylanmasına yönelik yeni kuralların uygulanması konusunda hâlâ kayda değer çabaya ihtiyaç duyulmaktadır. Hayvansal yan ürünler konusundaki çalışmalar devam etmiştir ancak yeni kuralların sektöre uyarlanması için önemli ölçüde çaba sarf edilmesi gerekmektedir. Denetimlerin finansmanı ile ilgili düzenlemeler, hâlâ AB sistemi ile uyumlu hale getirilmemiştir [16].

Etiketleme, gıda katkı maddeleri ve saflık kriterleri, aroma verici maddeler ve gıda takviyeleri gibi bir dizi konuda gıda güvenliği mevzuatı ile uyumda ilerleme kaydedilmiştir, ancak gıda enzimleri ve yeni gıdalar konularında ilgili mevzuat ile uyum henüz tamamlanmamıştır. Yem ve bitki sağlığı politikası ile ilgili özel kurallar konusunda ilerleme sınırlı kalmıştır.

Gıda güvenliği, veterinerlik ve bitki sağlığı politikası alanında hazırlıklar belirli bir düzeydedir. 2016 itibariyle ilerleme kaydedilmemiştir. Bu alandaki AB müktesebatının tam olarak uygulanması için, özellikle de hayvansal yan ürünler, hayvan refahı ve hayvanların kimliklendirilmesi ve kayıt altına alınması ile hareketlerinin kontrolü konularında kayda değer ilave çabalara ihtiyaç duyulmaktadır. Gelecek dönemde, Türkiye'nin özellikle diğer bazı hususların yanı sıra, bir ulusal program ve izleme planı sunmak suretiyle, gıda işletmelerini AB standartlarını karşılayacak şekilde geliştirmesi ve hayvan refahı ve hayvansal yan ürünlere ilişkin kuralların uyarlanması ve uygulanmasına yönelik daha fazla adım atması gerekmektedir [16].

3.3. Balıkçılık

2016 İlerleme Raporu'na göre Türkiye'de balıkçılık alanında idari ve kurumsal kapasite konusunda ilerleme kaydedilmemiştir. Su Ürünleri Kanun Tasarısı hâlâ kabul edilmemiştir. Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı ile Türkiye İstatistik Kurumu tarafından ortaklaşa olarak, deniz balıkçılığı ile ilgili bir veri toplama programı yürütülmektedir. Su Ürünleri Bilgi Sistemi, Bakanlığın kurum içi bilgi sistemine dâhil edilmiştir [16].

Denetim ve kontrol ile ilgili olarak, koruma planında hâlâ birtakım farklılıklar bulunmakla birlikte, mevzuat uyumu ve Atlantik Ton Balıklarının Korunması Uluslararası Komisyonunun (ICCAT) mavi yüzgeçli ton balığı hakkındaki tavsiye kararlarının uygulanması konusunda bazı ilerlemeler kaydedilmiştir. Gemi izleme sisteminin kurulmasına yönelik mevzuatın kabul edilmesi, sürdürülebilir balıkçılık yönetimine yönelik önemli bir adımdır. Yapısal eylemler, devlet destekleri veya piyasa politikası konularında ilerleme kaydedilmemiştir. Uluslararası anlaşmalar ile ilgili olarak, ICCAT ve Akdeniz Genel Balıkçılık Komisyonu bünyesinde Türkiye ve AB arasındaki iş birliği devam etmiştir. AB, diğerlerinin yanı sıra, ortak balıkçılık politikası kapsamında, Birleşmiş Milletler Deniz Hukuku Sözleşmesi (UNCLOS) hükümlerini de uygulamakta olduğundan, Türkiye'nin sözleşmeyi onaylaması, balıkçılık ve denizcilik politikası konusunda AB ile iş birliğini geliştirecektir [16].

Bu alandaki hazırlıklar hâlâ başlangıç aşamasındadır. 2015 yılı itibariyle kaynaklar ve filo yönetimi, denetim ve kontrol ile uluslararası anlaşmalar konularında bazı ilerlemeler kaydedilmiştir. Yapısal eylemler, devlet desteği ve piyasa politikası konularındaki mevzuatın uyumlaştırılması ve kurumsal kapasitenin artırılması için daha fazla çabaya ihtiyaç duyulmaktadır.

4. Türk Tarımının Otp'ye Uyum Sorunları

Türkiye'nin OTP'ye uyumda yaşayacağı sorunların temeli uygulanan tarım politikalarındaki farklılıklardan kaynaklanmaktadır. Türk tarımı; ekonomideki yeri ve önemi, uygulanan politikalar, tarımın yapısı, işletmelerin büyüklüğü, organizasyonu, dağılımı, üretim deseni, üretim hacmi, verimlilik düzeyi, genel performansı vb. itibariyle AB tarımına göre çok önemli farklılıklar göstermekte ve bu farklılıklar her geçen gün daha da artmaktadır. Bugüne kadar Türkiye tarım sektörü için OTP gibi kapsamlı bir politika oluşturamamıştır ama bu oluşturamayacağı anlamına gelmemektedir. Çünkü AB tarımda OTP uygulanmadan önce kendi kendine yeterli olmaktan uzak, birçok üründe dışa bağımlı yapıda iken, tarım alanında yaptığı

çalışmalar sonucunda bugün tarım politikasında ulaştığı başarı ile dünyanın en büyük üreticisi ve ihracatçısı konumuna gelmiştir. Türkiye'de yapısal reformlarla ve çok önemli iyileştirmeler sonucunda bu başarıyı elde edebilir ve bu başarıyla AB tarımına uyumu sağlayabilir [8].

Türkiye'nin de OTP'ye uyumda büyük sorunlar yaşamaktadır. Türkiye ile aynı konumda olan ve söz konusu politikalara birlikte başlayan kimi aday ülkelerin –söz gelimi Polonya- OTP'de yaşadıkları zorluklara rağmen müzakere sürecinde izledikleri tutum, yöntem ve aldıkları tedbirler ile bu sürecin üstesinden gelmeyi başarmış ve AB'ye tam üye olmuşlardır. Türkiye ise henüz bu sorunları çözüme kavuşturamamış ve AB üyelik süreci halen devam etmektedir.

Aşağıda Tablo 2'de de görüleceği gibi, Türkiye'nin GSYH'deki payı her ne kadar geçmişe oranla önemli ölçüde azalsa da nüfusun gıda maddeleri gereksinimini karşılaması, tarıma dayalı sanayinin hammadde kaynağını oluşturması, belli bir kesime istihdam olanağı sağlaması, dışa bağımlılığın önlenmesi ve ödemeler dengesi üzerinde etkilerinin olması nedeniyle tarım, Türkiye ekonomisinde önemli bir sektör olma özelliğini devam ettirmektedir. Ancak, Türkiye'nin mevcut tarımsal yapısı, AB ile yapılacak olan tam üyelik müzakereleri için önemli bir sorun teşkil etmektedir.

Tablo 2. Avrupa Birliği Üyesi Ülkelerde ve Türkiye'de Toplam GSYH, Tarım, Ormancılık ve Balıkçılık Sektörünün GSYH Değeri ve Toplam GSYH İçindeki Payı (2016). [17].

Ülke	Toplam GSYH (milyon euro)	Tarım, Ormancılık ve Balıkçılık Sektörü	
		Değer (milyon euro)	Toplam GSYH İçindeki Payı (%)
Almanya	2.831.942,0	17.392,0	0,6
Avusturya	314.692,5	3.891,9	1,2
Belçika	376.138,0	2.775,0	0,7
Birleşik Krallık	2.132.629,2	12.847,2	0,6
Bulgaristan	41.526,5	1.951,5	4,7
Çek Cumhuriyeti	158.777,7	3.895,4	2,5
Danimarka	240.204,6	2.617,3	1,1
Estonya	18.118,1	465,1	2,6
Finlandiya	185.467,0	4.961,0	2,7
Fransa	1.992.345,0	32.689,0	1,6
Hırvatistan	38.333,6	1.565,7	4,1
Hollanda	631.032,0	11.543,0	1,8
İrlanda	255.269,4	2.548,5	1,0
İspanya	1.014.911,0	28.090,0	2,8
İsveç	411.271,5	5.342,8	1,3
İtalya	1.508.665,8	31.614,7	2,1
Kıbrıs (GKRY)	15.842,1	329,7	2,1
Letonya	21.685,2	853,7	3,9
Litvanya	34.696,7	1.139,4	3,3
Lüksemburg	48.013,9	128,5	0,3
Macaristan	96.144,9	4.229,3	4,4
Malta	8.738,0	118,5	1,4
Polonya	375.302,8	9.047,3	2,4
Portekiz	161.005,9	3.518,8	2,2
Romanya	152.208,0	6.603,9	4,3
Slovakya	73.361,8	2.697,5	3,7
Slovenya	35.009,5	760,4	2,2
Yunanistan	151.817,6	6.022,5	4,0
Avrupa Birliği (28 ülke)	**13.328.354,3**	**200.564,0**	**1,5**
Türkiye	**687.613,0**	**48.247,1**	**7,0**

Türk tarımının OTP'ye uyumu Türkiye ve AB'de genel ekonomik ve sosyal yapı yanında, tarım ile doğrudan ilgili olarak işletme yapısı, üretim, tüketim, fiyat ve pazar politikası, dış ticaret, tarıma bağlı ve dayalı sanayiler, rekabet politikası, teknoloji kullanımı, verimlilik, üretici gelirleri, kendine yeterlilik, mali politikalar, bölgesel ve sosyal politikalar, mevzuat ve kurumsal yapı olmak üzere pek çok konu üzerinde etkili olacaktır. Türk tarımı ve AB tarımı hızlı ve sürekli bir değişim içerisindedir. Bu nedenle OTP'ye uyumun sonuçları büyük ölçüde uyumun ne zaman gerçekleşeceğine de bağlıdır. Desteklemenin yoğun bir şekilde uygulandığı bugünkü gibi bir dönemde uyumun gerçekleşmesi ile desteklemenin azaltıldığı bir dönemde uyumun gerçekleştirilmesi, Türk tarımı için çok farklı sonuçlar doğurabilecektir. Bugünkü destekleme düzeyinde Türk tarımının OTP'ye uyumu Türk tarımına önemli imkânlar sağlayabilecektir. Ancak, OTP reformları çerçevesinde, tarıma sağlanan desteklerin azaltılması nedeniyle, gelecekte OTP Türk tarımı için yeterli ölçüde destekleyici/koruyucu olamayabilecektir [18].

AB bütçe disiplini çerçevesinde, üye olacak ülkelerin tarımsal potansiyelini göz önünde bulundurarak, her yeni üye kabulünden önce tarımsal harcamaları kısma yoluna gitmektedir. Böyle bir uygulama Türkiye'nin tam üyeliği öncesinde de ortaya çıkabilecektir. AB ayrıca, son yıllarda tarım da dahil olmak üzere, bütün alanlarda mali destek sağlamaktan çok düzenleyici bir rol alma yoluna girmektedir. OTP çerçevesinde ortaya çıkan gelişmeler tarımsal harcamaların kısılması yönündeki süreci daha da hızlandırmaktadır. Bu gelişmeler göz önüne alındığında Türkiye'nin OTP çerçevesinde AB'den sağlayacağı mali destek çok sınırlı bir düzeyde olabilecektir. Eğer adaylık döneminde gerekli önlemler alınmazsa, Türkiye tarım işletmelerinin yapısındaki bozukluk, teknoloji kullanımındaki yetersizlik, düşük verimlilik gibi sorunlara bağlı olarak doğal kaynakları nedeniyle avantajlı olduğu ve topluluk tarımını tamamlayıcı nitelikte olabilecek meyve-sebze, tütün, pamuk, kabuklu yemişler, nohut ve mercimek gibi, AB tarımını tamamlayıcı nitelikte olabilecek ürünler dışında, özellikle hayvansal ürünlerde ve hububatta AB ile rekabet edemeyecektir. Tarımsal üretimde ve üretici gelirlerinde beklenen artış sağlanamayacak, hatta azalmalar ortaya çıkabilecektir. Ayrıca Türkiye çoğu stratejik tarım ürününde dışa bağımlı bir hale gelebilecektir. Bu nedenle Türkiye, özellikle verimlilik ve rekabet gücünün artmasına imkân verecek, kırsal ve tarımsal alt yapının ve tarım işletmelerinin yapısının iyileştirilmesi ve tarım ürünleri fiyatlarının-maliyetlerinin Topluluk fiyatlarına yaklaştırılması politikalarına ağırlık vermelidir. Aksi takdirde, Türk tarımı, tam üyelik koşullarında AB tarımı karşısında ciddi bir rekabet sorunu yaşayacak, tarım sektörü kısa dönemde telafisi imkânsız yaralar alacaktır. Türk tarımı uzun dönemde ve yapısal iyileştirmelerle ancak AB tarımı karşısında belirli bir rekabet gücü kazanabilecektir [8].

Türkiye'nin destekleme yöntemleri ile iyi tarım gerekleri konusunda AB standartlarına uyumu, iyi hazırlanmış, teknik ve mali açıdan da yeterli programlarla sağlanabilir. Ancak, tarımsal yapılar konusundaki temel farklılıkların giderilmesi o kadar kolay olmayacaktır. Çünkü tarımsal yapıya ilişkin sorunlar, ülkenin ekonomik gelişmişlik sürecinin hangi aşamasında olduğuyla yakından ilgilidir. Bu bakımdan, Türkiye'nin içerisinde bulunduğu sosyo-ekonomik koşullar gözönüne alındığında, tarımdaki yapısal sorunların çözümü en güç ve bir o kadar da zaman isteyen, dolayısıyla da uyum görüşmelerinde Türkiye'nin en fazla zorlanacağı konular olacağı açıktır [19].

Türkiye'de tarımsal yapıya ilişkin sorunların başında tarım işletmelerinin küçük ölçekli, çok parçalı ve dağınık yapısı, düşük verimlilik, tarım nüfusunun çokluğu, üretim ve pazarlama altyapılarındaki yetersizlikler ile örgütsüzlük gelmektedir. Bütün bu yapılarda, AB standartları doğrultusunda toptan bir iyileşme ancak uzun vadede mümkün olabileceği gibi, mali ve teknik açıdan da ülke olanaklarını ulusal düzeyde zorlayacaktır. Bu sorunun çözümü sadece tarım politikası kapsamındaki uygulamalarla mümkün değildir. Sorunun genel ekonomi düzeyinde ele alınması gerekmektedir.

Türkiye'de, tarımsal ve kırsal yapıda var olan sorunların birçoğu tarımdaki aşırı nüfus baskısı nedeniyle işletmelerin küçük, çok parçalı ve dağınık bir yapıda olmasından kaynaklanmaktadır. Bu durum, tarımda gelir yetersizliği nedeniyle işletmelerin kendilerini geliştirecek yatırımları yapamamaları sorununu da beraberinde getirmektedir. Bu bakımdan, tarımsal nüfusa tarım dışı istihdam olanaklarının yanında, toprağa daha az bağımlı alternatif gelir olanaklarının yaratılması gerekmektedir. Böylece işletme genişlikleri ve gelirlerine bağlı olarak tarımda yapısal iyileşme için uygun bir ortam yaratılmış olacaktır. Bu aşamada AB'nin sağlayacağı imkanlar da büyük önem taşıyacaktır. Ancak yaşanan son gelişmeler, uyum için AB fonlarından yararlanma imkanlarının çok sınırlı ölçülerde olacağını göstermektedir [19].

Özet olarak, Türkiye'nin OTP'ye dahil olması halinde, başta hayvancılık olmak üzere pek çok alanda zorlanacağı açıktır. Ölçek ve maliyet nedeniyle bazı alanlarda tasfiye sürecinin yaşanması kaçınılmazdır. Bu gibi risklerin yanında olası bir üyelik, genişleyen pazar imkanları ile yeni fırsatları da beraberinde getirecektir.

5. Sonuç

Türkiye, kuruluşundan itibaren ekonomisini geliştirme adına birçok girişimde bulunmuş ve dünya ekonomik gelişmişlik düzeyinde kendini gösterme adına birçok organizasyona dahil olmuştur. Bu önemli organizasyonların içinde büyük payı olan Avrupa Birliği'ne dahil olmak adına büyük çaba sarf etmiştir. 1963 yılında imzalanan Ortaklık Anlaşması ile başlayan Türkiye AB ilişkileri elli yılı aşkın bir süredir devam etmekte, bazı dönemler sıkıntılar yaşamakla birlikte Türkiye AB'ye üye olmak için büyük bir çaba harcamaktadır. Ankara Anlaşması'nın 1964 yılında yürürlüğe girmesinden itibaren, Türk tarımının OTP'ye uyumu, Türkiye'nin AB üyeliği için başarması gereken en önemli yükümlülüklerden biri olmuştur. Türkiye'de tarım kesiminin istikrar programları kapsamına doğrudan girmesi, 24 Ocak 1980 süreci ile başlamıştır. 24 Ocak 1980 kararları ile IMF ve Dünya Bankasının önerdiği politikalar uygulanmaya başlanmıştır. Bu amaçla devalüasyon ve KİT zamları yapılarak, fiyat denetimlerinin kaldırılması gündeme gelmiştir [22]. 1996 yılı başında tamamlanan Gümrük Birliği, Türkiye-AB ilişkilerinin temel yapı taşlarından biri olmuş ve Gümrük Birliği'nin uygulamaya girmesi ile Türk tarım politikalarının OTP'ye uyumu için içerik, yöntem ve tarih açılarından pek kesin olmayan yeni bir süreç başlatılmıştır [8]. Bununla birlikte AB'nin ve Türkiye'nin tarım sektörleri karşılaştırıldığında ortaya çıkan büyük farklılıklar, Türkiye'nin bunun için ayırabileceği maddi ve teknik kaynaklarının yetersizliği ile politika oluşturulamaması, ayrıca AB'nin Türk tarımının OTP'ye uyumunu sadece Türkiye'nin kendi meselesi olarak görmesi ve imzalanan antlaşmalardan doğan yükümlülüklerini yerine getirmemesi, bu alanda somut adımların atılmasını engellemiştir.

AB ve Türk tarım sektörü arasındaki en önemli fark tarım sektöründeki nüfus ve tarım işletmelerinin büyüklükleridir. Bunun dışında, tarımın yoğun olduğu bölgelerde kazançların düşük olması ve buna paralel olarak da bu bölgelerin yoğun göç vermesi şeklindedir. Çünkü tarım sektöründe yoğun bir gizli işsizlik ve buna paralel olarak da düşük verimlilik söz konusudur [23]. OTP çerçevesinde AB'de tarım sektöründe çalışan nüfusun başka alanlara yönelmelerini sağlamak için çiftçilerin eğitimlerine önem verilmiş ve maddi teşvikler sağlanmıştır. Bugüne kadar tarım sektörü için Türkiye, OTP gibi kalıcı, etkin ve kapsamlı bir politika oluşturamamıştır. Türkiye ve AB arasındaki diğer önemli bir fark ise, AB'deki güçlü üretici birliklerine üye olan çiftçilerin, hem sosyal, siyasi ve ekonomik haklarını savunabilme, hem de OTP' de söz sahibi olabilme imkânlarına sahip olmalarıdır. AB gibi büyük mali imkânlara sahip olmaması dolayısıyla Türkiye, kısıtlı mali kaynaklarla tarımda başarıya ulaşmada zorluklarla karşılaşmaktadır. Bu nedenle AB'deki Tarımsal Garanti ve Yönlendirme Fonu (EAGGF) benzeri bir fonun oluşturulması ve bütün tarımsal desteklerin ve tarımsal altyapı projelerinin bu fondan finanse edilmesi gereklidir.

AB'nin OTP reformundan sonra uygulamaya başladığı, üreticiyi destekleme sisteminin temelini oluşturan doğrudan gelir desteği ile AB'de uzun zamandan beri uygulanan ihracat sübvansiyonu, depolama yardımları, müdahale alımları benzeri destekler, tarımsal yapısı göz önünde bulundurularak, tarımsal verimliliği arttırıcı yönde Türkiye'de de uygulanmalıdır. Türkiye ve AB'deki hayvan ve bitki sağlığı şartları arasındaki farklılık giderilmelidir. Bunun için gerekli mevzuat çıkarılmalı ve mevzuatın uygulanabilmesine yönelik teknik alt yapı oluşturulmalı ve uygulanması temin edilmelidir. Ayrıca gıda ve tarım ürünlerindeki kalite ve standartlar arasındaki farklılıkların giderilmesi için gerekli çalışmalar yapılmalıdır.

Tarım işletmelerinin ekonomik büyüklüğe kavuşturulması için gerekli yasal düzenlemeler yapılmalı ve işletmelerin ekonomik büyüklükte faaliyet göstermeleri teşvik edilmelidir. Tarım sektöründe çalışan nüfus, eğitim ve teşvik edici imkânlar sağlanarak özellikle bağlantılı sektörler başta olmak üzere diğer sektörlere kaydırılmalıdır. Tarım ile ilgili konularda karar verme durumunda olan kuruluşlar tek çatı altında toplanmalı, tarım politikaları tek elden belirlenerek uygulanmalıdır [8]. Kalıcı, etkin ve kapsamlı bir tarım politikası oluşturulup uygulanmalıdır. AB' deki benzer yapıda, üretici birlikleri oluşturularak üretici örgütlenmelidir

Hayvan ve bitki sağlığı şartları AB mevzuatında öngörülen düzeye çıkarılmalıdır. Gıda ve tarım ürünlerindeki kalite ve standartlar AB seviyesine yükseltilmelidir. Bilgi ve teknolojiye erişim ile teknoloji kullanımı yoluyla verimlilik arttırılmalıdır. Tarım ürünlerinin fabrikalarda işlenme oranları yükseltilmeli, tarım-sanayi entegrasyonu sağlanıp tarımsal sanayinin Anadolu'ya yaygınlaştırılmasına hız ve önem verilmelidir. Türkiye bir taraftan uygun olan alanlarda organik tarımın gelişmesi için gerekli adımları atarken, diğer taraftan rekabetçi bir tarım sektörünün oluşumu ve teknolojik gelişmelerin sunduğu fırsatlardan yararlanmak için AR-GE çalışmalarına önem vermek zorundadır. Yeni teknolojiler takip edilmeli ve bu teknolojileri uygulamaya elverişli alanlar oluşturulmalıdır [8].

Sonuç olarak, Türk tarımı OTP ile uyumlaştırma sürecinde dışsal ve içsel farklı politik unsurlardan çok olumsuz bir şekilde etkilenmektedir. Bütün bu sorunların devam etmesinin en önemli nedeni AB'ye aday olan Türkiye'nin adaylık süreci sonunda hala tam üye kabul edilip edilmeyeceği konusunda yaşadığı tedirginliktir. Tam olarak yakın geleceği kestiremeyen bu ekonomik sektörlerin başında gelen tarım sektöründe çok başlılık oluşmuştur. Bu çok başlılıktan AB taraftarları ve AB karşıtları şeklinde de bahsedilebilir. Tarım politikalarını AB ile tam üyeliği göz önünde bulundurarak yapmak isteyen taraflar ile AB karşıtı tarafların yapmak istedikleri birbiri ile çakışmakta, bütün bunlardan yine en büyük zararı tarım kesiminde çalışan yoksul kesim almaktadır. Bu sorunların çözülebilmesinin ilk koşulu Türkiye'nin istikrarlı, uzun süreli, planlı bir tarım politikası oluşturmasıyla sağlanacaktır. Çünkü kısa dönemli, plansız, ürün politikasız alınan önlemler Türk tarımına ciddi zararlar vermiştir. Türk tarımının ilk önce dış ve iç siyasi çıkarların elinden kurtarılması gerekmektedir. Bunun içinde tarımda kurumsallaşma ve örgütlenme hızlandırılmalıdır.

Kaynaklar

[1] AB Tarım Politikası, 'Avrupa'da Yenilenme, Türkiye'ye Etkisi', AB Avrupa Komisyonu Türkiye Temsilciliği, Ankara, (2002).

[2] Şentürk, M. U., Avrupa Birliği Ortak Tarım Politikaları ve Türkiye (Yükseklisans Tezi), Bahçeşehir Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul, 30-46 (2007).

[3] Avrupa Birliği Dış İlişkiler Genel Müdürlüğü, Avrupa Birliği Ortak Tarım Politikası (OTP), http://www.tarim.gov.tr/ABDGM/Belgeler/ABDGM-ROSURLER/OTP%20BROŞUR.pdf (Erişim: 04.11.20017).

[4] Aysu, A. Avrupa Birliği ve Tarım, Kalkedon Yayınları, İstanbul (2006).

[5] Halderman, M. ve Nelson, M., The EU's CAP, The Doha Round and Developing Countries, Berkeley, University of California, (2004).

[6] Ertuğrul, C. "Gündem 2000 Çerçevesinde AB Ortak Tarım Politikasının Yeniden Yapılandırılması ve Türkiye", http://ekutup.dpt.gov.tr/planlama/42nciyil/ertugruc.pdf, (Erişim: 07.11.2017).

[7] European Commission, https://ec.europa.eu/agriculture/rural-development-2014-2020_en (Erişim, 01.11.2017).

[8] Yüksel, F., AB Ortak Tarım Politikası; Polonya ve Türkiye Örnekleri (Yükseklisans Tezi), Selçuk Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, 6-21, (2010).

[9] Segell, G., "The Eastward Enlargement of the EU: A New Economic Diplomacy for a United Europe". European Foreign Affairs Review, Vol. 5, No. 1, 15-32, (2000).

[10] European Commission, "Enlargement and Agriculture" http://europa.eu.int/comm/agriculture/publi/enlarge/text_en.pdf (Erişim, 29.10.2017).

[11] Maddison, A., Growth and Interaction in the World Economy, Routledge, London and New York (2006).

[12] "Avrupa Birliği'nin Ortak Tarım Politikası" http://www.ikv.org.tr/ pdf/0b08abbf.pdf, (Erişim: 29.09.2017).

[13] "DRAFT General Budget of the European Union for the Financial Year 2011" http://eur-lex.europa.eu/budget/data/DB_2011/EN/GenRev.pdf, (Erişim: 30.09.2017).

[14] T.C. Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı, http://www.tarim.gov.tr/Konular/Avrupa-Birligi-ve-Dis-Iliskiler/Avrupa-Birligi [Erişim: 05.11.2017].

[15] Avrupa Toplulukları Komisyonu, Konsey Kararları

https://ab.gov.tr/files/AB_Iliskileri/AdaylikSureci/Kob/Turkiye_Kat_Ort_Belg_2007.pdf (Erişim: 01.01.2017).
[16] Avrupa Komisyonu, Komisyon Çalışma Raporu, 2016 Türkiye İlerleme Raporu, https://ab.gov.tr/files/pub/2016_ilerleme_raporu_tr.pdf (Erişim: 03.11.2017).
[17] EUROSTAT, National accounts by 10 branches-aggregates at current prices, http://appsso.eurostat.ec.europa.eu/nui/show.do?dataset=nama_nace10_c&lang=en (Erişim: 20.10.2017).
[18] Atakan, M., AB Ortak Tarım Politikası ve Türkiye'nin Uyumu, Eylül Yayınları, Ankara, (1998).
[19] Eraktan, G. ve Ören N. AB Ortak Tarım Politikası, Reform Süreci ve Türkiye'ye Etkileri, http://www.zmo.org.tr/resimler/ekler/9ea40e164f970c5_ek.pdf?tipi=14&sube= [Erişim: 05.11.2017).
[20] Tarımın Tarihsel Gelişim Süreci, https://www.ankaratb.org.tr/lib_upload/88_Tarımın%20Tarihsel%20Gelişim%20Süreci_14_09_2010.pdf, (Erişim: 07.11.2017).
[21] Tarımın Tarihi, https://ipfs.io/ipfs/QmT5NvUtoM5nWFfrQdVrFtvGfKFmG7AHE8P34isapyhCxX/wiki/Tarım.html, (Erişim: 07.11.2017).
[22] Kandemir, O. "Tarımsal Destekleme Politikalarının Kırsal Kalkınmaya Etkisi", Ekonomi Bilimleri Dergisi, C. 3, No. 1, 103-113, (2011).
[23] Kandemir, O. "Lewis Modeli ve Gelişmekte Olan Ülkeler: Türkiye İçin Bir Değerlendirme", Akademik Bakış Dergisi, Sayı 23, 1-18, (2011).
[24] Gültekin, S. "Dünya Ticaret Örgütü, Avrupa Birliği ve Türkiye'nin Tarım Politikaları: Karşılaştırmalı Bir İnceleme", International Journal of Economic and Administrative Studies, Year 5, Number 9, 55-70, (2012).

Tarımsal Mekanizasyon

(Agricultural Mechanization)

INVESTIGATION ON THE RELATIONSHIP BETWEEN PARTICLES AND DURABILITY DIRECTOR OF PELLETS PRODUCED FROM AGRICULTURAL WASTE

TARIMSAL ATIKLARDAN ÜRETİLEN PELETLERİN PARÇA YOĞUNLUĞU VE DAYANIKLILIK DİRENCİ ARASINDAKİ İLİŞKİNİN İNCELENMESİ

Hasan Yılmaz[a], Abdülkadir Koçer[b], Erokan Canbazoğlu[b], İsmet Faruk Yaka[c], Afşin Güngör[c]
[A]akdeniz Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Makinaları Ve Teknolojileri Mühendisliği Bölümü, Antalya, TÜRKİYE
[b]Akdeniz Üniversitesi, Teknik Bilimler Meslek Yüksek Okulu, Antalya, TÜRKİYE
[c]Akdeniz Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Makina Mühendisliği Bölümü, Antalya, TÜRKİYE

Özet

Tarımsal atıklar, biyokütle kaynakları arasında önemli bir paya sahiptir. Tarımsal atıkların doğrudan yakılarak kullanılması yerine pelet formuna dönüştürülmesiyle yoğunlukları artmakta, taşıma ve depolamadan kaynaklanan sorunlar azalmaktadır. Ayrıca otomatik yakma sistemlerinde kolaylıkla yakılabilmektedirler. Nakliye ve depolama sırasında dayanıklı yapıda kalabilmeleri ve verimli yanma sağlanabilmeleri için peletlerin fiziksel özelliklerinin ilgili standartlarca belirlenen sınırlar içinde olması gerekmektedir. Peletlerin fiziksel kalite göstergelerinden başlıca ikisi; pelet parça yoğunluğu ve pelet dayanıklılık direncidir. Bu çalışmada, standart yöntemlerle testleri gerçekleştirilmiş olan farklı tarımsal atıklardan elde edilmiş peletlerin parça yoğunlukları ve dayanıklılık dirençleri arasındaki ilişki incelenmiştir. Çalışmada, her iki değerden birinin bilinmesi ile diğerinin tespitinde yol gösterici olması hedeflenmiştir.

Anahtar kelimeler: Pelet parça yoğunluğu, Pelet dayanıklılık direnci, Enerji, Biyokütle

Abstract

Agricultural residues have a significant share in biomass resources. Instead of burning directly of agricultural residues, pelletizing provides increase density and reduces problems arising from transportation and storage processes. In addition, they can easily burn in automatic combustion systems. The physical properties of pellets must be within the limits that defined by the related standards because of staying durable during transport, storage and effecient burning in combustion systems. Two of the main pellet physical quality indicators are pellet particle density and pellet durability. In this study, the relationship between particle density and durability resistance values of pellets made from different agricultural residues were investigated.

Keywords: Pellet particle density, Pellet durability resistance, Energy, Biomass

1. Giriş

Biyokütle, yenilenebilir enerji kaynakları arasında bulunmaktadır ve genellikle bitkisel kaba artıkların uygun çevrim teknolojileriyle katı, sıvı ve gaz formuna dönüştürülmesiyle enerji elde edilmektedir. Biyokütle kaynaklarının büyük kısmı tarımsal artıklar ve orman artıklarından meydana gelir. Türkiye tarım alanları ve tarımsal üretim olanakları bakımından yüksek potansiyele sahip bir ülkedir. 2016 yılı verilerine göre toplam tarım alanı 38 milyon ha iken tahıl ve diğer bitkisel ürün yetiştiriciliği yapılan tarım alanları 15.7 milyon ha'dır [1]. Türkiye'nin toplam tarım alanları içerisinde 15 milyon ha'lık tahıl arazilerinden elde edilecek atık miktarı yaklaşık 45 milyon ton'dur ve bu miktarın yaklaşık 13 milyon ton'luk kısmı kullanılabilir formda olup yaklaşık ısıl değerinin 226 GJ olduğu bildirilmiştir [2]. Tarımsal üretim sonrası ortaya çıkan artıklar genellikle toprak işleme sırasında toprağa karıştırılarak değerlendirilmekte veya doğrudan yakılmaktadırlar. Düşük yoğunluk ve yüksek nem içeriğine sahip tarımsal artıkların sıkıştırılarak katı yakıt formuna

dönüştürülmesi işlemi son yıllarda dünya genelinde popülaritesi artmış ve yeni bir sektör haline gelmiştir. Sıkıştırılmış katı yakıt formlarından pelet yakıtı, genellikle 6-10 mm çapında ve 10-30 mm uzunluğunda silindirik yakıtlardır (Şekil 1).



Şekil 1. Farklı bitkisel artıklardan üretilen peletler

Pelet üretimi için, üretim alanından çıkan bitkisel artıklar parçalanıp kurutularak, peletleme işlemi için uygun boyutlara getirmek amacıyla öğütülmekte ve öğütülen materyal sıkıştırma işleminin gerçekleşebileceği nem içeriğinde pelet makinelerinde peletlenmektedir. Üretilen peletler, taşıma ve iletim sistemleriyle paketleme ünitelerinde paketlenip son kullanıcıya iletilinceye kadar nakliye sürecinden geçmektedir.

Herhangi bir bitkisel artıktan pelet elde edebilmek için pelet üretim basamaklarındaki ana faktörlerin kontrol altında tutulması ve en uygun parametrelerin belirlenmesi gerekir (Şekil 2).



Şekil 2. Peletleme işlem basamakları

Biyokütlenin peletlenmesiyle, düşük yoğunluklu bitkisel artıkar yüksek yoğunluklu ve düzgün geometrik şekle sahip katı yakıt formuna dönüştürülerek nakliye ve depolama masrafları azalır ve otomatik yakma sistemlerinde kontrollü bir biçimde yakılabilmektedir. Biyokütlenin doğrudan yakılması yerine peletlenmesiyle yakıt üretim kapasitesinin yanında sektördeki istihdam olanaklarının da arttığı bildirilmiştir [3]. Dünya'da pelet üretimi ve pelete olan talep giderek artmaktadır. 2015 yılı itibariyle dünya pelet üretimi son 3 yılda % 40 artarak 19.67 milton ton'dan 27.95 milyon ton değerlerine ulaşmıştır ve pelet üretimindeki en büyük pay 16.3 milyon ton ile Avrupa Birliği Ülkeleri'ndedir [4,5].

Peletlenmiş yakıtların taşıma, nakliye ve depolama sırasında ufalanıp zarar görmemesi, belirli sıcaklık ve neme sahip ortam koşullarında fiziksel açıdan deformasyona uğramaması gerekir. Peletlerin fiziksel ve kimyasal özelliklerinin sınırlandırıldığı standartlar, belirli bir kalite düzeyindeki peletlerin tüketiciye ulaştırılması konusunda rehber olmaktadır. Dünya pelet üretim, tüketim ve ihracat dağılımı ele alındığında, en çok kullanılan ve referans gösterilen pelet standartları Avrupa Pelet Konseyi tarafından oluşturulan ENplus standartlarıdır. Pelet kalitesini belirleyen faktörlerden olan boy, çap, nem içeriği, kül içeriği, dayanıklılık direnci v.b. gibi bazı göstergelerin sınır değerleri çizelgede verilmiştir (Çizelge 1).

Çizelge 1. En*plus* Pelet Kalite Gereksinimleri [6]

Özellik	**Birim**	**EN*plus* A1**	**EN*plus* A2**	**EN*plus* B**
Çap	mm	6 ±1 veya 8 ±1		
Boy	mm	3,15 < L < 40		
Nem içeriği	(% y.b.)	≤10		
Kül içeriği	(% y.b.)	≤ 0,7	≤ 1,2	≤ 2,0
Dayanıklılık direnci	(% y.b.)	≥ 98,0	≥97,5	
Toz kalıntısı (< 3,15 mm)	(% y.b.)	≤ 1,0 (≤0,5)		
Pelet sıcaklığı	°C	≤ 40		
Net kalori değeri	kWh/kg	4,6		
Yığın yoğunluğu	kg/m^3	600 ≤ YY ≤ 750		

2. Materyal ve Yöntem

2.1. Materyal

Yüksek basınç ve uygun materyal özelliklerinin sağlandığı koşullar altında sıkıştırılarak son formuna ulaşmış silindirik pelet yakıtlarının önemli fiziksel kalite göstergelerinden biri de pelet parça yoğunluğudur. Pelet parça yoğunluğu, yığın yoğunluğu ve yanma özelliklerini (yanma süresi ve gazlaştırma yoğunluğu) etkileyen önemli parametrelerden biridir [7]. Pelet parça yoğunluğu (kg/m^3), pelet ağırlığının (kg), pelet çap ve boyu (mm) ile hesaplanan pelet hacmine (m^3) oranlanmasıyla elde edilir (1,2) [8, 9].

$$V_p = \frac{\pi}{4D^2}\, l \qquad (1)$$

$$Dp = \frac{m_p}{V_p} \qquad (2)$$

Dayanıklılık direnci, peletlerin taşıma, nakliye ve depolama sırasında karşılaşacağı kuvvetlere göstereceği dayanımın göstergesidir ve test EN15210-1 standardına göre gerçekleştirilmektedir [10]. Bu testte motor gücü 0.5 GB, motor redüktör devri 50 min^{-1}, peletlerin yerleştirildiği kutu ölçüleri 300x300x125 mm ve kutu iç merkezine köşegen konumunda yerleştirilmiş 50 mm en ve 230 mm boyundaki levhaya sahip dayanıklılık test cihazı kullanılmaktadır. Bu test sırasında 500 g pelet örneği tartılarak kutunun içerisine koyulmakta, sistemin 10 dakika çalıştırılması sonunda kutu içerisindeki peletler 3.15 mm elekten geçirilerek elek üstünde kalan tüm peletler tartılmaktadır. Test öncesi örnek ağırlığı (g) ile test sonrası örnek ağırlığının (g) oranlanmasıyla pelet dayanıklılık direnci değeri yüzde (%) olarak hesaplanır (3).

$$DD = \frac{m_{\bar{o}}}{m_s} \times 100 \qquad (3)$$

Bu çalışmada, pelet kalite göstergelerinden başlıca ikisi olan pelet parça yoğunluğu ve dayanıklılık direnci arasındaki ilişki incelenmiştir. Çalışmada, literatürdeki yayınlardan alınan, üzerinde çalışılan pelet örneklerinden aynı yöntemle elde edilen, 64'er adet 1368-813 kg/m^3 aralığında parça yoğunluğu ve % 99.22-46 aralığındaki dayanıklılık direnci değerleri kullanılmıştır [11,12,13,14,15,16,17,18,19, 20]. Yapılan çalışmalarda pelet parça yoğunluğu ve dayanıklılık direnci testleri yapılan peletlerin çapları, hammadde nem içerikleri, hammadde çeşidi, peletleme koşulları dikkate alınmamıştır. Böylece fiziksel kalite göstergelerinden olan pelet parça yoğunluğu ve dayanıklık direnci değerlerinin arasında başka bağımlı değişkene ihtiyaç duymadan korelasyon aranmış, veriler Stata programıyla korelasyon testi uygulanarak gerçekleştirilmiştir.

2.2. Yöntem

Pelet dayanıklılık direnci (*DD*) ve pelet parça yoğunluğu (D_p) gibi iki sürekli rastlantı değişkeni arasında iki yönlü doğrusal bir ilişkinin tespit edilmesi için *Pearson Korelasyon* katsayısının elde edilmesi gereklidir. Parça yoğunluğu ve dayanıklılık direnci verileri arasında *Pearson Korelasyon* katsayını bulmak için, değişkenlerin normal dağılması ve değişkenler arasında doğrusal bir ilişkinin olması varsayımları vardır. Değişkenlerin normal dağılımaması sonucundan değişkenlere dönüşüm yapılarak normal dağılması sağlanmaya çalışılabilir. Dönüşümler sonrası değişkenlerden bir tanesinde bile normal dağılım sağlanmazsa *Pearson Korelasyon* katsayısının parametrik olmayan karşılığı *Spearman* korelasyon katsayısının hesaplanması gerekmektedir.

Literatürdeki farklı çalışmalardan alınan, tarımsal artıklardan elde edilen biyokütle peletlerinin kalite göstergelerinden olan pelet dayanıklılık direnci ve pelet parça yoğunluğu değerlerinin kendi aralarındaki normallik dağılımı test edilmiş, normal dağılım göstermeyen veri grubuna alternatif yöntemlerden olan Box-cox yöntemi uygulanarak normallik dağılımı tekrar gözlemlenmiştir.

Elde edilen verilere göre pelet dayanıklılık direnci ve pelet parça yoğunluğu değerleri arasında korelasyon testi yapılmıştır.

3. Sonuçlar ve Tartışma

3.1. Sonuçlar

Yoğunluk değişkeninin normal dağılıp dağılmadığını görmek için Shapiro-Wilk normallik testi yapılmış ve P=0.574>0.05 olduğundan verilerin normal dağılımını ifade eden H_o hipotezi kabul edilmiştir ve yoğunluk verisinin normal dağıldığı görülmüştür (Çizelge 2).

Çizelge 2. Pelet parça yoğunluğu değerleri için Shapiro-Wilk normallik testi sonuçları

```
. swilk yogunluk

                    Shapiro-Wilk W test for normal data

    Variable |   Obs        W           V         z       Prob>z
-------------+--------------------------------------------------
    yogunluk |    64    0.98398       0.917    -0.187    0.57413
```

Dayanıklılık değişkeninin normal dağılıp dağılmadığını görmek için Shapiro-Wilk normallik testi yapılmış ve P=0.000<0.05 olduğundan verilerin normal dağılımını ifade eden H_o hipotezi reddedilmiş ve dayaniklilik verisinin normal dağılım göstermediği görülmüştür (Çizelge 3).

Dayanıklılık değişkenini normal dağılmadığı için Box-cox dönüşümleri yapılmış ve yapılan dönüşümler sonucunda da dayanıklılık değişkeninin normal dağılmadığı görülmüştür.

Çizelge 3. Pelet dayanıklılık direnci değerleri için Shapiro-Wilk normallik testi sonuçları

```
. swilk dayaniklilik

                    Shapiro-Wilk W test for normal data

    Variable |   Obs        W           V         z       Prob>z
-------------+--------------------------------------------------
dayaniklilik |    64    0.48559      29.449     7.318    0.00000
```

Dayanıklılık değişkeninin normal dağılmamasından dolayı Pearson korelasyon katsayısının hesaplanması için gereken varsayımlardan normallik varsayımı sağlanmamaktadır. İkinci varsayım olan doğrusallık varsayımını incelemeye gerek yoktur. Bu yüzden Pearson korelasyon katsayısının parametrik olmayan

karşılığı olan Spearman (rs) korelasyon katsayısının hesaplanması gerekmektedir. Spearman korelasyon katsayısı -1<rs<1 aralığında değerler alır. Katsayının pozitif olması iki değişken arasında aynı yönde, negatif olması ise iki değişken arasında ters yönde ilişkinin olduğu anlamına gelmektedir. Korelasyon katsayısı elde edildiğinde yorumlara geçmeden önce katsayının anlamlılık testi yapılmalıdır. Değişkenler arasında gerçek ilişki katsayısının (p) katsayının anlamlı olabilmesi için H_o: p=0 yokluk hipotezinin reddedilmesi gerekmektedir. Anlamlı bir korelasyon katsayısı mutlak değerce 0.1 ve 0.3 aralığında ise zayıf ilişkiyi; 0.3 ve 0.5 aralığında ise orta büyüklükte bir ilişkiyi, 0.5'den büyükse güçlü bir ilişkiyi göstermektedir [21].

Yoğunluk ve dayanıklılık değişkenleri arasındaki Spearman korelasyon katsayısı 0.258 olarak hesaplanmıştır. İki değişkenin bağımsız olduğunu yani ilişkinin olmadığını ima eden yokluk hipotezi (H_o) reddedildiğinden (P=0.0396<0.05) katsayı anlamlıdır.

N=64	**Yoğunluk**
Dayanıklılık	0.258*
Yoğunluk için Shapiro-Wilk testine göre, p=0.574>0.05	
Dayanıklılık için Shapiro-Wilk testine göre, p=0.000<0.05	
*:0.05 yanılma düzeyinde anlamlı	

Yapılan istatistiksel analizlere göre, pelet parça yoğunluğu ve pelet dayanıklılık direnci değişkenleri arasında aynı yönde ve zayıf bir anlamlı ilişki vardır.

3.2. Tartışma

Öğütülmüş hammaddenin sıkıştırılarak yoğunluğunun arttırılıp pelet formuna dönüştürülmesiyle taşıma ve depolama faaliyetlerinde kolaylık sağlanmaktadır. Peletlerin taşıma, depolama ve nakliye işlemleri sırasında karşılaştığı fiziksel kuvvetler nedeniyle kırılıp ufalanması peletlerin etkin kullanımını olumsuz yönde etkilemektedir.

Yapılan çalışmada, önemli pelet fiziksel kalite göstergelerinden olan pelet parça yoğunluğu ve pelet dayanıklılık direnci değerleri arasında istatistiksel açıdan anlam aranarak, yüksek veya düşük yoğunluklu peletlerin ufalanmaya karşı gösterdiği direnç hakkında tahmin yürütülmek istenmiş, istatistiksel testler sonucunda parça yoğunluğu ve dayanıklılık direnci sonuçları arasında aynı yönde zayıf anlamlı bir ilişki bulunmuştur. Elde edilen sonuçlara göre bu iki değerden birinin bilinmesiyle diğeri için yüksek doğrulukta bir tahmin yapılmasının mümkün olmadığı görülmüştür. Diğer bir deyişle, literatürden edinilen veriler arasında, pelet parça yoğunluğu ve dayanıklılık direnci değerleri birbirini doğrular nitelikte değildir.

Yapılan çalışmalarda, pelet üretimi sırasında hammadde özellikleri ve peletleme makinesinden kaynaklanan faktörlerinin pelet fiziksel kalitelerini doğrudan veya dolaylı olarak etkilediği bildirilmiştir [13, 22, 23, 24, 25, 26]. Buna göre, pelet kalite göstergeleri arasındaki ilişkinin belirlenmesinde, peletleme işlemine etki eden faktörlerin de değerlendirmeye alınarak kontrollü deney düzenekleriyle gerçekleştirilmesi gerekmektedir.

Kaynaklar

[1] TÜİK. Bitkisel Üretim İstatistikleri, Tarım ve Orman Alanları, Türkiye İstatistik Kurumu. http://www.tuik.gov.tr [Son erişim tarihi: 20.09.2017]

[2] Gizlenci, Ş., Acar, M., Ve Şahin, M. "Türkiye'de yenilenebilir enerji kaynaklarının (Biyodizel, Biyoetanol ve Biyokütle) projeksiyonu", Tarım makinaları Bilimi Dergisi (Journal of Agricultural Machinery Science), 8(3): 337-344, (2012)

[3] Nishiguchi, S., Tabata, T. "Assessment of social, economic, and environmental aspects of woody biomass energy utilization: Direct burning and wood pellets", Renewable and Sustainable Energy Reviews, 57: 1279-1286, (2016)

[4] FAO. Food And Agricultural Organization. Forestry Production and Trade, http://www.fao.org/faostat/en/#data/FO, (2016)
[5] Bingham, J. "The global Outlook for wood pellet markets", WPAC Annual Conference – Harrison Hot Springs, (2016)
[6] EN 15210-1. "Solid Biofuels. Determination of Mechanical Durability of Pellets and Briquettes – Part 1: Pellets", (2009)
[7] Chico-Santamara, L., Chaney, K., Godwin, R. J., White, D. R., Humphries, A. C. "Physical quality changes during the storage of canola (Brassica napus L.)straw pellets", Applied Energy 95, 220-226, (2012)
[8] Adapa, P. K., Singh, A. K., Schoenau, G. J. and Tabil, L. G., "Pelleting characteristics of fractionated alfalfa grinds: hardness models. Power Handling and Processing", 18 (5): 1-6, (2006).
[9] McMullen, J., Fasina, O.O., Wood C.W. and Feng, Y., "Storage and handling characteristics of pellets from poultry litter", Applied Eng.Agric., 21:645-651, (2005).
[10] EN 14961-1, "European Pellet Council. Handbook for the Certification of Wood Pellets for Heating Purposes", Version 3.0., (2015)
[11] Liu, X., Liu, Z., Fei, B., Cai, Z., Jiang, Z. and Liu, X. "Comparative Properties of Bamboo and Rice Straw Pellets", BioResources 8(1), 638-647, (2013)
[12] Cubero-Abraca, R., Moya, R., Valaret, J., And Filho, M. T. "Use of coffee (coffea arabica) pulp for the production of briquettes and pellets for heat generation", Ciênc. Agrotec. 38(5): 461-470, (2014)
[13] Yılmaz, H. "Bazı Tarımsal Artıkların Peletlenmesi ve Pelet Fiziksel Özelliklerinin Belirlenmesi Üzerine Bir Çalışma",Yüksek Lisans Tezi, Akdeniz Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 39-40, Antalya, (2014).
[14] Bilgin S, Koçer A, Yılmaz H, Acar, M. ve Dok, M. "Çay fabrikası atıklarınının peletlenmesi ve pelet fiziksel özelliklerinin belirlenmesi", JAFAG (2016) 33 (Ek sayı), 70-80, (2016).
[15] Bilgin S, Yılmaz H, Koçer A, Acar, M. ve Dok, M. "Fındık zurufunun peletlenmesi ve pelet fiziksel özelliklerinin belirlenmesi", Tarım Makinaları Bilim Dergisi, 11: 265-273, (2015).
[16] Liu, Z., Jiang, Z., Cai, Z., Fei, B., Yanyu and Liu, X. "Effects of carbonization conditions on properties of bamboo pellets", Renewable Energy 51, 1-6, (2013).
[17] Hoover, A.N., Tumuluru, J. S., Teymouri, F., Moore, J., Gresham, G. "Effect of pelleting process variables on physical properties and sugar yields of ammonia fiber expansion pretreated corn stover", Biosource Technology 164, 128-135, (2014).
[18] Tumuluru, J. S. "Specific energy consumption and quality of woodpellets produced using high-moisture lodgepolepine grind in a flat die pellet mill", Chemical Engineering Research and Design 110, 82-97, (2016).
[19] Tarasov, D., Shahi, C. And Leitch, M. " Effect of Additives on Wood Pellet Physical and Thermal Caharacteristics: A Review", Hindawi Publishing Corporation, ISRN Forestry, Volume 2013, Article ID 876939, 6 pages, (2013).
[20] Tumuluru, J. S. "Effect of process variables on the density and durability of the pellets made from high moisture corn stover", Biosystem Engineering 119, 44-77, (2014).
[21] Mert, M., "Yatay Kesit Veri Analizi Bilgisayar Uygulamaları", Detay Yayıncılık, s.105 ve s.308, (2016).
[22] Garcia-Maraver, A., Perez-Jimenez, J.A., Biomass Pelletization: Standards and Production, WIT Press, 85, United Kingdom, 53-66, (2015).
[23] Briggs, J. L., Maier, D. e., Watkins, B. A., Behnke, K. C., " Effect of Ingredients and Processing Parameters on Pellet Quality", Poultry Science, 78, 1464-1471, (1999).
[24] Adapa, P., Tabil, L., Schoenau, G., "Compaction characteristics of barley, canola, oat and wheat straw", Biosystem Engineering, 104, 335-344, (2009).
[25] Kirsten, C., Lenz, V., Schröder, H.W., Repke, J.U., "Hay pellets — The influence of particle size reduction on their physical–mechanical quality and energy demand during production", Fuel Processing Technology, 148, 163-174, (2016).
[26] Lestander, T. A., Finell, M., Samuelsson, R., Arshadi, M., Thyrel, M., "Industrial scale biofuel pellet production from blends of unbarked softwood and hardwood stems—the effects of raw material composition and moisture content on pellet quality", Fuel Processing Technolgy, 95, 73-77, (2012).

Tarımsal Yapılar ve Sulama

(Agricultural Building and Irrigation)

INVESTIGATION INFLUENCE OF SILTING TO HYDRAULIC STRUCTURE OF THE RELIABILITY AND EFFICIENCY

A.H. Hummatov[a] , G.I. Balayeva[a], V.N. Hummatov[a]
[a] Azerbaijan Hydrotechnic and Melioration Scientific Production Union, Baku, Azerbaijan hummatovanar@rambler.ru

Abstract

The article reliability and efficiency of the irrigation systems and drainage network, have been investigated according to being from influencing factors of the silting. Turbidity of the irrigation water, influence to efficiency of the work of the pump station have been investigated to according to statistic data of the turbidity of the two different rivers. On the data base exploitation and capital repair of the costs of irrigation systems main factor were analyzed by mathematical and economic methods according to both actual and plan, various factors influencing her case has been investigated. Based on drain work facts, during land-reclamation and exploration periods, drain water receive ability index analyzed, according to influencing silting in the condition of different construction subsurface drain.

Keywords: Efficiency of the irrigation systems, Silting, Pump station, Turbidity, Reclamation and exploration periods

1. Introduction

The irrigation and melioration system which one of the main infrastructure areas for the development of agriculture, in one or another form undergo to influence negative depending according to on natural factors, organization of exploitation, maintain to system and facilities in good condition, allocate amount for repairs and capacity of operation resource, etc. in the course of time.

There are from this point of view need carry out study to general situation, investigate and evaluate, material and technical basis of the irrigation and land reclamation system.

In the article, silting has been investigated in different ways which that is the factors affecting on the efficiency of irrigation system and also drainage network.

2. Methodology and Discussion

At first the study irrigation water turbidity level of the rivers has been explored which is used for the operation of pumping stations where an important factor in managing irrigation network and performing water supply. The mineral content of both rivers is at a permissible level, although, degree of turbidity changes in different intervals which was chosen for research purposes.

Water samples taken which will determine the turbidity (g/l) indicator from Kur River and Turyanchay in Zerdab observation point in 2011-2013 years, accepted as a random quantity and quantitative analysis that characterizes it, numerical characteristics of a random quantity with precision quantitative and qualitative characterization was used "Excel" software package to find statistical characteristics for research respectively that shown in (Table 1).

Table 1. Statistical indices of water samples taken in the Zardab observation point

Descriptive Statistics	Turbidity (q/l)	
	Kur	Turyancay
Mean	0,246	5,09
Standard Error	0,059	0,89
Median	0,115	1,66
Mode	0,01	0,35
Standard Deviation	0,358	6,93
Sample Variance	0,128	47,98
Kurtosis	7,559	2,93
Skew	2,666	1,77
Range	1,53	29,17
Minimum	0,01	0,1
Maximum	1,54	29,17
Count	38	60
Confidence Level (95,0%)	0,119	1,789

The three-year analysis of the data shows the average monthly value of turbidity depends on the amount of precipitation per year and has been increasing or decreasing especially in April and June.

According to the information of Irrigation Systems Operations Department, various types 72 pump stations are being used for irrigation to agricultural lands, from these 61 pump stations on the Kur river and canals, other 11 pump stations on the Turyanchay. In the territory of investigation region, chosen the same technician parameter pump station on the Turyanchay and Kura rivers (taking into account: engine capacity of the pump station for 0.7 m^3/s, total pressure 13 m, factual power of the pump at $N_{factual}$ = 200 kwt) have been calculate on the basis of following formula [1] .

The power of the pump station is determined as follows by discharge of the calculation of the system and the calculated total pressure[2] .

$$N = \frac{\gamma \cdot Q_h \cdot H_t}{102 \cdot \eta_{pump}} \qquad (1)$$

where N is the pump station power, kWh; Q_h is the discharge of pumping station, m^3/san, H_t is the total head m, η_{pump} is coefficient efficient of pumping station, appoint according to with $\mu_{pump\,factual} = \frac{9.81 \cdot Q_f \cdot H_f}{N_{nominal}}$ formula and will be $\eta_{pump\ factual}$ = 0.5. Using experimental date (average specific density of the water sample (from Table 1)) and taken according to using the formula (1) is determined on the basis of the $\gamma_{mean} = \frac{\gamma_{silt} \cdot V + \gamma_{water} \cdot V}{V_{genaraly}}$ formula. Calculating turbidity of minimum, turbidity of maximum, turbidity of mean and mode which is the most frequently value of data, especially on the basis of information about in months from April to September which is vegetation period of agricultural plants have been carried out, take into consideration for water and silt (according to sand fraction) specific density of water γ_{water} = 1.0t/m^3 = 1000 kg /m^3 and silt γ_{silt} = 2,6 t/m^3 = 2600 kg/m^3. In the report carried out on the basis of note and generalizing of the information has shown that the coefficient efficiency of the pumping stations from Turinchay 5-8% lower than that Kur River. Based on the above mentioned, being of the high turbidity, increase fuel consumption of the pumps and exploitation expenses of the irrigation canals (two times more than the Kur river), as well as increase in the operating costs of irrigation canals, has resulted stopping pump aggregates, it has been a cause for increase of the another expenses.

As a second research direction influence silting to operation of drainage network, during a reclamation period and as well as exploration period have been investigated based on various construction drainage systems of Shirvan Reclamation Experiment Station. Water receive ability of the drainage decreasing when

drainage network was lost function of to be regulating, as well as drainability, this time gradually level of ground water increasing in drain' space .

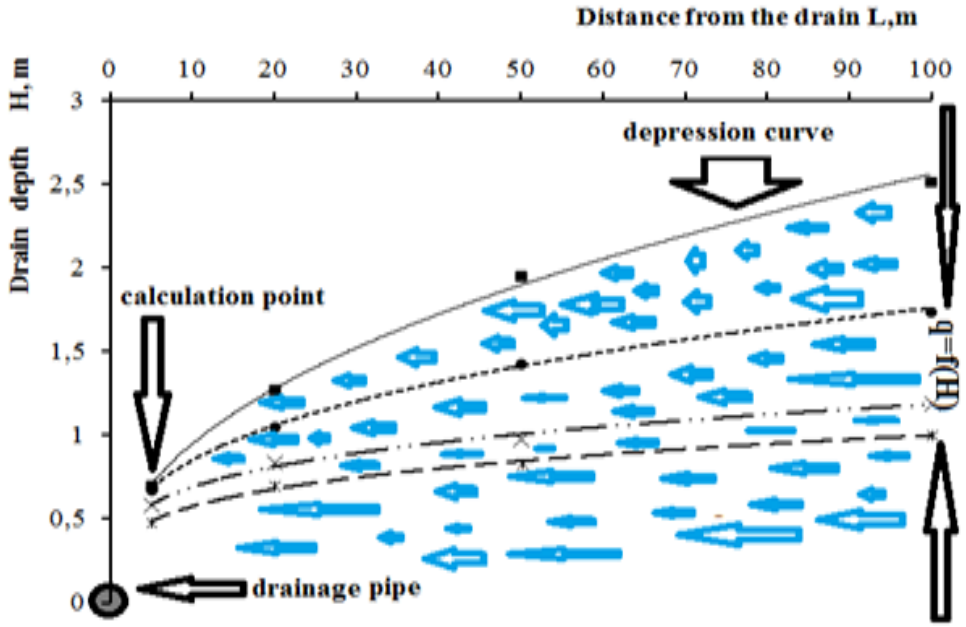


Figure 1. Scheme of water receive ability of drain.

Experiment data's of the station ground water depression curve has been drawn is Fig. 1, based on the above mentioned and with method offered by N.N.Bredix [5,8] the value of the water receive ability of drainage $\rho = \frac{\Delta q}{\Delta H}$ determined, which is quantity $\rho, \left(\frac{m}{day}\right)$ has been calculate by drainage module (q; $\frac{m^2}{day}$) and pressure (H; m) at the nearest on the point distance to the drain. Based on the value of the drainage module and pressure of drainage for the relevant periods has been calculated and statistical analyzed, which is $\rho = \frac{q_i - q_{i-1}}{H_i - H_{i-1}}$ $(i = 2,3 \ldots)$show water receive ability of the drainage, reliability of its elements recognized.

Base on actual data's of D10 and D12 drainage find out the statistical indicators for their reclamation and operation period have been given as follows table 2.

Table 2. Statistical indices water receive ability of drainage

Descriptive Statistics	Drainage			
	D10		D12	
	The land-reclamation period	Exploitation period	The land-reclamation period	Exploitation period
Mean	0,003	0,002	0,003	0,001
Standard Error	0,0010	0,00004	0,0005	0,0002
Standard Deviation	0,0049	0,0039	0,0040	0,0012
Minimum	0,0002	0,00002	0,0003	0,0001
Maximum	0,0211	0,0211	0,0251	0,006

The statistical indicators shows level of water receive ability of the drainage decreases in the subsequent operation periods. Selected from the research station drains longstanding actual data's has been investigate and analyze is show level of water receive ability of the drainage and drainage silting is dependent on construction of drain (drain filter), as well as size distribution, hydraulic gradient, organize of the explanation, to control drain device (especially on drain mouth) and depth of main drain etc.

The third research direction was carried out in the direction of the mathematical-economical study of the Irrigation Systems Operation Department (ISOD), which played a key role in the delivery of water to the user, transportation and other organizational and management tasks. Based on data of explanation and cost of maintains by different years from 2009 to 2011 for both actual and plan (distribution of costs) expenses of the Irrigation Systems Operation Department, mathematical analysis, the role of various factors affecting it has been studied. Forming efficient exploitation of the system, establish an effective working regime, correctly select the size and direction of preventive measures maintenance and restoration work, which is it is possible to make analysis of its actual condition, use the methods based on accurate data analysis. Analysis of factors affect the reliability of the system shows that it is important to know the reliability of the system's elements depending on operating conditions, ensure to reliable operation of separate parts, timely implementation of the necessary pre-requisites, avoid to further financial losses, especially plays an important role in managing financial resources and eliminating any potential problems.

Systematization of data in this direction and on the basis to fulfil valuing is not just complicated, even sometimes very difficult for the elements of systems. In this regard, methods which of ability to make decisions with limited information is more useful.

For the solution of such tasks make use of from the theory of reliability, according to this theory object characteristic, all the indications that characterize it are substituted in a single set, reliability is considered a measure at this time to determine for the quality of the object [1,3,4,6] .

Efficiency indicator of each analyzed object after accepting compatible non- negative number, when its (G_i) is more important than element (G_k) is expressed in the form $U(G_i) \succ U(G_k)$.

Elements of the object due to its importance after being in the order chain $G_i \geq G_2 \geq ... \geq G_n$ (n - where is count of analyzed objects), is based on the following expression to calculate usefulness function:

$$U(G_i) = \frac{2(n-i+1)}{n(n+1)} \qquad (2)$$

Numerical value of the confidence degree to give an opportunity to defining optimum way sensitivity of multi-elemental objects. Based on factual information, sensitivity of the object under influences internal and external, stability is defined, if the sensitivity is high, and the stability is low then as many increased expenses for required increase of its reliability. As each element of the system is part of it, when have been system consisting of non-restore separate elements then, find out “risk factor” which of characterizes its condition. The existence of a connection between the elements of the system ensures its durability. During in calculating have been accepted counting approximately of the reliability for elements of the system were independent on the purpose of to simplified.

Consist of n element of system the probability of unstable activity, the durability of the that elements when accepting that it is not dependent is calculated by the following formula:

$$P(t) = \prod_{i=1}^{n} P_i(t) \qquad (3)$$

After determining reliability of the elements to be equal, the formula (3) is in the form below:

$$P(t) = \left[P_i(t)\right]^n \qquad (4)$$

If the object consists of *n* part, then the formula for its *i* part as follows:

$$P_{Hi}(t) = \left[P_i(t)\right]^{1/n}, \ i = 1,...,n \qquad (5)$$

Here P_{Hi} (t) is the reliability of the whole object, P_i(t) will be determined, *i* it was reliability of the part, taking (Y) into account then as follows:

$$P_{Hi}(t) = \left[P_i(t)\right]^Y \qquad (6)$$

To calculate the total value of the object Z_c, there are many formulas in practice. Taking into account mainly reliability indicators the following expression is used:

$$Z_c = \sum_{i=q}^{n} Z_i = \frac{K_i P_{Hi}(t)}{1 - P_{Hi}(t)}, \qquad (7)$$

Here, K_i – valuation coefficient of the parts of the exact object .

Based on this information, according to the actual condition of the object's reliability, its exploitation taking into account to be able to analyze from the data in Fig. 2 and using the formulas from (2) to (7), an analysis has been by different years for both actual and plan (distribution of expenses) expenses of the Irrigation Systems Operation Department (ISOD), mathematical-economic analysis was carried out by distribution of expenses [4,5,6,7].

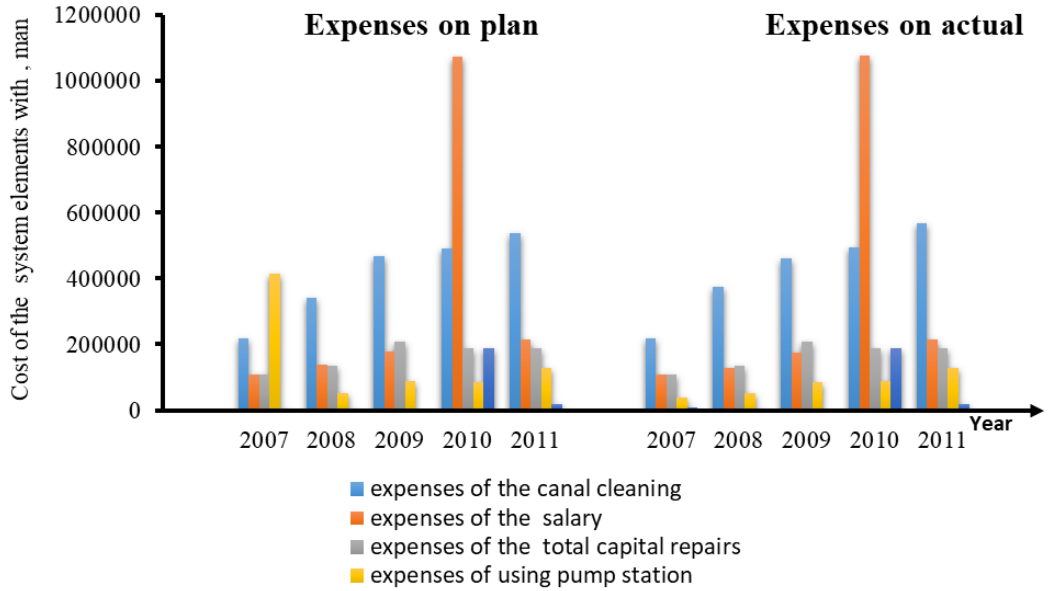


Figure 2. Distribution of expenses on Plan and Actual for ISOD in 2007-2011.

The value of the sensitivity coefficient by calculating the formula $Y = \frac{2(n-i+1)}{n(n+1)}$ (n = 5 and i= 1,2,3,4,5) according to in the form of $Y_1 = \frac{2(5-1+1)}{5(5+1)}$ ..... $Y_5 = \frac{2(5-5+1)}{5(5+1)}$. On the base accordingly Y_1 = 0.33; Y_2 = 0.27; Y_3 = 0.20; Y_4 = 0.13 Y_5 = 0.07 value have been determined.

Considering the compatibility coefficient for any part of the system its its degree of reliability in its exploitation process after calculated on the based for system on the distribution of operating costs is ensured exactly of reliability. It is known, every element of the system counted as its integral part characterized by with definite limit.

The compatibility coefficient according to $P_{H1} = 0{,}95^{0{,}33} = 0{,}983$; $P_{H2} = 0.95^{0.27} = 0.986$; $P_{H3} = 0.95^{0,\,20} = 0.990$; $P_{H4} = 0{,}95^{0{,}13} = 0{,}993$; $P_{H5} = 0{,}95^{0{,}07} = 0{,}996$ is equal to the value.

Reliability to water economy $P_{H1} = P_{H2} = P_{H3} = P_{H4} = 0.95$ accepting that, above mentioned to evaluate the distribution of exploitation costs of P_i object (6) formula is used.

By the coefficient of sensitivity (Y) the probability of the unstable activity of the *i* part is determined $P_{H1} = P_{H2} = P_{H3} = P_{H4} = P_{H5} = 0{,}95^{0.20} = 0{,}990$.

Fulfilled based on data of explanation and expenses of maintains by different years from 2009 to 2011 for (both actual and plan) expenses of the Irrigation Systems Operation Department in research district after making a chain regulation for the importance ($G_i \geq G_2 \geq ... \geq G_n$; n - where is count of analyzed objects) accepted as elements of the system: expenses of using pump stations, capital repairs, salary, channel cleaning, current repair of hydrotechnical installations, calculation were made on the basis of the formula (8). Based on the data which is given in table 3, $\sum Z_{HS(t)} > \sum Z_s \sum$ inequality was comparatively analyzed for all years, where inequality is true case has been identified.

Taking into account reliability, suitability and sensitivity coefficients which is given to water economy, carried out on the base of the calculation of expense: cleaning of canals, salary, a total overhaul, expenses for pumping station, current repair of hydrotechnical installations in the form of distributed, through inequality of the $\sum Z_{HS(t)} > \sum Z_s \sum$ (in order to ensure the normal operation of the system) has been identified. After summarizing obtained results, taking into account expression of (7), both the plan and actual expen are given in the following table for years (Table 3). The distribution of expenses in this form “expenses for channel cleanings” is a risk factor, irrigation system for organization of long-term effective work , shows to be fulfil reconstruction work fig. 3. The main part of the reconstruction work, should be taken into account, the reconstruction of irrigation canals which makes this time economically more useful, minimizing water loss, as effective arranging during the operation cleaning of channels and so on cases.



Figure 3. Irrigation canals before and after repair

Taken into account cleaning of irrigation channels concerning more than 50% from total expenses in distribution of expense, earth-covered canal (97 % for the research region) during reconstruction works (for long-time efficiency of the system “because of the risk factor is canal cleaning”), channels per unit length on farms equal 9,33-49,35 km/ha at different intervals (normally 15 km/ha) changed, carry out gravity irrigation and as a result breach of application rate, there are other factors need to be taken into account affecting the system's efficiency.

Table 3. Probability-mathematical calculation based on distribution of expenses for various years in the research region

Expenses for system installations	Expenses on plan					Expenses on actual				
	Years					Years				
	2007	2008	2009	2010	2011	2007	2008	2009	2010	2011
Result of calculation for water economy objects taken into account: reliability, consistency and sensitivity coefficient										
expenses of the cleaning canal : Z_1	12799299	20050839	27557023	28793516	31690266	12928876	22136147	27199572	29138900	33349644
expenses of the salary: Z_2	7929779	9987499	12865409	77117020	15442579	7866389	9424308	12762796	77379111	15536300
expenses of total capital repairs: Z_3	10561066	13352329	20321663	18402051	18537919	10561066	13228486	20321178	18402051	18537919
expenses of using pump station: Z_4	6210083	8186793	13275420	13114294	19436627	6215314	8202338	12899210	13300830	19363388
expenses of current repair of hydrotechnical instal-lations : Z_5	2032814	2057279		52954082	5560213	2921614	2032536		52949912	5555209
$\sum Z_s$	39533041	53634739	74019515	190380963	90667604	40493260	55023815	73182756	191170803	92342461
$Z_{H1(t)}$	21189532	33194623	45621283	47668326	52463961	21404051	36646898	45029514	48240117	55211099
$Z_{H2(t)}$	10724476	13507399	17399574	104295422	20885017	10638746	12745723	17260796	104649882	21011769
$Z_{H3(t)}$	10561066	13352329	20321663	18402051	18537919	10561066	13228486	20321178	18402051	18537919
$Z_{H4(t)}$	4029304	5311857	8613524	8508980	12611115	4032698	5321943	8369426	8630010	12563595
$Z_{H5(t)}$	709114	717648		18472167	1939590	1019157	709017		18470712	1937844
$\sum Z_{HS(t)}$	47213492	66083857	91956043	197346945	106437602	47655718	68652067	90980915	198392772	109262226
$\sum З_{ЩС}(n) - \sum З_C$	7680451	12449118	17936528	6965983	15769997	7162458	13628253	17798159	7221969	16919766
Distribution of expenses on Plan and Actual by Percentage (%)										
expenses of using pump station	9%	8%	9%	4%	12%	8%	8%	9%	4%	11%
expenses of total capital repairs	22%	20%	22%	9%	17%	22%	19%	22%	9%	17%
expenses of the salary	23%	20%	19%	53%	20%	22%	19%	19%	53%	19%
expenses of the cleaning canal	45%	50%	50%	24%	49%	45%	53%	49%	24%	51%
expenses of current repair of hydrotechnical installations	2%	1%		9%	2%	2%	1%		9%	2%

References

[1] Əhmədzadə Ə.C., Həşimov A.C., Ensiklopediya Meliorasiya və Su Təsərrüfatı. Bakı, 309-378, (2016).
[2] Qəhramanlı Y.V. Mühəndis meliorasiyası. Bakı, ”Təhsil” NPM, 114-117, (2004).
[3] “Respublikanın suvarılan ərazilərində yeni təsərrüfatçılıq prinsipləri nəzərə alınmaqla torpaqların ekoloji-meliorativ vəziyyətinin tədqiqi, proqnozlaşdırılması və onun yaxşılaşdırılması üzrə tövsiyələrin hazırlanması” Az H və M EİB-nin elmi-texniki hesabatı. Bakı, 2012. s.35-50.
[4] Мирцхулава Ц.Е. Надежность гидромелиоративных сооружений. Москва, Колос 205-278 , (1974).
[5] Надежность технических систем: Справочник /Под ред. Ушакова И.А. - М.: Радио и связь, 469-608 , (1985).
[6] Науменко И. И. Надежность сооружений гидромелиоративных систем. Киев: Вища школа. 185-224 , (1987).
[7] Experimental Statistics for Agriculture and Horticulture . Ireland, Clive Ireland, CABI Publishing, 270-360, (2010).
[8] Мурашко, А.И., Сапожников, Е.Г. Защита дренажа от заиления. Издательство: Минск: Ураджай, 120-168, (1978).

ZERO-MORTAR WALLS MADE WITH INTERLOCKING STABILISED SOIL BLOCKS

Sanewu Isaac Fundi[1*], J.W. Kaluli[2], J. Kinuthia[4]
[1] Jomo Kenyatta University of Agriculture and Technology (JKUAT), Nairobi, Kenya, fsanewu@gmail.com
[2] Jomo Kenyatta University of Agriculture and Technology (JKUAT), Nairobi, Kenya, jkaluli@jkuat.ac.ke
[4] University of South Wales, Pontypridd, United Kingdom, john.kinuthia@southwales.ac.uk

Abstract

Due to increasing efforts towards sustainable low-carbon construction materials, utilisation of stabilised soil in construction is currently in vogue. There is little research on the performance of soil-based masonry walls. This paper reports on the optimisation of stabilised mix compositions using laterite soil as target material, stabilised using both traditional binders (Lime (L) and Portland cement (PC)) as controls, as well as using a blended binder incorporating (Rice Husk Ash (RHA)) which is a more sustainable material option. Using the optimal mixtures, panel walls were then made using mortarless interlocking soil blocks. These panel walls were then subjected to both in-plane and out-of-plane static loading. Soil blocks stabilized with L-PC blends were observed to develop higher compressive strength compared to those stabilized using PC-RHA. The latter however, had significantly lower water absorption (42% lower) compared to the former. Failure modes for the panel walls made using PC or L-PC were characterised by serious cracking and significant loss of individual soil block units. In contrast, panel walls made with soil blocks incorporating RHA accommodated more movement and maintained coherence after testing, without loss of individual block units. Holistic analysis of compressive strength, water absorption and failure mode suggested better performance by soil masonry incorporating RHA.

Keywords: Masonry, Soil stabilisation, Rice Husk Ash, Loading, Lime, Cement

1. Introduction

The construction industry has over the years experienced introduction of different earth construction techniques geared towards improving the quality of earth construction. The interlocking stabilized soil block (ISSB) technology encourages sustainable construction. These blocks are manufactured by compressing stabilized soil in a mould with a manual or hydraulic press, and subsequent curing. The amount of stabilizer content mainly depends on soil characteristics and the desired strength. The interlocking mechanism enhances block stability and horizontal and vertical alignment of the constructed wall. The loads applied on an interlocking masonry wall are transmitted from one block directly to another and not through an intermediary mortar layer [1]. The absence of mortar in the bed and head joints of interlocking masonry wall may however contribute to geometric imperfections. This may lead to a different structural behaviour from that of conventional masonry wall when loaded under vertical (in-plane) or under horizontal (out-of-plane) loads.

Locally available laterite soils may not be suitable for block making due to weak or low bearing capacity. Therefore, different materials having cementitious properties and those that are pozzolanic in nature are added in order to stabilize the soils. In this study, traditional binders (pozzolanic cement and hydrated lime) and rice husk ash (RHA) (as a sustainable additive to the traditional binders) were used to stabilize laterite soil. Cement reacts with water in soil mixture to form an insoluble cementation colloidal gel. A study [2] on stabilization of laterite soil reported a 28-day block compressive strength of 2.5N/mm^2 with a cement content of 5%. A maximum amount of lime stabilizer content of 10% has been reported [3] to achieve the highest dry compressive strength. From [3], it was clear that after an optimum value of lime content, any further increase in lime will not be beneficial in strength gain of the block. An ultimate 28-day unconfined compressive strength of 2.4N/mm^2 for laterite soil was established [4] when 4% RHA was added to a cement content of 8%.
In various studies, the performance of interlocking block masonry walls under compression loading and horizontal loading has been done. In [1] full scale wall panels were tested under axial compression, lateral

tension and flexural bending loads and concluded that the compressive strength of the wall was directly proportional to the strength of the masonry units. They also found that the wall panel under lateral loads tended to lift at the base and to rotate about the middle section of the wall before failure of the wall. It was also concluded [5] that increase of eccentricity from the centre reduced the strength of interlocking masonry wall. Interlocking walls that were grouted and reinforced using steel bars were tested [6] and found that a larger height-to-width aspect ratio causes strength reduction in a wall, however it tended to increase ductility of the system. It was also found [6] that the lateral load resistance of a flexure wall will be reduced due to presence of a window at its centre. A study on the effect of soil stabilization on the failure pattern of interlocking soil block walls [7] established that under compression loading, unstabilized soil block walls developed random vertical cracks while blocks stabilized with 2% municipal solid waste ash had cracks that propagated diagonally at an angle of 45 degrees from the point of application. It was concluded [7] that the elimination of mortar in interlocking block walls made the failure not to depend on the weak bonds but on the characteristics of individual blocks.

In the previous studies, masonry walls have been tested with the vertical and horizontal loads being applied independently or with induced eccentricity on loading. A masonry wall in practice however, is subjected to horizontal and vertical loads simultaneously. The wall response to such loading is expected to be different. The aim of this paper therefore, is to evaluate the effect of pozzolanic cement, hydrated lime and RHA on the performance of unreinforced laterite soil block walls made using CINVA-Ram interlocking blocks subjected to vertical (in-plane) and horizontal (out-of-plane) compression loads simultaneously. The parameters measured included block compressive strength, masonry wall ultimate load capacity, vertical load displacement, stress-strain relationship and the failure mechanism.

2. Materials and Methods

2.1. Test materials

The laterite soil used in this study was sampled from Kiambu County, in Central Kenya (See Figure 1) an area at the geographical coordinates of 1.1748°S and 36.8034°E. The laterite soil is commonly used for making stabilized blocks. The soil was obtained at a depth of 1 m below the earth's surface in order to avoid the inclusion of humus (high organic-content) materials. It consisted of about 25% fine gravel and 75% sand. The laterite soil plasticity index (12.1%) lies in the range (5 – 15%) proposed by [8] for soils which can be effectively stabilized using pozzolanic cement. In this study, Portland pozzolanic cement 32.5N was used. The cement was sourced from a hardware in Kiambu County.

Lime has been found effective in stabilizing plastic clayey soils, ranging from clays to silty clays with plasticity indices greater than 10 leading to long term strength gain as reported by several researchers [9,10]. Commercial hydrated lime, Rhino lime, produced by Athi River Mining Company was used in this study. The lime comprised of 94% calcium hydroxide, 72% calcium oxide, and other elements like magnesium oxide and silica.

RHA has been found [11] to freely react with extra lime present in cement thus encouraging pozzolanic reactions. The rice husk ash therefore was used in this study to replace commercial hydrated lime. The ash was sourced from an uncontrolled burning source at Mwea rice irrigation scheme, Kenya. The RHA was sieved through 150μm sieve before using as a stabilizer.

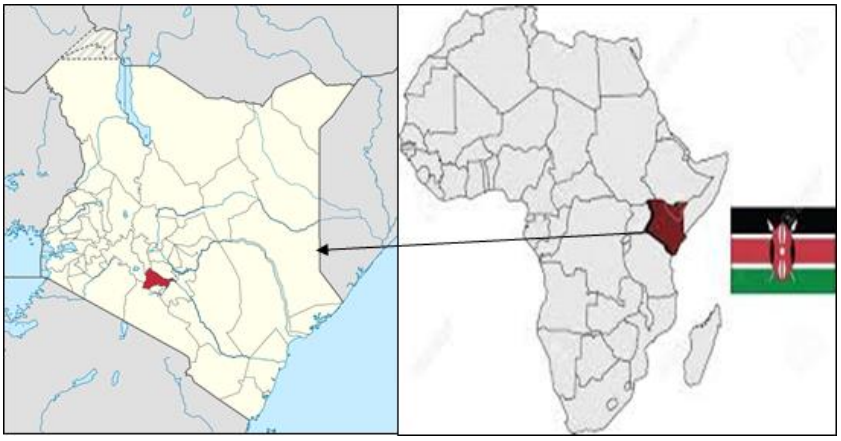


Figure 1. Kiambu County (in red) in Central Kenya

2.2. Material Preparation and Testing

The stabilizers (pozzolanic cement, hydrated lime and RHA) were replaced in percentage of dry weight of the soil. The interlocking blocks were moulded using CINVA-Ram press machine, producing units of dimensions 220 mm (length) x 220 mm (width) x 120 mm (height). The optimum stabilizer dosages were determined by testing the moulded blocks on curing for 7, 14 and 28 days. The physico-mechanical and durability properties of individual block units were established in accordance to [12]. The blocks that provided the highest compressive strength and had the best durability were used for construction of experimental walls.

The water uptake ability of the blocks was also determined in accordance with [12]. Two blocks that were cured for 28 days were randomly selected, weighed and submerged in a water bath for up to 24 hours. The blocks were then removed from water and re-weighed.

The abrasion test was carried out by use of a horizontal belt sander model HYS-900 having a frequency of 60 rpm. The sander utilised a sand paper belt of type GXK50-P60 with a width of 180mm. The blocks were subjected against the belt for a duration of one minute before determining their final weight.

Three types of wall panels, LSW1(PC only), LSW2(L-PC blend), and LSW3(RHA-PC blend) of size 900 mm (length) x 1200 mm (height) were prepared in accordance to [13]. The blocks were stacked utilising the interlocking system provided by the blocks. A grooved steel plate was placed at the top course of the wall to cover the projection and uniformly distribute the load. The compressive strength was tested perpendicular to the bed joints without the effects of eccentricity. The wall load displacement was measured using linear variable displacement transducers. The testing procedure was divided into two phases; first the vertical load was applied up to about 75% of the ultimate compressive load before the horizontal load was introduced. These loads were then applied simultaneously until failure.

3. Results and Discussion

3.1. Effect of Stabilizers on Interlocking Block Properties

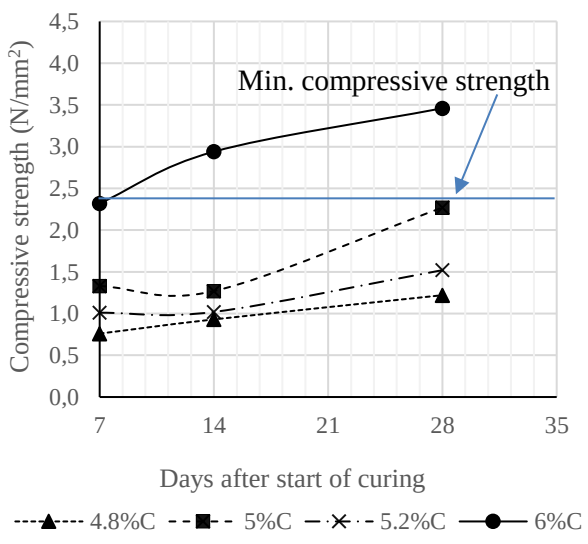
3.1.1. Compressive strength of stabilized blocks

Based on the test results, there was a consistent gain in compressive strength with curing days on adding pozzolanic cement, hydrated lime and RHA to laterite soil (Figure 2). The correlation coefficients obtained for percentage of cement stabilization only and the gain of strength of the blocks were 0.940, 0.952 and 0.891 on day 7, 14 and 28 respectively. A fairly strong correlation was established on day 7 and 14 with the

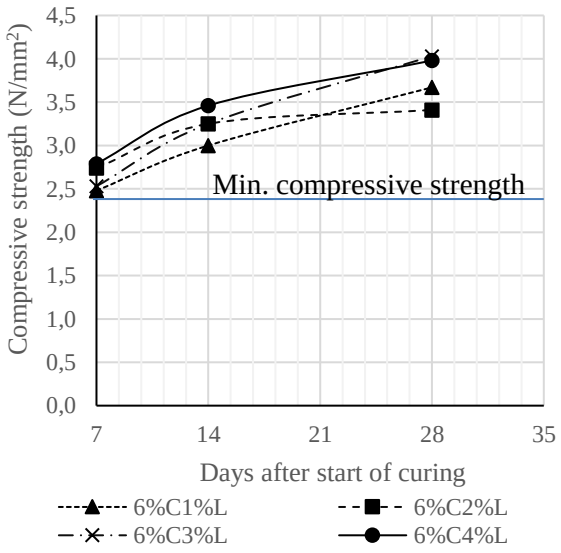
lowest coefficient on day 28. This indicates that pozzolanic cements' contribution to block compressive strength is higher on early days of curing and reduces with progression of days.
These results were in agreement with the findings of [14]. It has been established [15] that with the presence of Portland cement in soil, calcium ions are easily provided that aid in improving the soil engineering properties. Therefore, the increase in compressive strength with cement dosage (Figure 2a) can be explained by the fact that the higher cement content greatly enhanced the hydration process due to high amounts of calcium ions introduced.

A highest 28-day compressive strength of 4.03N/mm^2 was reached by adding 3% of hydrated lime in presence of 6% pozzolanic cement (Figure 1b). For blocks produced with hydrated lime quantities lower than 3% they had relatively low compressive strength. It is reported [16] that when lime is added to clay soil it is first absorbed by the clay mineral until lime affinity for the soil is achieved. This amount of lime is between 1% and 3% by weight of the soil [16]. Therefore, lower dosages of lime may not be sufficient to increase the pH of the soil matrix to release silica and make it available for producing cementitious gel needed to stabilise the soil. This could probably be the reason for marginally lower compressive strength of blocks stabilized with 1% and 2% lime blended with 6% cement (Figure 2b).

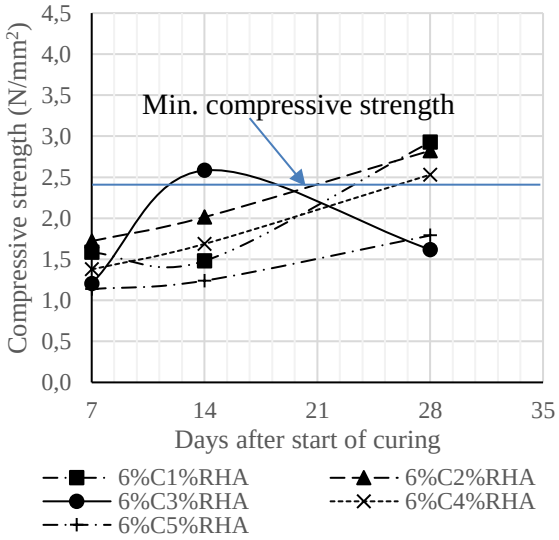
Figure 2(c) shows that the addition of 1% RHA to a given 6% of cement, led to the highest 28-day compressive strength (2.93N/mm^2). It was also observed that there is decrease in compressive strength with increase in RHA. It can be inferred from the results that cement-lime-laterite soil mixture leads to blocks of higher compressive strength as compared to cement-RHA-laterite soil. The reason can be attributed to the insufficient availability of free lime for pozzolanic reaction in the cement-RHA-laterite mixture. Also, the presence of excess RHA cannot be easily mobilized for pozzolanic reaction which consequently occupies space within the soil thus reducing the strength. This was consistent with the findings of [17].



(a) Laterite soil + cement



(b) Laterite soil + cement + lime

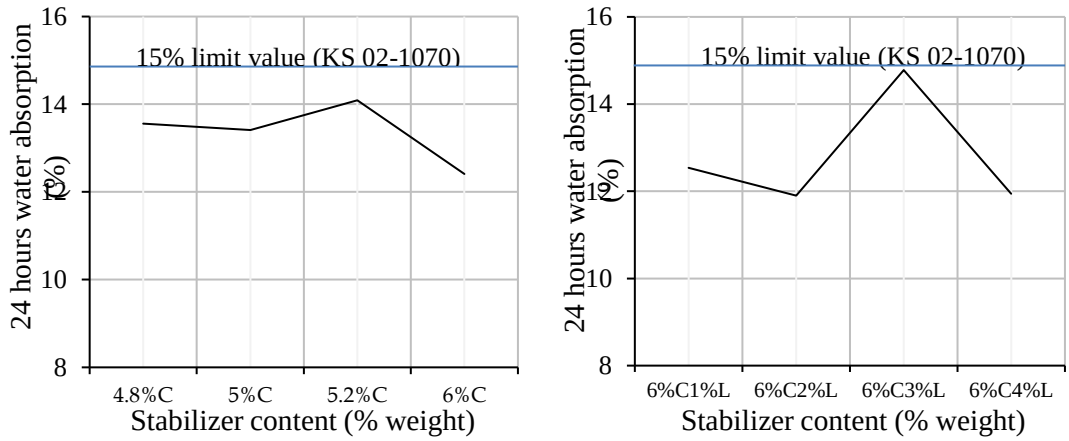


(c) Laterite sol + cement + RHA

Figure 2. Compressive strength of laterite soil stabilized blocks

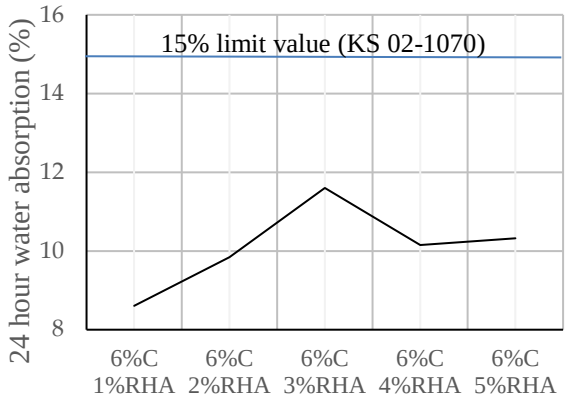
3.1.2. Water absorption by blocks

Generally, the total water absorption for laterite soil blocks indicated that increase of cement dosage led to reduction of water absorption (Figure 3a). Increasing pozzolanic cement content from 4.8% to 6% in laterite soil resulted in 8.48% reduction in water absorption by the blocks (Figure 2a). These results were expected because cement binds the laterite particles together thereby reducing the sizes of the pores through which water could flow into the blocks.



(a) Laterite soil + cement

(b) Laterite soil + cement + lime



(c) Laterite soil + cement + RHA

Figure 3. Water absorption by stabilized laterite soil blocks

The increase in hydrated lime content in presence of 6% cement led to decrease in water absorption (Figure 3b). When hydrated lime is used in soil modification, [18] found that the calcium ions from the hydrated lime migrate to the surface of the clay particles and displace water and other ions. This has an effect of drying the soil through flocculation of the particles. The results show that adding 2% lime in L-PC blend was optimum in increasing the water absorption resistance of the blocks.

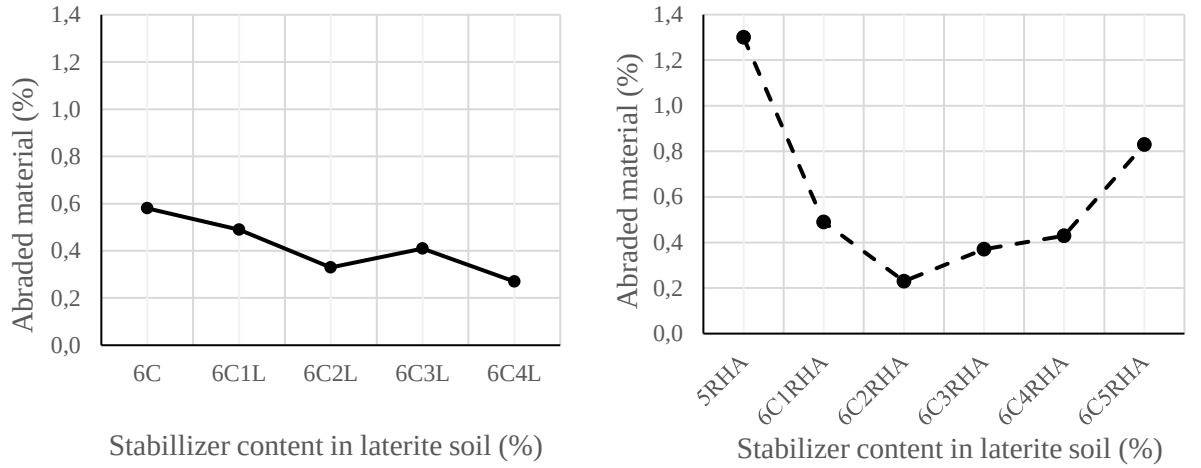
Contrary to water reduction in PC mix, there was an increase from 8.61 to 11.60% in water absorption on increasing RHA from 1% to 3% (Figure 3c). This phenomenon was found by [19] to be contributed by the weakening of the inter-particle bonding that could have formed by the soil particles.

The results evidenced that RHA-PC blocks have less absorptive capacity as compared to those of L-PC. It has been noted [20] that hydrated lime combines with water more than RHA despite the RHA having a finer particle size. This agrees well with this research. However, the maximum water absorption of 15% recommended by [12] was satisfied by the stabilized blocks.

3.1.3. Abrasion resistance of laterite soil blocks

The total loss of mass due to abrasion at the block surface decreased with increase in hydrated lime content (Figure 4a). The material erosion varies from 0.58 to 0.27% when hydrated lime content varies from 0 to 4%. Thus, representing a 53.45% reduction of the abraded material. This indicated that abrasion resistance is enhanced with increase in hydrated lime content in laterite soil blocks.

The amount of abraded material decreased with increasing RHA content up to 2% and further addition of RHA caused an increase in the abraded material (Figure 4b). It has been reported by [21] that presence of calcium ions from cement react with silica from RHA to aid in strength development. However, increasing the quantity of RHA decreases the strength due to lack of adequate calcium ions for the continuation of reaction. This explains the observed behaviour of Figure 3(b) where the blocks durability was reduced beyond the optimum quantity of 2%RHA. Comparatively, the durability of both L-PC and RHA-PC blocks is generally enhanced equally up to 2% replacement (Figure 4). However, beyond 2% stabilizer content, durability is better achieved with hydrated lime than RHA stabilization.



(a) Laterite soil with cement and lime (b) Laterite soil with cement and RHA

Figure 4. Abrasion resistance of stabilised laterite soil blocks

3.2. Interlocking Block Wall Panel Performance

LSW1 developed cracks mainly on the blocks at an inclined angle and not on the joints (Figure 5a). The cracks were mainly a combination of cone and split mode of failure as described in [22]. No cracks appeared on the side edges of the LSW1 panel. The wall failed through crushing by opening up of fissures on individual blocks and finally propagation of cracks without opening up of joints. This could be attributed to the efficiency of the interlocking mechanism of the blocks. The horizontal load led to spalling of the blocks due to gradual opening of the cracks that were created by vertical loading. The wall then experienced gradual sway with increasing horizontal load; the bottom part of the wall having a lesser vertical sway due to additional self-weight of the wall (Figure 5a).

The failure of LSW2 was characterised by falling of block debris which spalled off due to the increase of horizontal loading. Cracks with wider widths mainly occurred at the middle height of the wall as compared to those at the top and bottom courses of the wall (Figure 5b). It was observed that increasing the lateral loading contributed to alignment of protruded blocks but ultimately pushed the wall out of vertical plane. There was presence of side cracks on the wall once the ultimate load of LSW2 was reached.

The mode of failure in LSW3 panel was by cracks that developed first mainly at the bottom layers (Figure 5c). The cracks occurred through individual blocks just below the block header joint. There was gradual opening up of crack width with increase of vertical load but the wall did not experience spalling of materials. It was observed in all wall types, that the layer immediately below the spreader beam did not crack substantially to lead to collapse even when the other layers had failed. This phenomenon can be attributed to the deepening effect of the steel beam to the top layer in transferring the load to the entire wall.



(a) LSW1



(b) LSW2



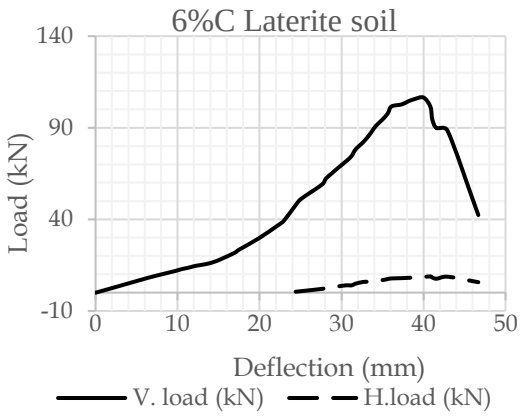
(c) LSW3

Figure 5. Crack propagation and wall failure modes for stabilized laterite soil

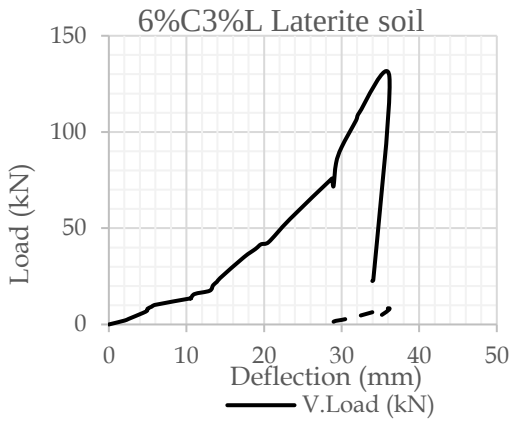
The LSW1 ultimate compressive stress (0.9N/mm^2) was 26.01% lower that of the individual interlocking blocks (3.46N/mm^2). The correlation analysis between the compressive strength of LSW1 and that of the interlocking block was found to be 0.649 indicating a positive linear relation. The reason for a lower compressive strength has been found out to be contributed by the presence of a soft layer of mortar in the case of conventional masonry [23]. However, for interlocking masonry this can be caused by the blocks interface joints which leads to large displacements and structural instability.

The first crack on LSW1 occurred at a vertical load value of 15.96kN. As the vertical load was increased, the wall bulged outwards as there was considerable expansion of the block interface joints. The wall attained a maximum vertical load of 106.49kN with a vertical load deflection of 40mm (Figure 6a). This first visual damage on LSW1 wall appeared at a strength that was 14.99% of the ultimate strength of the wall. The wall sustained a maximum horizontal load of 8.85kN which was 8.31% of the ultimate compression load.
The LSW2 sustained a maximum vertical load of 128.61kN with a vertical load deflection of 36.16mm (Figure 5b). The results indicated that the ultimate compressive strength of LSW2 wall was 26.8% lower than that of individual block. A regression analysis of the ultimate strengths of the wall and individual blocks indicated a positive correlation coefficient of 0.689. The addition of 3% lime to laterite soil caused 20% increment of strength capacity of the wall. This also led to a 9.6% reduction on the vertical load deflection at failure. These findings show that addition of lime to laterite soil makes the walls to have higher compressive strengths but they tend to be brittle.

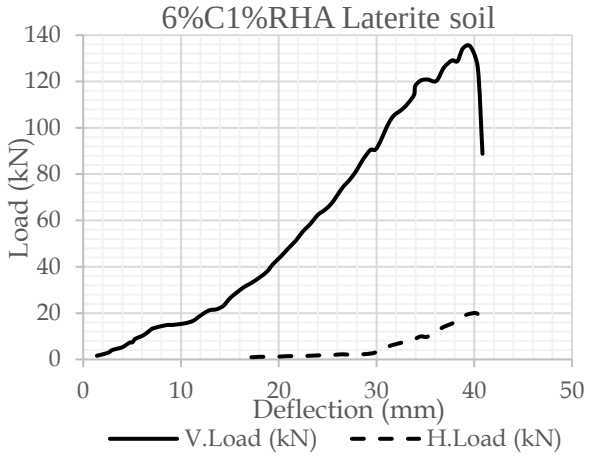
A maximum vertical compression load of 135.09kN with a vertical load deflection of 39.06mm was achieved by LSW3. The presence of 1%RHA in laterite soil stabilized with 6% cement resulted in increase of ultimate compressive strength capacity of the wall from 106.49kN to 135.09kN. This also led to 2.35% reduction of vertical load deflection at failure. The LSW3 sustained a horizontal load of 19.75kN. The addition of 1%RHA to laterite soil stabilized with 6% cement resulted with walls of compressive capacity 6.67% higher than adding 3% lime.



(a) LSW1 Panel



(b) LSW2 Panel



(c) LSW3 Panel

Figure 6. Load-deflection curve for experimental walls

The performance of zero-mortar walls made with interlocking soil blocks as presented in Figure 6(a), (b) and (c) can be divided into three parts: (1) slow closure of gaps, (2) rapid load uptake, and (3) wall failure. In the first part, there was rapid increase in deflection as the load was applied. This may be attributed to the closing of the interlocking gaps between the blocks. After the closure of the gaps the deformation evened out with increase of vertical load. In part two, the walls experienced a rapid increase of load capacity. The sharp compression capacity increase occurred at a higher compressive load in LSW3 than in both LSW2 and LSW1. This increase on the second part of the curves was sustained until the ultimate load was achieved. The cause of the second increase of load capacity can therefore be associated to the unit blocks bearing the load as the gaps had closed up making the load to be transferred from one-unit block to the other. In the third part, there was a drop of the load curve as the walls had failed. This occurred after the ultimate load capacity of the walls was achieved.

4. Conclusions

The improvement of the physico-mechanical properties of the interlocking blocks in terms of compressive strength, water absorption and durability is a positive aspect of the stabilizers. An optimum of 3% lime in laterite soil stabilized with 6% pozzolanic cement exhibited the highest 28-day compressive strength, with a highest reduction of 24-hour water absorption obtained through addition 1%RHA. The zero-mortar walls exhibited good mechanical strength, in spite of their ultimate compressive strength being lower compared to that of individual blocks. This study concludes that;

- Compressive strength and increased resistance on abraded material of laterite soil blocks is optimally achieved with lime but water resistance is best achieved with RHA stabilization.
- Lime stabilised block wall exhibited higher compressive strengths but they tend to be brittle, while RHA stabilized block walls accommodate higher vertical load deflection.
- The wall failure modes were characterised by either diagonal cracking of individual blocks or spalling of block debris.
- The zero-mortar layer of interlocking block walls make them to have higher deflection when initially loaded before they can rapidly take up the compressive load until failure is experienced.

References

[1] Uzoegbo, H.C., Senthivel, R. and Ngowi, J.V., "Load capacity of dry-stack masonry walls", The masonry society journal, 41-52, (2007).
[2] Aguwa, I., "Performance of laterite cement blocks as walling units in relation to sand-crete blocks", Leonardo electronic journal of practices and technologies, 16: 189-200, (2010).
[3] Raheem, A.A., Osuolale, O.M., Onifade, I. and Abubakar, Z., "Characterisation of laterite in Ogbomoso Oyo State, Nigeria", Journal of engineering research, 15(2): 71–79, (2010).
[4] Musa, A. and Mustapha, A.M., "Effect of rice husk ash on cement stabilized laterite", Leonardo electronic journal of practices and technologies, 11: 47-58, (2007).
[5] Ahmad, Z., Othman, S.Z., Yunus, B.M. and Mohamed, A., "Behaviour of masonry wall constructed using interlocking stabilized soil cement bricks", World academy of science, engineering and technology, 5: 1765-1771, (2011).
[6] Bland, D.W., Jansen, D.C., Laursen, P.T., Stirling, B.J. and Qu, B., "Interlocking compressed earth block walls: In-plane structural response of flexure-dominated walls", WCEE, (2012).
[7] Sanewu, I.F., Kaluli, J.W., Maritim, N.K. and Kabubo, C.K., "Effect of municipal solid waste ash on the strength of earthen bricks and walls", Journal of agriculture science and technology, 16(2): 140-155, (2014).
[8] Walker, P.J., "Strength, durability and shrinkage characteristics of cement stabilized soil blocks", Cement concrete composites, 17: 301-310, (1995).
[9] Amu, O.O., Bamisaye, O.F. and Komolafe, I.A., "The suitability and lime stabilization requirement of some lateritic soil samples as pavement", International journal of pure and applied science technology, 2(1): 29-46, (2011).
[10] Herrier, G., Berger, E. and Bonelli, S., "The Friant-Kern Canal: a forgotten example of lime-treated structure in hydraulic conditions. 6th international conference on scour and erosion, 1527-1534, (2012).
[11] James, J. and Rao, M.P., "Reaction product of lime and silica from rice husk ash", Cement and concrete research, 16: 67-73, (1986).
[12] Kenya Bureau of Standards (KEBS)., KS 02-1070, "Specifications for stabilized soil blocks", Nairobi, (1993).
[13] British Standards Institution (BSI)., BS EN 1052:1, "Methods of test for masonry: Part 1-Determination of compressive strength", (1999).
[14] Paige, G.P., "The durability of stabilized materials", The 12th international conference of international association for computer methods and advances in geomechanics, India, 3787-3793, (2008).

[15] Bhattacharja, S. and Bhatty, J.I., "Comparative performance of Portland cement and lime stabilization of moderate to high plasticity clay soils", Portland Cement Association, RD125, Skokie, Illinois, (2003).
[16] Bell, F.G., "Lime stabilization of clay minerals and soils", Eng. Geology, 42(4): 223-237, (1996).
[17] Jha J.N. and Kulbir, S.G., "Effects of rice husk ash on lime stabilization of soil", ResearchGate, 87: 33-39, (2006).
[18] Manasseh, J. and Joseph, E., "Comparative analysis of cement and lime modification of Ikpayongo laterite for effective an economic stabilization", Journal of emerging trends in engineering and applied sciences, 6(1): 49-56, (2015).
[19] Haji, A.F., Adnan, A. and Chew, K.C., "Geotechnical properties of a chemically stabilized soil from Malaysia with rice husk ash as an additive", Journal of geotechnical and geological engineering, 10(2): 117-134, (1992).
[20] Walker, R. and Pavia, S., "Behaviour and properties of lime-pozzolana pastes". Proc. 8th international masonry conference, International masonry society, Dresden, 353-362, (2010).
[21] Pushpakumara, B.H. and Subashi, G.H., "Characteristics of masonry blocks manufactured with rice husk ash and lime", The institution of engineers, Sri Lanka, 1-10, (2012).
[22] ASTM C1314-03b., "Standard test method for compressive strength of masonry prisms", ASTM international, (2012).
[23] Vermeltfoot, A., "Brick-Mortar interaction in masonry under compression", PhD Thesis, Eindhoven University of Technology, Eindhoven, (2005).

Zootekni

(Zootechnics)

TÜRKİYE VE KAZAKİSTAN'IN TARIMSAL POTANSİYELLERİNİN KARŞILAŞTIRILMASI VE TARIMSAL İŞBİRLİĞİ İMKÂNLARININ DEĞERLENDİRİLMESİ

Ali Karabacak[a], Savaş Çevik[b], M. Okan Taşar[c]
[a] Doç. Dr. Selçuk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Konya, Türkiye, akarabacak@selcuk.edu.tr
[b] Doç. Dr. Selçuk Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, İktisat Bölümü, Konya, Türkiye, scevik@selcuk.edu.tr
[c] Prof. Dr. Selçuk Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, İktisat Bölümü, Konya, Türkiye, otasar@selcuk.edu.tr

Özet

Tarımsal ürünlerin önemi gün geçtikçe artarken, tarımsal ticaret de uluslararası bir boyut kazandırmıştır. Artan nüfusa paralel olarak gıda açığı da artmış, ülkeler arasında tarımsal ticaretin boyutu genişlemiştir. Özellikle gelişmekte olan ülkelerin ekonomisinde tarımsal ürün ihracat ve ithalatları önemli bir yer tutmaktadır. Öte yandan Türk Cumhuriyetleri arasında her alanda işbirliğini geliştirmek önemli bir hükümet politikasıdır. Tarım sektörü de bu kapsamda önemli bir potansiyel işbirliği alanıdır. Çalışma Türkiye ve Kazakistan'ın tarımsal üretim yapılarını incelemeyi ve bu kapsamda potansiyel işbirliği alanlarını tespit etmeyi amaçlamaktadır. Çalışmada FAO verileri ile Türkiye ve Kazakistan'ın tarımsal üretim potansiyelleri ve tarım sektörü üretim ve ticaret yapıları karşılaştırmalı olarak ele alınmış ve işbirliği için potansiyel alanlar incelenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Tarımsal ürünler, Tarımsal ürün dış ticareti, Kazakistan, Türkiye

Abstract

While the importance of agricultural products has been increasing day by day in contemporary economies, agricultural trade has also gained an international dimension. Given the growing population, the food shortages have increased, and the size of agricultural trade among countries has expanded. Exports and imports of agricultural products play an important role especially in the economies of the developing countries. On the other hand, to develop cooperation in all areas between the Turkic republics has been an important government policy for Turkey. The agricultural sector is also an important area of potential cooperation in this context. The study aims to examine the agricultural production structures of Turkey and Kazakhstan and to identify areas of potential cooperation in this context. In the study, the agricultural production potentials of Turkey and Kazakhstan and the agricultural sector production and trade were compared and potential areas for cooperation were examined through FAO data.

Key Words: Agricultural products, Agricultural foreign trade, Kazakhstan, Turkey

1. Giriş

Dünya nüfusunun hızla artması tarım sektörünü geçmişe nazaran daha stratejik bir konuma yerleştirmiştir. Tarımsal faaliyet gelişmekte olan ekonomilerde önemli bir yer tutmaktadır. Bir taraftan nüfusun önemli bir bölümü için istihdam sağlarken, diğer yandan dış ticaretin ithalat ihracat dengesini sağlamada önemli fonksiyonlar üstlenmektedir.

Türkiye'de tarımın milli gelirdeki payı %7 (Dünya Bankası 2016), tarımsal alanda istihdam edilen nüfus% 20 (BUGEM, 2017) dolayındadır. Kazakistan'da ise tarımın milli gelirdeki payı % 5, tarımsal alanda istihdam edilen nüfus ise % 14 dolayındadır (OECD, 2017). Türkiye iklim topoğrafya ve bitki çeşitliliği, Kazakistan ise geniş bir coğrafyaya sahip olması sebebiyle tarımsal potansiyelleri yüksek ülkeler olarak değerlendirilebilir. Ne var ki bu potansiyelin yeterince kullanıldığı söylenemez.

Türkiye ve Kazakistan arasında tarihi ve kültürel bağlar çok eskilere dayanmaktadır. Kazakistan'la ve diğer Türk cumhuriyetleriyle geçmişe dayalı bu bağların geliştirilmesi için ekonomik ilişkilerin çeşitlendirilmesi

ve artırılması oldukça önemlidir. Tarımsal ürün ticareti iki ülke arasındaki ilişkileri kuvvetlendirecek önemli bir alan olma özelliği taşımaktadır.

Çalışma, Türkiye ve Kazakistan arasında tarımsal ticaretin geliştirilmesi için potansiyel alanları incelemeyi amaçlamaktadır. Bu amaçla 2. Bölümde genel olarak iki ülkenin tarımsal potansiyeli karşılaştırmalı olarak incelenmekte, 3. Bölümde iki ülkenin tarımsal ürün dış ticaret yapıları incelenerek potansiyel ihracat/ithalat kalemleri tespit edilmeye çalışılmıştır.

2. Türkiye ve Kazakistan'ın Tarımsal Potansiyeli

Türkiye ve Kazakistan'ın arazi varlığı tablo 1 de görülmektedir. Kazakistan'ın yüzölçümü Türkiye'nin yaklaşık 3.5 katı, tarımsal alanı ise 5.6 katı büyüklüktedir. İklim ve coğrafi faktörlerin sınırlamalarına rağmen Kazakistan'ın çok büyük bir tarımsal arazi varlığına sahip olduğu söylenebilir.

Tablo 1. Türkiye ve Kazakistan'ın Arazi Varlıkları

(1000 ha)	**Kazakistan**	**Türkiye**
Ülke alanı	272.490	78.535
Arazi alanı	269.970	76.963
Tarımsal alan	216.992	38.561
Orman alanı	3.309	11.613
Kaynak: FAO, 2017		

Türkiye'nin ve Kazakistan'ın bitkisel üretimi ve bitkisel üretim alanları Tablo 2 ve Tablo-3'de verilmiştir. Kazakistan'da tarımsal alanın büyük kısmında buğday, arpa, ay çekirdeği, patates, yulaf, mısır, pamuk, aspir, kolza ve keten tohumu üretimi yapılmaktadır. Türkiye'de ise alan bakımından en geniş üretim tahıllar baklagiller ayçiçeği, patates, meyve ve sebzelerdir.

Tablo 2. Türkiye Kazakistan Bitkisel Üretim Miktarı ve Alanı (2014)

	Türkiye		**Kazakistan**	
Ürün	**Miktar (ton)**	**Alan (ha)**	**Miktar (ton)**	**Alan (ha)**
Kabuklu badem	73230	27020	100	100
Elma	2480444	171417	157870	30352
Kayısı	278210	117907	19086	3581
Enginar	34576	2750	500	20
Arpa	6300000	2718950	2411817	1909356
Kuru fasulye	215000	90449	600	600
Yeşil fasulye	638469	74000	2500	1200
Çilek	62879	2077	300	100
Karabuğday	-	-	46530	64481
Lahana ve diğ.	733081	36207	498046	19696
Avuç ve turp	557977	26323	523265	20194
Karnabahar Brokoli	202149	7860	1500	65
Diğer tahıllar	-	-	290000	181800
Kiraz	445556	79042	12000	1400
Vişne	182577	21703	200	30
Nohut	450000	388169	11500	44300
Biber kuru	15901	6675	400	190
Biber yeşil	2127944	101000	174174	8539
Pamuk lifi	846000	-	92500	-
Pamuk tohumu	1391200	-	176400	-
Salatalık	1780472	66000	395402	17659
Patlıcan	827380	26600	76838	3606
Turunçgiller	2158	46	800	50
Taze meyve	414369	40940	23500	15000
Sarımsak	25089	2796	31857	1528

Üzüm	4175356	467093	70327	14597
Yerfıstığı kabuklu	129633	33327	7047	4
Pırasa ve diğ.	223303	9850	106200	4428
Mercimek	367494	243370	4000	-
Keten tohumu	-	-	462117	556152
Mısır	6005000	655663	690194	125774
Kavun	1707302	101000	914682	43078
Kaynak: FAO,2017				

Karabuğday, sarımsak, keten tohumu, darı, yulaf, hardal tohumu, yağlı tohum bitkileri, bezelye, aspir, sorgum ve soya fasulyesi üretiminde Kazakistan'ın üretim miktarının Türkiye'den daha fazla olduğu görülmektedir. Bu üretim alanlarında Türkiye ihtiyaçlarını karşılamada Kazakistan'la işbirliğini geliştirebilir. Diğer bitkisel ürünlerde ise Türkiye'nin üretim miktarı Kazakistan'dan daha fazladır.

Tablo 3. Türkiye Kazakistan Bitkisel Üretim Miktarı ve Alanı (2014)

Ürün	**Türkiye**		**Kazakistan**	
	Miktar (ton)	**Alan (ha)**	**Miktar (ton)**	**Alan (ha)**
Darı	6824	2637	25800	43139
Mantar	38767	-	39141	-
Hardal tohumu	-	-	16198	39141
Fındık	2929	1210	400	400
Yulaf	237700	93606	279989	192261
Yağlı tohumlar			3500	1051
Kuru soğan	1790000	58315	608384	22936
Yeşil soğan	148255	20500	3600	206
Şeftali nektarın	608513	44070	1777	281
Armut	462336	24474	14162	2314
Kuru bezelye	1275	1149	45200	43506
Yeşil bezelye	105279	15300	1600	367
Erik	265490	20027	4955	977
Patates	4166000	128392	3410500	185103
Ayva	107243	5398	700	100
Kolza	110321	32133	251477	243363
Pirinç çeltik	844000	110880	389700	95277
Çavdar	330000	113176	72601	43719
Aspir	62665	43935	142430	251089
Pamuk tohumu	2350000	466839	320706	127563
Sorgum	81	20	794	1350
Soya fasulyesi	153432	34317	220906	116374
Çilek	376070	13423	6375	853
Şekerpancarı	16.743.045	287461	23882	933
Ayçiçeği çekirdeği	1657624	653323	529105	768739
Tütün	74696	99262	1603	541
Domates	11.850.000	319109	690466	28739
Taze sebze	307912	15900	318721	13610
Diğer sebzeler	39502	5610	36000	1457
Ceviz	180807	69395	2208	415
Karpuz	3885617	157520	1043308	45726
Buğday	20399068	7820750	15.226.900	11923000
Kaynak: FAO, 2017				

Tablo 4. de Türkiye'de üretilen ancak Kazakistan'da üretilmeyen bitkisel ürünler görülmektedir. Bu ürünlerin pazarlanmasında Kazakistan potansiyel pazar olarak değerlendirilebilir. Bunların içinde muz, zeytin, turunçgiller, fındık, çay ve bazı sebzeler gibi özel iklim kuşağında yetişebilen ihtiyaç fazlası olan ürünlerde Kazakistan'la ticari ilişkiler kurulabilir.

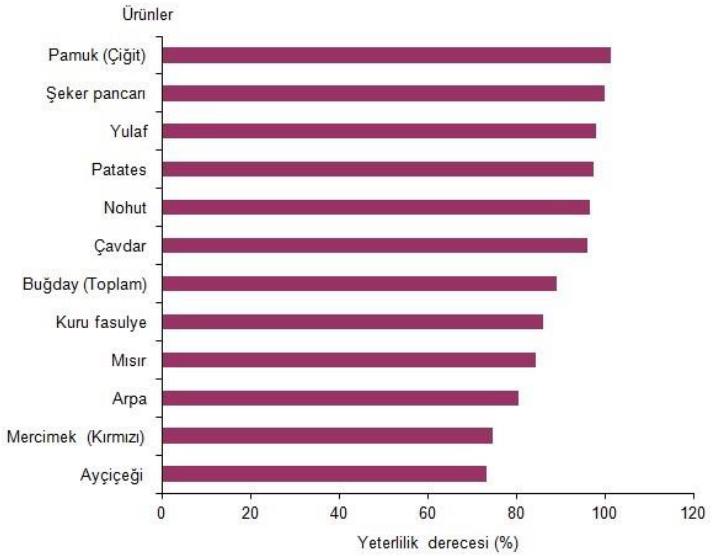
Tablo 4. Türkiye'de Üretilen Kazakistan'da Üretilmeyen Ürünler (2014)		
Ürün	**Ton**	**Alan**
Anason rezene kişniş	27309	38250
Kuşkonmaz	68	2
Avokado	1824	447
Muz	251994	5350
Bakla kuru fasulye	16109	5911
Kanarya tohumu	363	239
Keçiboynuzu	13985	631
Kestane	63762	11116
Hurma	33470	2062
Keten	7	-
Çekirdekli meyve	15323	224
Karışık tahıl	827	552
Greyfurt	229555	6388
Kendir posası	25	99
Kenevir tohumu	1	1
Kivi	31795	2219
Fındık, kabuklu	450000	701141
Limonlar	725230	27665
Marul ve hindiba	451485	19100
Bamya	33103	6020
Zeytin	1768000	826092
Portakal	1779675	54653
Antep fıstığı	80000	282334
Haşhaş tohumu	16223	26621
Bakliyat	3515	3411
Kabak	393530	22300
Susam tohumu	18111	26315
Baharatlar	34611	10929
Ispanak	207676	97960
Mandalina	1046899	41745
Hindistan cevizi	805	54
Çay	226800	76049
Triticale	113600	34885
Vanilya	280	-
Fiğ	74062	55318
Kaynak: FAO, 2017		

Türkiye ayrıca aspir, kuru çay, kuru soğan, armut üretiminde dünyada 6. sırada, greyfurt, limon, çavdar, ayçiçeği ve pamuk üretiminde 8. sırada, arpa üretiminde 9. sırada, portakal üretiminde 10. sırada ve buğday üretiminde 11. sırada yer almaktadır.

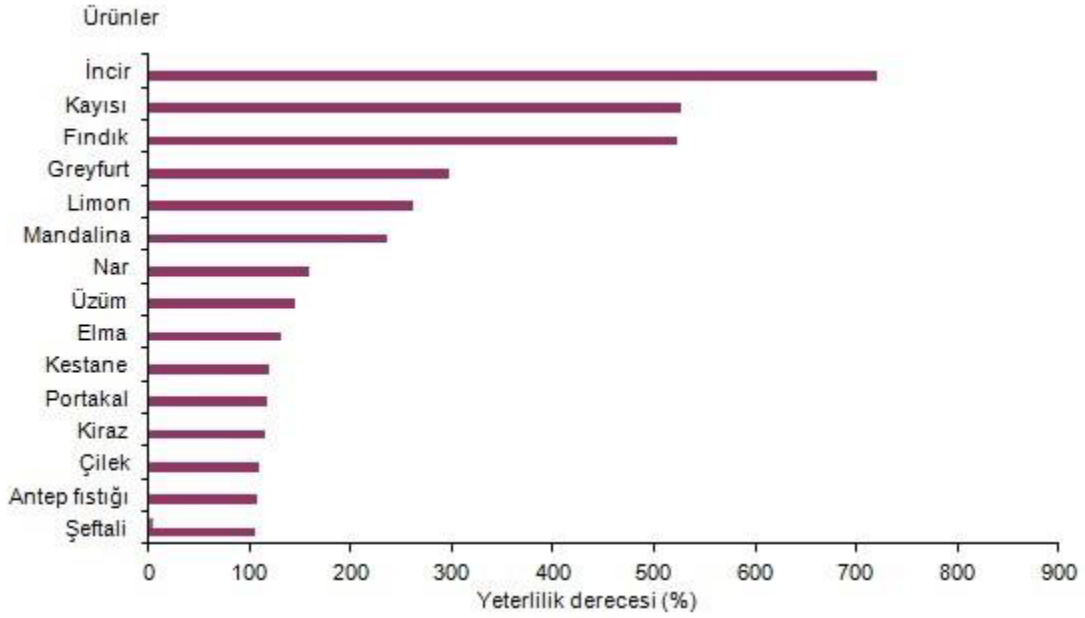
Tablo 5. Türkiye'nin Dünyada Lider Olduğu Tarımsal Ürünler (2014)				
Sıralama	Ürünler	Dünya üretimi* (ton)	Türkiye üretimi** (ton)	Dünya üretimindeki payı (%)
1	Fındık	713.451	412000	58
	Kiraz	2.245.826	445.556	20
	İncir	1.137.730	300.282	26
2	Kavun	29.626.335	1.707.302	6
	Kayısı	3.365.738	270.000	8
	Karpuz	111.009.149	3.885.617	3
	Salatalık	74.975.625	1.845.749	2
	Haşhaş tohumu	83.577	16.223	19
3	Mercimek	4.827.121	345.000	7
	Antep fıstığı	857.878	80.000	9
	Ayva	649.364	107.243	17
	Vişne	1.362.231	182.577	13
	Kestane	2.051.564	63.762	3
	Biber	32.324.345	2.127.944	7
	Fasulye taze	21.720.588	638.469	3
4	Ceviz	3.462.731	180.807	5
	Zeytin	15.516.980	1.768.000	11
	Domates	170.750.767	11.850.000	7
	Ispanak	24.277.812	207.676	1
	Mandalina	29.864.484	1.046.899	4
5	Nohut	13.731.001	450.000	3
	Şekerpancarı	269.714.067	16.742.968	6
	Elma	84.630.275	2.480.444	3
	Patlıcan	50.193.117	827.380	2
Kaynak: *FAO, **TÜİK, BÜGEM				

Şekil 1, 2 ve 3'te Türkiye'de seçilmiş bazı tarım ürünlerinin yeterlilik derecesi değerlendirilmiştir. Şekil-1'de ayçiçeği, mercimek, arpa, mısır, kuru fasulye ve buğdayda %30 ila %10 arasında üretim açığı olduğu görülmektedir. Şekil-2'de görüleceği gibi incir, kayısı, limon, greyfurt, fındık, mandalina, nar, üzüm ve elmada %30 ila %700 arasında üretim fazlası vardır. Şekil-3 de verilen sebzelerde ise %3 ila %30 arasında üretim fazlalığı olduğu göze çarpmaktadır.

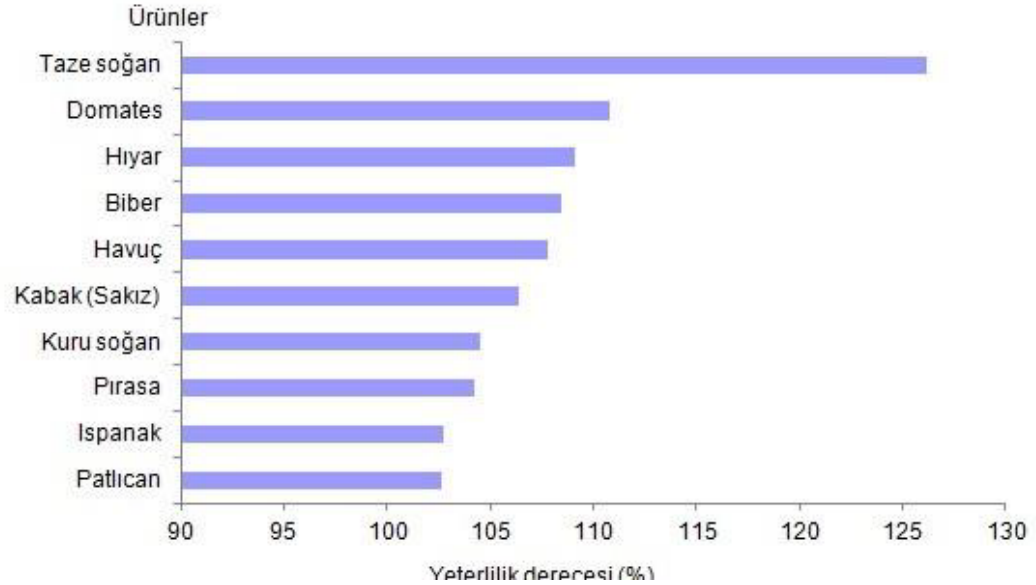
Şekil 1. Türkiye'de Seçilmiş Ürünlerde Yeterlilik Oranı, % (BÜGEM 2017)



Şekil 2. Türkiye'de Seçilmiş Ürünlerde Yeterlilik Oranı, % (BÜGEM 2017)



Şekil 3. Türkiye'de Seçilmiş Ürünlerde Yeterlilik Oranı, % (BÜGEM 2017)



Tablo-6'da Türkiye ve Kazakistan'ın hayvan varlığı görülmektedir. Hayvancılık Kazakistan'!da tarımsal faaliyetlerin en önemli parçasını oluşturur. Brüt zirai üretimin %47'si hayvancılık faaliyetlerinden oluşmaktadır. Hayvancılık Kazakistan ekonomisi için de gelir ve istihdam yaratma bakımından önemli bir faaliyet alanıdır. Sektörün geleneksel üretim yapısından kaynaklanan verimlilik ve ham et ürünlerinin işlenmesi ile ilgili problemlerin üstesinden gelmek ve sektörün ihraç potansiyelini artırmak için Kazakistan halihazırda sektöre yönelik reform programları uygulamaktadır Tazhibaev vd., 2014).

Tablo-6'da görüleceği gibi deve, at ve tavşan dışındaki türlerde Türkiye'nin hayvan sayısı Kazakistan'dan daha fazladır. Türkiye'de kırmızı et üretiminde yıllardır süren ihtiyaç et ve canlı hayvan ithalatıyla giderilmeye çalışılmaktadır. Bu çerçevede Kazakistan potansiyelleri bakımından önemli bir ortak ülke olarak değerlendirilebilir. Ayrıca Kanatlı hayvan ve ürünlerinin pazarı olabilecek bir yapıya sahiptir.

Tablo 6. Türkiye ve Kazakistan'da Hayvan Varlığı (2014)		
Tür (baş)	**Türkiye**	**Kazakistan**
Sığır	14.223.109	5.85.1200
Koyun	31.140.244	15.197.780
Keçi	10.344.936	2.362.824
Tavuk	293.728.000	32.419.000
Manda	121.826	10.000
Eşek	170.503	30.000
Deve	1.442	160.915
At	131.480	1.784.500
Tavşan	50.000	78.000.000
Hindi	299.000	1.300.000
Domuz	2.655	922.296
Arıkovanı (adet)	7.082.732	-
Ördek	400.000	-
Kaz	912.000	-
Katır	41.397	-
Kaynak: FAO. 2017		

Türkiye ve Kazakistan'ın hayvansal üretim miktarları tablo 7. de verilmiştir. Kazakistan bir taraftan hayvansal ürünlerin pazarlanması bakımından önemli bir Pazar niteliği taşırken, diğer yandan Türkiye'nin ihtiyaçlarını karşılayacak ciddi bir hayvansal üretim potansiyeline sahiptir. Türkiye'de hayvansal ürün eksiğinin karşılanmasında bu potansiyelin harekete geçirilmesi için Kazakistan'la işbirliği geliştirilebilir.

Tablo 7. Türkiye Kazakistan Hayvansal Üretim Miktarları (2014)					
Ürün (Adet, ton)	**Türkiye**	**Kazakistan**	**Ürün Adet, ton**	**Türkiye**	**Kazakistan**
Yumurta (adet)	18.879.018.000	4.274.035.000	Tereyağı, inek sütü	183.700	18.794
Diğer yumurtalar (adet)	-	15.212.000	Keçi sütü peyniri	73	375
Bal	105.727	1.934	İnek peyniri	164.260	22.211
Deve eti	4	6.283	Taze Krema	6.500	15.000
Sığır eti	1.059.195	405.000	Yağsız inek sütü	4.423.485	387.360
Tavuk eti	1.894.669	134.450	Yağsız süt tozu	-	2.403
Keçi eti	31.011	21.700	Süt tozu	-	14.531
At eti	1.572	92.415	Süt susuz	-	10.500
Domuz eti	80	99.800	Peynir altı suyu	32.515	5.000
Tavşan eti	35	238	Koyun tereyağı	-	26.400
Koyun eti	82.485	138.630	Manda tereyağı	1.644	-
Taze inek sütü	16.998.850	5.020.353	Koyun peyniri	39.600	-
Taze keçi sütü	463270	1785	Yoğunlaştırılmış süt	1050	-
Taze koyun sütü	1113937	45800	Yoğurt	8000	-
Balmumu	4053	-	Ham ipek	50	-
Manda eti	351	-	Kaz eti	1.417	-
Ördek eti	302	-	Hindi eti	46.501	-
Taze manda sütü	54803	-	İpekböceği kozası	80	-
Kaynak: FAO, 2017					

3. Türkiye ve Kazakistan'ın Tarımsal Ticareti

Tablo-8'de Türkiye ve Kazakistan'ın 2013 yılı canlı hayvan ihracat ve ithalatları verilmiştir. Türkiye'nin 345.8 milyon dolar canlı hayvan ithalatı, 13.4 milyon dolar ihracatı olduğu görülmektedir. Kazakistan'ın ise 65.9 milyon dolar ithalatı, 545 bin dolar ihracatı mevcuttur.

Tablo 8. Türkiye ve Kazakistan'ın Canlı Hayvan İthalat ve İhracatları (2013)				
Ürün	**Türkiye**		**Kazakistan**	
	İthalat *	**İhracat ***	**İthalat ***	**İhracat ***
Canlı hayvan	1.136	24	-	-
Canlı hayvan yenmeyen	1.389	2.428	421	62
Arıkovanı	-	426	533	12
Deve	-	-	1	-
Sığır	300.758	1.159	56058	191
Tavuk	18.165	8.787	7923	13
Ördek	3	-	1	-
Keçi	1.470	253	-	-
At	8.628	365	608	175
Katır	-	-	1	-
Domuz	-	-	325	-
Tavşan	-	-	-	-
Koyun	14217	-	4	92
Hindi	35	-	-	-
Toplam	345.801	13.442	65.874	545
* 1000 dolar; Kaynak: FAO, 2017				

Tablo 9 ve 10 da Kazakistan ve Türkiye'nin tarımsal ürün ihracat ve ithalatları görülmektedir. Türkiye'de en yüksek ithalat buğday, pamuk ve mısırda, ihracat ise kabuklu fındık, ayçiçeği yağı ve tavuk etinde gerçekleşmiştir. Kazakistan'da ise en yüksek ithalat tavuk eti, ayçiçeği yağı ve çayda, ihracat ise buğday, pamuk ve keten tohumunda gerçekleşmiştir. Görüldüğü gibi pamuk ve buğday Türkiye'nin ithalatında, Kazakistan'ın ihracatında, tavuk eti ve ayçiçeği yağı ise Türkiye'nin ihracatında, Kazakistan'ın ithalatında ön plana çıkan önemli tarımsal ürünler olarak görülmektedir.

Tablo 9. Türkiye ve Kazakistan'ın Tarımsal Ürün İhracat ve İthalatları, 2013				
Ürün	**Türkiye**		**Kazakistan**	
	İthalat*	**İhracat***	**İthalat***	**İhracat***
Yonca	2.570	60	-	-
Badem	40.587	91.566	7.348	23
Elma	2.067	48.951	64.111	65
Kayısı	1	42.444	52.668	111
Muz	115.317	-	22.897	77
Arpa	85.782	54	9.689	58.852
Buğday	833	3.632	20.589	14
Tereyağı	86.896	3.049	38.127	1.325
Havuç turp	7	8.905	26.028	202
Peynir	1.173	47.846	20.373	44
Kiraz	19	154.717	39.949	63
Pamuk lifi	1.681.402	100.196	21	113.951
Pamuk atığı	7.132	84.913	49	760
Pamuk tohumu	8.152	3.959	-	190
Gıda atığı	93.433	187.424	34.848	1.809
Kuru meyve	2.613	22.094	46.865	5.130
Taze meyve	643	112.021	6.042	24
Meyve preparatı	29.199	352.288	23.088	96
Sarımsak	6.624	55	6126	2
Karışık tahıl	-	-	9	35
Yapağı ince	2.942	339	17	-
Fındık-kabuklu	11.752	1.024.002	17.997	393
Deri sığır	45.230	734	14	4.064
Bal	-	12.956	796	60
Kivi	4.012	220	5.585	-
Keten tohumu	26.212	27	706	79.467

Mısır	1.548.133	88.124	2.001	1.381
Et	37.681	216	197	357
Sığır eti	25.855	6.337	74.178	4.279
Tavuk eti	710	596.749	185.020	1.884
Ördek eti	-	-	464	-
Koyun eti	-	218	1.033	218
Hindi eti	-	11.204	384	-
Kavun	242	4.027	24.853	1.619
Süt	1.014	223	387	
Süt tozu	85	3.428	19.038	6
İnek sütü	-	6.856	34.569	12.972
Darı	627	442	8	248
Fındık	4.221	25.456	309	77
* 1000 dolar; Kaynak: FAO, 2017				

Tablo 10. Türkiye ve Kazakistan'ın Tarımsal Ürün İhracat ve İthalatları, 2013

Ürün	Türkiye (1000 dolar)		Kazakistan (1000 dolar)	
	İthalat	İhracat	İthalat	İhracat
Pamuk tohumu yağı	348	982	10	21.945
Keten tohumu yağı	47	206	155	12
Mısır yağı	47.538	48.872	239	-
Zeytinyağı	413	294.543	4.829	2
Palm yağı	499.240	1291	12.688	-
Soya yağı	7.053	13.122	19	6080
Ayçiçeği yağı	918.364	495.132	89.921	14.635
Bitkisel kökenli yağlar	3.742	4.573	1.362	-
Zeytin	-	33.472	74	-
Portakal	10.437	183.815	9.736	51
Armut	142	9.726	9.947	-
Biber	6.484	1.408	4.266	-
Patates	7.880	43.242	22.636	1.809
Pirinç	150.522	7571	12.580	20.512
Koyun derisi kuru	19.494	330	-	3
Soya fasulyesi	642.979	12.472	3.926	9.427
Şekerleme	13.623	489.758	86.562	2.7397
Rafine şeker	9.390	44.375	71.228	9.987
Şeker	7.777	2.832	710	6
Ayçiçeği çekirdeği	474.002	101.091	20.666	26.294
Çay	17.554	17.554	147.705	7.194
Tütün ürünleri	125.657	91.060	29.329	-
Domates	45	391.230	43.114	49
Taze sebze	13	3.656	41.842	70
Gofret	15.697	213.011	29.043	4.324
Karpuz	25.316	22.927	817	16
Buğday	1.289.235	79.317	652	1.234.965
Yün	901	92	-	-
Yoğurt	-	-	5.425	1.851
*1000 dolar; Kaynak: FAO, 2017				

Kazakistan Türkiye arasındaki 2013-2014-2015 yıllarına ait toplam dış ticaret tablo 11 de verilmiştir. Hem ihracat hem de ithalat rakamlarının yıllar itibariyle düştüğü gözlenmektedir. Kazakistan'ın Türkiye'ye ihracatında en önemli tarımsal ürün buğday ve buğday unudur.

Tablo 11. Kazakistan'ın Türkiye ile Toplam Dış Ticareti (milyon dolar)			
	2014	2015	2016
Türkiye'den ithalat	1015	739	618
Türkiye'ye ihracat	2272	1276	851
Buğday mahlut ihracatı	960	689	685
Buğday mahlut unu ihracatı	562	494	505
Kaynak: Ekonomi Bakanlığı (2017), www.ekonomi.gov.tr			

Türkiye ve Kazakistan'ın aralarındaki 2013 yılı tarımsal ticareti tablo 12 de görülmektedir. Türkiye'nin Kazakistan'a ihracatında çikolata ürünleri, keten atığı ve un ilk sıralarda yer alırken, Kazakistan'ın Türkiye'ye ihracatında buğday, buğday kepeği ve kolza ilk sıralarda yer almaktadır.

Tablo 12. Kazakistan ve Türkiye Arasında Tarımsal Ticaret (1000 dolar, 2013)					
Ürün	**Türkiye İhracat**	**Kazakistan İhracat**	**Ürün**	**Türkiye İhracat**	**Kazakistan İhracat**
Canlı hayvan	5		Meyveler	1315	
Anason, rezene, kişniş	5		Glikoz	62	
Elma	33		Greyfurt	78	
Kayısı	35		Üzüm	14	
Kuru kayısı	620		Fındık	602	
Kuru fasulye	16	26	Post		40
Bitkisel mum	2		Bal	11	
Arıkovanı	5		Meyve suları	815	
Buğday		54005	Limon	784	
Alkolsüz içecekler	126		Mercimek	214	74
Buğday kepeği		14	Keten tohumu		4674
Ekmek	21		Makarna	46	
Ceviz	10	18	Mısır	134	
Lahana Havuç turp	16		Margarin	52	
Kaju fıstığı	31		Süt tozu	105	
Karnabahar brokoli	3		Şeker kamışı	99	
Kahvaltılık hububat	222		Konserve mantar	3	
Vişne	110		Bitkisel yağlar	1521	
Nohut	24		Portakal	334	
Biber	52		Pasta	1521	
Gofret	406		Şeftali nektarin	57	
Çikolata ürünleri	8387		Armut	52	
Tarçın karanfil	3		Turunçgiller kuru	4	
Sebze ve yan ürünleri	259		Biber	8	1
Vanilya	4		Ananas	1	
Kakao yağı kekleri	148		Antepfıstığı	69	
Kahve exraktı	4		Erikler	47	
Kavrulmuş kahve	40		Haşhaş tohumu	141	
Pamuk lifi	7	528	Kabak	9	
Hammadde	465	2562	Ayva	19	
Salatalık hurma	4		Kuru üzüm	24	
Domates	144		Kolza tohumu		3094
Damıtma ürünleri		492	Pirinç	45	36
Hazır yağ	358		Susam tohumu	4	
Yağ asidi	37	48	Baharatlar	22	
İncir	1186		Çilek	8	
Keten atığı	2		Şeker	5163	
Un	22	89	Ayçiçeği	4182	284
Hazır yiyecekler	3271		Konserve mısır	2	
Gıda preparatları	89		Mandalina	327	
Tütün	2102		Çay	38	
Kaynak: FAO, 2017					

4. Sonuç

Türkiye ve Kazakistan'ın dış ticaret hacmi yıllar itibariyle bir azalış göstermektedir. Bu ticarette tarımsal ürünlerin payı ise oldukça düşüktür. Oysa her iki ülke hem önemli ölçüde tarım ürünleri ithal etmekte hem de tarımsal ürünleri ihraç edecek bir potansiyeline sahiptir. Elde edilen verilerin ışığında bu potansiyelin harekete geçirilerek karşılıklı tarımsal ürün ticaretinin arttırılabileceği görülmektedir. Türkiye iklim ve coğrafyasının avantajı ile daha geniş tarım ürünü yelpazesine sahiptir. Ayrıca tarım teknolojileri konusunda elde ettiği tecrübeleri aktarabilecek bir birikimi de vardır. Türkiye'nin elde ettiği tecrübelerini aktarması aynı zamanda iki ülke arasındaki ticari ilişkilerin geliştirilmesi, Türkiye'nin ve Kazakistan'ın tarihi ilişkilerinden kaynaklanan bir sorumluluk olarak değerlendirilebilir.

Kaynakça

BUGEM (2017). Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı Bitkisel Üretim Genel müdürlüğü Faaliyetleri. Ankara. (http://www.tarim.gov.tr/Belgeler/SagMenuVeriler/Tarimsal_Veriler.pdf). Erişim Tarihi: 10/10/2017.

FAO (2017). Food and Agriculture Organization. (http://www.fao.org/faostat/en/#data). Erişim Tarihi: 10/10/2017.

Dünya Bankası (2016). WDI. (http://data.worldbank.org) .Erişim Tarihi: 10/10/2017.

OECD (2017). OECD Producer and Consumer Support Estimates Database, http://www. oecd.org/agriculture/agricultural-policies/producerandconsumersupportestimatesdatabase.htm, Erişim Tarihi: 10/09/2017.

Tazhibaev, S. vd. (2014). "Issues in the Development of the Livestock Sector in Kazakhstan", Procedia - Social and Behavioral Sciences, 143:610-614.

KONYA İLİ EREĞLİ İLÇESİ SÜT SIĞIRCILIĞI İŞLETMELERİNİN YAPISAL ÖZELLİKLERİ

THE STRUCTURAL CHARACTERISTICS OF DAIRY CATTLE FARMS IN EREĞLİ DISTRICT IN KONYA PROVINCE

Fatma Avsever[a], Uğur Zülkadir[b]
[a] Ereğli Gıda Tarım ve Hayvancılık Müdürlüğü, Ereğli/Konya/Türkiye, su.9898@hotmail.com
[b] Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Zootekni Bölümü, Selçuklu/Konya/Türkiye, uzulkad@selcuk.edu.tr

Özet

Bu çalışma Ereğli ilçesinde süt sığırcılığı işletmelerinin yapısal özelliklerini belirlemek amacı ile 44 mahallede toplam 191 adet süt sığırı işletmesinde işletme, işletmeci, barınaklar, yemleme, sağım, süt işleme ve pazarlama, yetiştirme, bitkisel üretim ve hayvan sağlığı ile ilgili anket yoluyla toplanan bilgilerin değerlendirilmesi amacıyla yürütülmüştür. İşletmelerde kullanılan ahırların % 19.37'sinin kapalı, % 47.13'ünün yarı açık ve % 33.5'inin ise açık olduğu; bunların da % 21.47'sinin bağlı duraklı, % 43.98'inin serbest duraklı ve % 34.55'inin de duraksız olduğu görülmüştür. İşletmecilerin ortalama yaşlarının 44.20 olduğu belirlenmiştir. İşletmecilerin eğitim düzeylerine bakıldığında % 74.83'ünün ilkokul ve ortaokul mezunu oldukları, işletmelerin mülkiyet durumuna bakıldığında %7.73'ü kira ve ortak, % 92.15'inin şahsa ait olduğu belirlenmiştir. Düvelerin ilkine damızlıkta kullanma yaşının ortalama 17.84 ay, işletme başına düşen sığır sayısının ise 96.86 baş olduğu belirlenmiştir. Buzağıların analarını ortalama 52.23 gün emdiği, buzağılara kesif yem vermeye ortalama 26.52 günlük yaşta başlandığı doğum yapmış ineklerin doğumdan sonra ortalama 66.53 gün sonra tohumlandığı, bir suni tohumlamanın maliyetinin ortalama 92.88 TL olduğu, kuruda kalma süresinin ise 64.58 gün olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca işletmelerin % 34.32'sinde alet ekipman bulunmazken, % 39.27'sinde ise alet ekipman olarak sadece traktör bulunduğu, işletmecilerin % 44.51'inin sağım esnasında hayvanlara yemleme yaptıkları, % 55.49'unun ise yemleme yapmadığı, % 98.95'inin sağımdan önce meme temizliği yaptıkları görülmüştür. İşletmecilerin % 93.71'i hayvanların gelişimini takip ederken, % 6.28'i ise hayvanların gelişimini takip etmedikleri belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Barınaklar, Irk, Süt sığırcılığı işletmeleri, Verim, Yapısal özellikler

Abstract

The purpose of this study was to determine structural features of the dairy farms in Eregli district. Hence, information collected about management, operators, shelters, feeding, milking, milk processing and marketing, breeding, plant production, and animal welfare from 191 dairy cattle companies in 44 neighborhoods. About 19.37 percent of the barns used in 191 companies were closed, 47.13 percent were half-open, and 33 percent were open; about 21.47 percent of these barns were tied stationary, 43.98 percent were free stationary, and 34.55 percent were without stationary. The average age of the operators determined to be 44.20. When looked at their education backgrounds, 74.83 percent had either primary or middle school degrees. The ownership statuses of these barns were as follows: 7.73 percent of the barns were rented and part owned, and 92.15 percent of the barns were belonging to the owners. It was observed that the average age of heifers with the first insemination in breeding was 17.84 months, and the number of cattle per farm found to be 96.86. It was determined that calves suck milk an average of 52.23 days; they were started to give concentrate pellet feed in an average of 26.52 days; after giving a birth, the cows were fertilized again in an average of 66.53 days; the average cost of fertilization found to be 92.88 Turkish liras; and the duration of dry period determined to be 64.58 days. Furthermore, 34.32 percent of the companies did not have tools and equipment, and 39.27 percent of these companies had only tractors as their equipment; 44.51 percent of the companies observed to be animals feeding during milking, and 55.49 percent were not feeding during milking; and in the 98.95 percent of the companies, the cows' breasts were cleaned before milking. It was determined that 93.71 percent of the managers followed the development of animals, while 6.28 percent did not follow.

Key words: Dairy farms, Efficiency, Race, Shelters, Structural features

1. Giriş

Ereğli ilçesi 2.260 km^2 yüz ölçümüne sahiptir. Tarımsal üretim yapılan tarım 122.164 ha'dır. Bu alanın 72.164 hektarı kıraç arazi ve 50.000 hektarı sulanabilir arazi vasfındadır. İlçenin kültür arazisinin 115.057 hektar alanda tarla tarımı yapılmaktadır. Geriye kalan kültür arazisinin ise 3.968 hektarında meyvecilik, 300 hektarında bağcılık ve 3.495 hektarında sebzecilik olmak üzere toplam 7.783 hektarlık alanda bağ-bahçe ziraatı yapılmaktadır. İlçe de 1991 yılında 21.551 olan sığır varlığı 2015 yılında 125.018'e çıkmış, 1991 yılından 2015 yılına kadar ki sığır varlığı artışı % 480 olarak gerçekleşmiştir. Bu yıllar arasında süt üretimindeki artış ve sağmal hayvan başına verim ise sırasıyla 22.113 tondan 151.575 tona çıkmış, hayvan başına verim ise 2.190 kg'dan 3.891 kg'a yükselmiştir. Bu artışta yerli ırkların sayısındaki azalışa paralel olarak kültür ve melezlerindeki artış rol oynamıştır. Ereğli ilçesinde işletme sayısı 6.224 dür, bunun Konya içindeki payı % 5.95, işletmelerde mevcut hayvan sayısı 167.240 Konya'daki payı ise % 17.79 'dur [1].
Ülkesel veya bölgesel düzeyde yapılması düşünülen her türlü çalışmaya envanter çalışmaları temel teşkil etmektedir. Yetiştirici düzeyinde ıslah ve çevre faktörlerinin iyileştirilmesine yönelik yapılacak bütün çalışmalarda başarılı olabilmek doğrudan doğruya yetiştiricilerin katılımlarına bağlıdır. Yetiştiricilerin katılımları ise ancak, yapılacak çalışmaların onların ihtiyaçlarına yönelik olması durumunda gerçekleşebilir. Yetiştiricilerin hangi noktalarda nelere ihtiyaçlarının olduğunu belirlemenin tek yolu ise ankete dayalı bu tip envanter çalışmalarıdır. Bu çalışmada Ereğli de süt sığırcılığı ile uğraşan işletmelerde hayvan mevcudunun ırklara göre dağılımları, ilçede en çok karşılaşılan sorunlar, üretimde girdi kullanımı bakımından gözlenen farklılıklar ile sağım ve sütün pazarlanması ile ilgili mevcut durum ve sorunlar ortaya konacaktır. Bunun yanında işletmelerin sosyal durumları, eğitim düzeyleri sütün pazarlanması ve değerlendirilmesi, tohumlama, barınaklar, sürü sağlığı uygulamaları ve bu işletmelerin teknik durumları ile ilgili sahip oldukları sorunlar ortaya konacaktır.

Bu çalışmada Ereğli de süt sığırcılığı ile uğraşan işletmelerde hayvan mevcudunun ırklara göre dağılımları, ilçede en çok karşılaşılan sorunlar, üretimde girdi kullanımı bakımından gözlenen farklılıklar ile sağım ve sütün pazarlanması ile ilgili mevcut durum ve sorunlar ortaya konacaktır. Bunun yanında işletmelerin sosyal durumları, eğitim düzeyleri sütün pazarlanması ve değerlendirilmesi, tohumlama, barınaklar, sürü sağlığı uygulamaları ve bu işletmelerin teknik durumları ile ilgili sahip oldukları sorunları ortaya koymaktır.

2. Materyal Metot

Araştırmanın materyalini Konya İli, Ereğli ilçesinde bulunan 44 mahallede mevcut bazı süt sığırı işletmelerinden anket yoluyla derlenen orijinal veriler oluşturmuştur. Anketlerin uygulandığı işletmeler basit tesadüfi örnekleme metodu ile belirlenmiş olmakla birlikte, zaman ve maliyet kısıtlaması nedeni ile ulaşılabilen 191 adet süt sığırcılığı işletmesinin Ereğli ilçesinin temsil kabiliyeti açısından yeterli olduğu varsayımı kabul edilmiştir. Anketler araştırmacı tarafından işletmeler dolaşılarak karşılıklı görüşmeler sonucunda doldurulmuş olup, anket çalışması 2016 yılı Ocak-Nisan döneminde yapılmıştır.

Araştırmada kullanılan anket evet- hayır veya birkaç seçenekli cevabı olan, kesikli varyasyon gösteren özelliklere khi-kare (χ^2) testi uygulanmıştır [2].

3. Araştırma Sonuçları ve Tartışma

Araştırma yapılan 191 işletmede ortalama işletmeci yaşı 45 civarındadır. Bu işletmelerin % 23.56'sı sulanabilir araziye sahip değildir. İşletmelerin % 86.9'u 100 da'dan daha küçük araziye sahip olup genellikle küçük işletmelerdir. İşletmelerin % 63.35'i 49 baş ve altında iken % 29.85'i 50-200 baş, % 3.14'ü 200-500 baş, % 3.66'sı ise 500 baş ve üzeridir (Çizelge 4.1). İşletmelerdeki hayvanların % 95.79'unun Siyah Alaca ve Siyah Alaca melezi, % 0.47'sinin Esmer ırk, % 0.88'inin yerli ırklar, % 2.85'inin ise Simmental ırkı sığırlardan oluştukları görülmüştür.

Çizelge 4.1. İşletmelerde Mevcut Sığır Sayısına ait X^2 Test Sonuçları

	Mevcut Sığır Sayısı (Baş)				
	0-49	50-200	201-500	500 üstü	Toplam
Gözlenen	121	57	6	7	191
%	63.35	29.85	3.14	3.66	100
	χ^2 değeri = 185.4398		SD = 3	P<0.000	

Çalışmada barınakların % 19.37'sinin kapalı, % 47.13'ünün yarı açık, % 33.5'inin ise açık sistem, % 21.47'sinin bağlı duraklı (41), % 43.98'inin serbest duraklı (84), % 34.55'inin (66) de duraksız sistemde yapıldığı görülmüştür. Barınakların mülkiyetleri ise % 5.24'ü kira, % 92.15'i özel mülk ve % 2.61'i de ortak olarak kullanılmaktadır.

[3], Aydın ilinde yaptıkları çalışmada kapalı sabit duraklı ahırların oranını % 13.1, kapalı serbest dolaşımlı ahırların oranını % 35.6, yarı açık sabit duraklı ahırların oranını % 17.2, yarı açık serbest dolaşımlı ahırların oranının ise % 34.10 olarak belirlendiğini bildirmişlerdir.

Çalışmada işletmelerin % 62.83'ünün düzenli kayıt tuttuğu, % 37.17'sinin tutmadığı, işletmelerin % 30.6'sında üretime çocukların etkisinin olduğu, % 69.1'inde olmadığı, % 69.63'ünde üretime kadınların etkisinin olduğu, % 30.37'sinde olmadığı, işletmecilerin % 92.15'inin sosyal güvencelerinin olduğu, % 7.85'inin sosyal güvencelerinin olmadığı, % 87.43'ünün birlik veya kooperatife üye olduğu, % 17.56'sının üye olmadığı, işletmecilerin % 74.44'ünün teknik bilgi aldıkları, % 23.56'sının teknik bilgi almadığı belirlenmiştir (Çizelge 4.2). Teknik bilgi alan üreticilerin % 39.31'inin İl, İlçe Müdürlüklerinden, % 14.49'unun özel veterinerlerden, % 39.31'inin tarım teşkilatı ve özel veterinerlerden, % 1.37'sinin üniversiteden, geriye kalan % 5.52'lik kısmın ise basın ve diğer kaynakların kombinasyonundan teknik bilgileri aldıkları tespit edilmiştir.

Çizelge 4.2. İşletmedeki kayıt, teknik bilgi alma, sosyal güvence durumu, örgütlere üyelik durumu, üretime kadınların ve çocukların katkısı

Özellikler	**n**	**Evet (%)**	**n**	**Hayır (%)**	**χ^2 Değeri**	**SD**	**P**
İşletmede düzenli kayıt tutuluyor mu?	120	62.83	71	37.17	12.5706	1	P<0.000
Üretime çocukların etkisi var mı?	59	30.9	132	69.1	27.9005	2	P<0.000
Üretime kadınların etkisi var mı?	133	69.63	58	30.37	29.4502	2	P<0.000
İşletmecinin sosyal güvencesi var mı?	176	92.15	15	7.85	135.712	1	P<0.000
İşletmeci birlik veya kooperatife üyemi?	167	87.43	24	17.56	107.0628	1	P<0.000
İşletmeci teknik bilgi alıyor mu?	146	74.44	45	23.56	53.4083	1	P<0.000

[4]'in Erzurum ili Hınıs ilçesinde yaptığı çalışmada sığırcılık işletmelerinde % 26 oranında düzenli kayıt tutulma alışkanlığı söz konusu iken, % 74'ünde kayıt tutulma alışkanlığının olmadığını saptamıştır. Hınıs

İlçesi'ndeki sığır yetiştiricilerinin % 83'ünün işletmelerini daha modern ve verimli hale getirmek üzere teknik bilgilerini güncelleme konusunda destek alma gereksinimi duymadıkları, ancak % 17'lik bir kısmının hayvancılıkla ilgili teknik bilgilerini yenileme ve geliştirme ihtiyacında bulunduklarını belirlemiştir.

İşletmelerin % 34.32'sinde hiçbir alet ekipmanın olmadığı, % 39.27'sinde sadece traktör olduğu, % 2.6'sında traktör ve biçerdöver, % 7.8'inde traktör ve silaj makinesi, % 2.6'sında traktör ve balya makinesi, % 2.6'sında traktör, biçer-döver, silaj makinesi, % 8.84'ünde ise traktör, biçerdöver, silaj makinesi ve balya makinesi olduğu tespit edilmiştir.

[5] yapmış olduğu çalışmada incelenen işletmelerin % 23.74'ünde alet ekipman bulunmadığını, % 66.7'sinde ise alet ekipman olarak sadece traktör bulunduğunu bildirmiş olup, bildirilen bu oranın mevcut çalışmada elde edilen değerlere göre yüksek olduğu görülmüştür.

Çalışmada işletmecilerin % 44.5'inin sağım esnasında hayvanlara yemleme yaptıkları, % 55.49'unun ise yemleme yapmadığı, % 4.71'inin süt ürünleri sattıklarını, % 95.29'unun satmadığını, % 4.71'inin sütü alan ile başka ticaret yaptığını, % 95.29'unun ise yapmadığı belirlenmiştir. İşletmecilerin % 98.95'inin sağımdan önce meme temizliği yaptıkları, % 1.05'inin ise yapmadığı tespit edilmiştir. İşletmeciler ürettikleri sütün % 33.5'ini kooperatife, % 43.08'ini süt toplayıcısına, % 21.8'ini fabrika veya mandıraya vermekte, % 1.59'unu de kendileri pazarlamaktadır. İşletmelerdeki sağımın % 15.71'i evin kadını tarafından, % 45.55'i evin erkeği tarafından, % 18.85'i hem erkek, hem kadın tarafından, % 19.87'si ise işletmelerdeki isçiler tarafından yapılmaktadır.

[6] yaptıkları bir çalışmada işletmeler sütlerinin % 32.05'ini mandıraya, % 38.23'ünü özel sektöre, % 29.1'ini süt fabrikalarına ve % 0.6'sını kendisinin tükettiğini bildirmişlerdir. Bildirilen bu değerler mevcut çalışmada elde edilen değerlerle benzerlik göstermektedir.

Çalışmada ineklerin kızgınlığa geldiğini bilen işletmeci oranı % 98.95 iken % 1.05'i kızgınlığı tespit edememektedir. İşletmecilerin % 11'i hayvanların altında altlık kullanırken % 89'u altlık kullanmamakta, doğan buzağıların % 39.27'sinin göbek kordonu bağlanırken % 60.73'ünde göbek kordonu bağlanmamaktadır. Yeni doğan buzağılara ağız sütü içirme oranı % 100 olarak görülmüştür. Ayrıca işletmede herhangi bir zamanda güç doğumla karşılaşanların oranı % 67.02 iken % 32.98'i işletmelerinde güç doğumla karşılaşmamışlardır. Yavru atma olayı görülen işletmelerin oranı % 52.35 iken görülmeyen işletme oranı % 47.65 olarak belirlenmiştir. İşletmecilerin % 100'ü suni tohumlama yaptırdıkları, işletmelerin % 29.87'inde boğa bulunduğu, % 70.16'sında ise boğa bulunmadığı tespit edilmiştir (Çizelge 4.3). [7] yapmış olduğu çalışmada işletmecilerin % 28.6'sı mastitis, % 25.7'si ayak-tırnak, % 29.2'si güç doğum, % 26.9'u yavru atma sorunu olduğunu bildirmişlerdir. Bildirilen bu değerler mevcut çalışmada elde edilen değerlerde daha yüksek çıkmıştır.

Araştırmada işletmelerde kuruda kalma süresinin ortalama 64.58 gün olduğu, buzağıların analarını ortalama 52.23 gün emdiği, buzağılara kesif yem vermeye ortalama 26.52 günlük yaşta başlandığı, doğum yapmış ineklerin doğumdan sonra ortalama 66.53 gün sonra, düvelerin ise ilk defa ortalama 17.84 aylık yaşta tohumlandığı ve bir suni tohumlamanın maliyetinin ortalama 92.88 TL olduğu tespit edilmiştir.

Çizelge 4.3. Yetiştirme işleri ile ilgili bilgiler

Özellikler	Evet (%)	Hayır(%)	χ^2 Değeri	SD	P
İneklerin kızgınlığa geldiği biliniyor mu?	98.95	1.05	183.0837	1	P<0.000
Hayvanların altında altlık bulunduruluyor mu?	11	89	116.2356	1	P<0.000
Buzağılar doğduktan sonra göbek bağı bağlanıyor mu?	39.27	60.73	8.8010	1	P<0.000
Buzağılara ağız sütü içiriliyor mu?	100	0	191	0	P<0.000
İşletmede güç doğumla karşılaşıldı mı?	67.02	32.98	22.1204	1	P<0.000
İşletmede yavru atan inek oldu mu?	52.35	47.65	0.4240	1	P<0.000
İşletmede suni tohumlama yaptırılıyor mu?	100	0	191	0	P<0.000
İşletmede boğa bulunuyor mu?	29.87	70.16	31.0418	1	P<0.000

Araştırmanın yürütüldüğü işletmelerde günlük ortalama süt verimi 22 kg'dır. Entansif süt sığırcılığında ineklerin 10 ay süre ile sağıldığı düşünülürse bu ineklerin laktasyon süt verimlerinin yaklaşık 6-7 ton civarında olduğu söylenebilir. Türkiye'de sağmal hayvan başına süt verimi ortalamasının 2500 kg civarında olduğu dikkate alındığında Ereğli ilçesi süt sığırcılığı işletmelerinin bu yönden ileri düzeyde oldukları söylenebilir (Çizelge 4.4).

[8] Van ili süt işletmelerinde inek başına süt verimini 3-9 kg (% 82.5) ve 10-20 kg % 17.5) olarak bildirmişlerdir [9]. Kayseri'de süt sığırcılığı işletmelerinde işletme başına günlük ortalama süt üretimini 15.159 kg olarak bildirmiştir. Bu değer mevcut çalışmada elde edilen değerden düşük olarak bulunmuştur.

Çizelge 4.4. Süt verimine ilişkin bilgiler

Özellikler	n	$\overline{X} \pm \overline{Sx}$	En küçük	En büyük	χ^2 Değeri	SD	P
Günlük ortalama süt verimi (kg)	191	22*	12	36	202.8953	4	P<0.000
Kuruda kalma süresi (gün)	191	64.58±0.65	45	90	116.2356	1	P<0.000
Aylık ortalama süt üretimi (kg)	191	1020*	360	1080	477.4503	4	P<0.000

* : Ortanca Değer

Kızgınlığın tespitini hayvanın bakışından bilenlerin oranı % 5.2, başka ineklere atlamasından bilenler % 15.08, çara akıntısından bilenler % 8.32, bakış ve başka ineklere atlamasından bilenler % 17.16, çara akıntısı ve başka ineklere atlamasından bilenler % 13.52, bakış, çara akıntısı ve başka ineklere atlamasından bilenlerin oranı % 36.4 olarak tespit edilmiştir. Kızgınlığın tespitini bilgisayarlı kayıt ile tespit eden işletmelerin oranının % 3.64 olduğu görülmüştür. Ayrıca işletmecilerin hayvanların gelişmelerini takip ederken % 0.52'sinin ölçü, % 4.71'inin tartım, % 88.48'inin ise sübjektif metodu kullandıkları, % 6.28'inin ise hayvanların gelişmesini takip etmedikleri belirlenmiştir.

[10] yaptıkları bir çalışmada işletmelerin % 11'inin kızgınlığı anlamada hayvanın böğürme ve bakışından, % 35.1'inin hayvanın başka ineklere atlamasından, % 53.9'luk kısmının ise çara akıntısından kızgınlık tespiti yaptıklarını bildirmişlerdir. Araştırmacılar doğumdan sonra ilk tohumlamayı, işletmecilerin % 52.8 oranında doğumdan 2 ay sonra, % 7.8 oranında doğumdan 45 gün sonra, % 39.4 oranında ise hayvan ne zaman kızgınlığa gelirse yaptırdıklarını bildirmişlerdir. Araştırmacılar ayrıca düveleri 9 aylıkken ilk defa

tohumlananların % 1.4, 10 aylıkken tohumlananların % 7.2, 12 aylıkken tohumlananların % 42.8, 15 aylıkken tohumlananların % 13.3, 18 aylıkken tohumlananların % 22.1 ve 24 aylıkken tohumlananların ise % 7.7 olduklarını bildirmişlerdir. İşletmelerdeki buzağılara süt % 2.61 oranında emiştirme, % 0.52'sine kova, % 96.87'sine ise biberon ile verilmektedir. İşletmecilere süt sığırcılığı yapma nedenleri sorulduğunda % 5.23'ü ev ihtiyacını karşılamak için, % 40.31'i geçime katkı sağlamak için, % 46.08'i geçim kaynağı olduğu için, % 3.14'ü başka geliri olmadığı için, % 2.1'i ise alışkanlık, % 1.57'si geçime katkı ve ev ihtiyacını karşılamak için yaptıklarını belirtmişlerdir.

İşletmelerin sorunları nelerdir sorusuna, mera yok diyenlerin oranı % 1.05, yem fiyatı yüksek diyenlerin oranı % 8.9, süt fiyatı düşük diyenlerin oranı % 1.05, yem fiyatını yüksek, süt fiyatını düşük bulanların oranı % 11, kredi, mera, yem fiyatı ve süt fiyatını sorun olarak görenlerin oranı % 17.27, eğitim, yem fiyatı ve süt fiyatını sorun olarak görenlerin oranı % 3.14, mera, yem fiyatı ve süt fiyatını sorun olarak görenlerin oranı % 13.09, mera, yem fiyatı, süt fiyatı, sun'i tohumlama ve tohumluğu sorun olarak görenlerin oranı % 24.61, yem fiyatı, süt fiyatı ve sun'i tohumlamayı sorun olarak görenlerin oranı ise % 16.23 olarak belirlenmiştir.
[10] yaptıkları çalışmada işletmelerin süt sığırcılığı faaliyetini % 14 oranında ev ihtiyacını karşılamak için, % 1.7 oranında alışkanlıktan, % 9.8 oranında geçime katkı olması için, % 73.7 oranında geçim kaynağı olduğu için, % 0.8 oranında ise başka geliri olmadığı için yaptıklarını bildirmişlerdir. Çalışmada ayrıca işletmelerin sorunları olarak % 93.3 oranında yem fiyatlarının yüksek ve % 45 oranında da süt fiyatlarının düşüklüğü bildirilmiştir.

[11] Muş ilinde yaptıkları çalışmada yetiştiricilerin % 48.7'si yem/yem hammaddelerinin pahalı oluşundan şikayet ettikleri, % 15.4 oranında ise pazar yetersizliğini sorun olarak gördüklerini belirlemişlerdir. Yetiştiriciler sığırcılık faaliyetlerinin sorunlarını; süt (% 15.95) ve et (% 14.07) fiyatlarının düşük oluşu, meraların yetersizliği (% 11.26), uygun şartlarda kredi sağlanamayışı (% 10.13), tohumluk fiyatlarının yüksek oluşu (% 3.94), suni tohumlama uygulamalarının yetersiz oluşu (% 3.00) ve işletmecilerin eğitim eksikliği (% 2.25) şeklinde sıralamışlardır. Yetiştiricilerin devletten öncelikli beklentileri, uygun koşullarda kredi (% 42.7), veteriner hekimlik hizmeti (% 29.1) ve pazarlama (% 19.1) konularında yoğunlaştıklarını tespit etmişlerdir.

Çalışmada, işletmecilerin % 78.53'ünün hayvanlara kaba yem ile karma yemi birlikte verdikleri, % 18.84'ünün önce kaba yem sonra karma yem verdikleri, % 2.63'ünün ise önce karma yem sonra kaba yem verdikleri, ayrıca işletmecilerin % 40.31'inin yemi sağımdan önce vermeyi tercih ederken % 59.69'unun sağımdan sonra vermeyi tercih ettikleri görülmüştür. Çalışmada işletmecilerin hepsinin hayvanlara karma yem olarak fabrika yemi vermekte oldukları, bunun yanında işletmelerde bulunan arpa, mısır, yulaf, küspe, yonca, buğday, soya da verdikleri belirlenmiştir.

İşletmelerde verilen kaba yemin % 1.04'ünü saman, % 6.8'ini kuru ot ve saman, % 5.76'sını kuru yonca ve saman, % 14.69'unu saman ve silaj, % 2.62'sini saman ve diğer kaba yemler, % 3.14'ünü kuru ot, kuru yonca ve saman, % 45.54'ünü kuru ot, kuru yonca, saman ve silaj, % 15.18'inin ise kuru yonca, saman ve silajdan oluştuğu görülmektedir. Araştırmada ayrıca işletmelerin % 6.28'inin hayvanlara serbest yemleme yaptıkları, % 2.62'sinin günde 3 yemleme yaparken % 91.1'inin günde sadece iki defa yemleme yaptıkları görülmüştür.

İşletmelerin % 60.73'ünde yem bitkileri üretimi yapıldığı, % 39.27'sinde ise yapılmadığı, işletmede üretilen gübrenin % 79.79'unun değerlendirildiği, % 20.21'inin değerlendirilmediği, işletmelerin gübrenin % 86'sının kendi tarlalarında kullandıkları, % 12.74'ünün satıldığı % 1.26'sının ise hem kendi tarlasında kullandıkları hem de sattıkları tespit edilmiştir.

Araştırmada işletmelerin veteriner hizmet alımını hastalık görülünce alanların oranı % 66.14, düzenli alanların oranı % 27.31, bazen alanların oranı % 6.35 olduğu tespit edilmiştir. Veteriner hizmet alımını sadece devletten alanların oranı % 2.75 iken, özel sektörden alanların oranı % 86.9, hem devlet hem de özel sektörden alanların oranı ise % 11 olarak görülmüştür. İşletmecilerin hayvanlara şap, brucella ve şarbon aşılarını yaptırdıkları belirlenmiştir.

[11] Muş ilinde yaptıkları çalışmada işletmelerin % 50.7 oranında ayak ve tırnak, % 13.7 oranında mastitis, yine aynı oranda yavru atma problemleri, % 21.9 oranında güç doğumla karşılaşıldığını tespit etmişlerdir. Düzenli veteriner hekimlik hizmeti alanların oranı sadece % 8.1 olurken, hiç veteriner hekimlik hizmeti almayanların oranını % 8.9 olarak tespit etmişlerdir. Veteriner hekim hizmeti alan yetiştiricilerin % 77.4'ünün serbest veteriner hekimleri tercih ettiklerini belirtmişlerdir.

4. Sonuç ve Öneriler

İşletmelerde başta kayıt tutma, sürü sevk ve idaresi, sağım, sütün muhafazası ve pazarlanması, besleme ve sağlık-koruma konularında teknik bilgi eksikliği gözlenmiştir. İşletmelerin takibi noktasında mevcut kanunların uygulanmasında güçlükler çekildiği, desteklemelerin yetersiz olması yanında yıllar itibarıyla çok değişkenlik gösterdiği söylenebilir. Küçük ölçekli işletmeler ekonomik yönden de zayıf olduklarından bol ve hijyenik bir üretim için yeterli teknik donanıma sahip olamazlar. Küçük işletmeler rekabetten yoksun oldukları için gelecekte mevcut üretimlerine büyük ölçüde devam edemeyeceklerdir. Bunlar ya kapanacaklar ya da birleşerek daha büyük işlemelere dönüşeceklerdir.

Bu noktada yapılması gerekenler işletmelerin büyütülmesi, tamamının kayıt altına alınması, örgütlenmeye yönlendirilmesi, tarımsal desteklemelerin bu örgütler aracılığı ile yapılması ve bu desteklemelerin fazla değişkenlik arz etmeyip süreklilik göstermesi gerekmektedir.

Yetiştiricilere kayıt tutmanın önemi mutlaka anlatılmalıdır. Bu işi bir angarya olarak görmenin yanlışlığı, hayvanları tanımanın ve onların verimlerinin artırılmasının kayıt tutmaktan geçtiği mutlaka öğretilmelidir. Hayvanların uygun yemlerle beslenmesi, üretimin ekonomik olması için süt sığırcılığı yapan işletmecilere hayvanlar için belirli miktarlarda yem bitkisi üreterek hayvanların kaba ve bazı kesif yemlerin üretilmesi gerektiğinin anlatılması gereklidir.

Maliyeti azaltmak için işten anlamayanlar bakıcı olarak alınmakta bu nedenle de hayvanlara yeterince özen gösterilememektedir. Yeterince bilgiye ve tecrübeye sahip bakıcılarla bu iş yapılırsa karlılık artacaktır. Hayvanların besin maddesi ihtiyaçlarının karşılanması amacıyla kaba yem üretimi özendirilmeli, mevcut olan kaba yem açığının kapatılmasına yönelik uygulamalar destek kapsamına alınmalıdır.

"Bu makale Fatma AVSEVER'in Yüksek Lisans tezinden üretilmiştir."

Kaynaklar

[1] http://www.eregli.gov.tr/gida-ve-hayvancilik-mudurlugu. 2015.
[2] Duzgunes, O., T. Kesici, and F. Gurbuz, *Istatistik Metotlari.* Ankara Univ Zir Fak, Yayin, 1983(861).
[3] Bardakçıoğlu, H.E., M.K. Türkyılmaz, and A. Nazlıgül, *Aydın İli Süt Sığırcılık İşletmelerinde Kullanılan Barınakların Özellikleri Üzerine Bir Araştırma.* İstanbul Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi, 2004. 30(2): p. 51-62.
[4] Koçyiğit, R., et al., *Erzurum İli Hınıs İlçesi Sığırcılık İşletmelerinin Yapısal Durumu: Çiftlik Yönetimi ve Buzağı Yetiştirme Uygulamaları.* Fen Bilimleri Enst. Der./Iğdır Univ. J. Inst. Sci. & Tech, 2015. 5(4): p. 85-97.
[5] Akkuş, Z., *Konya İlindeki Süt Sığırcılığı İşletmelerinin Yapısal Özellikleri.* Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 37s., Konya, 2009.
[6] Özen, N. and H. Oluğ, *Burdur süt sığırcılığının sorunları ve çözüm önerileri.* Trakya Bölgesi II. Hayvancılık Sempozyumu. Hasad Dergisi Yayını. Tekirdağ, 1996: p. 161-169.
[7] Tutkun, M., *Diyarbakır ili merkez ilçeye bağlı köylerdeki süt sığırcılığının yapısı.* Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü (Yüksek Lisans Tez, Basılmamış). Ankara, 1999.
[8] Çetin, E. and Ş. Özdemir, *Erciş ilçesinde süt sığırcılığı işletmelerinin durumu (basılmamış lisans tezi).* YY Ünivsitesi Ziraat Fakültesi, Van, 1999.
[9] Şahin, K., *Kayseri ilinde süt sığırcılığı yapan işletmelerin yapısal özellikleri ve pazarlama sorunları.* Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi, 2001. 11(1): p. 79-86.

[10] Tugay, A. and G. Bakır, *Giresun yöresindeki süt sığırcılığı işletmelerinin yapısal özellikleri.* Journal of the Faculty of Agriculture, 2009. 40(1).
[11] Şeker, İ., H. Tasalı, and H. Güler, *Muş ilinde sığır yetiştiriciliği yapılan işletmelerin yapısal özellikleri.* Fırat Üniv. Sağ. Bil. Vet. Derg, 2012. 26: p. 9-16.

TÜRKİYE TAVUKÇULUĞU

İskender Yıldırım[a], M. Fatih Çelen[b] ve Abdoulaziz Hamissou Maman[a]
[a]Selçuk Üniv. Ziraat Fakültesi, Konya, Türkiye: iyildir@selcuk.edu.tr;
[b]Uşak Üniv. Ziraat ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Uşak, Türkiye; fatih.celen@usak.edu.tr

Özet

Günümüzde tavukçuluk diğer hayvancılık faaliyetleriyle karşılaştırıldığında en çok endüstrileşen bir yapı haline dönüşmüş bir sektördür. İnsanların sağlıklı beslenmeleri göz önüne alındığında günlük protein ihtiyaçlarının yarısı hayvansal kaynaklı olması gerekmektedir. Ülkemizde günlük hayvansal kaynaklı protein tüketimi henüz istenilen düzeye ulaşmamıştır. Başta yumurta ve tavuk eti hem biyolojik değerliliği yüksek hem de bu açığı en ekonomik şekilde kapatabilen tavukçuluk ürünleridir. Yemden yararlanma oranı diğer çiftlik hayvanları ile karşılaştırıldığında oldukça iyidir. Tavuk ortalama 1,6 kg yem tüketerek çok hızlı bir şekilde 1 kg canlı ağırlığa ulaşmakta ve yine aynı şekilde 2 kg yem tüketerek de 1 kg yumurta verebilmektir. Bu nedenle hem ülkemizde hem de dünyada tavukçuluk ürünlerine olan talep hızla artacaktır. Ülkemizde bu sektör yaklaşık 2,5 milyon kişiye istihdam sağlamakta ve ihracat rakamları her gün yükselmektedir. Tavukçulukla ilgili çeşitli üretim alanları bu gelişmeye paralel olarak ortaya çıkmıştır. Başlıca üretim alanları damızlık yetiştiriciliği ve kuluçka, etlik piliç yetiştiriciliği, yumurta tavuğu yetiştiriciliğidir.

Anahtar Kelimeler: Tavuk, Türkiye, Sorunlar, Çözüm önerileri

Abstract

Nowadays, poultry is the industry that has become the most industrialized structure when compared to other livestock activities. Given the healthy nutrition of humans, half of the daily protein needs should be of animal origin. Daily consumption of animal protein has not reached the desired level yet in Turkey. Egg and poultry meat are products of poultry which are high in biological value and able to close the most economically. Feed conversion ratio is very good when compared to other livestock. The chicken consumes an average of 1.6 kg of feed and reaches 1 kg of live weight very quickly and is able to feed 1 kg of eggs by consuming 2 kg of feed in the same way. For this reason, demand for poultry products will increase rapidly both in Turkey and in the world. This sector employs about 2.5 million people and the export figures are increasing every day in Turkey. Various production areas related to poultry have emerged parallel to this development. The main production areas are breeding and hatching issues.

Key Words: Hen, Turkey, Problems, Solutions

1. Tavukçuluk Sektörünün Tarihi

Türkiye'de tavukçuluk sektörü için ilk adım 1930 yılında Ankara'da Merkez Tavukçuluk Araştırma Enstitüsünün kurulması ile atılmıştır. 1952 yılına kadar sektörde ilerleme olmamasına karşın 1952 yılında saf kültür ırklarının ithali gerçekleştirilmiş ve ABD'den Plymouth Rock, New Hampshire ve Leghorn gibi günlük civcivler olarak gelen ırklar Tarım Bakanlığı'na bağlı kuruluşlara ve halka dağıtılmıştır. 1956 yılında Yem Sanayi T.A.Ş.'nin kurulması rasyonel beslenme koşullarını sağlamıştır. Sonraki yıllarda tavukçuluk sektörü daha hızlı gelişme göstermiştir. 1963 yılında hibrit ebeveynlerin ithal edilmesinin özel sektörün de ilgisini çekmesiyle 1968 yılında başlatılan yerli hibrit soylarını geliştirilmesi çalışmalarına ağırlık verilmiş, daha sonra tavukçuluk ıslah çalışmaları1979 yılında ülkesel proje kapsamına alınmıştır. Çalışmalar, Tavukçuluk Araştırma Enstitüsü Merkezi'nin kapsamında ülke çapında sektörde beyaz ve kahverengi yumurtacı ve etçi ebeveyn hatları üretimi olarak geliştirilmeye devam edilmiştir (Anonim, 2017a).

2. Mevcut Durum

1950 yılında 21 milyon olan Türkiye nüfusu 2014'de 77,7 milyona ulaşmıştır, 2050 yılında 93,5 milyon olması tahmin edilmektedir. Dünya et üretiminde kümes hayvanları eti 2030 yılında en fazla üretilen et olacağı bildirilmektedir. Dünyada, 2000 yılında kanatlı eti üretimi 68,7 milyon ton iken 2014 yılında % 58 artışla 108,7 milyon tona ulaşmıştır. Dünyada, 2014 yılında piliç eti üretimi ise 87,4 milyon ton olarak gerçekleşmiştir. Dünyada, 2000 yılında tavuk eti üretimi 58,5 milyon ton iken 2014 yılında %62 artışla 95,3 milyon tona ulaşmıştır. 2014 yılında üretilen kanatlı etinin % 88'i tavuk eti, tavuk etinin %92'si piliç etidir. Dünya tavuk eti üretiminde Amerika Birleşik Devletleri, Çin ve Brezilya ön sıralarda,Türkiye ise 10. sırada yer almaktadır. Türkiye'de 600.000 kişi kanatlı eti üretim sektöründe çalışmaktadır (Besd-Bir, 2016). Son yapılan değerlendirmelere göre ise, Dünyada toplam et üretimi 2016 yılında 319 milyon ton seviyesinde gerçekleşmiştir. Bu üretimin 116 milyon tonunu kanatlı eti oluşturmakta ve kanatlının toplam üretimdeki payı yüzde 36,2 seviyesinde bulunmaktadır. Dünya tavuk eti üretiminde **ABD, Çin ve Brezilya** açık ara lider ülkeler durumunda olup, dünya üretiminin yüzde 41, 7 sini gerçekleştirmektedirler. Türkiye piliç eti üretiminde dünya sıralamasında sekizinci sırada yer almaktadır. 2014 yılında dünya piliç eti ticaretinden yüzde 3,4 lük paya ulaşan Türkiye, son iki yılda kayba uğrayarak 2016 itibariyle söz konusu pastadan yüzde 2,6 pay almaktadır. Bu gerilemede 2015'te yaşanan kuş gribi ve bölgesel anlamda yaşanan sorunlar ile jeopolitik krizlerin de etkisi önemlidir. 2016 yılında ihracat miktar olarak yüzde 6,2 seviyesinde, parasal değer olarak ise yüzde 17,9 azalmıştır. Broyler sektörü, 2017'de miktarsal bazda yüzde 10, değer açısından da yaklaşık yüzde 15'lik bir büyüme öngörmektedir (Donat, 2017).

Tablo 1. Türkiye'de Türlerine Göre Kümes Hayvanları Sayısı (adet)

	Yumurta Tavuğu	Et Tavuğu	Hindi	Kaz	Ördek
2005	60 275 674	257221440	3 697103	1066581	656 409
2006	58 698 485	286121360	3226941	830 081	525 250
2007	64 286 383	205 082 159	2 675 407	1 022 711	481829
2008	63 364 818	180 915 558	3 230 318	1 062 887	470 158
2009	66 500 461	163 468 942	2 755 349	944 731	412 723
2010	70 933 660	163 984 725	2 942 170	715 555	396 851
2011	78 956 861	158 916 608	2 563 330	679 516	382 223
2012	84 677 290	169 034 283	2 760 859	676179	356 730
2013	88 720 709	177 432 745	2 925 473	755 286	367 821
2014	93 751 470	199 976 150	2 990 304	911 990	399 820
2015	98 597 340	213 658 294	2 827 731	850 694	398 387

Kaynak: Tüik (Yum-Bir, 2015'den)

1990 yılında 162.569 ton olan etlik piliç eti üretimimiz 1.958.000 ton'a ulaşmıştır. Türkiye kanatlı eti üretiminin % 93'ünü piliç eti oluşturmaktadır.

Tablo 2. Türkiye Kanatlı Eti Üretimi (Ton)

	Piliç Eti	***Hindi Eti***	**Köy ve Yum. Tavukları, Diğer Kanatlı *Eti***	***Toplam***
1990	*162.569*	*500*	*54.190*	*217.259*
1995	*313.154*	*2.646*	*51.739*	*367.539*
2000	*662.096*	*23.265*	*57.021*	*742.382*
2001	*592.567*	*38.991*	*41.813*	*673.371*
2002	*620.581*	*24.582*	*60.043*	*705.206*
2003	*768.012*	*34.078*	*51.255*	*853.345*
2004	*940.889*	*46.248*	*58.295*	*1.045.432*
2005	*978.400*	*53.530*	*52.850*	*1.084.780*
2006	*945.779*	*45.750*	*40.250*	*1.031.779*
2007	*1.024.000*	*33.000*	*55.000*	*1.112.000*
2008	*1.161.000*	*35.000*	*57.000*	*1.253.000*
2009	*1.182.000*	*28.000*	*60.000*	*1.270.000*
2010	*1.419.000*	*33.000*	*62.000*	*1.514.000*
2011	*1.645.000*	*31.100*	*72.000*	*1.748.100*
2012	*1.716.000*	*45.200*	*80.000*	*1.841.200*
2013	*1.790.000*	*43.800*	*87.000*	*1.920.800*
2014	*1.946.000*	*52.800*	*94.000*	*2.092.800*
2015	*1.974.000*	*55.500*	*81.400*	*2.110.900*
2016	*1.958.000*	*50.500*	*93.500*	*2.102.000*

Kaynak: Besd-Bir, (2017a)

2001'de 9,7 kg olan kişi başı kanatlı eti tüketimimiz, 2016'da 23,2 kg olarak gerçekleşmiştir.

Tablo 3. Türkiye Kişi Başına Kanatlı Eti Tüketimi (kg)

	Piliç Eti	**Hindi Eti**	**Köy ve Yum. Tavukları, Diğer Kanatlı Eti**	**Toplam**
1990	2,87	0,01	0,78	3,66
1995	5,02	0,04	0,83	5,89
2000	9,74	0,34	0,84	10,92
2001	8,51	0,57	0,61	9,69
2002	8,95	0,35	0,88	10,17
2003	11,01	0,48	0,74	12,23
2004	13,40	0,66	0,84	14,90
2005	13,61	0,74	0,76	15,10
2006	13,21	0,65	0,57	14,43
2007	14,17	0,46	0,76	15,39
2008	15,65	0,47	0,72	16,83
2009	15,25	0,37	0,74	16,36
2010	17,82	0,43	0,71	18,96
2011	19,50	0,39	0,68	20,57
2012	19,28	0,55	0,63	20,46
2013	19,33	0,48	0,63	20,44
2014	20,75	0,57	0,66	21,98
2015	21,06	0,63	0,58	22,27
2016	21,94	0,56	0,74	23,24

Kaynak: Besd-Bir (2017b)

Türkiye 2014 yılı dünya piliç eti ticaretinde 5. sıradadır. 2016 yılı kanatlı eti ihracatı 337 bin ton olarak gerçekleşmiştir. Türkiye Dünya ticaretinde % 4,1 paya sahiptir. Türkiye'nin 2016 yılında en çok kanatlı eti ihracatı Irak'a gerçekleşmiştir.

Tablo 4. Türkiye Kanatlı Eti İhracatı (Ton)

	Tavuk	Hindi	Diğer	Ayak	İşlenmiş	Toplam
2000	1.806	0	0	8.683	0	10.489
2001	12.286	341	0	11.790	0	24.417
2002	6.757	464	0	12.779	0	20.000
2003	8.381	823	0	15.818	0	25.022
2004	11.096	615	0	17.339	0	29.050
2005	28.627	1.983	0	15.710	0	46.320
2006	18.812	319	0	18.971	0	38.102
2007	24.824	767	0	26.165	0	51.756
2008	47.895	1.297	0	30.660	0	79.852
2009	81.632	953	3	32.511	0	115.099
2010	104.106	1.036	0	35.232	10.870	151.243
2011	195.937	2.081	344	36.633	12.866	247.861
2012	269.032	3.737	953	31.159	21.368	326.249
2013	322.429	6.741	529	42.039	23.955	395.694
2014	353.123	8.227	264	45.464	23.466	430.544
2015	294.128	5.522	428	41.733	17.411	359.223
2016	268.231	5.535	293	49.490	13.382	336.931

Kaynak: İhracatçı Birlikleri (Besd-Bir, 2017c'den)

Tablo 6. Ülkelere Göre Türkiye'nin Kanatlı Eti İhracatı (Ton)

ÜLKELER	**2010**	**2011**	**2012**	**2013**	**2014**	**2015**	**2016**
Irak	71.118	126.603	178.602	220.477	226.734	174.138	171.429
Türk Cumhuriyetleri	19.962	27.509	33.189	37.218	40.816	28.814	27.889
Suriye	131	686	745	26.446	20.405	17.708	14.140
Kongo Dem. Cum	1.768	0	4.951	7.761	11.714	9.767	8.285
Libya	12	9.458	13.204	10.514	11.674	16.215	10.816
Kongo	3.000	10.635	12.816	7.260	9.261	5.833	9.821
Angola	721	2.438	4.860	6.090	7.987	8.198	5.630
BAE	133	578	1.673	2.095	5.316	11.246	11.672
Ürdün	393	854	907	1.671	2.657	1.032	2.314
Rusya	41	743	339	747	20.537	22.045	0
Kuveyt	210	242	588	838	2.105	2.241	1.414
İran	4.632	8.541	18.290	4.498	942	92	108
Bosna-Hersek	2.132	4.190	3.650	3.055	2.241	1.579	1.116
Suudi Arabistan	169	20	1.126	1.032	1.619	3.786	2.370
Diğer Afrika Ülkeleri	4.343	7.912	10.719	12.918	9.629	7.167	5.988
Diğer Asya Ülkeleri	6.767	9.840	8.537	9.061	8.182	5.440	10.523
Diğerleri	481	979	895	1.973	3.262	2.189	3.927
Toplam	**116.011**	**211.228**	**295.090**	**353.654**	**385.079**	**317.489**	**287.441**
Tavuk Ayağı	35.232	36.633	31.159	42.039	45.464	41.733	49.490
Genel Toplam	**151.243**	**247.861**	**326.249**	**395.694**	**430.544**	**359.223**	**336.931**

Kaynak: İhracatçı Birlikleri (Besd-Bir, 2017d'den)

2006 yılında 8.4 milyar adet yumurta üretimimiz 2016 yılında 18.5 milyar adede ulaşmıştır. Günümüzde yumurta ihracatımız 4.7 milyar adet, ihracatın üretimdeki payı ise % 24.9 dur. En yüksek ihracatımız kanatlı etin de olduğu gibi Irak'a gerçekleşmektedir.

Tablo 7. Dünya Yumurta İhracatında İlk 10 Ülke (000 $ 2008-2012)

İhracatçı Ülke	2008	2009	2010	2011	2012
Dünya	2849873	3335902	3386872	3467554	3858673
Hollanda	644444	764471	811240	825953	914470
Türkiye	**118921**	**126618**	**156195**	**284053**	**350516**
Amerika	206139	238257	245914	290311	343645
Polonya	180770	206550	189787	205875	301066
Almanya	217599	232563	231784	246485	275780
Fransa	188753	182159	194515	163321	176801
Çin	105535	104126	127112	157905	155585
İspanya	191565	205624	170684	137719	154314
Belçika	103588	125324	132150	117220	141530
Malezya	90702	88525	103413	126750	134210

Kaynak: United Nations Comtrade Database (Anonim 2017c'den).

Türkiye Dünya yumurta ihracat eden ülkeler arasında 2008'de 7. Sırada, 2009 yılında 8. Sırada, 2010 yılında 6. Sırada, 2011 yılında 3. Sırada yer almıştır. Dünya yumurta ihracatında ilk 10 ülke arasında 2012 yılı itibariyle Hollanda'dan sonra 2. Sırada yerini almıştır. Son beş yıllık süre içerisinde 7. Sıradan 2. Sıraya yükselme başarısını göstermiştir.

Tablo 8. Türkiye Yumurta Üretimi ve İhracatı (Milyon adet)

Yıl	Üretim	İhracat	İhracatın Üretimdeki Payı(%)
2006	8.401	195	2,32
2007	10.515	786	7,48
2008	11.258	1.327	11,79
2009	11.920	1.142	9,58
2010	13.980	2.143	15,33
2011	14.000	3.588	25,63
2012	15.677	4.080	26,03
2013	16.707	4.522	27,07
2014	17.600	4.650	26,42
2015	17.200	3.520	20,47
2016	18.500	4.659	24,90

Kaynak: Ege İhracatçılar Birliği **(Yum-Bir, 2016'dan)**

Tablo 9. Organik Yumurta Üretimi (2015)

Adana	1	6.750	1.900.000
Bilecik	1	2.000	15.000
Bolu	3	103.482	5.579.700
Elazığ	1	41.325	9.893.268
İzmir	2	20.510	691.216
Kayseri	1	1.000	281.780
Kırklareli	2	37.616	5.341.684
Konya	2	24.158	7.087.176
Manisa	3	575.007	19.242.625
Malatya	1	720	5.400
Ordu	1	750	202.500
Samsun	1	45.000	14.040.000
Sakarya	2	9.000	2.430.000
Sivas	1	6.500	375.000
Uşak	4	7.880	1.245.380
Toplam	**26**	**881.698**	**68.330.729**

Yum- Bir (2016)

Tablo 7'de görüldüğü gibi organik üretim yapan işletmelerde tavuk sayıları ve işletme sayıları bakımından önemli bir farkındalık izlenmemektedir. Genel anlamda dünya ortalamalarının izlediği bir eğilim görülmekle birlikte bu anlamda öne çıkan Avustralya, Arjantin ve ABD'den oldukça gerilerde bir büyüme eğrisi çizmektedir.

Tablo 10: Türkiye'nin Ülkeler Bazında Yumurta İhracatı

Ülke	Pay %
Irak	80
Suriye	7
Körfez Ülkeleri ve S.Arabistan	6
Azerbaycan-Nahçivan	2
Diğerleri	5
Toplam	100

Kaynak: Ege İhracatçılar Birliği (Yum-Bir, 2016'dan)

2014 yılı kişi başına yıllık yumurta tüketimimiz 197 adet ve dünyada 16. sırada bulunmaktayız.

Tablo 11: Bazı Ülkelerin Kişi Başına Yumurta Tüketimi (2014)

Sıra	Ülke	Kişi/Adet
1	Meksika	352
2	Malezya	343
3	Japonya	329
4	Rusya	285
5	Avusturalya	256
6	Arjantin	256
7	Çin	254
8	Danimarka	245
9	Kolombiya	242
10	Avusturya	235
11	Almanya	231
12	Kanada	225
13	İtalya	218

14	Fransa	216
15	Macaristan	214
16	Türkiye	197
17	İran	185
18	Hindistan	63

Kaynak: IEC

Tablo 12: Türkiye'de Kişi Başına Yumurta Üretim ve Tüketimi

Yıl	**Üretim (Milyon adet)**	**Nüfus (1000)**	**Kişi Başına Üretim (Adet)**	**Kişi Başına Tüketim (Adet/Kişi/Yıl)**
2005	12 052	69 800	173	115
2006	11 734	70 200	167	114
2007	12 725	70 586	180	149
2008	13 191	71 517	184	157
2009	13 833	72 500	191	166
2010	11 841	73 723	161	174
2011	12 955	74 724	173	168
2012	14 911	75 627	197	175
2013	16 497	76 667	215	190

Kaynak: Tüik (Anonim 2017c'den)

Ülkemizde yumurta üretim kapasitesi, iç tüketim talebini karşılamada yeterli olmakla birlikte kişi başına yumurta tüketimi hala istenen sayıda değildir. Türkiye Dünya tavuk yumurtası üretiminde 10. Sırada yer almaktadır. Avrupa'da ise 3. sırada yer almaktadır. Bu rakamlar üretim potansiyeli bakımından sektörün iyi durumda olduğunun göstergesidir. Kişi başına yumurta tüketimi 2005 yılında 115 iken 2013 yılında 190 olarak gerçekleşmiştir. Dokuz yıllık süre zarfında kişi başına yumurta tüketimi 75 adet olarak artış göstermiştir. Yine kişi başına yumurta tüketimi 2012 yılı 175 adet iken 2013 yılında 190 adet gerçekleşmiş ve yaklaşık % 10'luk bir artış kaydedilmiştir.

3. Destekler

3.1. Kanatlı İhracat Destekleri

İhracatın artırılması amacıyla kanatlı ihracatına devletin vermiş olduğu destekler;
- 155, 8 TL/ Ton kanatlı eti için,
- 242, 5 TL/ Ton Kümes hayvanları etinden sakatatından yapılmış sosisler ve benzeri ürünler ile kümes hayvanları etinde hazırlanmış veya konserve edilmiş ürünler,
- 22, 75 TL/1000-adet yumurta; ancak ihraç edilecek yumurtanın damızlık veya kuluçkalık olması halinde ödeme %50 artırımlı olarak uygulanmaktadır.

3.2. Kanatlı Sektörüne Yönelik Düşük Faizli Kredi Destekleri

16 Aralık 2015 tarih ve 29564 sayılı Resmi Gazetede yayınlanan karar gereği,

-Kanatlı Sektöründe damızlık yetiştiriciliği yapacaklara 7.500.000 TL ye kadar %100 faiz indirimli yatırım ve işletme kredisi,
-Ticari kanatlı yetiştiriciliği yapacaklara 3.000.000 TL ye kadar %50 faiz indirimli yatırım ve %25 faiz indirimli işletme kredisi,
- Hindi Besiciliği yapacaklara 1.000.000 TL ye kadar %50 faiz indirimli yatırım ve %75 faiz indirimli işletme kredisi kullandırılmaktadır.

3.3.Kırsal Kalkınma Programı (IPARD) Kapsamındaki Destekler

27 Şubat 2016 Tarih ve 29637 Sayılı Resmi Gazete'de yayımlanarak yürürlüğe giren"Kırsal Kalkınma Destekleri Kapsamında Tarıma Dayalı Yatırımların Desteklenmesine İlişkin Karar (2016/8541)" ile 01.01.2016 – 31.12.2020 tarihleri arasında yapılacak kanatlı üretimine yönelik yatırımlara proje tutarının %50 ne kadar destek verilebilecektir.

10 Şubat 2016 tarih ve 29620 sayılı Resmi Gazetede yayımlanarak yürürlüğe giren 6663 sayılı "Gelir Vergisi Kanunu İle Bazı Kanunlarda Değişiklik Yapılmasına Dair Kanun" ile de hayvan yem ve yem hammaddelerindeki KDV sıfıra düşürülmüştür (Anonim, 2017b).

4. Sorunlar ve Çözüm Önerileri

Hibrit Genotip ihtiyacı: 1970 yıllardan itibaren ülkemize yurt dışından getirilen hibrit genotipler günümüzde de bu bağımlılık devam etmektedir. Ülkemizde yerli genotiplerin geliştirilmesi çalışmaları yapılmaktadır.Ankara Tavukçuluk Araştırma Enstitü Müdürlüğünce 3 adet yumurtacı tavuk hattı geliştirilmiş olup, ıslah çalışmaları devam etmektedir. Yerli Damızlık broiler üretimin de stratejik önemi olduğu düşünüldüğünden, yurt dışından temin edilen püre line ırklarla, TAGEM'e bağlı Eskişehir Geçit Kuşağı Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğünce yerli hatların geliştirilmesi için çalışmalara başlanmıştır. Ticari tavuk eti ve yumurta üretimi tümüyle ülkemizde yapılmaktadır. Türkiye'nin damızlıkta dışa bağımlılığının ortadan kaldırılması için, damızlık üretimini elinde tutabilecek kamu ve özel sektör kuruluşlarının oluşturularak bu kuruluşların hibe, düşük faizli kredi, vergi muafiyeti gibi uygulamalarla desteklenerek, yatırımların özendirilmesi faydalı olabilecektir (Anonim, 2017). Damızlık ithali yapılan ülkelerdeki olası bir ambargo veya karantina uygulamasının uzun sürmesi halinde, Türkiye'de üretim miktarlarında büyük azalmalar yaşanabilecektir (Anonim, 2009; Berkay ve Demirbaş, 2012). Bu durum sektörün geleceği için tehdit oluşturmaktadır.

Yem Hammaddesi ihtiyacı: Kanatlı yemlerine giren önemli hammaddelerden soya fasulyesi ülkemizdeki üretimi yetersizdir. Acil olarak soya ile ilgili üretimi artırıcı çalışmalar yapılmalıdır. Yine Mısır üretimimiz yeterli olmasına rağmen maliyetlerin yüksekliği nedeniyle ithalat baskısı altındadır. Su yetersizliği nedeniyle oluşabilecek sıkıntıların aşılması için gerekirse dünyanın farklı bölgelerinde (başta Afrika ülkeleri) üretim yapılarak ülkeye getirilmesi gözden geçirilmelidir. Dünya Ticaret Örgütü (DTÖ)'nün 2013 raporuna göre 41 ülke başka ülkelerde toprak kiralamıştır, Örneğin sadece İngiltere, çoğunluğu Afrika kıtasında olmak üzere toplamda 4,4 milyon hektar toprak kiraladı. ABD'nin de aynı yöntemle topladığı arazi büyüklüğü 3,7 milyon hektar. Dünyanın en kalabalık nüfusuna sahip Çin de artan gıda ihtiyacını karşılamak için Afrika başta olmak üzere çeşitli yerlerde 3,4 milyon hektar arazi kiralamıştır. Türkiye'nin de Sudan da 500 bin hektar arazi kiraladığı yönünde bilgiler bulunmaktadır.
Gübre Sorunu: Günümüzde bu sektörün ana problemlerinden biride çevre ile ilgili olarak üretim sonucu elde edilen organik ve oldukça değerli olan gübrenin nasıl değerlendirileceğidir.

İhracat sorunu: İhracat ile ilgili sorunlar da sektörün gelişimini sınırlayan önemli faktörler arasındadır. Özellikle kuş gribi vakaları ve çeşitli kanatlı hastalıkları gibi sebeplerle bazı ülkelerin Türkiye'den ithalat yapmaması sektörü olumsuz olarak etkilemektedir. Çeşitli politik sebeplerin de kanatlı eti ihracatına etki etmesi sonucunda Türkiye potansiyelini kullanamamakta ve yeni pazarlara girme konusunda sıkıntılar yaşamaktadır (Türkoğlu vd., 2010'; Berkay ve Demirbaş'dan, 2012). Özellikle Ortadoğu pazarına Brezilya'nın hakim olması, Türkiye'nin bu pazarlara girişini zorlaştırmaktadır. Fakat, Türkiye'nin coğrafi olarak Ortadoğu pazarına yakınlığı ve pazardaki ülkelerin Müslüman olmaları, Türkiye'nin Brezilya'ya karşı bir avantaj sağlamasına imkan vermekte ve bu avantajın etkin bir şekilde kullanılabilmesi durumunda Türkiye'nin Ortadoğu pazarından daha geniş bir pay alabileceği düşünülmektedir (Türkoğlu vd., 2010; Anonim, 2007; Berkay ve Demirbaş'dan, 2012). Suudi Arabistan'ın da 2005 yılında Kuş Gribi gerekçesiyle Türkiye'den ithalatı durdurmasının ardından, 2012 yılının başlarında ithalat yasağını kaldırmış olmasıyla birlikte; bölge Türkiye için oldukça önemli hale gelmiştir (Anonim, 2012; Berkay ve Demirbaş'dan, 2012).

Sektörde örgütlenme önemli bir konudur ve hızla gelişmektedir. Bu örgütlenme yapısı iç ve dış kaynaklarla desteklenmeli ve güçlendirilmelidir. Gelişmiş ülkelerdeki gibi bu yapı etkin hale getirilirse, üretici ve tüketici arasındaki fiyat farkının azalmasına, aynı zamanda tüketicilerin daha uygun fiyatla kanatlı ürünleri tüketmesine neden olacaktır. Bunun sonucu olarak ta kişi başına tüketim rakamlarında da artışlar olacaktır (Kahraman, 2014).

Kanatlı eti üretiminde Türkiye modern tesisleri, uluslararası standartlara uygun üretim metotları ve uluslar arası pazarlara yakınlığı gibi unsurlar bakımından avantajlı ve rekabet edebilir durumdadır. Ancak üretim maliyetlerinin yüksekliği, yem hammaddelerinde ve diğer girdilerde dışa bağımlılık, sektörün geleceği açısından sınırlayıcı durumdadır.

Aşı ve ilaç sorunu: Kanatlı sektöründe kullanılan aşı ve ilaçların çok önemli bir kısmı uluslararası piyasadan temin edilmektedir. Başta Manisa Aşıcılık istasyonu olmak üzere ülke ve bölge hayvancılığını ilgilendiren suşların geliştirilerek sektöre tanıtılması çok önemlidir.

Üniversite-Sanayi işbirliği gelişmek yerine giderek azaldığına tanıklık edilmektedir. Yürüyen ilişkiler kişisel çabalarla devam etmektedir. Sektörden Üniversitelere gelen çok az Ar-Ge önerisi bulunmaktadır. Bunlar geniş katılımlı ve sonuç odaklı çalışmalarla çözülmelidir.

İhracatla ilgili sorunların çözümünde Sektörel Dış Ticaret Şirketleri (SDŞ) olarak adlandırılan ve KOBİ'lerin uluslar arası pazarlara yönelmesini kolaylaştıran ihracatta örgütlenme modelinin de önemli olabileceği belirtilmektedir. Fakat kanatlı eti sektöründeki işletmelerin limitlerin üzerinde büyük işletmeler olması nedeniyle sektör için bu kapsamda bir yararlanma olamayacağı ifade edilmekte olup; mevzuatta bazı değişikliklerin ve istisnai hükümlerin olması durumunda faydalı sonuçlar alınabileceği düşünülmektedir (Türkoğlu vd., 2010; Berkay ve Demirbaş'dan, 2012).

Kaynaklar

Anonim, Tavuk Eti ve Sektörü. İstanbul Ticaret Odası. www.ito.org.tr/Dokuman/Sektor/1-90.pdf (Erişim Tarihi, 24/11/2017). (2017a.)

Anonim, Tavukçuluk, Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı.,

http://www.tarim.gov.tr/Konular/Hayvancilik/Kanatli-Yetistiriciligi.(Erişim tarihi:24/10/2017).(2017b.)
Anonim Türkiye yumurta sektörü http://www.zmo.org.tr/resimler/ekler/2fdeeed5663ee80_ek.pdf (Erişim Tarihi 5/11/ 2012) (2017 c.)

Berkay K., Demirbaş, N., Türkiye'de Kanatlı Eti Sektöründe Ortaya Çıkan Gelişmeler: Sorunlar ve Öneriler U. Ü. Ziraat Fakültesi Dergisi, 2012, Cilt 26, Sayı 1, 117-130 . (2012)

Besd-Bir, http://www.besd-bir.org/assets/documents/UBEK2015SaitKocaSunum.pdf (Erişim tarihi 14/11/2017) (2015)

Besd-Bir, http://www.besd-bir.org/assets/documents/Tyrkiye_kanatl_eti_yretimi.pdf (Erişim tarihi 14/11/2017) (2017a)

Besd-Bir, http://www.besd-bir.org/assets/documents/tyrkiye_kiAi_baA_kanatl_eti_tuketimi1_1.pdf (Erişim tarihi 14/11/2017) (2017b)

Besd-Bir, http://www.besd-bir.org/assets/documents/Tyrkiye_Kanatl_Eti_hracat_1.pdf (Erişim tarihi 14/11/2017) (2017c)

Besd-Bir, http://www.besd-bir.org/assets/documents/ulkelere_gore_tyrkiye_ihracat.pdf (Erişim tarihi 14/11/2017) (2017d)

Donat, İ., Kanatlı sektörünün görünümü ve 2017 beklentileri. http://www.bloomberght.com/yorum/irfan-donat/2008323-kanatli-sektorunun-gorunumu-ve-2017-beklentileri/(Erişim Tarihi:13/09/2017).(2017).
Kahraman, Z.,. Türkiye Beyaz Et Sektörü.

www.zmo.org.tr/resimler/ekler/42c6ad4cd4e91e7_ek.pdf (Erişim Tarihi:24/10/2017) (2014).

Yum-Bir, Yumurta Tavukçuluğu Verileri. http://www.yum-bir.org/UserFiles/File/Sektor-Verileri-2015.pdf Erişim tarihi 14/11/2017 (2015).

Yum-Bir, Yumurta Tavukçuluğu Verileri. http://www.yum-bir.org/Yumurta/id30-Istatistikler (Erişim Tarihi: 26/10/2017) (2016.).



www.teskongre.org