10. Uluslararası Bilimsel Araştırmalar Kongresi

-Fen ve Mühendislik Bilimleri-

the 10th **International Scientific Research Congress**

-Science and Engineering-

(UBAK)

(11 – 12 Nisan/April 2021)

ONLİNE / Ankara

-Fen ve Mühendislik Bilimleri-

- Science and Engineering-

- *Bildiri Tam Metin Kitabı-*

- *Proceeding Book -*

-

Editor

Doç. Dr. Berrin TOPUZ

asos YAYINLARI

Ankara 2021

YayınKoordinatörü/ Broadcaste Coordinator•
Muhammet ÖZCAN

YayınYönetmeni / General Publishing Director •
Muhammet ÖZCAN

Editör / Edited by •
Doç. Dr. Berrin TOPUZ

KapakTasarım / Cover Design
Bekir TURAN

İçTasarım / Interior
Bekir TURAN

BirinciBasım / First Edition• ©
Nisan 2021 // April 2021-Ankara

ISBN: 978-625-7813-67-9

ASOS YAYINEVİ
1st Edition / 1.baskı: Nisan/April 2021
Address / Adres:ÇaydaçıraMah. HacıÖmerBilginoğlu Cad. No: 67/2-4/MERKEZ/ELAZIĞ

Mail:asos@asosyayinlari.com

Web:www.asosyayinlari.com
İnstagram:https://www.instagram.com/asosyayinevi/
Facebook: https://www.facebook.com/asosyayinevi/
Twitter: https://twitter.com/Asosyayinevi

KURULLAR / BOARDS

Kongre Onur Kurulu Başkanı / President of The Congress Honorary Board

Prof. Dr. Yavuz DEMİR, Ankara Bilim Üniversitesi Rektörü

Düzenleme Kurulu / Organizing Committee

Prof. Dr. Bahri BAYRAM, Atatürk Üniversitesi
Doç. Dr. Adem KAYA, Atatürk Üniversitesi
Doç. Dr. Okan DEMİR, Atatürk Üniversitesi
Doç. Dr. Hülya BALKAYA, Atatürk Üniversitesi
Dr. Öğretim Üyesi Esma ÖZHÜNER, Çankırı Karatekin Üniversitesi
Doç. Dr. Berrin TOPUZ, Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi
Dr. Öğretim Üyesi Ayşe ÖZDEMİR, Ankara Bilim Üniversitesi
Dr. Öğretim Üyesi. Serra SEZGİN, Ankara Bilim Üniversitesi
Dr. Esra TÜRE

Bilim ve Hakem Kurulu / Science and Referee Board

Doç.Dr. Mehmet Seçkin ADAY, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi
Prof. Dr. Taner ALTINOK, Ankara Bilim Üniversitesi
Prof.Dr. Yerlan ANDEASBAYEV, Zhetysu State University, Kazakhstan
Doç.Dr. Fürüzan ASLAN, Kırklareli Üniversitesi
Doç. Dr. Hülya BALKAYA, Atatürk Üniversitesi
Doç. Dr. hakan ÇAĞLAR, Ankara Bilim Üniversitesi
Doç. Dr. Doç. Dr. Huseyin COLAK, Northeastern Illinois University
Doç. Dr. Murat DENER, Gazi Üniversitesi
Doç.Dr. Semiha EREN, Bursa Uludağ Üniversitesi
Prof. Dr. Osman GÜNAYDIN, Adıyaman Üniversitesi
Prof. Dr. Irshad HUSSAİN, The Islamia University of Bahawalpur
Doç.Dr.Rita ISMAİLOVA, Kyrgyz-Turkish Manas University
Doç. Dr. Adem KAYA, Atatürk Üniversitesi
Doç. Dr. Ali KİBAR, Kocaeli Üniversitesi
Doç.Dr. Bissembayeva K.T, Caspian State University
Do .Dr. Fatma Baycan KOYUNCU, Çanakkale 18 Mart Üniversitesi
Prof. Dr. Uğur KÖLEMEN, Yozgat Bozok Üniversitesi
Dr. Parveen KUMAR, Maharishi Markandeshwar (Deemed) University
Prof. Dr. Asım OLGUN, Uludağ Üniversitesi
Doç.Dr. Banu Öztürk KURTASLAN, Selçuk Üniversitesi
Dr. Burhanettin OZDEMİR, Prince Sultan University
Dr. Rafiq Abduləli Oğlu RASULOV, Azərbaycan Dövlət Pedoqoji Universiteti
Doç. Dr. Levent SELÇUK, Van Yüzüncüyıl Üniversitesi
Prof. Dr. Oleg SYNYUK, Khmelnitsky National University, Ukreine
Prof .Dr. Erkin TOKPANOV, Zhetysu State University, Kazakhstan
Prof. Dr. Nihat Enver ÜLGER, İstanbul Okan Üniversitesi

Sekreter / Secretary

Esra TÜRE

ÖNSÖZ / PREFACE

Değerli bilim insanları,

11-12 Nisan 2021 tarihleri arasında Ankara Bilim Üniversitesi sahipliğinde online olarak düzenlenen 10. Uluslararası Bilimsel Araştırmalar Kongresi'ne gösterdiğiniz ilgiye çok teşekkür ediyoruz. Kongre, fen ve mühendislik bilimlerde çalışan araştırmacıları bir araya getirmeyi ve aralarında etkin bir iletişim platformu oluşturmayı hedeflemektedir. Kongre kapsamında sunulan, tam metninin basılmasını talep eden katılımcıların göndermiş olduğu ve hakem değerlendirmeleri sonucunda kabul edilen 38 bildiri Tam Metin Bildiri Kitabında yer verilmiştir. Yayına kabul edilen tüm çalışmaların içeriğinden yazarların sorumlu olduğunu belirtmeliyiz.
Kongrede yaptıkları değerli araştırmalarını sunan araştırmacılara; kongre düzenleme kuruluna; bildirileri değerlendiren hakemlerimize ve kongrenin gerçekleştirilmesine katkısı olan herkese teşekkürü borç biliriz.
Saygılarımızla.

Doç. Dr. Berrin TOPUZ

İÇİNDEKİLER/CONTENTS

Hasan Hüseyin Gül / Hülya Bayrak - Karma Tasarimlarda Azalmayan Alternatifler İçin Önerilen Parametrik Olmayan Testler 1

Tuğba Tanaci Çakır / Aysun Ergene / Ümit Yırtıcı / Mehmet Bona - Endemik Centaurea Zaferii Negaresh Bitkisinin Antioksidan Aktivitesi, A- Amilaz Ve A- Glikozidaz Enzimlerini İnhibe Edici Özelliklerinin Belirlenmesi 11

Zeynep Çelik Orhan - Kepler'in Gözlemlediği Yildizlarin Yapisi Ve Evrimi 19

Burak Sulayan / Sinem Erpek / Göktuğ Canbaz - Yüzey Aşindirma Kaplama Banyolarinda Üç Değerli Kromun Olumsuz Etkisi 24

Hafize Dilek Tepe / Fatma Doyuk - Farkli Ekstraksiyon Yöntemleri Kullanilarak Adaçayi (Salvia Officinalis L.) Bitkisinin Fitokimyasal İçeriklerinin Kromatografik Analizlerle Karşilaştirilmasi 33

İlyas Genel / Yaşar Genel - Yabani Kuşburnu Ağaci Talaşinin Çinko Klorür İle İmpregnasyonu Sonucu Aktif Karbon Üretimi Ve Kinolin Sarisi Adsorpsiyonu 43

İlyas Genel / Yaşar Genel - Van Bölgesinde Yetişebilen Akasya Ağaci Talaşinin Sodyum Hidroksit İle İmpregsayonu Sonucu Aktif Karbon Üretimi Ve Kinolin Sarisi Adsorpsiyonu 51

Sümeyya Serin - Pentobarbital Ve Tiyopental Üzerine Teorik Çalişmalar 61

Yusuf Özdemir / Aysun Ergene / Ümit Yirtici - Endemik Centaurea Ziganensis Bitkisinin Antioksidan Aktivitesi Ve A-Amilaz, A- Glikozidaz Enzimlerinin İnhibe Edici Özelliklerinin Belirlenmesi 68

Derya İşler Ceyhan / Talap Talapov / Ahmet Gözübüyük - Yağli Tohumlu Bitkilerde Kömür Çürüklüğü Etmeni Macrophomina Phaseolina'nin İn Vitro Gelişimi Üzerine Bacillus Türlerinin Etkinliğinin Belirlenmesi 75

Şenol Mert / Aydın Üçüncü / Sevda Mert - Poliamid 6 Malzemesine Cnc Tezgahta Sürtünme Kariştirma Nokta Kaynağinin Uygulanmasi 101

Ali Murat Mahmat / Yavuz Köysal / Yusuf Yakut / Tahsin Atalay - Güneş Enerjisine Bağli Termoelektrik Enerji Üretimi 110

Erkan Aydın / Duygu Nazan Gençoğlan / Şule Çolak - Design And Simulation Of Trimmed U-Shaped Microstrip Patch Antenna For Uwb Applications 115

Zeynep Feyza Yilmaz Oral / Güzin Kaban - Starter Kültürlerin Sucuğun Güvenliğine Etkilerinin Değerlendirilmesi. 121

Zerrin Kaya / Güler Uğurlu Altinel / Hüseyin Aksel Eren - Reaktif Boyama Atiksuyunun Geri Kazanimi Ve Tekrar Kullanimi 130

Duygu Nazan Gençoğlan / Şule Çolak - A New Circular Patch Microstrip Antenna Design With Split Ring Resonators For 5g Applications 135

Ecem Tuğçe Özbek / Murat Aydin / Kerim Çetinkaya - L7e-C Tip Elektrikli Araçlarin Homologasyonu Ve Tip Onayi 143

Selen Sallan - Et Ve Et Ürünlerinde Nitrozamin Oluşumuna Pişirme Yöntemlerinin Etkileri 154

Merve Vural - Emin Başar Baylan - Bir Gida Üretim Tesisindeki Operasyonel Nakit Akişlarinin Sistem Dinamik Model İle Simülasyonu 162

Osman Yazıcı / Özcan Çetinkaya - Yüksek Hizli Elektronik Devre Kartlarinda Emi Ve Emc 172

Orhan Gönel / İsmail Çiçek - Maritime Investigation Reports: The Necessity Of Revision And Renewal Of The Imo's Code For Incident Investigation 181

Şeyda Yegenoğlu / İmdat Taymaz - Çalişma Ve Tasarim Parametrelerinin Doğrudan Metanol Yakit Hücresi Performansina Etkisinin Hesaplamali Akişkanlar Dinamiği Yöntemiyle İncelenmesi 189

Can Ünal / Nuray Yılmaz Tomris / Aynur Şahin - Kartela Üretim Sürecinin İş Örneklemesi İle İncelenmesi 199

Fikri Ege / Nur Selin Özen / Selin Saraç - Uzaktan Eğitim Sürecinin Akademisyenler Üzerindeki Fiziksel Etkisinin Ergonomik Açidan Değerlendirilmesi 209

Raihana Halim / Ziauddin Azimi / Mohammad Asef Sultani -Hastaliklarin Tedavisinde Crispr Teknolojisinin Rolü .217

Ceylan Şentürk / M. Lütfi Hidayetoğlu - Kokunun Mekân Algisi Ve Kullanici Değerlendirmeleri Üzerindeki Etkileri 226

Gamze Kuzu - Mardin-Savur Eski Cami Mimari Özellikleri Ve Geçirdiği Onarimlarin Değerlendirilmesi 236

Emine Çınarka Yılmaz / Esra Ari / Fatih Canan - Vernaküler Mimaride Konut: Beyşehir Yazyurdu Köyü Örneği 246

Yusuf Acar - Dik Kodlu İndis Modülasyonu 257

Çağlar Arpalı - Gauss Lazer Hüzmesinin PDMS Üzerindeki Isil Etkisi.....264

Hümeyra Bolakar Tosun / Ahmet Tortum - Türkiyedeki Otomobil Sahipliğinin Siniflandirma Performansi.....271

Yusuf Tahir Altuncı - Çelik Lifli Beton Ve Sifcon'un Bazi Mekanik Özelliklerinin Karşilaştirilmasi.....278

Tülin Çelik / Ali Ural - Sonlu Elemanlar Yöntemiyle Kubbelerin Onarim Ve Güçlendirilmesinde Kullanilan Harçlarin İncelenmesi 284

İzzettin Alhalil / M. Fethi Güllü - A Simple Method For Considering the Effect of Masonary Infill Walls on RC 2D Frame Systems 293

Atila Kumbasaroglu / Hakan Yalçıner / Halil İbrahim Sezgin / Ahmet İhsan Turan / Alper Celik / Umytjan Yangibayev - Korozyona Maruz Kalmiş Betonarme Döşemelerin Eğilme Davranişinin Araştirilmasi 303

Ahmet Duran Çelik - Türkiye'nin Buğday Üretimi Ve Diş Ticareti 319

Hasan Kayın / Abdurrahim Tanju Göksoy - Bursa İlinde Hibrit Ayçiçeği Tohumluk Üretimi.....325

Edries Jalal / Erhan Burak Pancar - Mezar-ı-Şerif'teki Mevcut Toplu Taşima SiStemlerinin Değerlendirilmesi ve Sürdürülebilir Sistemlere Dönüştürülmesi 330

I.A. Mehrabova / A.I. Kazimova- Ab Initio Calculation of Frenkel Pair Effects in CdMnSe.....342

Presentation ID/Sunum No= 50

Oral Presentation / Sözlü Sunum

Karma Tasarımlarda Azalmayan Alternatifler İçin Önerilen Parametrik Olmayan Testler

Arş.Gör.Dr. Hasan Hüseyin Gül[1]
Prof.Dr. Hülya Bayrak[2]
[1]Giresun Üniversitesi
[2]Gazi Üniversitesi
**Corresponding author: Hasan Hüseyin GÜL*

Özet

Birçok deneysel çalışmada, parametrik testlerin varsayımları sağlanmadığında, hipotez test işlemini gerçekleştirmek için parametrik olmayan testler kullanılır. Araştırmacılar test işlemini yapmak için öncelikle tasarım yapısını belirlemelidirler. Probleme tek bir tasarım yapısıyla başlanabilir. Ancak çoğunlukla maliyet veya zamandan dolayı tasarım yapısı değiştirilmek zorunda kalınabilir. Bu çalışmada, rasgele tamamlanmış blok tasarımı (TRBT) ve tamamen rastgele tasarımdan (TRT) oluşan karma tasarım için iki parametrik olmayan testin dört versiyonu önerilmiştir. Testler Page testi, Hollander testi ve Modifiye Joncheere testinin kombinasyonlarıdır.

Testlerin performanslarını deneysel I. tip hata ve testin gücü bakımından karşılaştırmak için Monte Carlo simülasyon çalışması yapılmıştır. Sonuç olarak, önerilen testlerin diğer testlerden daha güçlü olduğu söylenebilir. Bundan dolayı, TRBT ve TRT den oluşan bir karma tasarım için önerilen dört testten biri tercih edilebilir.

Anahtar Kelimeler: *Rasgele tamamlanmış blok tasarımı, tamamen rasgele tasarım, karma tasarımlar, sıralı alternatifler, ModifiedJonckheere test*

Abstract

Inmanyexperimentalstudies, whentheassumptions of parametrictestsare not provided, nonparametrictestsareusedtoperformthehypothesistestingprocess. Researchersmustfirstdeterminethedesignstructure in ordertoperformthetestingprocess. The problem can be startedwith a singledesignstructure. However, thedesignstructuremayhaveto be changedduetocostor time. Inthispaper, fourversions of twononparametrictestsareproposedforthemixeddesignconsisting of a randomizedcompleteblock (RCBD) and a completelyrandomizeddesign (CRD). Thetestsarecombination of Page test, Hollander test andModifiedJoncheere test.

Monte Carlo simulationstudy is conductedcomparingtheperformance of tests in terms of theempiricaltype I errorsandpowers. Consequently, it can be saidthattheproposedtestsappearto be morepowerfulthantheothertests. Therefore, one of thesefourproposedtests is preferableforthemixeddesignconsisting of a RCBD and a CRD.

Keywords: *Randomizedcompleteblockdesign, Completelyrandomizeddesign, mixeddesigns, orderedalternatives, ModifiedJoncheere test*

Giriş

Birçok deneysel çalışmada, hipotez testi yapılırken parametrik veya parametrik olmayan testler kullanılır. Parametrik testlerin kullanılabilmesi için bazı varsayımların sağlanması gerekir. Bu varsayımlardan en önemlisi, örneğin alındığı (çekildiği) yığının dağılımının bilinmesi gerektiğidir. Varsayımlar sağlanmadığında ise parametrik olmayan testler kullanılır.

Bir deney yapılırken, araştırmacılar hangi deney tasarımı modelini kullanacaklarına karar vermelidirler. Araştırmacılar çalışmalarına bir tasarım yapısıyla başlayabilir ancak maliyet ve zaman kaybı gibi nedenlerden dolayı tasarım yapılarını değiştirmek zorunda kalabilirler. Örneğin; dört farklı biyoloji sınavına girecek olan öğrenciler arasında fark olup olmadığını belirlemek için bir tasarım kurulması gerektiği varsayılsın. Araştırmacılar rasgele tamamlanmış blok tasarımını kullanarak, her bir öğrenciye bu

dört farklı sınavı uygulamayı düşünebilir. Burada her sınav bir işlem ve her bir öğrenci blok olmaktadır. Bir süre sonra, araştırmacılar deneye rasgele tamamlanmış blok tasarımı kullanarak devam edilirse çok fazla zaman ve maddi kayba uğrayacaklarını fark ederler. Bundan dolayı, deneyin son bölümünde tamamen rasgele tasarım kullanarak, her öğrenciye dört sınavı uygulamak yerine, her sınavı, rasgele bir grup öğrenciye yapmaya karar vermek daha anlamlı olacaktır. Sonuçta, bir kısmı rasgele tamamlanmış blok tasarımı, diğer kısmı tamamen rasgele tasarımdan oluşan bir karma tasarım meydana gelmiştir. Buradaki problem, bu karma tasarımın nasıl analiz edileceğidir (Magel ve diğ., 2010).

Birinci yol, tamamen rasgele tasarımdan oluşan kısmı ihmal ederek, yalnızca rasgele tamamlanmış blok tasarım kısmının analizini, uygun bir parametrik olmayan test ile yapmak olabilir. Fakat bu yöntem uygulandığında, araştırmacılar çok fazla veri kaybının olacağını fark etmişlerdir. İkinci yol ise bu karma tasarım yapısını bozmadan uygun parametrik olmayan test kombinasyonlarıyla test etmektir. Sıralı alternatifler için test edilen hipotez seti aşağıda verildiği gibidir:

$$H_0: \tau_1 = \tau_2 = \cdots = \tau_t$$
$$H_1: \tau_1 \leq \tau_2 \leq \cdots \leq \tau_t, \qquad (1)$$

buradaτ_i, i. işlem etkisini, t ise işlem sayısını ifade etmektedir.

Karma tasarımlar, farklı deney tasarım yapılarıyla da meydana gelebilirler.Dubnicka ve diğ. (2002) iki işlem etkisinin farklılığını test eden bir eşleştirilmiş örnek ile iki bağımsız örnekten oluşan bir karma tasarım için parametrik olmayan test istatistiği geliştirmişlerdir. Geliştirdikleri test istatistiği, Mann-Whitney testi (1947) ve Wilcoxon işaretli sıra testlerinin (1945) standartlaştırılmamış versiyonları eklenerek oluşturulmuştur.

Magel ve diğ. (2009), sıralı işlem etkilerini test etmek için rasgele tamamlanmış blok tasarımı ve tamamen rasgele tasarımdan oluşan karma tasarım için parametrik olmayan test kombinasyonu geliştirmişlerdir. Geliştirdikleri test istatistiği, Page testi (1963) ve Jonckheere-Terpstra testlerinin (1954, 1952) kombinasyonlarından oluşmaktadır.

Magel ve diğ. (2010), genel alternatifler için rasgele tamamlanmış blok tasarımı ve tamamen rasgele tasarımdan oluşan karma tasarım için parametrik olmayan test kombinasyonu geliştirmişlerdir. Geliştirdikleri test istatistiği, Friedman (1937, 1940) ve Kruskal-Wallis testlerinin (1953) kombinasyonlarından oluşmaktadır.

Mageland Fu (2014), eşleştirilmiş örnek ile iki bağımsız örnekten oluşan bir karma tasarım için, Mann-Whitney testi ve Wilcoxon işaretli sıra testlerinin standartlaştırılmış versiyonlarını kullanarak karma tasarım yapısı için bir parametrik olmayan test kombinasyonu geliştirmişlerdir.

Gul ve Bayrak (2021), sıralı alternatifler için rasgele tamamlanmış blok tasarımı ve tamamen rasgele tasarımdan oluşan bir karam tasarım için, Hollander ve Jonckheere-Terpstra testlerini kullanarak parametrik olmayan test kombinasyonları geliştirmişlerdir.

Bu çalışmada, sıralı işlem etkilerini test etmek amacıyla rasgele tamamlanmış blok tasarımı ve tamamen rasgele tasarımdan oluşan karma tasarım için dört farklı parametrik olmayan test istatistikleri önerildi. Test istatistikleri Page testi, Hollander testi (1967) ve Modified-Joncheere-Terpstra test istatistiklerinin (Tyron ve Hettmansperger, 1973) kombinasyonlarından oluşmaktadır. Ayrıca önerilen testlerin performansları I. tip hata ve testin gücü bakımından karşılaştırılmıştır.

Önerilen Testler

Bu çalışmada, eşitlik (1) deki hipoteze dayalı olarak, rasgele tamamlanmış blok tasarımı ve tamamen rasgele tasarımdan oluşan bir karma tasarım için dört farklı parametrik olmayan test istatistiği önerilmiştir.

Önerilen ilk iki test istatistiği, Page test istatistiği (*P*) ile modified Joncheere-Terpstra test istatistiğinin (*MJT*) standartlaştırılmış ve standartlaştırılmamış versiyonlarından oluşmaktadır. Test istatistikleri sırasıyla aşağıda verildiği gibidir,

$$Z_1 = \frac{Z_P + Z_{MJT}}{\sqrt{2}} \quad ve \quad Z_2 = \frac{P + MJT - (E(P) + E(MJT))}{\sqrt{(Var(P) + Var(MJT))}}, \tag{2}$$

burada *P* ve *MJT* test istatistikleri eşitlik (3) de verildiği gibidir,

$$P = \sum_{j=1}^{t} jR_j \quad ve \quad MJT = \sum_{i=0}^{t-1} \sum_{j=i+1}^{t} (j-i)U_{ij}. \tag{3}$$

P ve *MJT* testlerinin beklenen değer ve varyansları sırasıyla eşitlik (4) ve (5) de verildiği gibidir,

$$E(P) = \frac{bt(t+1)^2}{4} \quad ve \quad V(P) = \frac{b(t^3-t)^2}{144(t-1)} \tag{4}$$

$$E(MJT) = \frac{1}{2}n_i n_j \quad ve \quad V(MJT) = \frac{1}{2}n_i n_j (N+1). \tag{5}$$

Standartlaştırılmış Z_P ve Z_{MJT} ise sırasıyla aşağıdaki gibidir,

$$Z_P = \frac{P - E(P)}{\sqrt{V(P)}} \quad ve \quad Z_{MJT} = \frac{MJT - E(MJT)}{\sqrt{V(MJT)}}. \tag{6}$$

Önerilen diğer iki test istatistiği ise, Hollander test istatistiği (*H*) ile *MJT* test istatistiğinin standartlaştırılmış ve standartlaştırılmamış versiyonlarından oluşmaktadır. Test istatistikleri sırasıyla aşağıda verildiği gibidir,

$$Z_3 = \frac{Z_H + Z_{MJT}}{\sqrt{2}} \quad ve \quad Z_4 = \frac{H + MJT - (E(H) + E(MJT))}{\sqrt{(Var(H) + Var(MJT))}}, \tag{7}$$

burada *H* test istatistiği,

$$H = \sum_{u=1}^{t-1} \sum_{v=u+1}^{t} T_{uv}, \tag{8}$$

şeklindedir. H test istatistiğinin beklenen değer ve varyansı eşitlik (9) de verildiği gibidir,

$$E(H) = \frac{bt(t-1)(b+1)}{8} \quad ve \quad V(H) = \frac{bt(b+1)(2b+1)(t-1)(3+2(t-2)p_U^b)}{144(t-1)}. \tag{9}$$

Standartlaştırılmış Z_H ise aşağıdaki gibidir,

$$Z_H = \frac{H - E(H)}{\sqrt{V(H)}}. \tag{10}$$

H_0'ın doğruluğu altında, Z_1, Z_2, Z_3 ve Z_4asimptotik olarak standart normal dağılıma sahiptir ve $Z_i > z_\alpha$ ise H_0 hipotezi red edilir.

Simülasyon Çalişmasi

P, H, MJT, Z_1, Z_2, Z_3 ve Z_4 test istatistiklerinin I. tip hata oranları ve testin gücü bakımından karşılaştırılması amacıyla bir Monte Carlo simülasyon çalışması yapılmıştır. Simülasyon çalışmasında rasgele tamamlanmış blok tasarım kısmı için blok sayıları 10, 12, 15, 18 ve 20, tamamen rasgele tasarım kısmı için ise 5, 6, 10 ve 12 olarak alınmıştır. İşlem sayısı 3, 4 ve 5 düşünülmüştür. Rasgele sayılar Normal (0, 1) dağılımından üretilmiştir. Deneysel I. tip hata oranı ve testin gücü için rasgele sayılar farklı ortalama parametrelerinde üretilmiştir. Deneysel I. tip hata oranı olan α=0.05 ve deneme sayısı N=5.000 olarak alınmıştır. Monte Carlo simülasyon çalışması MATLAB programında yapılmıştır.

Tablo 1. İşlem sayısı, *t*=3, TRBT=20, TRT=5.

μ_1	μ_2	μ_3	MJT	P	H	Z_1	Z_2	Z_3	Z_4
0	0	0	0.049	0.046	0.049	0.049	0.050	0.046	0.047
0	0.1	0.2	0.083	0.125	0.148	0.135	0.120	0.156	**0.164**
0	0.3	0.7	0.266	0.570	0.675	0.646	0.518	0.713	**0.746**
0	0.1	0.6	0.217	0.469	0.558	0.548	0.431	0.605	**0.631**
0	0	0.8	0.295	0.655	0.742	0.735	0.606	0.785	**0.817**
0.1	0.2	0.3	0.087	0.132	0.150	0.138	0.124	0.154	**0.161**
0.2	0.4	0.6	0.127	0.273	0.338	0.303	0.243	0.344	**0.376**
0.4	0.4	0.9	0.166	0.372	0.443	0.429	0.335	0.475	**0.503**
0.6	0.8	0.8	0.088	0.120	0.143	0.144	0.129	0.157	**0.159**

Tablo 2. İşlem sayısı, *t*=3, TRBT=10, TRT=10.

μ_1	μ_2	μ_3	MJT	P	H	Z_1	Z_2	Z_3	Z_4
0	0	0	0.043	0.048	0.052	0.049	0.041	0.049	0.046
0	0.1	0.2	0.112	0.098	0.111	0.155	0.118	**0.160**	0.153
0	0.3	0.7	0.452	0.356	0.424	0.634	0.502	**0.674**	0.641
0	0.1	0.6	0.356	0.305	0.361	0.532	0.397	**0.565**	0.530
0	0	0.8	0.512	0.409	0.485	0.721	0.571	**0.759**	0.722
0.1	0.2	0.3	0.114	0.096	0.114	0.140	0.121	**0.148**	0.141
0.2	0.4	0.6	0.215	0.180	0.210	0.305	0.236	**0.325**	0.308
0.4	0.4	0.9	0.274	0.223	0.268	0.404	0.306	**0.431**	0.414
0.6	0.8	0.8	0.112	0.089	0.108	0.133	0.116	**0.141**	0.137

Tablo 3. İşlem sayısı, *t*=3, TRBT=15, TRT=10.

μ_1	μ_2	μ_3	MJT	P	H	Z_1	Z_2	Z_3	Z_4
0	0	0	0.051	0.045	0.054	0.049	0.049	0.052	0.052
0	0.1	0.2	0.123	0.104	0.134	0.156	0.131	**0.169**	0.168
0	0.3	0.7	0.446	0.454	0.575	0.719	0.529	**0.773**	0.768
0	0.1	0.6	0.361	0.355	0.470	0.596	0.425	**0.643**	0.638
0	0	0.8	0.522	0.518	0.642	0.802	0.609	**0.843**	0.841
0.1	0.2	0.3	0.112	0.102	0.134	0.147	0.124	**0.162**	0.161
0.2	0.4	0.6	0.212	0.207	0.279	0.348	0.251	**0.383**	0.381
0.4	0.4	0.9	0.284	0.264	0.348	0.470	0.338	**0.512**	0.509
0.6	0.8	0.8	0.111	0.102	0.132	0.158	0.119	**0.165**	0.164

Tablo 4. İşlem sayısı, *t*=3, TRBT=18, TRT=6.

μ_1	μ_2	μ_3	MJT	P	H	Z_1	Z_2	Z_3	Z_4
0	0	0	0.055	0.058	0.053	0.051	0.056	0.049	0.048
0	0.1	0.2	0.100	0.145	0.151	0.148	0.136	0.164	**0.171**

0	0.3	0.7	0.302	0.565	0.637	0.652	0.503	0.714	**0.745**
0	0.1	0.6	0.249	0.489	0.542	0.550	0.416	0.604	**0.631**
0	0	0.8	0.348	0.656	0.720	0.746	0.586	0.798	**0.822**
0.1	0.2	0.3	0.096	0.141	0.147	0.143	0.128	0.163	**0.161**
0.2	0.4	0.6	0.154	0.279	0.306	0.311	0.237	0.342	**0.357**
0.4	0.4	0.9	0.203	0.365	0.398	0.431	0.329	0.471	**0.483**
0.6	0.8	0.8	0.097	0.150	0.151	0.160	0.135	0.168	**0.178**

Tablo 5. İşlem sayısı, *t*=3, TRBT=12, TRT=6.

μ_1	μ_2	μ_3	MJT	P	H	Z_1	Z_2	Z_3	Z_4
0	0	0	0.047	0.038	0.046	0.045	0.046	0.046	0.048
0	0.1	0.2	0.096	0.088	0.111	0.131	0.111	0.138	**0.139**
0	0.3	0.7	0.308	0.382	0.494	0.584	0.444	0.629	**0.641**
0	0.1	0.6	0.254	0.303	0.398	0.477	0.361	0.514	**0.522**
0	0	0.8	0.354	0.444	0.545	0.652	0.513	0.697	**0.711**
0.1	0.2	0.3	0.097	0.093	0.125	0.128	0.113	0.134	**0.138**
0.2	0.4	0.6	0.155	0.180	0.235	0.270	0.205	0.239	**0.302**
0.4	0.4	0.9	0.197	0.228	0.296	0.346	0.269	0.388	**0.394**
0.6	0.8	0.8	0.090	0.088	0.113	0.123	0.105	0.132	**0.135**

Tablo 6. İşlem sayısı, *t*=3, TRBT=12, TRT=12.

μ_1	μ_2	μ_3	MJT	P	H	Z_1	Z_2	Z_3	Z_4
0	0	0	0.049	0.043	0.051	0.047	0.046	0.046	0.046
0	0.1	0.2	0.121	0.096	0.119	0.153	0.128	**0.163**	0.156
0	0.3	0.7	0.499	0.376	0.483	0.694	0.540	**0.742**	0.690
0	0.1	0.6	0.386	0.302	0.393	0.576	0.430	**0.617**	0.580
0	0	0.8	0.571	0.445	0.550	0.786	0.623	**0.820**	0.785
0.1	0.2	0.3	0.123	0.092	0.120	0.151	0.126	**0.157**	0.155
0.2	0.4	0.6	0.249	0.188	0.246	0.366	0.271	**0.393**	0.367
0.4	0.4	0.9	0.322	0.231	0.313	0.467	0.355	**0.504**	0.473
0.6	0.8	0.8	0.115	0.091	0.122	0.154	0.122	**0.164**	0.157

Tablo 7. İşlem sayısı, *t*=4, TRBT=20, TRT=5.

μ_1	μ_2	μ_3	μ_4	MJT	P	H	Z_1	Z_2	Z_3	Z_4
0	0	0	0	0.054	0.044	0.045	0.049	0.046	0.049	0.046
0	0.1	0.2	0.3	0.122	0.223	0.252	0.253	0.198	0.275	**0.291**
0	0.3	0.6	0.9	0.389	0.827	0.892	0.891	0.755	0.924	**0.944**
0	0.1	0.1	0.2	0.086	0.125	0.137	0.142	0.116	0.147	**0.154**
0	0	0.4	0.4	0.183	0.394	0.456	0.450	0.348	0.482	**0.516**
0.1	0.2	0.3	0.4	0.119	0.218	0.246	0.242	0.193	0.266	**0.283**
0.2	0.4	0.6	0.8	0.239	0.540	0.617	0.602	0.467	0.647	**0.694**
0.4	0.4	0.9	0.9	0.242	0.512	0.593	0.590	0.456	0.628	**0.674**
0.6	0.8	0.8	1	0.145	0.265	0.309	0.313	0.240	0.338	**0.360**

Tablo 8. İşlem sayısı, *t*=4, TRBT=10, TRT=10.

μ_1	μ_2	μ_3	μ_4	MJT	P	H	Z_1	Z_2	Z_3	Z_4
0	0	0	0	0.048	0.045	0.053	0.051	0.048	0.051	0.046
0	0.1	0.2	0.3	0.163	0.137	0.166	0.230	0.174	**0.248**	0.216
0	0.3	0.6	0.9	0.659	0.549	0.642	0.862	0.726	**0.890**	0.832
0	0.1	0.1	0.2	0.108	0.093	0.106	0.136	0.116	**0.142**	0.125
0	0	0.4	0.4	0.288	0.244	0.287	0.429	0.326	**0.462**	0.397
0.1	0.2	0.3	0.4	0.168	0.143	0.161	0.231	0.184	**0.243**	0.222
0.2	0.4	0.6	0.8	0.386	0.319	0.384	0.574	0.438	**0.602**	0.540
0.4	0.4	0.9	0.9	0.386	0.310	0.376	0.569	0.433	**0.610**	0.533
0.6	0.8	0.8	1	0.203	0.166	0.197	0.286	0.230	**0.299**	0.267

Tablo 9. İşlem sayısı, *t*=4, TRBT=15, TRT=10.

μ_1	μ_2	μ_3	μ_4	MJT	P	H	Z_1	Z_2	Z_3	Z_4
0	0	0	0	0.054	0.051	0.049	0.049	0.052	0.051	0.051
0	0.1	0.2	0.3	0.163	0.180	0.202	0.262	0.183	**0.270**	0.259
0	0.3	0.6	0.9	0.653	0.723	0.803	0.917	0.748	**0.936**	0.923
0	0.1	0.1	0.2	0.114	0.112	0.127	0.149	0.121	**0.154**	0.150
0	0	0.4	0.4	0.287	0.316	0.357	0.489	0.340	**0.521**	0.497
0.1	0.2	0.3	0.4	0.170	0.183	0.270	0.267	0.193	**0.285**	0.270
0.2	0.4	0.6	0.8	0.378	0.433	0.511	0.653	0.449	**0.687**	0.657
0.4	0.4	0.9	0.9	0.396	0.447	0.510	0.660	0.469	**0.693**	0.667
0.6	0.8	0.8	1	0.209	0.214	0.251	0.335	0.237	**0.348**	0.332

Tablo 10. İşlem sayısı, *t*=4, TRBT=18, TRT=6.

μ_1	μ_2	μ_3	μ_4	MJT	P	H	Z_1	Z_2	Z_3	Z_4
0	0	0	0	0.053	0.044	0.050	0.049	0.050	0.049	0.048
0	0.1	0.2	0.3	0.137	0.195	0.223	0.254	0.203	0.267	**0.273**
0	0.3	0.6	0.9	0.462	0.784	0.866	0.879	0.711	0.907	**0.930**
0	0.1	0.1	0.2	0.094	0.126	0.141	0.146	0.116	0.155	**0.158**
0	0	0.4	0.4	0.209	0.368	0.430	0.456	0.333	0.484	**0.516**
0.1	0.2	0.3	0.4	0.142	0.190	0.228	0.244	0.199	0.263	**0.276**
0.2	0.4	0.6	0.8	0.236	0.490	0.568	0.599	0.439	0.653	**0.682**
0.4	0.4	0.9	0.9	0.277	0.477	0.550	0.598	0.446	0.641	**0.666**
0.6	0.8	0.8	1	0.162	0.248	0.284	0.314	0.235	0.339	**0.356**

Tablo 11. İşlem sayısı, *t*=4, TRBT=12, TRT=6.

μ_1	μ_2	μ_3	μ_4	MJT	P	H	Z_1	Z_2	Z_3	Z_4
0	0	0	0	0.054	0.049	0.051	0.053	0.053	0.054	0.054
0	0.1	0.2	0.3	0.130	0.161	0.172	0.205	0.165	0.215	**0.216**
0	0.3	0.6	0.9	0.457	0.635	0.719	0.809	0.638	0.850	**0.851**
0	0.1	0.1	0.2	0.089	0.106	0.115	0.123	0.099	0.130	**0.131**
0	0	0.4	0.4	0.212	0.278	0.314	0.379	0.287	0.409	**0.410**
0.1	0.2	0.3	0.4	0.120	0.161	0.177	0.212	0.161	0.218	**0.219**
0.2	0.4	0.6	0.8	0.274	0.381	0.432	0.515	0.390	0.557	**0.559**
0.4	0.4	0.9	0.9	0.269	0.378	0.425	0.520	0.383	0.551	**0.555**
0.6	0.8	0.8	1	0.147	0.197	0.223	0.259	0.199	0.279	**0.281**

Tablo 12. İşlem sayısı, *t*=4, TRBT=12, TRT=12.

μ_1	μ_2	μ_3	μ_4	MJT	P	H	Z_1	Z_2	Z_3	Z_4
0	0	0	0	0.049	0.050	0.053	0.045	0.048	0.048	0.046
0	0.1	0.2	0.3	0.187	0.154	0.176	0.265	0.203	**0.276**	0.249
0	0.3	0.6	0.9	0.722	0.638	0.717	0.911	0.773	**0.931**	0.879
0	0.1	0.1	0.2	0.118	0.107	0.114	0.149	0.125	**0.156**	0.143
0	0	0.4	0.4	0.333	0.272	0.306	0.486	0.362	**0.514**	0.459
0.1	0.2	0.3	0.4	0.187	0.167	0.177	0.268	0.204	**0.281**	0.249
0.2	0.4	0.6	0.8	0.434	0.386	0.438	0.650	0.475	**0.686**	0.606
0.4	0.4	0.9	0.9	0.433	0.381	0.423	0.642	0.474	**0.683**	0.602
0.6	0.8	0.8	1	0.226	0.200	0.224	0.320	0.248	**0.343**	0.306

Tablo 13. İşlem sayısı, *t*=5, TRBT=20, TRT=5.

μ_1	μ_2	μ_3	μ_4	μ_5	MJT	P	H	Z_1	Z_2	Z_3	Z_4
0	0	0	0	0	0.064	0.044	0.049	0.064	0.063	0.055	0.053
0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.161	0.340	0.369	0.357	0.286	0.395	**0.421**
0	0.2	0.4	0.6	0.8	0.358	0.807	0.857	0.858	0.708	0.897	**0.920**
0	0	0.3	0.6	0.6	0.303	0.730	0.784	0.794	0.643	0.825	**0.864**
0	0	0.4	0.4	0.4	0.191	0.447	0.487	0.497	0.365	0.541	**0.562**
0.1	0.2	0.4	0.6	0.8	0.328	0.720	0.781	0.789	0.642	0.824	**0.850**
0.2	0.2	0.6	0.8	1	0.445	0.852	0.911	0.894	0.791	0.918	**0.961**
0.4	0.4	0.4	0.7	0.7	0.120	0.314	0.346	0.360	0.248	0.373	**0.399**
0.3	0.6	0.6	0.9	0.9	0.220	0.555	0.614	0.617	0.488	0.661	**0.702**

Tablo 14. İşlem sayısı, *t*=5, TRBT=10, TRT=10.

μ_1	μ_2	μ_3	μ_4	μ_5	MJT	P	H	Z_1	Z_2	Z_3	Z_4
0	0	0	0	0	0.047	0.039	0.042	0.048	0.049	0.048	0.055
0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.240	0.215	0.249	0.363	0.275	**0.382**	0.325
0	0.2	0.4	0.6	0.8	0.597	0.540	0.609	0.832	0.668	**0.865**	0.770
0	0	0.3	0.6	0.6	0.493	0.443	0.504	0.721	0.540	**0.752**	0.647
0	0	0.4	0.4	0.4	0.310	0.257	0.282	0.471	0.352	**0.513**	0.413
0.1	0.2	0.4	0.6	0.8	0.518	0.483	0.523	0.748	0.577	**0.774**	0.669
0.2	0.2	0.6	0.8	1	0.682	0.564	0.663	0.874	0.732	**0.907**	0.832
0.4	0.4	0.4	0.7	0.7	0.238	0.182	0.197	0.313	0.264	**0.315**	0.286
0.3	0.6	0.6	0.9	0.9	0.407	0.368	0.403	0.609	0.472	**0.638**	0.554

Tablo 15. İşlem sayısı, *t*=5, TRBT=15, TRT=10.

μ_1	μ_2	μ_3	μ_4	μ_5	MJT	P	H	Z_1	Z_2	Z_3	Z_4
0	0	0	0	0	0.040	0.055	0.054	0.055	0.041	0.048	0.045
0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.235	0.279	0.304	0.387	0.290	**0.413**	0.380
0	0.2	0.4	0.6	0.8	0.583	0.706	0.760	0.884	0.698	**0.912**	0.870
0	0	0.3	0.6	0.6	0.549	0.611	0.660	0.836	0.655	**0.873**	0.819
0	0	0.4	0.4	0.4	0.321	0.374	0.400	0.511	0.377	**0.549**	0.486
0.1	0.2	0.4	0.6	0.8	0.519	0.651	0.696	0.836	0.635	**0.862**	0.815
0.2	0.2	0.6	0.8	1	0.682	0.779	0.841	0.956	0.767	**0.958**	0.926
0.4	0.4	0.4	0.7	0.7	0.207	0.255	0.256	0.345	0.238	**0.361**	0.350
0.3	0.6	0.6	0.9	0.9	0.415	0.472	0.519	0.689	0.496	**0.716**	0.667

Tablo 16. İşlem sayısı, *t*=5, TRBT=18, TRT=6.

μ_1	μ_2	μ_3	μ_4	μ_5	MJT	P	H	Z_1	Z_2	Z_3	Z_4
0	0	0	0	0	0.050	0.044	0.049	0.049	0.054	0.058	0.057
0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.195	0.321	0.363	0.398	0.292	0.419	**0.431**
0	0.2	0.4	0.6	0.8	0.428	0.773	0.824	0.864	0.696	0.895	**0.919**
0	0	0.3	0.6	0.6	0.393	0.672	0.730	0.809	0.639	0.836	**0.859**
0	0	0.4	0.4	0.4	0.199	0.418	0.470	0.490	0.352	0.522	**0.552**
0.1	0.2	0.4	0.6	0.8	0.365	0.700	0.749	0.797	0.616	0.825	**0.848**
0.2	0.2	0.6	0.8	1	0.477	0.838	0.887	0.907	0.759	0.931	**0.943**
0.4	0.4	0.4	0.7	0.7	0.157	0.279	0.293	0.333	0.244	0.357	**0.375**
0.3	0.6	0.6	0.9	0.9	0.270	0.567	0.608	0.664	0.465	0.690	**0.701**

Tablo 17. İşlem sayısı, *t*=5, TRBT=12, TRT=6.

μ_1	μ_2	μ_3	μ_4	μ_5	MJT	P	H	Z_1	Z_2	Z_3	Z_4
0	0	0	0	0	0.050	0.051	0.046	0.054	0.053	0.051	0.055
0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.172	0.207	0.236	0.305	0.233	**0.334**	0.326
0	0.2	0.4	0.6	0.8	0.425	0.611	0.650	0.783	0.615	**0.810**	0.795
0	0	0.3	0.6	0.6	0.381	0.530	0.578	0.713	0.535	**0.749**	0.731
0	0	0.4	0.4	0.4	0.209	0.311	0.334	0.402	0.281	**0.423**	0.408
0.1	0.2	0.4	0.6	0.8	0.376	0.533	0.583	0.696	0.531	**0.728**	0.710
0.2	0.2	0.6	0.8	1	0.468	0.677	0.748	0.838	0.684	**0.879**	0.866
0.4	0.4	0.4	0.7	0.7	0.158	0.209	0.238	0.276	0.205	**0.296**	0.293
0.3	0.6	0.6	0.9	0.9	0.298	0.398	0.444	0.543	0.400	**0.564**	0.549

Tablo 18. İşlem sayısı, *t*=5, TRBT=12, TRT=12.

μ_1	μ_2	μ_3	μ_4	μ_5	MJT	P	H	Z_1	Z_2	Z_3	Z_4
0	0	0	0	0	0.052	0.039	0.043	0.047	0.042	0.046	0.052
0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.273	0.232	0.247	0.408	0.295	**0.425**	0.357
0	0.2	0.4	0.6	0.8	0.708	0.623	0.687	0.892	0.762	**0.914**	0.847
0	0	0.3	0.6	0.6	0.572	0.531	0.591	0.802	0.629	**0.833**	0.724
0	0	0.4	0.4	0.4	0.328	0.324	0.352	0.528	0.374	**0.532**	0.460
0.1	0.2	0.4	0.6	0.8	0.574	0.547	0.603	0.828	0.645	**0.858**	0.756
0.2	0.2	0.6	0.8	1	0.757	0.698	0.760	0.939	0.817	**0.954**	0.892
0.4	0.4	0.4	0.7	0.7	0.223	0.220	0.223	0.337	0.245	**0.356**	0.298
0.3	0.6	0.6	0.9	0.9	0.438	0.425	0.461	0.688	0.515	**0.721**	0.626

Simülasyon sonuçlarına deneysel I. tip hata oranı açısından bakıldığında, tüm durumlarda, deneysel I. tip hata oranının α=0.05'e oldukça yakın olduğu görülmektedir.

Sonuçlara testin gücü açısından bakıldığında, *t*=3, 4 ve 5 için, *P*, *MJT* ve Z_2 testlerinin en düşük güç değerlerine sahiptir. Bu testleri sırasıyla *H* ve Z_1 testleri izlemektedir. Z_3 ve Z_4 testlerinin ise diğer testlerden her durumda daha iyi güç değerlerine sahip olduğu görülmektedir. TRBT ile TRT 'ın blok sayıları arasındaki fark az veya eşit olduğunda Z_3 testi en yüksek güç değerlerine sahiptir. Örneğin, k=3, 4 ve 5 iken, TRBT=12-TRT=12, TRBT=6-TRT=6, TRBT=10-TRT=10 ve TRBT=15-TRT=10durumlarında en yüksek güç değeri Z_3 testine aittir. TRBT ile TRT 'ınblok sayıları arasındaki fark fazla olduğunda ise Z_4 testi en yüksek güç değerine sahiptir. Örneğin, k=3, 4 ve 5 iken, TRBT=12-TRT=6, TRBT=18-TRT=6 ve TRBT=20-TRT=5 durumlarında Z_4 testi en yüksek güç değerlerine sahiptir.

Sonuç ve Tartişma

Bu çalışmada, TRBT ve TRT den oluşan karma tasarım için iki parametrik olmayan testin dört versiyonu önerilmiştir. Önerilen testler *MJT*, *P* ve *H* testlerinin standartlaştırılmış ve standartlaştırılmamış versiyonlarından oluşmaktadır. Önerilen parametrik olmayan testler, *MJT*, *P* ve *H* testleriyle ve birbirleriyle deneysel I. tip hata oranı ve testin gücü bakımından karşılaştırılmıştır.

Yapılan simülasyon sonucunda, tüm testlerin deneysel I. tip hata oranları, α=0.05 düzeyine oldukça yakındır. Testlerin güçlerine bakıldığında ise, Z_3 ve Z_4 testlerinin diğer testlerden daha yüksek güç değerlerine sahip olduğu görülmüştür. Tasarımların blok sayıları birbirine yakın veya eşit iken Z_3 testi, tasarımların blok sayıları birbirinden uzaklaştıkça Z_4 testinin daha iyi güç değerine sahip olduğu görülmüştür.

Kaynaklar

1. Dubnicka, S. R.,Blair, R. C., &Hettmansperger, T. P. (2002). Rank-basedproceduresformixedpairedandtwo-sampledesigns. *Journal of Modern Applied Statistical Methods*, *1*(1), 6.
2. Friedman, M. (1937). Theuse of rankstoavoidtheassumption of normalityimplicit in theanalysis of variance. *Journal of theamericanstatisticalassociation*, *32*(200), 675-701.
3. Friedman, M. (1940). A comparison of alternativetests of significanceforthe problem of m rankings. *TheAnnals of Mathematical Statistics*, *11*(1), 86-92.
4. Gül, H. H., & Bayrak, H. (2021). Proposed nonparametric tests for the ordered alternative in a completely randomized and randomized block mixed design. *Cumhuriyet Science Journal*, *42*(1), 191-200.
5. Hollander, M. (1967). Ranktestsforrandomizedblockswhenthealternativeshave an a prioriordering. *TheAnnals of Mathematical Statistics*, 867-877.
6. Jonckheere, A. R. (1954). A distribution-free k-sample test againstorderedalternatives. *Biometrika*, *41*(1/2), 133-145.
7. Kruskal, W. H.,& Wallis, W. A. (1953). Use of ranks in one-criterionvarianceanalysis. *Journal of theAmericanstatisticalAssociation*, *47*(260), 583-621.
8. Magel, R.,Terpstra, J., & Wen, J. (2009). Proposedtestsforthenondecreasingalternative in a mixeddesign. *Journal of Statisticsand Management Systems*, *12*(5), 963-977.
9. Magel, R.,Terpstra, J., Canonizado, K., & Park, J. I. (2010). Nonparametrictestsformixeddesigns. *Communications in Statistics-SimulationandComputation*, *39*(6), 1228-1250.
10. Magel, R. C.,& Fu, R. (2014). Proposednonparametric test forthemixedtwo-sampledesign. *Journal of statisticalTheoryandPractice*, *8*(2), 221-237.
11. Mann, H. B.,&Whitney, D. R. (1947). On a test of whetherone of tworandomvariables is stochasticallylargerthantheother. *Theannals of mathematicalstatistics*, 50-60.
12. Page, E. B. (1963). Orderedhypothesesformultipletreatments: a significance test forlinearranks. *Journal of theAmerican Statistical Association*, *58*(301), 216-230.
13. Terpstra, T. J. (1952). Theasymptoticnormalityandconsistency of Kendall's test againsttrend, whentiesarepresent in oneranking. *IndagationesMathematicae*, *14*(3), 327-333.

14. Tryon, P. V.,&Hettmansperger, T. P. (1973). A class of non-parametrictestsforhomogeneityagainstorderedalternatives. *TheAnnals of Statistics*, 1061-1070.
15. Wilcoxon, F. (1945). Individualcomparisonsbyrankingmethods. BiometricsBulletin, 1, 80-83. *Reprinted in theBobbs-Merrill Reprint Series in theSocialSciences, S-541*.

Presentation ID/Sunum No= 39

Oral Presentation / Sözlü Sunum

Endemik Centaurea Zaferii Negaresh Bitkisinin Antioksidan Aktivitesi, A- Amilaz ve A-Glikozidaz Enzimlerini İnhibe Edici Özelliklerinin Belirlenmesi

Tugba Tanacı[1] , Prof.Dr. Aysun Ergene[1],
Dr. Öğretim Üyesi Ümit Yırtıcı[1],
Doç.Dr. Mehmet Bona[2]
[1]*Kırıkkale Üniversitesi*
[2]*İstanbul Üniversitesi*

Özet

Türkiye'de endemizm oranı %66 olan Centaurea L. cinsine ait birçok tür, halk arasında geleneksel olarak çok sayıda hastalığın tedavi edilmesinde kullanılmakta ve dolayısıyla bu türlerle ilgili biyoaktivite çalışmaları da giderek artmaktadır.

Bu çalışmada kullanılan Centaurea zaferii Negaresh bitkisinden elde edilen farklı özütlerin toplam fenolik (TPC) ve flavonoid içeriklerinin (TFC) zengin, in-vitro antioksidan ve diyabet ile ilişkili enzimler olan α-amilaz ve α-glukozidaz enzimlerini inhibe etme özelliklerinin güçlü olduğu gözlemlenmiştir. Maserasyon ile elde edilen metanol özütünde TPC (21,76 mg GAE/g)' nin, diklorometan özütünde ise TFC (489.74 mg RE/g)' nin daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Diklorometan özütünün fosfomolibdenum (164.55 mg TE/g) antioksidan testinde ve α-amilaz (1073,71 mg ACE/g) inhibisyonunda, metanol ekstresinin ise DPPH (6.688 mg TE/g), ABTS (33.28 mg TE/g), CUPRAC (61,71 mg TE/g), FRAP (82,22 mg TE/g) antioksidan testlerinde ve α-glukozidaz (1147.00 mg ACE/g) inhibisyonunda daha etkili olduğu belirlenmiştir. Sonuç olarak daha ileri fitokimyasal çalışmalar yapılarak C. zaferii Negaresh bitki özütlerinin içeriğinde bulunan etkin bileşiklerin tespit edilmesi ve bu özütlerin enzim inhibisyonu yanında farklı biyolojik etkinliklerinin belirlenip uluslararası bir dergide yayınlanması planlanmaktadır.

Anahtar kelimeler: *Centaurea zaferii, antioksidan aktivite, diyabet, α-amilaz ve α-glukozidaz inhibisyonu*

Determination Of Antioxidant Activity And Enzyme Inhibion Effects Of Endemic Centaurea Zaferii Negaresh Plant

Abstract

Many species are belonging to the genus Centaurea, which the rate of endemism 61% in Turkey, used to treat many diseases traditionally among the people and thus the increasing bioactivity studies related to these species. Different extracts from Centaurea zaferii Negaresh plant used in this study were found to be rich in total phenolic (TPC) and flavonoid content (TFC), and the extracts were found to be strong in both in-vitro antioxidant tests and inhibition of diabetes-associated enzymes (α-amylase and α-glucosidase). It was determined that TPC (21,76 mg GAE/g) was higher in methanol extract, while in dichloromethane extract, TFC (489.74 mg RE/g) was higher, obtained by maceration. It was determined that dichloromethane extract was more effective in phosphomolybdenum (164.55 mg TE/g) antioxidant test and α-amylase (1073,71 mg ACE/g) inhibition, methanol extract in DPPH (6.688 mg TE/g), ABTS (33.28 mg TE/g), CUPRAC (61,71 mg TE/g), FRAP (82,22 mg TE/g) antioxidant tests, and α-glucosidase (1147.00 mg ACE/g) inhibition. As a result, further phytochemical studies are planned to determine the active compounds in C. zaferii Negaresh plant extracts' content and determine the different biological activities of these extracts besides enzyme inhibition and to be published in an international journal.

Keywords: *Centaurea zaferii, antioxidant activity, diabetes, α-amylase, and α-glucosidase inhibition*

Giriş

21. yüzyılda gittikçe artan farmakolojik gereksinim bitkisel ilaçlara olan talebi artmıştır. Şifalı bitkiler eski zamanlardan beri tüm dünyada hastalıkların önlenmesinde terapötik birer ajan olarak görülmektedir

(Ampofo et al. 2012). Dünya Sağlık Örgütü'ne göre, modern ilaçların yaklaşık %25'i geleneksel tıpta kullanılan bitkilerden elde edilmiştir ve temel sağlık bakımları için bitkisel ilaçlar çok önemli bir bileşen olarak yerini almıştır (Leslie 2000). Dünya çapında nüfusun %80'inde şifalı bitkiler kullanılır ve gelişmekte olan ülkelerde bu oran %95' i bulmaktadır (Tilburt and Kaptchuk 2008).

Bu bağlamda artan ihtiyaca bağlı olarak, araştırma enstitüleri ve üniversitelerde, son on yılda şifalı bitkiler üzerinde farmakolojik araştırma faaliyetleri daha fazla gerçekleştirilmektedir. Bilim adamları biyoaktif kimyasal yapıları izole etmek ve tanımlamak için büyük çaba harcamaktadır (Trusheim, Berndt, and Douglas 2007; Connolly et al. 2009). Yapılan bir araştırmada 122 bitki kökenli ilacın %80'inin geleneksel olarak kullanılan bitkilerden elde edildiğini göstermiştir (Balandrin et al. 1985; Fabricant and Farnsworth 2001).
Birçok çalışma ile çeşitli bitkilerin, bitki türevi ürünlerin, dejeneratif ve kronik hastalıklarla ilişkili olan antioksidan, antimikrobiyal, anti-inflamatuar ve anti-kanserojen gibi biyolojik aktiviteleri ortaya çıkarılmıştır (De Monte et al. 2014; Allaria et al. 2015; Jimenez et al. 2015; Roleira et al. 2015; Rates 2001; Sandhar et al. 2011).

Serbest radikallerin artması ve antioksidan seviyenin azalması durumunda vücut için oluşan zararlı duruma oksidatif stres denir. Meydana gelen bu oksitatif stres, biyolojik yapıların oksidatif hasarına sebep olmaktadır (Fang, Yang, and Wu 2002). Oluşan bu hasarın kanser, bağışıklık yetersizliği ve hipertansiyon gibi çeşitli hastalıklar ile ilişkilidir ve biyolojik yaşlanma sürecinde rol oynamaktadır. Günümüzde çoğu hastalığın bir noktaya kadar oksidatif strese bağlı olduğu kabul edilmektedir (Kayali et al. 2006).

Diabetes mellitus' ta serbest radikallerin oluşması ile oksidatif stresin oluşmasına neden olmaktadır (Kuyvenhoven and Meinders 1999). Serbest radikallerin diyabette etkin olduğunun belirtilmesi indirekt olarak bu hastalığın oluşumunu önleme ve tedavisinde radikal oluşumunu önleyici antioksidan vitaminlerin kullanılabileceği düşüncesinin oluşmasına sebep olmuştur (Cengiz and Cengiz 2000; Halifeoğlu et al. 2005).

Asteraceae familyasının Centaurea cinsi dayanıklı, otsu, tek, iki veya çok yıllık yaklaşık 500 tür içerir ve Asya, Avrupa ve Kuzey Amerika'nın birçok kısmında dağılım gösterir (Clapham, Tutin, and Moore 1990). Centaurea türleri halk arasında tek başına veya diğer bitkilerle birlikte antidiyabetik, antiromatizmal, antienflamatuvar, koleretik, stomaşik, diüretik, adet söktürücü, astrenjan, hipotansif, antipiretik, sitotoksik, antibakteriyel amaçla kullanılmaktadır (Reyhan, Küpeli, and Ergun 2004).

Bu çalışmamız da endemik *Centaurea zaferii* bitkisinin toplam fenolik, flavonoid içerikleri, antioksidan özellikleri, α-amilaz ve α-glukozidaz enzimlerini inhibe edici etkisi araştırılmıştır. *C. zaferii* ile ilgili literatürde bir çalışma bulunmamaktadır.

Materyal ve Yöntem

Bitki Örneklerinin Toplanması, Öğütülmesi ve Ekstrelerin Elde Edilmesi

Bitki örnekleri Hatay'ın Arsuz ilçesinde Uluçınar mahallesinde yaklaşık 150 m alçak rakımlı bölgesinden toplanmıştır.

Bitki örneklerinin toprak üstü kısımları doğrudan güneş ışığı almayan, kuru bir ortamda, oda sıcaklığında 2 hafta süre ile uygun koşullarda kurutulmuştur. Kurutulan bitki örnekleri bitki öğütme değirmeninde toz haline getirilmiştir. İyi bir ekstraksiyon için bitki örnekleri maserasyon yöntemiyle sırası ile polar olmayan hekzan, orta düzeyde polariteye sahip diklorometan ve polar bir bileşik olan metanol ile 3×24 saat olacak şekilde ekstre edilmiştir. Çözücüler rotary evaporatörde uçurulmuştur. Bitki ekstre örnekleri sonradan çalışılmak üzere +4 ºC' de saklanmıştır.

Deneylerde metanol ve diklorometan ekstreleri kullanılmıştır. Bitki örnekleri her bir deney için sekiz farklı doz (1000-7,8125 µg/mL) ve her bir doz için 10 tekrar olacak şekilde hazırlanmıştır.

Toplam Fenolik Madde Tayini (TPC)

Bitki ekstrelerinin toplam fenolik içerikleri 96 kuyucuklu mikroplakada Folin-Ciocalteau metodu ile spektrofotometrik olarak ve modifiye edilerek ölçülmüştür (Herald, Gadgil, and Tilley 2012).

Kuyucuklara 20 µL bitki ekstresi, 160 µL ultra saf su ve 20 µL Folin Ciocalteau reaktifi eklenmiş, 6 dk karanlık ortamda bekletilmiş sonra üzerine %20 lik $NaCO_3$ ilave edilmiş, 2 saat karanlıkta oda sıcaklığında bekletilmiş ve 760 nm' de okunma yapılmıştır. Standart olarak gallik asit kullanılmıştır. Ekstrelerin fenolik içerikleri g kuru örnek başına düşen mg gallik asit (mg GAE/g) şeklinde ifade edilmiştir.

Toplam Flavonoid Madde Tayini (TFC)

Bitki ekstrelerinin toplam flavonoid içerikleri 96 kuyucuklu mikroplakada Alüminyum Klorür Kolorimetrik metodu ile spektrofotometrik olarak ve yöntem modifiye edilerek ölçülmüştür (Chang et al. 2002).

Kuyucuklara 25 µL bitki ekstresi, 125 µL ultra saf su, 10 µL $NaNO_2$, 5 dakika karanlık ortamda bekletilmiş, 25 µL $AlCl_3.6H_2O$, tekrar 5 dakika karanlık ortamda bekletilmiş, sonra 50 µL NaOH ilave edilmiş ve 510 nm' de okuma yapılmıştır. Standart olarak rutin (kullanılmıştır. Ekstrelerin flavonoid içerikleri g kuru örnek başına düşen mg Rutin (mg RE/g) şeklinde ifade edilmiştir.

Biyoaktivite Tayini
Antioksidan Aktivite Tayini

Serbest radikal yakalama etkinliği, 2,2-difenil-1-pikrilhidrazil (DPPH) radikali kullanılarak Blois' in metodu ile spektrofotometrik olarak ve modifiye edilerek ölçülmüştür (Blois 1958). Kuyucuklara 13 µL bitki ekstresi, 247 µL DPPH stok çözeltiden eklenmiş, karanlık ortamda oda sıcaklığında 30 dakika bekletilmiş ve 517 nm okuma yapılmıştır. Standart olarak Trolox kullanılmıştır. Ekstrelerin DPPH Radikal Giderme Aktivitesi g kuru örnek başına düşen mg Trolox (mg TE/g) şeklinde ifade edilmiştir.

2,2'-azinobis (3-etil-bezotiazolin 6 sulfonat) (ABTS) radikal katyonunun antioksidanlar tarafından absorbansının engellenmesi temeline dayanır. (Ali et al. 2008). Spektrofotometrik olarak ölçülmüş ve yöntem modifiye edilerek uygulanmıştır. Kuyucuklara 13 µL bitki ekstresi, 247 µL ABTS reaktifi eklenmiş ve 734 nm'de okuma yapılmıştır. Standart olarak Trolox kullanılmıştır. Ekstrelerin g kuru örnek başına düşen mg Trolox (mg TE/g) şeklinde ifade edilmiştir.

İlk kez Apak ve arkadaşları tarafından geliştirilen bu yöntem temel olarak 2,9- dimetil-1, 10-fenantrolin (Neokuproin-Nc)'in Cu (II) ile oluşturduğu bakır (II)-neokuproin kompleksinin (Cu(II)-Nc), 450 nm' de maksimum absorbans veren bakır (I)- neokuproin (Cu(I)-Nc) şelatına indirgeme yeteneğinden yararlanılarak antioksidan kapasite hesaplanmaktadır (Apak et al. 2004). Spektrofotometrik olarak ölçülmüş ve yöntem modifiye edilerek uygulanmıştır. Kuyucuklara 25 µL bitki ekstresi, 175 µL CUPRAC reaktifi eklenmiş ve 450 nm'de okuma yapılmıştır. Standart olarak Trolox kullanılmıştır. Ekstrelerin Cu (II) İyonu İndirgeyici Antioksidan Kapasite g kuru örnek başına düşen mg Trolox (mg TE/g) şeklinde ifade edilmiştir.

Benzei ve Strain tarafından geliştirilen bu yöntemde demir (III)'in indirgenme kapasitesi yoluyla antioksidanlarının toplam miktar tayini yapılmaktadır (Yıldız 2007). Spektrofotometrik olarak ölçülmüş ve yöntem modifiye edilerek uygulanmıştır. 12,5 µL bitki ekstresi, 250 µL FRAP reaktifi eklenmiş ve 593 nm'de okuma yapılmıştır. Standart olarak Trolox kullanılmıştır. Ekstrelerin Demir (III) İyonu İndirgeyici Antioksidan Gücü Kapasite g kuru örnek başına düşen mg Trolox (mg TE/g) şeklinde ifade edilmiştir.

Prieto ve arkadaşları tarafından geliştirilen bu yöntemde örneklerin antioksidan aktivitesi yeşil fosfomolibden kompleks oluşumu ile değerlendirilmiştir. (Prieto, Pineda, and Aguilar 1999). Spektrofotometrik olarak ölçülmüş ve yöntem modifiye edilerek uygulanmıştır. Kuyucuklara 12,5 µL bitki ekstresi, 125 µL fosfomolibdat reaktifi eklenmiş, 95° de 90 dakika inkübasyona bırakılmış, işlem sonunda

oda sıcaklığa düşmesi beklenilmiş ve 593 nm'de okuma yapılmıştır. Standart olarak trolox kullanılmıştır. Ekstrelerin g kuru örnek başına düşen mg Trolox (mg TE/g) şeklinde ifade edilmiştir.

Enzim inhibisyon tayini

Bitki ekstrelerinin α- amilaz inhibitör aktivitesi 96 kuyucuklu mikroplakada, Caraway-Somogyi iodine/potassium iodide (IKI) metodu ile Spektrofotometrik olarak ölçülmüş ve yöntem modifiye edilerek uygulanmıştır (Yang et al. 2012). Kuyucuklara 25 µL bitki ekstresi, 50 µL α–amilaz enzimi, 10 dk. 37 ºC'de 60 rpm' de çalkalanmış, süre sonunda kuyucuklara 50 µL nişasta, 10 dk. 37 ºC'de 60 rpm' de çalkalanmış, süre sonunda kuyucuklara 25 µL HCl, 100 µL LUGOL eklenmiş ve 630 nm'de okuma yapılmıştır. Standart olarak Akarboz kullanılmıştır. Ekstrelerin α- amilaz inhibitör aktivitesi g kuru örnek başına düşen mg Akarboz (mg ACE/g) şeklinde ifade edilmiştir.

Bitki ekstrelerinin α- glukozidaz inhibitör aktivitesi 96 kuyucuklu mikroplakada, Kim, Wang, arkadaşlarının yöntemi, Spektrofotometre de kinetik olarak ölçülmüş ve yöntem modifiye edilerek uygulanmıştır (Kim, Wang, and Rhee 2004). Kuyucuklara 80 µL bitki ekstresi, 100 µL PNPG substratı, 20 µL α- glikozidaz enzimi ilave edilmiş, 37 ºC' de 10 dakika inkübasyona bırakılmış ve 405 nm' de 1' er dakikalık aralıklarla kinetik okuma yapılmıştır. Standart olarak Akarboz kullanılmıştır. Ekstrelerin α-glukozidaz inhibitör aktivitesi g kuru örnek başına düşen mg Akarboz (mg ACE/g) şeklinde ifade edilmiştir.

Sonuçlar Ve Tartişma

Anadolu'da halk arasında şifa kaynağı olarak kullanılan bitki türlerinden bazıları da Centaurea familyasına ait türlerdir. Halk arasında ateş düşürücü, adet söktürücü, itah açıcı, kuvvet verici ve mide yatıştırıcı olarak kullanılırlar (Karagöz et al. 2002).

Bu çalışmada *C. zaferii* bitkisinin metanol ve DCM ekstrelerinin toplam fenolik, toplam flavonoid, antioksidan özellikleri ve Tip 2 diyabet ile ilişkili α-amilaz ve α-glikosidaz enzimlerinin inhibisyonu ile ilgili çalışmalar yapılmış ve sonuçlar Tablo 1' de gösterilmiştir.

Tablo.1. *C.zaferii* bitkisinin TPC, TFC ve Biyoaktivite Sonuçları (Sonuçlar ortalama ±SS olarak ifade edildi)

	Ekstre	
	Metanol	DCM
TPC (mg GAE/g)	21.067±0.13	19.677±0.154
TFC (mg RE/g)	62.165±0.11	489.739±0.423
Antioksidan Aktivite		
DPPH (mg TE/g)	33.282±0.229	10.108±0.156
ABTS (mg TE/g)	6.688±0.0775	2.165±0.0497
FRAP (mg TE/g)	82,222±0.066	79,347±0.0943
CUPRAC (mg TE/g)	61.712±0.78	33.216±0.2
Fosfomolibdenum (mg TE/g)	136.419±0.257	164.556±0.349
Enzim İnhibisyonu		
α-amilaz (mg ACE/g)	100.31±0.654	1073.72±0.227
α-glukozidaz (mg ACE/g)	467.943±0.0228	1147.003±0.0177

Metanol ekstresinin, TPC içeriği literatürde bulunan diğer *Centaurea* türleri ile ilgili yapılan çalışmalara uygunluk gösterirken, TFC içeriği ise daha düşük bulunurken; DCM ekstresinin, TPC ve TFC içeriği ise daha yüksek bulunmuştur (Zengin et al. 2018; Ayaz et al. 2017; Ozcan and Acet 2018; Zengin et al. 2016; Uysal et al. 2021).

Literatürdeki diğer *Centaurae* türleri ile karşılaştırıldığında $DPPH^{\cdot}$ serbest radikalini giderme aktivitesi belirlemek için DCM ekstresi ile yapılan bir çalışmaya rastlanmamıştır bu sebeple DCM ekstresi ile karşılaştırılma yapılamamıştır. Literatürdeki diğer *Centaurae* türleri ile karşılaştırıldığında *C.zaferii*'nin metanol ekstrelerindeki $DPPH^{\cdot}$ serbest radikalini giderme aktivitesi düşük bulunmuştur (Zengin et al. 2018; Uysal et al. 2016; Acet 2021; Jaafreh et al. 2019).

Literatürdeki diğer Centaurae türleri ile karşılaştırıldığında C.zaferii'nin DCM ekstrelerindeki $ABTS^{\cdot}+$ serbest radikal katyonunu giderme aktivitesi düşük bulunmuştur (Zengin et al. 2018). Literatürdeki diğer Centaurae türleri ile karşılaştırıldığında C.zaferii'nin metanol ekstrelerindeki $ABTS^{\cdot}+$ serbest radikal katyonunu giderme aktivitesi uyumlu bulunmuştur (Ozcan and Acet 2018; Acet 2021).

Literatürdeki diğer Centaurae türleri ile karşılaştırıldığında C.zaferii'nin DCM ekstrelerindeki CUPRAC indirgeme gücü düşük bulunmuştur (Uysal et al. 2021). Literatürdeki diğer Centaurae türleri ile karşılaştırıldığında C.zaferii'nin metanol ekstrelerindeki CUPRAC indirgeme gücü uyumlu bulunmuştur (Uysal et al. 2016; Ayaz et al. 2017).

Literatürdeki diğer *Centaurae* türleri ile karşılaştırıldığında FRAP ve MOB indirgeme gücünü belirlemek için DCM ekstresi ile yapılan bir çalışmaya rastlanmamıştır bu sebeple DCM ekstresi ile karşılaştırılma yapılamamıştır. Literatürdeki diğer *Centaurae* türleri ile karşılaştırıldığında *C.zaferii*'nin metanol ekstrelerindeki FRAP indirgeme gücü ve MOB indirgeme gücü yüksek bulunmuştur (Zengin et al. 2018; Uysal et al. 2016; Jaafreh et al. 2019).

Centaurea cinsine ait bazı türlerin çeşitli kısımlarının fitokimyasal ve biyolojik aktiviteleri bilimsel çalışmalarla ortaya konulmuştur (Sarker ve Ark., 1997). Sonuç olarak C.zaferii bitkimizin antioksidan etkiye sahip olduğu ve daha ileri fitokimyasal çalışmalar yapılarak *C. zaferii* bitki özütlerinin içeriğinde bulunan etkin bileşikleri tespit edilmelidir.

Literatürdeki diğer *Centaurae* türleri ile karşılaştırıldığında *C.zaferii*'nin DCM ekstrelerindeki α-amilaz enzimini inhibe edici etkisi yüksek bulunmuştur (Zengin ve Ark., 2021). Literatürdeki diğer *Centaurae* türleri ile karşılaştırıldığında *C.zaferii*'nin metanol ekstrelerindeki α- amilaz enzimini inhibe edici etkisi uyumlu bulunmuştur (Acet, 2020; Özcan ve Ark., 2019).

Literatürdeki diğer *Centaurae* türleri ile karşılaştırıldığında *C.zaferii*'nin metanol ve DCM ekstrelerindeki α- glukozidaz enzimini inhibe edici etkisi yüksek bulunmuştur (Uysal ve Ark., 2016; Acet, 2020; Zengin ve Ark., 2018; Özcan ve Ark., 2019; Mawahib ve Ark., 2019; Zengin ve Ark., 2021).

Glukozidaz anahtar enzimdir karbonhidratın hidrolizinde rol oynar ve bu enzimin inhibitörlerinden yararlanılabilir (Shim *ve ark* 2003; Bhat *vd.* 2011). Diyabet tedavisinde çok sayıda bitki ve bitki türevli bileşikler kullanılmıştır (Nagmoti & Juvekar 2013). *C. Zaferii* bitkisi de antidiyabetik etki gösterebileceği gözlemlenmiştir bu nedenle *in-vivo* çalışmalar yapılmalıdır.

Kaynaklar

1. Acet, Tuba. 2021. 'Determining the phenolic components by using HPLC and biological activity of Centaurea triumfetti', *Plant Biosystems-An International Journal Dealing with all Aspects of Plant Biology*, 155: 159-64.
2. Ali, Shahin Sharif, Naresh Kasoju, Abhinav Luthra, Angad Singh, Hallihosur Sharanabasava, Abhishek Sahu, and Utpal Bora. 2008. 'Indian medicinal herbs as sources of antioxidants', *Food research international*, 41: 1-15.
3. Allaria, E., L. Badano, S. Bassanese, F. Capotondi, D. Castronovo, P. Cinquegrana, M. B. Danailov, G. D'Auria, A. Demidovich, R. De Monte, G. De Ninno, S. Di Mitri, B. Diviacco, W. M. Fawley, M.

Ferianis, E. Ferrari, G. Gaio, D. Gauthier, L. Giannessi, F. Iazzourene, G. Kurdi, N. Mahne, I. Nikolov, F. Parmigiani, G. Penco, L. Raimondi, P. Rebernik, F. Rossi, E. Roussel, C. Scafuri, C. Serpico, P. Sigalotti, C. Spezzani, M. Svandrlik, C. Svetina, M. Trovo, M. Veronese, D. Zangrando, and M. Zangrando. 2015. 'The FERMI free-electron lasers', *J Synchrotron Radiat*, 22: 485-91.

4. Ampofo, Joseph A, Anthonia Andoh, Wilhermina Tetteh, and Mohammed Bello. 2012. 'Microbiological profile of some Ghanaian herbal preparations—Safety issues and implications for the health professions'.
5. Apak, Reşat, Kubilay Güçlü, Mustafa Özyürek, and Saliha Esin Karademir. 2004. 'Novel total antioxidant capacity index for dietary polyphenols and vitamins C and E, using their cupric ion reducing capability in the presence of neocuproine: CUPRAC method', *Journal of agricultural and food chemistry*, 52: 7970-81.
6. Ayaz, FA, M Ozcan, AYŞULA Kurt, B Karayigit, Y Ozogul, R Glew, and F Ozogul. 2017. 'Fatty acid composition and antioxidant capacity of cypselas in Centaurea sl taxa (Asteraceae, Cardueae) from NE Anatolia', *South African Journal of Botany*, 112: 474-82.
7. Balandrin, M. F., J. A. Klocke, E. S. Wurtele, and W. H. Bollinger. 1985. 'Natural plant chemicals: sources of industrial and medicinal materials', *Science*, 228: 1154-60.
8. Blois, Marsden S. 1958. 'Antioxidant determinations by the use of a stable free radical', *Nature*, 181: 1199-200.
9. Cengiz, Mujgan, and Salih Cengiz. 2000. 'TiP 2 DiYABETLi HASTALARDA C ViTAMiNi UYGULAMASININ ERiTROSiT GLUT ATYON VE HBA1C DUZEYLERi UZERiNE ETKiSi'.
10. Chang, Chia-Chi, Ming-Hua Yang, Hwei-Mei Wen, and Jiing-Chuan Chern. 2002. 'Estimation of total flavonoid content in propolis by two complementary colorimetric methods', *Journal of food and drug analysis*, 10.
11. Clapham, Arthur Roy, Thomas Gaskell Tutin, and David Moresby Moore. 1990. *Flora of the British isles* (CUP Archive).
12. Connolly, S. J., M. D. Ezekowitz, S. Yusuf, J. Eikelboom, J. Oldgren, A. Parekh, J. Pogue, P. A. Reilly, E. Themeles, J. Varrone, S. Wang, M. Alings, D. Xavier, J. Zhu, R. Diaz, B. S. Lewis, H. Darius, H. C. Diener, C. D. Joyner, L. Wallentin, Re-Ly Steering Committee, and Investigators. 2009. 'Dabigatran versus warfarin in patients with atrial fibrillation', *N Engl J Med*, 361: 1139-51.
13. De Monte, Celeste, Simone Carradori, Arianna Granese, Giovanni Battista Di Pierro, Costantino Leonardo, and Cosimo De Nunzio. 2014. 'Modern extraction techniques and their impact on the pharmacological profile of Serenoa repens extracts for the treatment of lower urinary tract symptoms', *BMC urology*, 14: 63.
14. Fabricant, Daniel S, and Norman R Farnsworth. 2001. 'The value of plants used in traditional medicine for drug discovery', *Environmental health perspectives*, 109: 69-75.
15. Fang, Y. Z., S. Yang, and G. Wu. 2002. 'Free radicals, antioxidants, and nutrition', *Nutrition*, 18: 872-9.
16. Halifeoğlu, İhsan, Fikret Karataş, Ramis Çolak, Halit Canatan, and Selda Telo. 2005. 'Tip 2 diyabetik hastalarda tedavi öncesi ve tedavi sonrası oksidan ve antioksidan durum'.
17. Herald, T. J., P. Gadgil, and M. Tilley. 2012. 'High-throughput micro plate assays for screening flavonoid content and DPPH-scavenging activity in sorghum bran and flour', *J Sci Food Agric*, 92: 2326-31.
18. Jaafreh, Mohammad, KM Khleifat, Haitham Qaralleh, and MO Al-limoun. 2019. 'Antibacterial and Antioxidant Activities of Centeurea damascena Methanolic Extract', *arXiv preprint arXiv:1911.02243*.
19. Jimenez, S., A. Domingo, A. Brazeiro, O. Defeo, and R. A. Phillips. 2015. 'Marine debris ingestion by albatrosses in the southwest Atlantic Ocean', *Mar Pollut Bull*, 96: 149-54.
20. Karagöz, A, G Cevahir, T Özcan, N Sadıkoğlu, S Yentür, and A Kuru. 2002. 'Bazı yüksek bitkilerden hazırlanan sulu ekstrelerin antiviral aktivite potansiyellerinin değerlendirilmesi', *Bitkisel İlaç Hammaddeleri Toplantısı-Bildiriler, Eskişehir*: 318-21.

21. Kayali, Refik, Ufuk Çakatay, Tülay Akçay, and Tuncay Altuğ. 2006. 'Effect of alpha-lipoic acid supplementation on markers of protein oxidation in post-mitotic tissues of ageing rat', *Cell Biochemistry and Function: Cellular biochemistry and its modulation by active agents or disease*, 24: 79-85.
22. Kim, Yong-Mu, Myeong-Hyeon Wang, and Hae-Ik Rhee. 2004. 'A novel α-glucosidase inhibitor from pine bark', *Carbohydrate research*, 339: 715-17.
23. Kuyvenhoven, JP, and AE Meinders. 1999. 'Oxidative stress and diabetes mellitus: pathogenesis of long-term complications', *European Journal of Internal Medicine*, 10: 9-19.
24. Leslie, ND Taylor. 2000. 'Plant Based Drugs and Medicines', *Rain Tree Nutrition*.
25. Nagmoti DM, Juvekar AR. 2013. In vitro inhibitör *Pithecellobium dulce'nin* (Roxb.) etkileri Benth. bağırsak α-glukozidaz üzerindeki tohumlar ve pankreas α-amilaz. *J. Biochem. Tech.* 4: 616-621
26. Ozcan, Kadriye, and Tuba Acet. 2018. 'In vitro antioxidant and antimicrobial activities of the five different solvent extracts of Centaurea pulcherrima var. freynii from Turkey', *Fresenius Environmental Bulletin*, 27: 4047-51.
27. Prieto, Pilar, Manuel Pineda, and Miguel Aguilar. 1999. 'Spectrophotometric quantitation of antioxidant capacity through the formation of a phosphomolybdenum complex: specific application to the determination of vitamin E', *Analytical biochemistry*, 269: 337-41.
28. Rates, Stela Maria Kuze. 2001. 'Plants as source of drugs', *Toxicon*, 39: 603-13.
29. Reyhan, Arif, Esra Küpeli, and Fatma Ergun. 2004. 'The biological activity of Centaurea L. species', *Gazi University Journal of Science*, 17: 149-64.
30. Roleira, F. M., E. J. Tavares-da-Silva, C. L. Varela, S. C. Costa, T. Silva, J. Garrido, and F. Borges. 2015. 'Plant derived and dietary phenolic antioxidants: anticancer properties', *Food Chem*, 183: 235-58.
31. Sandhar, Harleen Kaur, Bimlesh Kumar, Sunil Prasher, Prashant Tiwari, Manoj Salhan, and Pardeep Sharma. 2011. 'A review of phytochemistry and pharmacology of flavonoids', *Internationale pharmaceutica sciencia*, 1: 25-41.
32. Sarker SD, Savchenko T, Whiting P, Sik V, Dinan LN. Moschamine, cis-moschamine, moschamindole and moschamindolol: Four novel indole alkaloids from Centaurea moschata. Nat Prod Lett 1997; 9: 189-99
33. Shim YJ, Doo HK, Ahn SY, Kim YS, Seong JK, Park IS. 2003. Sulu maddenin inhibe edici etkisi bir gal ayıklamak *Rhuz chinesis* üzerinde alfa-glukozidaz aktiviteleri ve yemek sonrası kan şekeri. *J. Ethnopharmacol.* 85: 283–287
34. Tilburt, J. C., and T. J. Kaptchuk. 2008. 'Herbal medicine research and global health: an ethical analysis', *Bull World Health Organ*, 86: 594-9.
35. Trusheim, M. R., E. R. Berndt, and F. L. Douglas. 2007. 'Stratified medicine: strategic and economic implications of combining drugs and clinical biomarkers', *Nat Rev Drug Discov*, 6: 287-93.
36. Uysal, Ahmet, Gokhan Zengin, Yusuf Durak, and Abdurrahman Aktumsek. 2016. 'Screening for antioxidant and antimutagenic properties of extracts from Centaurea pterocaula as well as theirs enzyme inhibitory potentials'.
37. Uysal, Ahmet, Gokhan Zengin, Mohamad Fawzi Mahomoodally, Carene Picot-Allain, József Jekő, Zoltán Cziáky, Maria João Rodrigues, Gunes Ak, Rıdvan Polat, and Zeynep Urusan. 2021. 'A comparative study on biological properties and chemical profiles of different solvent extracts from Centaurea bingoelensis, an endemic plant of Turkey', *Process Biochemistry*, 102: 315-24.
38. Yang, Xiao-Wei, Min-Zhu Huang, Yong-Sheng Jin, Lian-Na Sun, Yan Song, and Hai-Sheng Chen. 2012. 'Phenolics from Bidens bipinnata and their amylase inhibitory properties', *Fitoterapia*, 83: 1169-75.
39. Yıldız, L. 2007. 'Bazı bitki örneklerinde antioksidan kapasitenin spektrofotometrik ve kromatografik tayini', *İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi*.
40. Zengin, G., D. Zheleva-Dimitrova, R. Gevrenova, P. Nedialkov, A. Mocan, A. Ciric, J. Glamoclija, M. Sokovic, A. Aktumsek, and M. F. Mahomoodally. 2018. 'Identification of phenolic components via LC-MS analysis and biological activities of two Centaurea species: C. drabifolia subsp. drabifolia and C. lycopifolia', *J Pharm Biomed Anal*, 149: 436-41.

41. Zengin, Gokhan, Marcello Locatelli, Simone Carradori, Andrei M Mocan, and Abdurrahman Aktumsek. 2016. 'Total phenolics, flavonoids, condensed tannins content of eight Centaurea species and their broad inhibitory activities against cholinesterase, tyrosinase, α-amylase and α-glucosidase', *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca*, 44: 195-200.

Presentation ID/Sunum No= 5

Oral Presentation / Sözlü Sunum

Kepler'in Gözlemlediği Yıldızların Yapısı ve Evrimi

Arş.Gör.Dr. Zeynep Çelik Orhan[1]
[1]*Ege Üniversitesi*

Özet

Yıldızların yapısı ve evrimini anlamada kullanılan gözlemsel yöntemlerin katkısı çok önemlidir. Günümüze kadar tayfsal ve fotometri yapılan gözlemler örten çift yıldızlar dışındaki yıldızları anlamada yetersizdi, çünkü bu tür gözlemlerle alınan bilgiler yıldızların dış katmanları hakkında bize bilgi sunmaktadır. Ancak NASA'nın gönderdiği Kepler Uzay teleskobu sayesinde artık güneş benzeri titreşim yapan yıldızların özeklerine (çekirdeklerine) dair gözlemsel bilgilere sahip olabilmekteyiz. Bu da tek yıldızların yapısını ve evrimi anlamada modellere başvuran teorik fizikçiler için çok kıymetlidir. Ayrıca bu tür titreşim yapan yıldızların titreşim frekansları ve etkin sıcaklık değerleri kullanılarak yıldızların yapı ve evriminde en önemli role sahip olan kütle belirlenebilmektedir. Kütle ise tek yıldızlarda gözlemlerle belirlenmesi en güç parametredir. Bu çalışmada ise Kepler'in gözlemlediği iki yıldız seçildi. Bu yıldızların gözlemsel sismik olmayan ve sismik verileri kullanılarak MESA evrim koduyla iç yapı modelleri yapıldı. Böylece asterosismolojisiyle yıldızların yaş başta olmak üzere temel parametreleri oldukça duyarlı bir şekilde belirlenmiş oldu. Ayrıca seçilen bu yıldızların elde edilen temel parametreleri asterosismik yöntemlerle geliştirilen ölçeklendirme ilişkileriyle elde edilen temel parametreleriyle kıyaslandı.

Anahtar Kelimeler: Yıldız sismolojisi, Evrimleşmiş yıldızlar, Güneş benzeri titreşimler, Yıldız iç yapı ve evrimi .

Abstract

The contribution of observational methods used in understanding the structure and evolution of stars is very important. Until now, spectral and photometric observations were insufficient to understand stars other than the eclipsing binary stars, because the information obtained through such observations provided us with information about the outer layers of the stars. However, thanks to the Kepler Space telescope sent by NASA, we can now have observational information about the centers (cores) of solar-like oscillation stars . This is very valuable for theoretical physicists who resort to models in understanding the structure of single stars and evolution. In addition, by using the oscillation frequencies and effective temperature values of solar-like oscillation stars, the mass that has the most important role in the structure and evolution of stars can be determined. Mass is the most difficult parameter to determine by observation in single stars. In this study, two stars observed by Kepler were selected. Using the observational non-seismic and seismic data of these stars, internal structure models were constructed using the MESA evolution code. Thus, with asteroseismology, the basic parameters of the stars, especially the age, were determined very sensitively. In addition, the basic parameters of these selected stars were compared with the basic parameters obtained by scaling relations developed by asterosismic methods.

Keywords: Asteroseismology, Evolved stars, Solar-like oscillations, Structure and evolution of star.

Giriş

Yıldızların iç ve evrimini anlamak üzerine yapılan çalışmalar astrofiziğin temel çalışma alanıdır. Bunun için yıldızların temel parametrelerin hassas olarak belirlenmesi önemlidir. Yıldızların temel parametreleri sırasıyla kütle, yarıçap, sıcaklık, metal bolluğu ve ışıtmadır. Örten çift yıldız sistemlerinde

tayf ve fotometrik gözlem verileri kullanılarak bu parametreler oldukça duyarlı bir şekilde belirlenebilir. Bunun dışındaki tek yıldızların temel parametrelerinin gözlem verileriyle belirlenmesi oldukça güçtür. Bu yüzden tek yıldızların temel parametrelerini belirlemek için iç yapı modellerine başvurulur. Bu modellerde girdi parametresi olarak; gözlenen renk ölçeği (B-V), parlaklık (m_v), etkin sıcaklık (T_{eff}), metal bolluğu (genel olarak gözlenen [Fe/H] yıldızın metal bolluğu olarak kabul edilir (Edvardsson ve ark. 1993)) ve uzaklık (d) değerleri kullanılır. Bu bilinen gözlem verileriyle modelden elde edilen parametreler arasında mükemmel uyum sağlanmaya çalışılır. Bu sayede yıldıza ait iç yapı modellerinde yapılan çok sayıda varsayım ile özek (çekirdek) ve merkezi bölgeler en iyi şekilde temsil edilir. Böylece modeller yardımıyla yıldızların iç yapısı ve evrimi hakkında bilgi edinilir. Ancak bu varsayımların özellikle özek ve özeğe yakın bölgeler için ne kadar gerçekçi olduğu gözlemler ile doğrudan belirlenemez, çünkü gözlem yöntemleriyle elde edilen ışık ve/veya dikine hız eğrileri yıldızların en üst katmanları hakkında bilgi taşıyan fotonlardan belirlenir. Bu yüzden yüzey koşullarını çok iyi temsil eden bir model, özek ve merkezi bölgelerin koşulları için gerçekçi olmayabilir. Dolayısıyla bu varsayımları test etmek için yıldızların özeklerine ait gözlemsel bilgilere ihtiyaç vardır.

Günümüzde hızlı bir şekilde gelişen ve ilerleyen yıldız sismolojisi (asterosismoloji) sayesinde gök bilimciler özek ve özeğe yakın katmanlar hakkında gözlemler ile bilgi sahibi oldu. İlk önce Güneş'te tıpkı Dünya'daki gibi depremlerin olduğu görüldü (Grec, Fossat ve Pomerantz1980). Bu depremlerin frekansları incelendi ve Güneş'in yapısına ilişkin bilgiler elde edildi. Daha sonra, temel amaçlarından biri de yıldızlardaki titreşimlerin gözlenmesi olan CoRoT (2006) ve Kepler (2009) uzay araçlarının gönderilmesiyle bu çalışma alanı büyük bir ivme kazandı. Bu sayede, bir yıldızın frekansları gözlenebildiği takdirde Kjeldsen & Bedding'in (1995) geliştirdiği ölçeklendirme ilişkisi ile o yıldızın kütlesi (%7-8 duyarlılıkla) ve yarıçapı (%2-3 duyarlılıkla) hesaplandı. Böylece sadece gözlem parametreleriyle Güneş benzeri titreşim yapan yıldızların kütle ve yarıçapları belirlendi. Bu da asterosismolojinin en büyük başarılarından biridir. Ancak genel olarak bu ölçeklendirme ilişkileri anakol yıldızları için elde edilmiştir. Bu ilişkiler evrimleşen ve yapı değiştiren yıldızlar için sağlanmayabilir. Dolayısıyla bu yöntemlerle hesaplanan parametrelerde sistematik hatalar ortaya çıkar. Bu yüzden evrimleşmiş yıldızlar için bu ölçeklendirme ilişkilerinin test edilip geliştirilmesi gerekir.

Bu kapsamda, Pinsonneault ve ark. (2014) tarafından yayınlanan APOKASC kataloğundan tayf yardımıyla T_{eff}, *log g* ve *[Fe/H]* parametreli belirlenmiş 149 yıldız içinden modelleme yapmak için dört yıldız seçilmişti. Bu yıldızların MESA evrim koduyla ilk kez modelleri yapıldı. Bu yapılan iç yapı modellerinde gözlemsel asterosismik olmayan ve asterosismik verileri kullanıldı. Böylece asterosismolojisiyle yıldızların yaş başta olmak üzere temel parametreleri oldukça duyarlı bir şekilde belirlenmiş oldu.

Seçilen yıldızların gözlemsel özellikleri

Bu çalışma kapsamında seçilen yıldızların hepsi anakolu terk etmiş evrimleşmiş yıldızlardır. Bu yıldızlara ait gözlemsel parametreler Tablo 1'te verildi. Bu asterosismik olan ve olmayan gözlem parametreleri ve gözlenen titreşim frekansları yıldızlara ait iç yapı modelleri yapılırken kullanıldı. Bu tabloda koyu renk ile gözlenen iki yıldız öncelikli olarak modelleri yapılan iki yıldızdır.

Yıldızlara ait renk ve parlaklık değerleri olan B-V, V-K, ve V değerleri *SIMBAD* Database'den alınmıştır. Uzaklığı veren (π) paralaks ve G bandındaki parlaklık ise *GAIA* uzay aracının verilerinden alınmıştır. Yıldızlara ait T_{eff}, logg ve [Fe/H] değerleri tayf gözlemlerinden alınmıştır (Bruntt ve ark.2012). Seçilen yıldızların sıcaklık aralığı 5063- 5309 K'dir. Asterosismik olarak belirlenen maksimum genlik frekansı (ν_{max}) ve frekansta görülen büyük ayrılma ($\Delta\nu$) değerleri ise Pinsonneault ve ark. (2014) çalışmasından alınmıştır.

Ayrıca Yıldız ve ark. (2014, 2015) frekanslarda görülen minimumları keşfetmişlerdir. Yapılan modellemelerde bu yeni referans frekansları da kullanılmıştır. Bu referans frekansları büyük ayrılmaya karşı frekans grafiğinde görülen düşmelerden gözlem titreşim frekansları kullanılarak elde edilmiştir.

Tablo 1: APOKASC kataloğundan 149 yıldızdan frekansı bilinen güneş benzeri titreşim yapan dört yıldızın gözlem parametreleri. Sırasıyla yıldız ismi, etkin sıcaklığı, kütleçekim ivmesi, ağır element bolluğu, maksimum genlik frekansı, büyük ayrılma, GAIA parlaklığı ve paralaks cinsinden uzaklık, SIMBAD'tan alınan görünür parlaklık ve renk ölçekleri bu tabloda verilmiştir.

KIC	T_{eff} (K)	logg (g/cm^2)	[Fe/H] (dex)	ν_{max} (μHz)	$\Delta\nu$ (μHz)	G (mag)	π (mas)	V (mag)	B-V (mag)	V-K (mag)
5689820	5063	3.75	0.24	683.0	41.02	11.280	2.942	11.360	1.230	2.075
11771760	5775	3.75	-0.06	526.0	32.10	11.341	1.464	11.890	0.130	1.949
12508433	**5309**	**3.78**	**0.22**	**790.0**	**44.84**	**9.513**	**5.733**	**9.780**	**0.900**	**2.010**
8751420	**5287**	**3.61**	**-0.17**	**566.9**	**34.65**	**6.796**	**17.176**	**7.010**	**0.810**	**1.982**

MESA kodunun özellikleri

Seçilen dört yıldızın hepsi MESA evrim koduyla (v15140) modellendi. Yapılan bu modellerde Güneş kompozisyonu olarak helyum bolluğu (Y) 0.2744, ağır element bolluğu (Z) 0.0172 ve konvektif parametre (α) 2.175 olarak alındı. Ayrıca bu iç yapı modelleri konvektif sınıraşımı (overshooting) difüzyon içermemektedir. Saydamsızlık tabloları olarak yüksek sıcaklık için Iglesias Rogers (1993, 1996) ve düşük sıcaklıklar içinse Ferguson et al. (2005) OPAL önerilmiştir.

Yıldızların oluşum aşamasında metal bolluğu çoğu yıldız oluşumunda anakol öncesini de belirlemede etkilidir. Dolayısıyla yapılan farklı modellere anakol öncesi de dahil edilmiştir. Ayrıca yıldız modellerinden elde edilen fgong dosyaları kullanılarak ADIPLS (Christensen Dalsgaard 2008) paketi kullanılarak modellerin adyabatik titreşim frekansları elde edilmiştir. Bu yüzden yapılan modellerde adyabatik titreşim frekansını hesabında çok ince de olsa bir atmosferin göz önünde bulundurulması gerekmektedir. Bu modeller için *simple_photsphere* seçeneği tercih edilmiştir.

Yıldızlara ait temel parametrelerin modellerle elde edilmesi

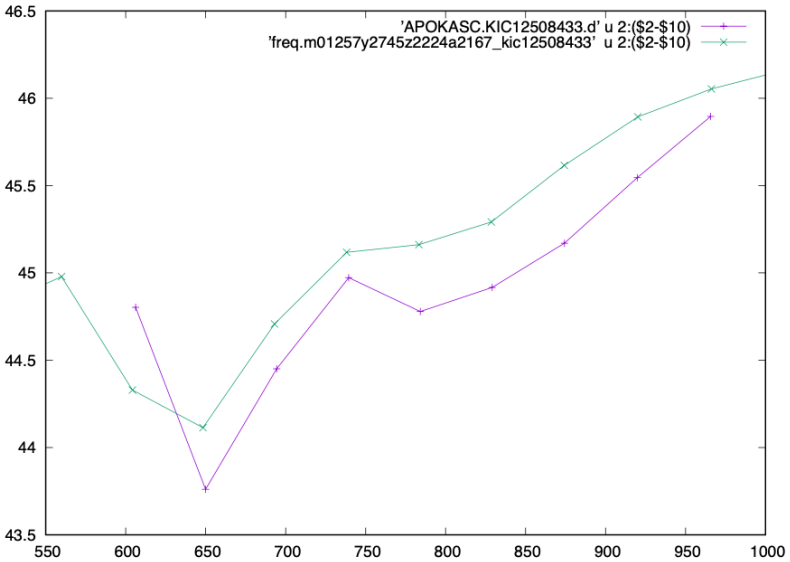
Dört yıldızdan ilk olarak KIC 12508433 yıldızı modellendi. Bu yıldızın modelini yaparken ilk önce Tablo 2'te yer alan tüm gözlem parametreleri kullanıldı. Z değeri yani ağır element bolluğu [Fe/H] değeri kullanılarak 0.0222 olarak hesaplandı. Başlangıç Y değeri olarak 0.2745 alındı. Model girdi parametrelerinden biri olan başlangıç kütle değeri ise asterosismik olmayan yöntemlerden belirlendi. Ayrıca yine asterosismik olmayan yöntemlerden yıldızın yarıçapı belirlendi. Model ile hesaplanan R ve T_{eff} değerinin fit edilmesi için α parametresi değiştirildi. En uygun model belirlendikten sonra bu modelin fgong dosyası kullanılarak ADIPLS paketiyle modele ait adyabatik titreşim frekansları hesaplandı. Şekil 1'de KIC 12508433'e ait model ve gözlem titreşim frekansları kullanılarak çizilen $\Delta\nu$'ye karşı ν grafiği verildi. Bu grafikte yapılan model ile gözlem verilerinin ne kadar uyumlu olduğu görülmektedir.

Şekil 2'de ise MESA evrim koduyla modellenen bir diğer yıldız olan KIC 8751420'ye ait büyük ayrılmaya karşı frekans grafiği çizilmiştir. Bu yıldıza ait model ve gözlem titreşim frekanslarının ne kadar uyumlu olduğu bu şekilde de açıkça görülmektedir. Bu iki yıldıza ait yapılan iç yapı modellerin asterosismik olan ve olmayan parametreleri Tablo 6'da verilmiştir. Kalan iki yıldızın iç yapı modellerinin yapılıp birlikte incelenmesine devam edilecektir. Bu modellenen yıldızlar ile ilgili yayın hazırlanacaktır.

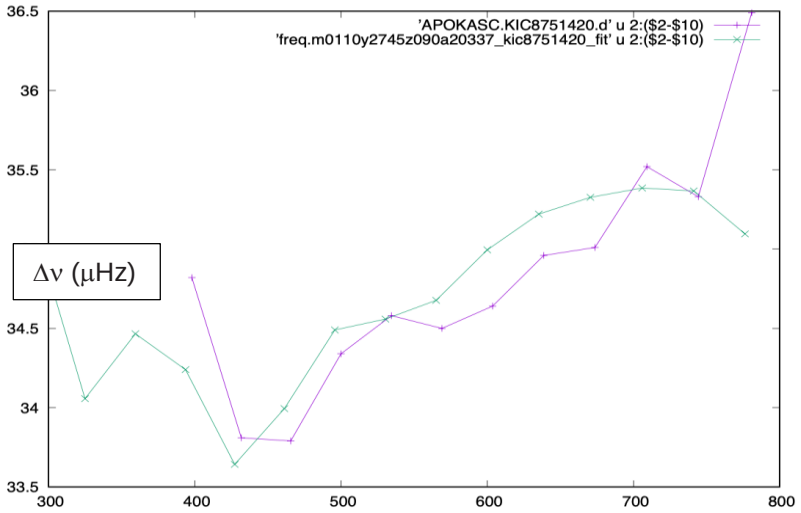
Şekil 1: APOKASC kataloğunda yer alan KIC 12508433 yıldızı için gözlenen ve modelden elde edilen titreşim frekanslardan çizilen büyük ayrılmaya karşı frekans grafiği.

KIC	*M* ($M_\odot$)	*R* ($R_\odot$)	*L* ($L_\odot$)	T_{etk} (K)	*Z*	*Y*	α	*t* (Gyıl)	$\Delta\nu$	ν_{max} (μHz)	ν_{min2} (μHz)	ν_{min1} (μHz)	ν_{min0} (μHz)
12508433	1.257	2.259	3.646	5360	0.022	0.274	2.167	5.537	45.129	779.958	470.251	622.816	828.621
8751420	1.100	2.568	4.639	5286	0.009	0.374	2.034	5.885	34.749	531.851	323.923	427.041	565.582

Şekil 2: KIC 8751420 yıldızının büyük ayrılmaya karşı frekans grafiği.



Tablo 2: APOKASC kataloğundan seçilen KIC 12508433 ve KIC 8751420 yıldız modellerinin temel parametreleri.



Sonuçlar

Seçilen dört yıldızdan KIC 12508433 ve 420 yıldızları MESA evrim kodu ile ilk kez modellendi. Bu yapılan modellerde yıldızlara ait fotometrik ve tayfsal gözlem verilerinin yanında maksimum genlik frekansı (ν_{max}) ve frekansta görülen büyük ayrılma ($\Delta\nu$) ve gözlenen referans frekansları (minimumlar) da fit edildi. Böylece yıldızlara ait temel parametreler oldukça duyarlı olarak belirlendi. Bu parametreler Tablo 2'de verildi.

Diğer iki yıldızın modelleri de daha sonra yapılacaktır. Yıldızlara ait bu modeller de yapıldıktan sonra anakol yıldızları için elde edilen ölçeklendirme ilişkileri evrimleşmiş yıldızlar için test edilecektir

Gerekirse yeni ilişkiler türetilecektir.

Teşekkür: Bu çalışma 118F352 nolu TÜBİTAK projesi tarafından desteklenmektedir.

Referanslar

1. Chirstensen- Dalsgaards J., 2008, "Lecture Notes on Stellar Oscillations", Institut for Fysik og Astronomi, Aarhus Universitet, and Teoretisk Astrofysik Center, Danmarks Grundforskningsfond
2. Kjeldsen, H., Bedding, T. R., 1995, "Amplitudes of stellar oscillations: the implications for asteroseismology", Astronomy and Astrophysics, 293, 87-106p
3. Paxton B., Cantiello M., Arras P., Bildsten L., Brown E.F. et al., 2013, "Modules for Experiments in Stellar Astrophysics (MESA): Planets, Oscillations, Rotation, and Massive Stars", The Astrophysical Journal Supplement, Volume 208, Issue 1, article id. 4, 42
4. Pinsonneault M.H. et al., 2014, "The APOKASC catalog: An Asteroseismic And Spectroscopic Joint survey of targets in The *Kepler* Fields", The Astrophysical Journal Supplement Series, 215.2
5. Tassoul M., 1980, "Asymptotic approximations for stellar nonradial pulsations", The Astrophysical Journal Supplement Series, 43, 469-490
6. Yıldız M., Çelik Orhan Z., Aksoy Ç., Ok S., 2014, "Fundamental properties of solar-like oscillating stars from frequencies of minimum Δν - I. Model computations for solar composition", Monthly Notices of the Royal Astronomical Society, 441, 2148-2158
7. Yıldız M., Çelik Orhan Z., Kayhan C., 2015, "Fundamental properties of solar-like oscillating stars from frequencies of minimum Δν - II. Model computations for different chemical compositions and mass", Monthly Notices of the Royal Astronomical Society, 448, 3689-3696

Presentation ID/Sunum No= 48

Oral Presentation / Sözlü Sunum

Yüzey Aşındırma Kaplama Banyolarında Üç Değerli Kromun Olumsuz Etkisi

Burak Sulayan[1] , Sinem Erpek[2] ,
Göktuğ Canbaz[2]
[1]Doplas Plastik Teknolojileri San. Tic. A.Ş.
[2]Bursa Teknik Üniversitesi
**Corresponding author: Burak Sulayan*

Özet

ABS polimerinin morfolojik yapısı, yüzey aşındırma işlemi esnasında plastik katmanda oluşturulan mikro gözeneklerin daha sonraki proses basamaklarında metaller ile yüzeyin doldurulması şeklinde tanımlanmaktadır. ABS, kolay bir şekilde kaplanabilir, pürüzsüz bir yüzey eldesi ve metal kaplanmış katmanlar ile uyumlu olması gibi özellikleri nedeniyle plastik krom kaplama uygulamalarında en çok kullanılan malzemedir. Dekoratif krom kaplama uygulamalarında ABS malzeme kullanılmaktadır ve krom kaplama, altık üzerine bakır ve nikel katmanları kaplanması ve bu katmanların üstünde bulunan dekoratif amaçlı veya direkt olarak altık üzerine uygulanan mühendislik amaçlı bir kaplamadır. Krom kaplama mat veya parlak bir yüzey olabilir ve altlıkta meydana gelen yüzey kusurlarını bazen ortaya çıkartabilme eğilimindedir. Yüzey aşındırma işlemi, plastiklerin yapışma derecesini ayarlamak için önemli bir aşamadır. Yüzey aşındırma banyosu yüksek konstanrasyonda bulunan krom ve sülfürik asit çözeltisinden oluşmaktadır. Yüzey aşındırma banyosu genelde 50ºC ile 70ºC arasında çalışmaktadır. Metal kaplanan bir parçanın yapışma kuvvetini iyileştirebilmek için aşındırılan yüzeyde suda çözünebilen organik bir çözücü ve çözünen hidroksil iyonları yüzey aşındırma işlemi esnasında gereklidir. Bu çalışmada ABS malzeme üzerine dekoratif krom kaplama uygulamalarının ilk adımı olan +6 değerli krom ile yüzey aşındırma işlemi ve bu işlem esnasında oluşan +3 değerli kromun yüzey kalitesine olumsuz etkisi araştırılmıştır. Aynı zamanda üç değerli kromun +6 değerli kroma tekrardan yükseltgenerek aşındırma banyo çözeltisine porospot tekniği ile geri kazanımından bahsedilmiştir.

Anahtar Kelimeler: *Üç Değerli Krom, Krom Yenilenmesi, ABS, Plastik Üzeri Kaplama, Porospot Tekniği*

Negative Effects of Trivalent Chromium ın the Surface Etching Baths

Abstract

The morphology of the ABS polymer defines holes or micro pores in the plastic layer that are formed in the etch and the filled with metal in the process sequence. ABS is most commonly used for chrome plating plastic applications due to ease to plate and provide smooth and consistent plated plastic surface finish. And due to its properties. ABS material is used in decorative chrome plating applications and chrome plating is a plating of chrome over under plated layers of copper or nickel for decorative purposes or directly on the base metal for engineering purposes. Chrome plate may be either shiny or dull and often tends to highlight imperfections in the base metal. It is the bath consist of highly concentrated acid solution of chrome and sulfuric acid. The bath usually operates at the temperature between 50 °C and 70 °C. A water-soluble organic solvent and solvated hydroxyl ions to etch the surface of the part to improve adhesion of a metal coating with the part. In this study, etching with chromic acid process which is the first step of decorative chrome plating applications on ABS and its negative effect of trivalent chromium which can be occurred during etching was studied. However, the regeneration of hexavalent chromium by porouspot technique was investigated from trivalent to hexavalent state.

Keywords: *Trivalent Chrome, Chrome Regeneration, ABS, Plating on Plastic, Porouspot Technique*

Giriş

ABS, bütadien kısmı akrilonitril-stiren matrisi üzerinde homojen bir şekilde dağılmış olan bir mühendislik plastiğidir. Mükemmel tokluk değerine, iyi boyutsal kararlılığa, kolay işleme kabiliyetine ve kimyasal dirence sahiptir. Ayrıca iletken değildir ve kolayca aşınır.[1] Mühendislik polimerleri arasında ABS, krom kaplama işleminde en çok kullanılan malzemelerden biridir bu sebeple kimyasal bileşimi teknik ve ekonomik olarak ABS'yi daha uygun hale getirmektedir.[2]

ABS plastiklere krom kaplama işleminin ana prensibi malzemenin yüzeyine kromun fiziksel ve kimyasal özelliklerini vermektir. Kaplama, akımsız kaplama ve elektro kaplama olarak iki alt bölüme ayrılabilir. Akımsız kaplama, çözeltideki metalik iyonların indirgenmesi ve film birikmesinin çözeltinin kendisinde bulunan bir kimyasal bileşiğin, yani dahili bir akım sağlayan indirgeyici maddenin oksidasyonu yoluyla gerçekleştirilebildiği bir otokatalitik yöntemdir. Elektro kaplama, plastik üzerine bir metalin çökeltilmesi için yapılmakta olan bir kimyasal indirgeme işlemidir. Kısaca çalışma prensibi ifade edilecek olursa; kaplama banyosuna yerleştirilen anotlardan bakır, nikel ve krom gibi metal atomlarının plastik parçalar belirli ön işlem aşamalarının ardından elektrolitik kaplamaya hazır hale getirilir ve katot görevi görür. Kaplama işleminde kaplanacak olan plastik parçalar bir katot görevi görmektedir. Akım uygulandığında çözeltideki metal iyonları plastik parçalar üzerine kaplanabilir bir hale getirilir.

ABS malzeme üzerinde dekoratif krom kaplama uygulamalarında krom dekoratif ve fonksiyonel olmak üzere iki ayrı amaçla kullanılmaktadır. Bir plastiğin dekoratif kaplaması, parçanın fiziksel ve kimyasal özelliklerini doğrudan etkilemektedir. Krom kaplı ABS plastikler, hafifliği, aşınmaya dayanıklılığı, istenen parlak, pürüzsüz bir yüzey kaplanması ve krom metalinin bileşenlerinin değiştirilmesiyle yerine getirilen diğer birçok özellikleri nedeniyle çeşitli alanlarda kullanılmaktadır. Elektrolitik yolla krom kaplanmış plastiklerin başlıca uygulamaları; otomobil yedek parçaları ve elektrikli ev aletleri şeklindedir.[3]

ABS üzerine geleneksel elektro kaplama işlemi yüzey hazırlama ve metal kaplama şeklinde ikiye ayrılabilir. Yüzey işleme aşaması, aşındırma, nötrleştirme, aktivasyon ve hızlandırma gibi kimyasal işlem adımlarını içerir. Yüksek sıcaklıklarda (65°C-75°C) kromik asit ve sülfürik asit karışımı ile hazırlanan özel etching çözeltisiyle kaplanacak olan parça(katot) iyi bir yapışma elde edilebilmesi için yüzey mikron seviyede pürüzlendirir ve substrat ile metal arasında mikro gözenekler oluşturularak kaplanacak olan parçalara metalleşebilme özellikleri kazandırır, termoplastik yüzey alanını geliştirir, hidrofobik malzemeden hidrofilik malzemeye dönüştürür. Her bir proses aşamasında distile su ile durulama işlemi oldukça önemlidir. Bu işlemin ardından yüzeyde fazla etching çözeltisinden arta kalan zararlı ve kirletici özelliğe sahip +6 değerli kromu nötrleştirici adı verilen sodyum meta bi sülfit içerikli bir indirgeyici ile +3 değerli kroma indirgenmesi sonucu aktivasyon işlemi sırasında aktivator banyosunun ömrünün uzatılmasını sağlamaktadır. Aktivasyon aşamasında mikron seviyede aşındırılmış ABS plastik malzeme üzerine paladyum metali oluşturulan mikro gözenekler üzerine adsorbe olarak etkili bir şekilde kaplama yapabilmek için gerekli olan katalitik bölgeleri oluşturarak bir sonraki proses basamağı olan akımsız kaplama işlemlerinde gerçekleşecek metalizasyon için ince iletken bir film oluşturulmasını sağlamaktadır. Paladyum ve kalay içerikli kolloid bir çözelti ile yüzey aktivasyonunun ardından kaplanacak olan parçalar, paladyum metalini çevreleyen yüzeydeki kalay hidroksit fazlalığını ortadan kaldırmak ve yüzeyde biriktirilen paladyum tohumlarını akımsız kaplamaya hazır hale getirebilmek ve paladyum metalini yüzeyde bozulmadan tutabilmek için hızlandırıcı adı verilen banyoda tabi tutulur ve akımsız kaplamalar gerçekleştirilir.[2]

Akımsız olarak elde edilen kaplamalar arı nikel katmanları olmayıp daha çok nikel fosfor veya nikel bor alaşımlarıdır. Nikel kaplamalar nikel tuzları içeren bir çözeltiye daldırılmış ve yüzeyi iletken veya katalitik bir malzeme üzerinde indirgeyicinin etkisiyle nikel iyonlarının nikel metaline dönüşmesi sonucu elde edilir. Bu sırada açığa çıkan fosfor veya bor ile birleşen nikel arametalik bir alaşım oluşturur. İndirgeme olayı kendisi de katalitik etki gösteren nikel üzerinde devam eder.[4]

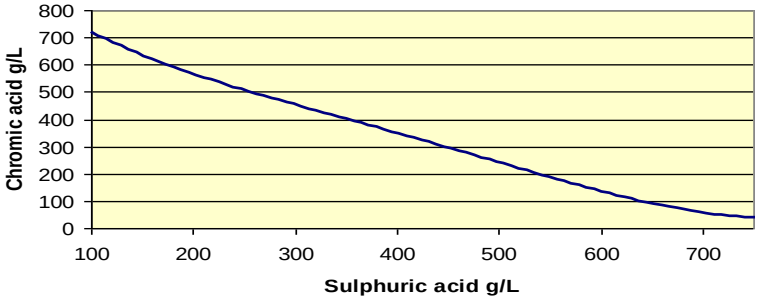
Akımsız kaplama banyosunun bileşenleri, bir metal tuzu, indirgeyici, metal için kompleks oluşturucu ve stabilizatör olmak üzere bir tampon sistemi içinde yarı kararlı bir çözeltidir. Pd metali ile iletken bir özellik kazandırılmış yüzey, akımsız kaplama süreçlerinde metallerin indirgenmesiyle otokatalitik reaksiyon devam etmektedir. Bu sayede indirgenmiş metal tuzları yüzeyde sürekli biriktirilmektedir. Akımsız kaplama bir aşamasının ardından daha yüksek kaplama kalınlıkları oluşturmak ve parlak iletken bir yüzey elde edebilmek için asitli bakırın elektrolitik kaplaması yapılmaktadır. Bu bakır kaplama, altlıkla nikel katmanı arasında bir tampon görevi görmektedir. Elektrolitik nikel kaplama, korozyon ve aşınma direnci gerekliliklerini sağlayabilmek için bakır elektro kaplama aşamasının ardından yapılmaktadır. Krom, pirinç, gümüş ve altın gibi metaller kullanılarak dekoratif amaçlı yüzey son işlem uygulamaları yapılmaktadır.[1] Bu çalışmanın amacı plastik üzeri kaplama prosesinin ilk basamağı olan yüzey aşındırma işleminde açığa çıkan üç değerli kromun kaplama kalitesine olumsuz etkisini ve meydana gelen üç değerli kromun altı değerli kroma tekrardan yükseltgenerek yüzey aşındırma banyosuna geri kazandırılması, kaplama banyosunun verimliliğinin arttırılması ile ilgili bilgiler verilmiştir.

Kromun Rejenerasyonu

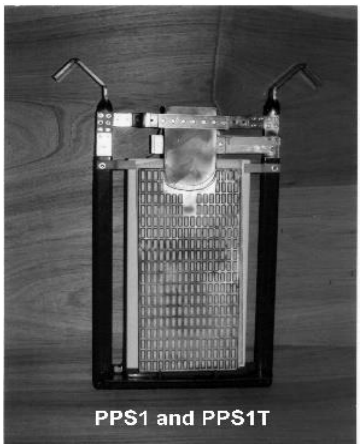
Yüzey aşındırma kaplama banyosunda yüzey aktif malzeme ile etch çözeltisi arasında oluşmakta olan indirgenme yükseltgenme reaksiyonlarının sonucu kromik asit (+6 değerli Krom) plastik malzeme üzerinde gözle görülemeyecek mikro-gözenekli şekilde oyuklar oluşturarak ABS ve ABS/PC malzemenin yapışma derecesi sağlanır ve malzemeye metalleşebilme özelliği kazandırılır. Bu reaksiyonlar sonucunda yüzey aşındırma işlemi sırasında etch çözeltisinde katodik indirgeme Cr^{+3} oluşumu ayrıca meydana gelmektedir. Cr^{+3} konsantrasyonunu optimum aralıkta proses süreci boyunca kontrolünü sağlamayabilmek için bir krom rejenerasyon (oksamat) ünitesi bu sebeple gereklidir. Meydana gelen yüksek Cr^{+3} konsantrasyonu, aşırı şekilde bir yüzey pürüzlülüğüne ve ünitedeki akım yoğunluğunun düşmesine neden olabilir. Yüzey aşındırma kaplama banyosunda kromik asit içerisinde birikmekte olan üç değerli kromun seramik membranlar-diyaframlar (porospotlar) ile oksamat ünitesinde %30 içerikli sülfürik asit ile yükseltgenmektedir. Yüzey aşındırma banyosundaki Cr^{+3} seviyesi bu şekilde kontrol altında tutulur. Böyle kromik asit içerisinde birikmekte olan +3 değerli krom aşındırma banyosunda tekrar +6 değerli kroma yükseltgenebilir bir hale gelmektedir. Porospotlar etch çözeltisinde bulunmakta olan Fe, Cu, gibi safsızlıkları ayrıca kendi bünyesine hapseder ve minimum seviye düşürür. Aynı zamanda, oluşan bu safsızlıklar, elektrik vasıtası ile gözenekler içerisinden geçirilir. Şekil 4'te gösterildiği üzere oksamat ünitesinde rejenerasyon işlemi sırasında meydana konsantrasyon farkı sebebiyle ünitedeki sirkülasyonu sağlayabilmek amacıyla bir sirkülasyon pompası ayrıca mevcuttur. Bu diyafram PVDF malzemeden yapılmıştır ve aşınmaya karşı oldukça dirençlidir.

Kaplama sonrası iyi bir yüzey kalitesi sağlayabilmek için kromik asitin ABS malzemeyi kontrollü bir şekilde ne kadar oksitleyebildiği ve aynı zamanda, sülfürik asitin oksitleyici bir ajan olan kromik asiti optimum konsantrasyon değerleri içerisinde ABS yapısında ki bütadienleri çözebilmesine bağlıdır (Bkz Şekil 1.). Bu nedenle aşındırma banyosu içerisinde çözünmüş organik kimyasallar ve Cr^{+3} ün çözeltide birikmesi nedeni ile meydana gelen safsızlıklar oksamat ünitesinde giderilmesi gerekmektedir. Şekil 2 ve Şekil 3'te kromik asit konsantrasyonu, 700 galon seviyenin altında ki kaplama banyoları için PPS2, 2000 galon seviyenin altında ki tanklar için ise PPS1 tipi porospotlar kaplama hattında gereklidir. Seramik membran içerisindeki bileşenler Mg, Al ve Si'dir. Porospot, gözenekleri 0.5 ile 1 mikron çapında, %40 gözenekli, seramik bir kaptır.[5]

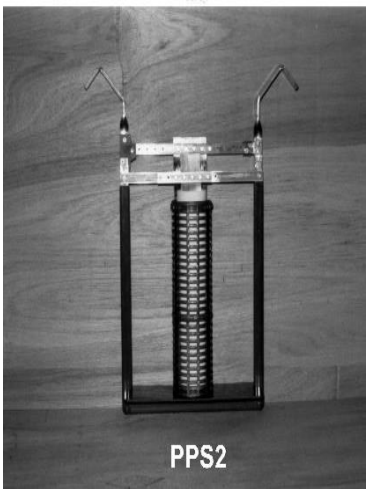
Şekil 1. Kromik Asitin ve Sülfürik Asit İle Beraber Çözünebilirliği (Yaklaşık 70ºC'da)



Şekil 2. PPPS1 Porospot Tipi



***Şekil 3**. PPS2 Porospot Tipi*

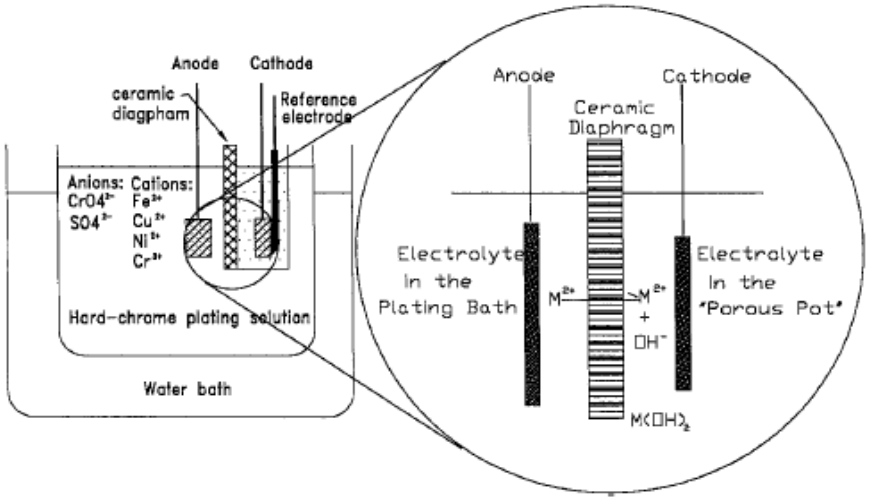


Elektro Membran Tekniği (Porospot Tekniği)

Endüstride, Cr^{+6}'nın direkt olarak rejenerasyonu ile anyon değiştirici reçineler, sıvı-sıvı ekstrasyonu veya sıvı membran tekniği ile altı değerli krom konsantre edilebilmekte ve yüzey aşındırma, krom kaplama çözeltilerine tekrardan geri kazanımı sağlanabilmektedir. Bu yöntemlerin düşük verimlilikte olması ile

beraber, farklı kimyasalların oluşumuna ve daha fazla atık oluşumuna neden olmaktadır. Elektro-membran prosesi bu yöntemlerden çok daha avantajlıdır. Boyutsal yapısı küçük ve ekonomik olması önemlidir. Aşındırma banyosunda oluşan Fe, Cu, Cr^{+3} gibi metalik kirlilikleri minimize etmek ve Cr^{+3}'ün yükseltgenerek harcanmış kromik asitin (Cr^{+6}) tekrardan kullanımı için en mümkün tekniktir. Metal iyonlarının anolit bir çözeltiden (sülfürik asit) diğer bölümüne (katolit) elekriksel akım ve bir itici güç (akış hızı) ile ayırıcı bir duvar (seramik diyafram-zar) boyunca taşınması ile gerçekleşen bir ayırma tekniğidir. Metalik kirlilikler seramik membran (porospot) içerisinde veya katolit çözeltisinde galvanik atık olarak birikir.[6]

Şekil 4. Porospot Sistemi Şematik Diyagramı[6]



Krom Rejenerasyon (Oksamat) Ünitesi Gerçekleşen Reaksiyonlar

Elektrolitik rejenerasyon ve Cr^{+6} kaplamada çözünmeyen kurşun anot kullanılır. %7 Sn + %93 Pb içerikli olmalıdır. Anodun genişliği 6-10 cm. Kalınlığı 10-12 mm'dir. Erimeyen anotlara "çözünmeyen" adı verilir. Çözünen anotlarda, elektrolitteki metal iyonlar sürekli olarak anot çözünmesiyle sabit kalır. PbO yüksek elektriksel dayanıklılığa sahip bir oksittir, çatlayabildiği gibi, sülfürik asidin içerisinde eriyebilir, dolayısıyla bu durum arzu edilmemektedir. Genellikle kurşun anot önceden okside edilmiş halde bir ürün olarak piyasada bulunur. Saf kimyasal kurşun genelde kullanılmaz. Kromik asit ile birlikte hızlı bir şekilde aşınır, gözenekli bir yapıya dönüşür. %7 Sn içeren alaşımın korozyon dayanıklılığı fazladır. Sn ile beraber %0,2 gümüş (Ag) kullanılması da tavsiye edilse de, maliyeti arttırdığından kullanılmamaktadır. Platin ve diğer anot malzemelerine göre kurşun oksit çok daha az maliyetlidir ve Cr^{+3}'ün konstanstrasyonunun azaltılması bakımından avantajlı bir katalizördür.

Anotta Gerçekleşen Reaksiyonlar

1. Kurşun oksit oluşumunun mekanizması aşağıdaki gibidir, kurşun anot aktive edilir.

- $\mathbf{Pb \rightarrow Pb^{+2} + 2e^-}$
- $\mathbf{Pb^{+2} + 2\,H_2O \rightarrow PbO_2 + 4\,H^+ + 2e^-}$

2. %30'luk H_2SO_4 çözeltisi içerisinde Kurşun Oksitle sürekli olarak meydana gelen reaksiyonlarda PbO sürekli olarak bulunur.

- $\mathbf{PbO_2 + 2H_2SO_4 \rightarrow Pb(SO_4)_2 + 2\,H_2O}$

- $Pb + PbO_2 \rightarrow 2PbO$
- $PbO + H_2CrO_4 \rightarrow PbCrO_4 + H_2O$

3. Kurşun anot +3 değerli kromu +6 değerli kroma okside eder.

- $2Cr^{3+} + 7H_2O \rightarrow Cr_2O_7^{-2} + 14H^+ + 3e^-$

Kurşun anot kullanıldığında, oksijen oluşumuna ilave olarak dikromat üretimi de ortaya çıkar. Bu reaksiyon mekanizması, kurşunun Cr(III) oksidasyonu için bir katalizör olan PbO2'ye oksidasyonunu içerir.[8]

Katotta Gerçekleşen Reaksiyonlar

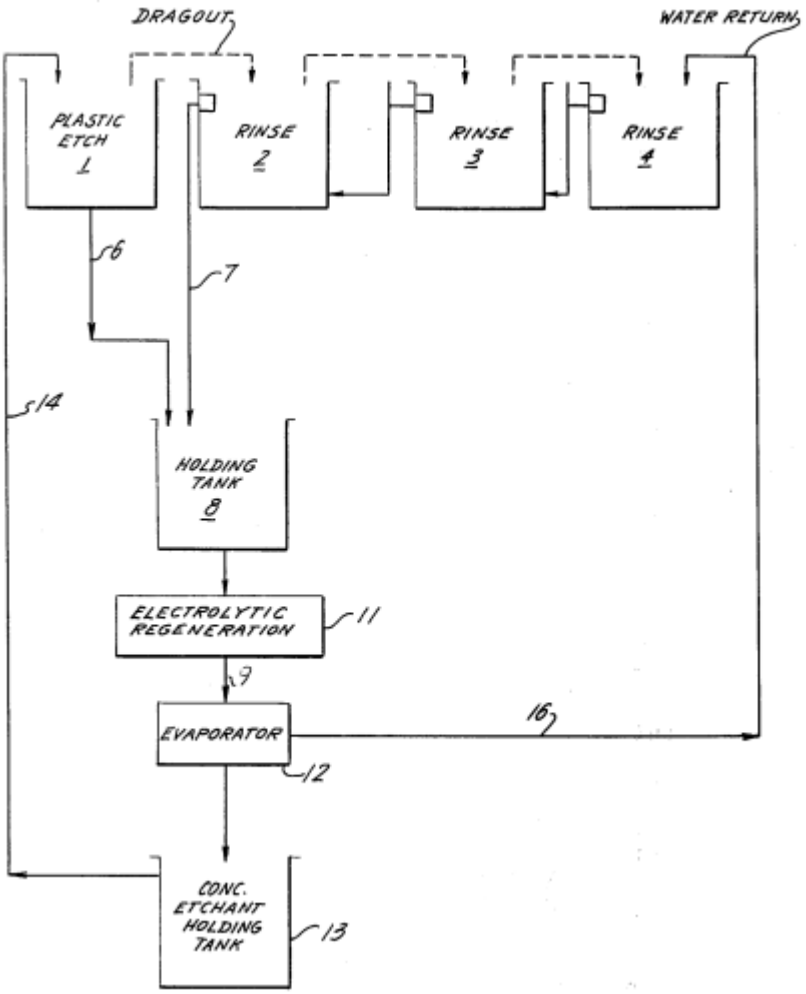
Katolit çözeltisinin pH değerinde artış gerçekleşir. Oksamat ünitesinde biriken çamur oluşumundan kaynaklı voltajın artışı, ünitenin kontrolünü zor hale getirir. Aynı zamanda, katottaki ana reaksiyon sonucu pH'ın yükselmesinin dolayı hidrojen oluşumuna bağlı olarak protonlar (su) indirgenir. Ortaya çıkan pH artışından dolayı, başlangıçta katodun bir kısmını (iletken olmayan) bir çamurla kaplanan porospotların dibinde bir süspansiyon oluşturan metal hidroksitler oluşmaya başlar. Sonuç olarak, katot yüzeyinde pH önemli ölçüde artış gösterir ve kromik hidroksit katot tarafında çöker. Katot yüzeyinin üzeri, kromik hidroksitin çökmesi ile film halinde kaplanabilir. pH değeri arttıkça bu film kalınlığı daha da artabilir. Katot yüzeyinin polarize olabilmesi, aşındırma banyosunda ki organik ve metalik safsızlık oksamat ünitesinin akım verimini düşürür. Kromik hidroksitin katotta çökmesi yüzey çatlaklıklarına neden olabilir. Akım yoğunluğu, pH hidroksit kaplı çamura bağlı olarak seramik membran içerisinin tıkanmasına neden olur. Bu nedenle porospotların temizliği dikkatle ve sıklıkla yapılmalıdır.[6]

- $2H_2O \rightarrow O_2 + 4H^+ + 4e^-$

Aşındırma ve Oksamat Ünitesi İçin Tasarlanabilir Örnek Bir Proses

Harcanmış Kromik Asit/Sülfürik Asit etch çözeltisini tekrardan proseste değerlendirmek mümkündür. Ancak bu çözeltiler fazla miktarda korozif aşındırıcıdır, rejenerasyon ünitesinden önce su ile seyreltme yapılmalıdır. Yukardaki proses için aşındırma sonrası taşınmakta olan Kromik Asitin kaskatlara taşınmaması ve kullanılan suyun tekrardan banyoya geri kazanımından dolayı önemlidir. Rejenerasyon ünitesi sonrası kurulabilecek bir evaporatör ünitesi ile ayrılan suyun kaskatlara geri kazanımı ile su tüketimi de de azaltılabilir. İlk kaskattan sonra rezervuar tankına alınan kaskat suları ile konsantre etch çözeltisi aşındırıcı olduğu için rejenerasyondan önce seyreltilir ve tekrardan etch çözeltisinde kullanımı sağlanabilir. Seyreltilen çözeltideki rejenerasyon (oksamat ünitesi) sonrası meydana gelen safsızlıklar giderilir ve çözelti yeniden konsantre edilip etch çözeltisinde tekrar kullanılabilir. Yeniden konsantre etme işleminde sağlanan ısı kontrolü ile çözünen organikler Cr^{+6} arasındaki indirgenme yükseltgenme reaksiyonlarını ilerletmektedir.[7]

Şekil 5. Plastik Aşındırma Çözeltisinin Rejenerasyonu[7]



Deneysel Çalışma

Removal Factor (Safsızlık Taşınma Faktörü)

RF, anolit ve katolit çözeltileri arasında membran boyunca taşınmakta olan yüzdesel konsantrasyon farkıdır. Oksamat ünitesinde ölçülebilen iki farklı konsantrasyon değerleri ile oluşan metalik kirliliklerin (Fe, Cu) ve Kromik Asitin ne kadarı seramik membranda birikip Cr^{+3}'e indirgendiği yüzdesel olarak hesaplanabilir.

Yüksek akım yoğunluğunda safsızlıkların uzaklaştırma ayırma hızı (removal rate) artmaktadır. Yüksek akım yoğunluğunda porospotlar sürekli olarak çalışamaz. Seramik membran üzerindeki yüksek akım

yoğunluğunda OH^- iyonları jel halinde membrana veya katota yapışır. Bu durum porospotların ve katotun sürekli olarak temizlenmesini gerektirir.

Düşük akım yoğunluğunda çalışmak ise, oksamat ünitesinde kromik asitin çökelmesine neden olur aynı zamanda removal rate (taşınma hızı) düşmesine neden olmaktadır. Banyoyu uygun koşullarda kontrol altında tutmak daha zor hale gelir.

Oksamat ünitesinde RF hesabı ile ilgili 2 deneme yapılmıştır. Kromik asit konsantrasyonuna bağlı olarak Cr^{+3} konsantrasyonu hesaplanmıştır. Aşağıdaki tabloda anolit ve katolit çözeltisi arasındaki Cr^{+3} konsantrasyonu farkına göre RF hesabı hesabı yapılmıştır.[9]

❖ Removal Factor (Ayrılma Faktörü): $RF = \frac{C_0 - C_f}{C_0} \times 100$

Tablo 1. Oksamat Ünitesinde RF hesabı Cr^{+3} Konsantrasyonları

	Anolit Çözeltisindeki Cr^{+3} Konsantrasyonu	Katoit Çözeltisindeki Cr^{+3} Konsantrasyonu	RF (%)
1. Deneme	45.03 g/l	34.64 g/l	%30
2. Deneme	38.97 g/l	30.31 g/l	%22.2

Varılan Sonuç

Suda çözünen, ana bileşeni kromik oksit (CrO_3) içerikli elektrokimyasal sistemler, elektrokaplama uygulamalarında yaygın olarak kullanılmaktadır.

Endüstride krom kaplama, krom yüzeyin sert ve iyi bir korozyon direnci sağlaması gibi önemli özellikleri sebebiyle yaygın çapta başvurulan bir teknolojidir.

Bu uygulamalarda, kromik asit konsantrasyonları 250g/l ile 450g/l arasında kaplama banyosunun kullanımına göre değişebilmekte, %10'dan daha az bir oranda malzeme yüzeyinde birikebilmektedir. Bu banyoların belli bir kullanım süresinin ardından bu çözeltiler Fe(III), Al(III), Cr(III), Ni(II) ve başka safsızlıklar ile kirlenebilmektedir.

Askı ve bakır bara kaynaklı oluşabilen metalik kirliliklerin yanı sıra metallerin taşınması, işlem görmüş diğer kaplama banyolarından veya yıkama banyolarından kaynaklı krom kaplama veya yüzey aşındırma kaplama çözeltilerinde oluşabilmektedir. Bu safsızlıklar 10 ile 25 g/l konsantrasyon değerleri arasında değişebilmektedir. Bu safsızlıklar kaplama çözeltisinde ki voltajın artması sonucu banyo iletkenliğinin ve kaplama veriminin düşmesi gibi istenmeyen etkilerdir.

Yıkama sularından kromun uzaklaştırılması için birçok araştırmalar devam etmektedir. İyon değiştirici, adsorpsiyon, nanofiltrasyon, ultrafiltrasyon, sıvı membran ve elektrodiyaliz gibi yöntemler bu çalışmalar için ileri sürülmektedir.

Öte yandan, yüzey aşındırma ve krom kaplama çözeltilerinin saflaştırılması ile ilgili araştırmalar çok az yapılmıştır.[9] Bu teknolojiler arasında kromik asitin tekrar kaplama banyolarına geri kazanımı (rejenerasyonu) kullanılmakta ve iyon değiştiriciler, elektroliz ve porospot tekniğidir. Bu tekniklerden arasından en uygun maliyetli teknik ve kullanım kolaylığı olması sebebiyle bu çalışmada porospot tekniği ile yüzey aşındırma banyolarında kromun rejenerasyonunu anlatılmıştır. Böylece yüzey aşındırma işlemi esnasında oluşan metalik kirlilikler kaplama çözeltisinden uzaklaştırılır. İstemsiz bir şekilde oluşabilen üç değerli krom, kromik asit çözeltisinde altı değerli kroma tekrardan yükseltgenerek banyo ömrü uzatılabilmektedir.

Polimer kaplamalarda iyi bir yapışma elde edebilmek için güçlü bir oksitleyici ajan olarak kromik asit çözeltisi ile yüzey kromatlanmaktadır. Ancak, kromik asit içerikli aşındırma çözeltisinin belli bir kullanım süresinin ardından oksidasyon kuvveti azalmaktadır. Bu işlem sırasında yüzey-sıvı ara yüzeyinde metal veya polimer yüzey çözünerek az da olsa bir pH artışına neden olabilmektedir. Bu durum Cr(IV) ve Cr(III) yüzeyde biriktirilmesi ile sonuçlanmaktadır. Ayrıca, oluşan Cr(III) yüzey aşındırma çözeltisine dahil olur ve Cr(IV) konsantrasyonunu düşürür. Cr(IV) konsantrasyonunun düşmesi ile Cr(III) çok yüksek konsantrasyon değerlerinde olabilir, tüm meydana gelen metalik, organik safsızlıklarla beraber oluşan Cr(III) konsantrasyonu nedeni ile kaplama çözeltisi yeniden hazırlanmalı veya rejenere edilmelidir.[10]

Kaynaklar

1. Olivera S., Muralidhara H. B., Venkatesh K., Gopalakrishna K. & Vivek S. C. (2016). Plating on acrylonitrile–butadiene–styrene (ABS) plastic: a review. *Journal of Materials Science,* (51), 3657-3674.
2. Kurek A. P., Moll R. G., Herbst G., Dotto M. E. R. & Sellin N. (2017). Reprocessing of chromed ABS parts with chemical pickling and new chrome plating. *Journal of Applied Polymer Science, 135*(15), 46131.
3. Ravikumar A. N. (2015). Chrome plating on ABS plastics. Master Thesis, Kaunas University of Technology Mechanical Engineering and Design Faculty. Kaunas.
4. Çam E. (2009). Akımsız nikel kaplama banyolarının karakteristiklerinin incelenmesi. Yüksek lisans tezi. Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
5. Zitko L., (2002). Ask the question-and-answer archive: Hard chorme plating.
6. Guddati S.L., Holsen T.M., Li C.C., Selman J.R. & Mandich N.V. (1998). The use of a porous ceramic diaphragm for the removal of metallic impurities from chromium plating baths. *Journal of Applied Electrochemistry,* (29), 1129-1132.
7. Korenowski T. F. & Lancy L. E. (1978). Regeneration of plastic etchants. U.S. Patent No. 4,118,285.
8. Berk V. (2004). Yüzey İşlemler Teknolojileri I
9. Korzenowski C., Rodrigues M. A. S., Bresciani L., Bernardes A. M. & Ferreira J. Z. (2007). Purification of spent chromium bath by membrane electrolysis. *Journal of Hazardous Materials, 152*(3), 960-967.
10. Andel Y. V. & Janssen L. J. J. (2002). Electrochemical regeneration of chrome etching solution. *Journal of Applied Electrochemistry,* (32), 481-486.

Presentation ID/Sunum No= 53

Oral Presentation / Sözlü Sunum

Farklı Ekstraksiyon Yöntemleri Kullanılarak Adaçayı (Salvia Officinalis L.) Bitkisinin Fitokimyasal İçeriklerinin Kromatografik Analizlerle Karşılaştırılması

Dr. Hafize Dilek Tepe[1] , Öğr.Gör. Fatma Doyuk[1]
[1]*Manisa Celal Bayar Üniversitesi*

Özet

Adaçayı (Salvia officinalis L.), Lamiaceae familyasına ait tıbbi ve aromatik bir bitkidir. Genellikle baharat olarak kullanılmasının yanında, gıda endüstrisinde, parfümeride ve tıbbi amaçlarla kullanılan uçucu yağların kaynağıdır. Geleneksel tıpta adaçayı, genellikle gastroenterik ve bronko-pulmoner bozuklukların yanı sıra adet döngüsü ve zihinsel kapasite deregülasyonu gibi birçok bozukluğun önlenmesi ve tedavisi için kullanılır. Bu çalışmada adaçayı bitkisinin fitokimyasal bileşenleri kromatografik yöntemlerle analiz edildi. Analizlerden önce bitkiye üç farklı ekstraksiyon yöntemi uygulandı. Bunlar; mikrodalga, ultrasonik banyo ve homojenizatör destekli ekstraksiyonlardır. Daha sonra Sıvı Kromatografisi-Kütle Spektrometresi/Kütle Spektrometresi (LC-MS/MS) ile fenolik bileşen, Gaz Kromatografisi-Kütle Spektrometresi (GC-MS) ile uçucu organik molekül ve İyon Kromatografisi (IC) ile anyon analizleri yapıldı. Fenolik bileşen analizlerinde adaçayında rosmarinik asit içeriğinin yüksek miktarda olduğu belirlendi. En yüksek miktar 2919,43 µg/g kuru ağırlık ile homojenizatör destekli ekstraksiyon yönteminden elde edildi. GC/MS uçucu organik molekül kalitatif analizinde homojenizatör ve mikrodalga destekli ekstraksiyonlar ile 62 bileşen belirlenirken ultrasonik banyo destekli ekstraksiyonda 57 bileşen tespit edildi. Analizlerden sonra elde edilen tüm sonuçlar karşılaştırıldığında homojenizatör destekli ekstraksiyonundaki bileşen miktarlarının daha yüksek olduğu belirlendi. Üç ekstraksiyon yönteminden en düşük sonuçların ultrasonik banyo destekli ekstraksiyonda olduğu gözlendi.

Anahtar kelimeler: *Adaçayı, ekstraksiyon, fenolik bileşik, fitokimya, kromatografi.*

Comparison of Phytochemical Contents of Sage Herb (Salvia Officinalis L.) with Chromatographic Analysis using Different Extraction Methods

Abstract

Sage (Salvia officinalis L.) is a medicinal and aromatic plant belonging to the Lamiaceae family. In addition to its generally used as a spice, it is the source of essential oils used in food industry, perfumery and medicinal purposes. In traditional medicine, sage is often used for the prevention and treatment of gastroenteric and bronchopulmonary disorders, as well as many disorders such as menstrual cycle and mental capacity deregulation. In this study, phytochemical components of sage herb were analyzed by chromatographic methods. Three different extraction processes were applied to the plant before the analysis. These were determined as microwave, ultrasonic bath and homogenizer assisted extraction processes. After the extraction process phenolic component was analyzed by Liquid Chromatography-Mass Spectrometry/Mass Spectrometry (LC-MS/MS), volatile organic molecule by Gas Chromatography-Mass Spectrometry (GC-MS) and anion analysis by İon Chromatography (IC). In the phenolic component analysis, it was determined that the rosmarinic acid content was high in sage. The highest amount was obtained from the homogenizer assisted extraction method with 2919.43 µg / g dry weight. In GC/MS volatile organic molecule qualitative analysis, 62 components were determined by homogenizer and microwave assisted extractions, but 57 components were detected in ultrasonic bath assisted extraction. When the obtained results were compared, it was determined that the phytochemical component amounts in the homogenizer assisted extraction were higher. It was observed that the lowest results of the three extraction methods were in ultrasonic bath assisted extraction.

Keywords: *Sage, extraction, phenolic compound, phytochemistry, chromatography.*

Giriş

Adaçayı (*Salvia officinalis L.*), çok eski zamanlardan günümüze yaygın olarak kullanılan önemli tıbbi bir bitkidir. En tipik adaçayı hazırlama şekli kaynamış su ile kurutulmuş adaçayı yapraklarının infüzyonudur. Dünya çapında 900 civarında türe sahip olan *Salvia officinalis L.*, Lamiaceae familyasına aittir. Tatlandırıcı, kozmetik, parfümeri, ilaç endüstrisi ve halk hekimliğinde kullanılmaktadır (Kocak vd., 2016). Bitkilerin insan sağlığı üzerindeki olumlu rolü ve aynı zamanda farmakolojik özellikleri *Salvia* türlerinin fenolik asit içeriklerinden kaynaklandığı düşünülmektedir (Jiang vd., 2012). Solunum yolu enfeksiyonu, adet düzensizlikleri ve sindirim şikayetlerini içeren çeşitli hastalıklarda kullanılır (Abbas vd., 2016). Adaçayı, antiviral, fungisidal ve bakterisidal etkiye sahiptir (Longaray Delamare vd., 2007).
Seçici çözücüler kullanılarak bitki veya hayvan dokularındaki biyoaktif bileşenlerin inert veya inaktif kısımlardan ayrılmasını içeren işlemler bütününe 'ekstraksiyon' denir. İdeal bir ekstraksiyon yöntemi basit, ucuz, hızlı ve çevreci olmanın yanı sıra istenen bileşenin yüksek verimde elde edilmesini sağlamalıdır (Chemat vd., 2011). Katı bir maddenin bileşenlerinden birinin veya bir bölümünün uygun bir çözücü kullanarak elde edilmesi prensibine dayanan katı-sıvı ekstraksiyonda verim; çözücü türü, pH, katı/sıvı oranları, partikül boyutu, sıcaklık ve süre gibi faktörlerden etkilenmektedir (Azmir vd., 2013).

Modern ekstraksiyon yöntemleri ile klasik ekstraksiyonda karşılaşılan çeşitli olumsuzlukların giderilme çabaları, yeni ekstraksiyon tekniklerinin geliştirilmesini sağlamıştır (Azmir vd., 2013). Ultrason yardımlı, enzim yardımlı, mikrodalga yardımlı, vurgulu elektrik alanı yardımlı, homojenizatör destekli ektraksiyon, süperkritik akış ekstraksiyonu ile basınçlı sıvı ekstraksiyonu gibi yöntemler modern ekstraksiyon yöntemleri olarak geliştirilmiş olup; bu tekniklerden bazıları, ABD Çevre Koruma Kurumu tarafından belirlenen standartlara uyduğu için 'yeşil teknikler' olarak adlandırılmaktadır (Assessment, 2009). Homojenizatör Destekli Ekstraksiyon, genellikle numunelerin yüksek hızda homojenleştirilmesinde kullanılır. Yüksek kesme hızında birkaç saniye içinde bitkinin kopmasını ve sonuç olarak bileşenlerin serbest kalmasını sağlar. Diğer ekstraksiyon metotlarına kıyasla, hedef bileşenleri ekstrakte etmek için gereken süre yüksek kesme hızı nedeniyle son derece kısadır. (Bilgin vd., 2013; Dai & Mumper, 2010;). Mikrodalga yardımlı ekstraksiyon, mikrodalga enerjisi kullanılarak materyalden sıvı içerisinde çözünen bileşenlerin ekstraksiyonunda kullanılabilecek yeni bir yöntem olarak düşünülmektedir (Azmir vd., 2013). Mikrodalgalar 300 MHz ile 300 GHz aralığında bulunan elektromanyetik alanlardır. Mikrodalga yardımlı ekstraksiyon temelde mikrodalgaların polar özellikteki moleküller üzerine etkisine dayanmaktadır (Letellier & Budzinski, 1999). Ultrason yardımlı ekstraksiyon yöntemi, elastik bir ortamda yayılan mekanik dalgalar olan ultrasonik dalgaları kullanarak bitki hücre duvarında bozunmayı sağlayan ve kütle transferini hızlandırarak istenen biyoaktif bileşenlerin klasik tekniklere kıyasla daha kısa sürede ve daha yüksek verimle elde edilmesini sağlayan bir tekniktir (86, 87). (Gliszczyńska-Świgło & Rybicka, 2015; Jadhav vd., n.d.; Vilkhu vd., 2008; Zemouri-Alioui vd., 2019).

Materyal ve Yöntem

Ekstraksiyon Prosesi

Deneylerimizde Adaçayı bitkisinin *Salvia officinalis L.* türü kullanıldı ve bu bitki yerel bitki marketinden temin edildi. Kuru halde toz haline getirilen bitkiden 0,5'er gr tartıldı ve üzerine 20 mL %100 metanol ilave edildi. Daha sonra mikrodalga, homojenizatör ve ultrasonik banyo destekli olmak üzere üç farklı ekstraksiyon işlemi uygulandı. Sonuçlarda belirtilen ekstraksiyon yöntemleri için aşağıda belirtilen kısaltmalar kullanıldı. MD: Mikrodalga Ekstraksiyonu, UB: Ultrasonik banyo ekstraksiyonu, HOM: Homojenizatör ekstraksiyonu. Her bir analiz 3 tekrarlı şekilde gerçekleştirildi.

Mikrodalga İle Ekstraksiyon

Cem marka Mars 6 model mikrodalga bozundurma cihazı ile 80 ˚C, 400 W gücünde analiz yapıldı. Daha sonra numuneler 0,45 µm çapında membran filtre ile süzüldü.

Homojenizatör ile Ekstraksiyon

IKA marka T25 model Ultra Turrax cihazı ile 5000 g de 10 dakika homojenizasyon yapıldı. Elde edilen homojenatlar 10000 g de 10 dk santrifüj edilip 0,45 µm çapında membran filtre ile süzüldü.

Ultrasonik Banyo ile Ekstraksiyon

Wisd marka Wiseclean model ultrasonik banyo cihazı ile 37 ˚C de 3 saat boyunca inkübe edildi. Daha sonra numuneler 0,45 µm çapında membran filtre ile süzüldü. Tüm ekstraktlar analiz edilene kadar +4 ˚C de tutuldu.

LC-MS/MS Fenolik Bileşen Tayini

Ekstraktların fenolik profillerinin belirlenmesi için yüksek performanslı sıvı kromatografi kütle spektrometresi-kütle spektrometresi (Agilent 1260 Triple Quadrupole MS/MS) kullanıldı. Fenolik analiz için metot parametreleri; C18 ODS (25 x 4.6 mm x 5 µm) HPLC kolonu, enjeksiyon hacmi 2 µL, hareketli faz %0.1 formik asit-su (A), metil alkol (% 99.9) (B) ve akış hızı 0.4 mL dk^{-1} 'dir. Analiz için kullanılan gradiyent yöntem aşağıdaki gibidir: 3 dk %2 B, 6 dk % 25 B, 10 dk % 50 B, 14 dk % 95 B, 17.5 dk % 2 B. Bileşiklerin tanımlanmasında pozitif ve negatif modlar kullanıldı. Rosmarinik asite ait LC-MS/MS kromatogram ve iyon spektrumları **şekil 1** de gösterildi.

GC-MS Uçucu Organik Molekül Tayini

Ekstraktlardaki uçucu organik moleküller, Agilent Technology 7890A Gaz Kromatografisi (GC) Kütle spektrometresi (MS) ile elektron iyonizasyon (EI) modunda kalitatif olarak analiz edildi. Kromatografik kolon Agilent HP-5MS, kapiler kolon 30 m x 0.25 mm, 0.25 mm film kalınlığındadır. Fırın sıcaklığı 40 °C' de başlatıldı ve bu sıcaklıkta 5 dakika bekletildi ve ardından dakikada 5 °C sıcaklık artışı ile 280 °C'ye sıcaklık yükseltildi. 280 ˚C' de 5 dakika tutuldu. Taşıyıcı gaz olarak helyum gazı (% 99,999) kullanıldı. Sabit akış hızı 1.5 ml dk^{-1} ve enjektör sıcaklığı 250 ^{0}C'dir. Ekstrakt, 1 ml ile split modda enjekte edildi. Kütle spektrumunun yorumlanması Ulusal Standartlar ve Teknoloji Enstitüsü (NIST, Wiley7Nist05.L) veri tabanına göre yapıldı. GC/MS Toplam İyon Kromatogramı (TIC) /Counts vs Acqusition Time (min) Grafği. A- MD, B- UB, C- HOM ekstraksiyonları **şekil 2** de gösterildi.

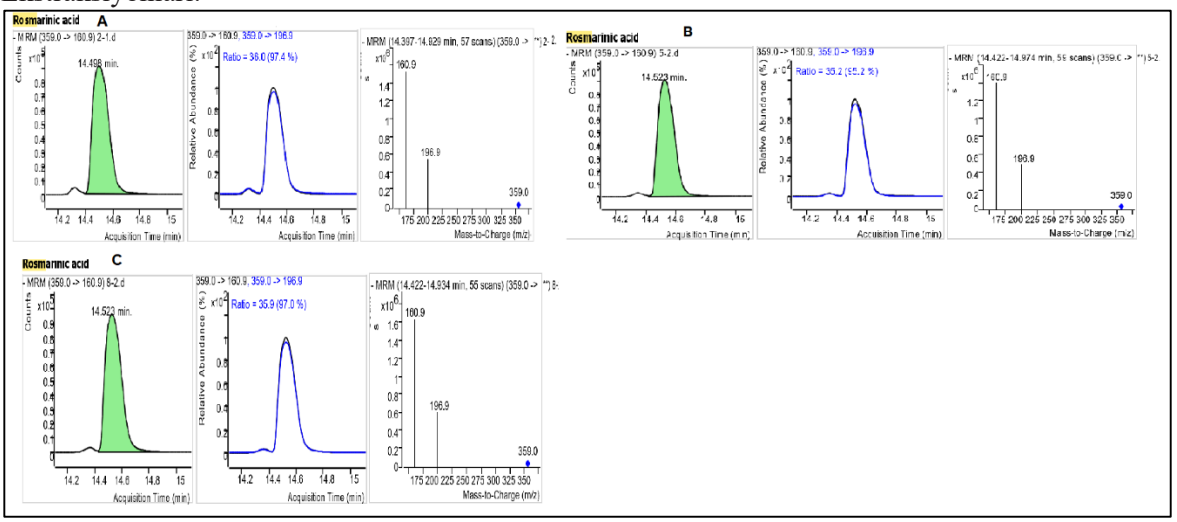
Anyon analizi

Anyon analizleri Thermo marka, Dionex ICS 5000 model cihaz gerçekleştirildi. Ön kolon olarak Dionex Ionpac 4×50 mm, analitik kolon olarak da Dionex Ionpac 4×250 mm kullanıldı. Eluent için 12 mM KOH kullanıldı. Anyon metodundaki akış hızı1 mL dk^{-1}, kolon sıcaklığı 30 ˚C, enjeksiyon hacmi de 20 µL'dir. Cihazda Dionex ASRS 4 mm suppresor kullanılmaktadır. İyon Kromatografisi İyon Kromatogramı **şekil 3** de gösterildi.

Sonuçlar ve Tartışma

LC-MS/MS Fenolik Bileşen Sonuçları

Şekil 1: Rosmarinik Aside ait LC-MS/MS Kromatogram ve İyon Spektrumları. A-MD b-UB c- HOM Ekstraksiyonları.



Tablo 1: LC-MS/MS Fenolik Bileşik İçeriği Sonuçları

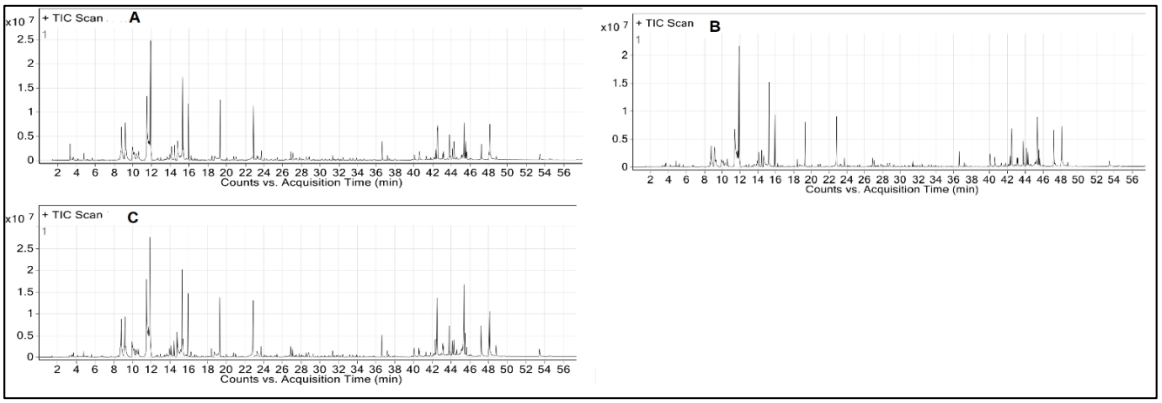
Fenolik Miktarı (µg/g Kuru ağırlık)	**MD**	**UB**	**HOM**
Gallik asit	0,00±0,00	0,00±0,00	0,35±0,07
Protokatekuik asit	6,74±0,07	5,11±0,01	7,34±0,15
Pyrocatechol	0,00±0,00	0,03±0,04	0,00±0,00
3,4-Dihidroksifenilasetik asit	0,64±0,07	0,44±0,07	0,58±0,01
(±) -Catechin	0,72±0,35	0,40±0,34	0,70±0,01
Klorojenik asit	**59,74±6,43**	**57,41±2,29**	**113,69±3,70**
2,5-Dihidroksibenzoik asit	2,20±0,35	1,66±0,17	1,45±0,14
4-Hidroksibenzoik asit	9,24±0,12	7,02±0,26	7,65±0,16
(-) - Epikateşin	0,46±0,10	0,81±0,16	0,67±0,12
Kafeik asit	**91,14±1,03**	**58,09±0,17**	**70,14±0,35**
Vanilik asit	6,27±3,18	7,99±1,71	10,57±0,03
Siringik asit	2,62±0,86	2,19±0,50	3,30±1,02
3-Hidroksibenzoik asit	0,16±0,22	0,45±0,63	0,18±0,26
Vanilin	2,25±0,49*	1,28±0,50	1,69±0,05
Verbascoside	0,00±0,00	0,00±0,00	0,16±0,05
Taksifolin	**25,34±1,84**	**23,56±1,39**	**20,46±0,89**
Sinapik asit	0,30±0,11	0,00±0,00	0,25±0,12
p-Kummerik asit	3,19±0,09	1,96±0,04	1,95±0,03
Ferulik asit	6,72±0,71	3,59±0,10	4,57±0,34
Luteolin 7-glukozit	39,01±0,71	16,92±0,41	7,61±0,24
Hesperidin	2,99±0,20	2,44±0,11	9,91±0,16
Hiperosit	**54,89±2,53**	**37,19±0,19**	**70,84±0,63**
Rosmarinik asit	**2785,70±69,45**	**2484,09±25,61**	**2919,43±27,83**
Apigenin 7-glukozit	**60,17±1,64**	**28,25±0,53**	**31,42±0,07**
2-Hidroksisinnamik asit	0,12±0,04	0,13±0,01	0,16±0,06

Pinoresinol	1,53±1,09	2,97±0,46	4,20±0,68
Eriodictyol	**7,31±0,13**	**6,09±0,08**	**8,57±0,18**
Quercetin	**50,17±5,43**	**31,76±1,79**	**46,17±1,66**
Luteolin	**70,17±11,01**	**55,38±9,68**	**60,59±2,97**
Kaempferol	**26,26±1,63**	**17,67±1,40**	**15,66±1,93**
Apigenin	**35,41±11,41**	**28,29±8,48**	**25,19±3,12**
TOPLAM FENOLİK	**3351,49±3,81**	**2883,14±1,8**	**3445,43±1,47**

Üç farklı ekstraksiyon sonucuna göre tespit edilen en yüksek konsantrasyondaki fenolik bileşenler klorojenik asit, kafeik asit, taksifolin, hiperosit, rosmarinik asit, apigenin 7-glukozit ve quercetin'dir (**Tablo 1**). Özellikle mikrodalga ve homojenizatör destekli ekstraksiyon sonuçlarında rosmarinik asit konsantrasyonları yakın bulunurken ultrasonik banyo destekli ekstraksiyondaki rosmarinik asit konsantrasyonu daha düşük tespit edildi. Quercetin konsantrasyonlarını değerlendirdiğimizde ise en yüksek derişim mikrodalga ekstraksiyonu ile en düşük derişim ise ultrasonik banyo destekli ekstraksiyonda tespit edildi. Toplam fenolik bileşen içeriklerine bakıldığında en iyi sonucu mikrodalga ekstraksiyonundan elde edildiği söylenebilir. Taamalli ve ark (2012) zeytin yapraklarında fenoilik bileşen içeriklerinde, HPLC ve ESI-TOF-MS cihazlarında yaptıkları bir çalışmada, geneleksel yöntemlerle mikrodalga ekstraksiyonu karşılaştırdıklarında; mikrodalga ekstraksiyonundaki fenolik bileşen içerik miktarının daha fazla elde edildiğini göstermişlerdir (Taamalli vd., 2012). Pan ve ark. yeşil çay yapraklarından polifenollerin ve kafeinin ekstraksiyonu için oda sıcaklığında 20 saatte uygulanan mikrodalga yardımlı ekstraksiyon işlemini diğer ekstraksiyon yöntemleri ile kıyasladığında daha yüksek verim elde ettiklerini belirtmektedirler (Pan vd., 2003).

GC-MS Uçucu Organik Molekül Tayini

Şekil 2: GC/MS Toplam İyon Kromatogramı (TIC) /Counts vs Acqusition Time (min) Grafği. A- MD, B- UB, C- HOM ekstraksiyonları.



Tablo 2: GC/MS Uçucu Organik Bileşenler ve % Benzerlik Tablosu.

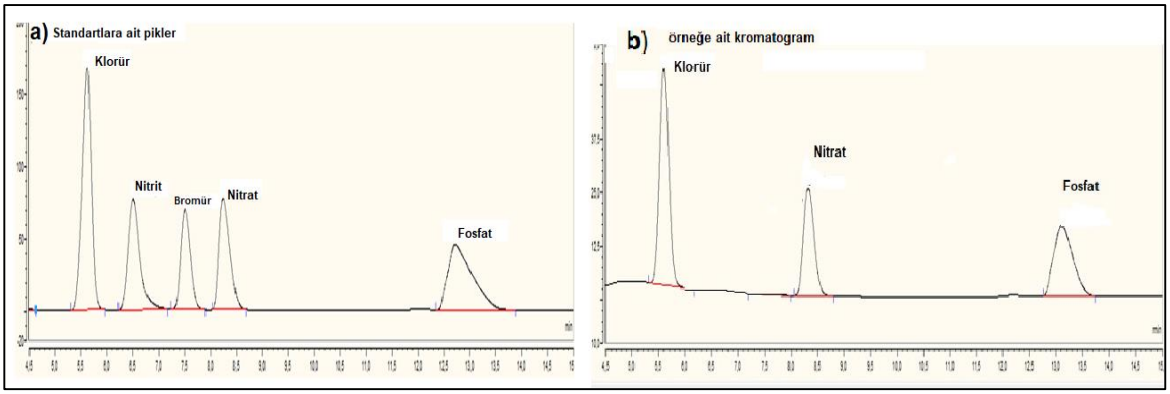
MD (% benzerlik)
ALPHA.-PINENE, (-) (95,38), Camphene (96,85), ethyl 5-methoxy-3-methyl-5-phenyl-2-pentenoate (88,2), 2-.BETA.-PINENE (94,88), Sabinene; Bicyclo[3.1.0]hexane, 4-methylene-1-(1-methylethyl)- (91,02), beta.-Myrcene (93,48),1-acetoxy-2,5-ochtodadiene(79,13),(1R*,2S*,3R*,9R*)-12-Isopropylidene-3,7dimethyltricyclo[7.2.1.0(2,6)]dodeca-6,10-dien-8-one (81,33), Eucalyptol (98,43), Benzene, methyl(1-methylethyl)- (84,84), 1,8-Cineole (69,92), dl-Limonene (91,38), gamma.-Terpinene; 1,4-Cyclohexadiene, 1-methyl-4-(1-methylethyl) (94,79) trans Sabinene hydrate (94,46), alpha.-Thujone (92,11), beta.-THUJONE (83,65), Camphor (97,48),4H-Pyran-4-one, 2,3-dihydro-3,5-dihydroxy-6-methyl- (86,34), 4-Chloro-3,3,4-trimethyl-1-pentene (58,05),2-Octyn-1-ol (63,82), Borneol (93,99), 3-Cyclohexen-1-ol, 4-methyl-1-(1-methylethyl)-(93,96),3-Cyclohexene-1-methanol, .alpha.,.alpha.,4-trimethyl- (91,07), linalyl acetate (93,59), EXOBORNYL ACETATE (91,33), ENDOBORNYL ACETATE (75,31), Bicyclo[2.2.1]heptan-2-ol, 1,7,7-trimethyl-, acetate, (1S-endo)-(94,09), 4-vinyl-2-methoxy-phenol(95,63), Bicyclo[3.2.0]heptan-2-one, 5-formylmethyl-6-hydroxy-3,3-dimethyl-6-vinyl-(75,30), Caryophyllene (97,72), Benzene, 1-(bromomethyl)-3-nitro-(73,49), nadolol-tris(O-TMS) (54,03), Alloaromadendrene (88,47), alpha.-Humulene; 1,4,8-Cycloundecatriene, 2,6,6,9-tetramethyl-, (E,E,E)- (94,75), beta.-cadinene (90,36), (-)-Caryophyllene oxide (94,85), Veridiflorol (94,50), Megastigmatrienone (89,22), 1,4-Methanobenzocyclodecene, 1,2,3,4,4a,5,8,9,12,12a-decahydro-(75,66), 4-Hydroxybenzoic acid, 3,10,10-trimethyl-7 methylenecycloundeca-3,8-dienyl ester (68,76), 3-isopropylidene-7-oxatetracyclo[6.4.0.0(2,6).0(4,9)]dodecane (74,14), Isolongifolene, 4,5-dehydro-(76,99), 3,5,6-Trimethyl-1H-indazole (68,99), 1-Naphthalenepropanol, .alpha.-ethenyldecahydro-.alpha.,5,5,8a-tetramethyl-2-methylene-, [1S-[1.alpha.(R*),4a.beta.,8a.alpha.]]-(96,82), 1,4-Dimethyl-8-isopropylidenetricyclo[5.3.0.0(4,10)]decane (89,48), beta.-Chamigrene; Spiro[5.5]undec-2-ene, 3,7,7-trimethyl-11-methylene-, (-)- (72,24), Ferruginol (83,48), CARNOSOL (68,26), 2(1H)-Phenanthrenone, 3,4,4a,9,10,10a-hexahydro-6-hydroxy-1,1,4a-trimethyl-7-(1-methylethyl)-, (4aS-trans)- (56,29), (-)-20-Deoxocarnosol (64,84), 1,2-(Dicyanoetheno)[6](1,4)-naphthalenophane (66,22), 2-tert-Butyl-3,3,4,4,7,7-hexamethyl-7H-tetrahydroindeno[bc]furan (75,58), (20R)-18,20-Epoxypregn-5-en-3.beta.-yl Acetate (70,53), 2,2-Dimethyl-4-phenyl-2H-naphtho[1,2-b]pyran (83,88), Isocarnosol (68,43), Barbatusol (64,12), Palmitin, 2-mono- (89,1), 13-Isopropylpodocarpen-12-ol-20-al (74,97), Dibenz[a,c]cycloheptane, 2,3,7-trimethoxy- (74,3), 2(1H)-Phenanthrenone, 3,4,4a,9,10,10a-hexahydro-6-hydroxy-1,1,4a-trimethyl-7-(1-methylethyl)-, (4aS-trans)- (69,61), Octadecanoic acid, 2,3-dihydroxypropyl ester (92,67), 13-Docosenamide, (Z)-(82,37), Methyl 4,4-dimethyl-3-oxo-exo-8-phenyl-cis-bicyclo[3.3.0]-octane-1-carboxylate (72,2).
UB (% benzerlik)
ALPHA.-PINENE, (-) (96,01), Camphene (93,84), 2-.BETA.-PINENE (90,82), beta.-Myrcene; 1,6-Octadiene, 7-methyl-3-methylene- (93,4), 1-acetoxy-2,5-ochtodadiene (77,17), l-Phellandrene (90,1), dl Limonene (90,91), Eucalyptol (98,26), gamma.-Terpinene (94,96), trans Sabinene hydrate (94,29), Bornyl chloride (81,13), 1-carbamoyl-3,4,5-trimethyl-pyrazole (71,55), ALPHA.-TERPINOLENE (90,35), alpha.-Thujone (96,94), Camphor (97,29), Borneol (93,02), Bicyclo[2.2.1]heptan-2-ol, 1,7,7-trimethyl-, exo-(71,08), Borneol (92,96) 3-Cyclohexen-1-ol, 4-methyl-1-(1-methylethyl)-(94,41), linalyl acetate (94,69), ENDOBORNYL ACETATE (82,88) Bicyclo[2.2.1]heptan-2-ol, 1,7,7-trimethyl-, acetate, (1S-endo) (94,13), 4-vinyl-2-methoxy-phenol (96,31), Bicyclo[3.2.0]heptan-2-one, 5-formylmethyl-6-hydroxy-3,3-dimethyl-6-vinyl-(75,94), Cyclopentane, 1-acetoxymethyl-3-isopropenyl-2-methyl- (97,45), CARYOPHYLLENE (97,45), Benzene, 1-(bromomethyl)-3-nitro- (85,98), Calarene (85,98), alpha.-Humulene (94,17), Naphthalene, 1,2,3,5,6,8a-hexahydro-4,7-dimethyl-1-(1-methylethyl)-, (1S-cis)- (90,33), (-)-Caryophyllene oxide (94,32), Veridiflorol (95,68), HUMULENE OXIDE (88,41), Megastigmatrienone (92,36), 1,4-CIS-1,7-CIS-ACORENONE (82,67), 4-Hydroxybenzoic acid, 3,10,10-trimethyl-7-methylenecycloundeca-3,8-dienyl ester (71,34), (Z)-valerenyl acetate (76,74), Aromadendrene, dehydro- (74,7), Isolongifolene, 4,5-dehydro- (79,43), Aromadendrene, dehydro- (69,73), 1-Naphthalenepropanol,.alpha.-ethenyldecahydro-.alpha.,5,5,8a-tetramethyl-2-

methylene-,[1S[1.alpha.(R*),4a.beta.,8a.alpha.]]-(97,07),1,4-Dimethyl-8-isopropylidenetricyclo[5.3.0.0(4,10)] decane(89,78), 1-(2',5'-Dimethoxyphenyl)-4,4,8,9-tetramethylperhydronaphthalene (60,07), gamma.-Neoclovene (76,46), 2-Phenanthrenol, 4b,5,6,7,8,8a,9,10-octahydro-4b,8,8-trimethyl-1-(1-methylethyl)-, (4bS-trans)- (80,72), CARNOSOL (70,74),Dibenz[d,f]cycloheptanone,2,3,9-trimethoxy-; Dibenz[b,d]cycloheptanone,2,3,9-trimethoxy-; 2,3,9-Trimethoxy-6,7-dihydro-5H-dibenzo[a,c]cyclohepten-5-one (66,34), 2,2-Dimethyl-4-phenyl-2H-naphtho[1,2-b]pyran (83,25), Palmitin, 2-mono- (89,6) , 13-Isopropylpodocarpen-12-ol-20-al (74,56), Dibenz[a,c]cycloheptane, 2,3,7-trimethoxy-(73,58), 13,16.BETA.-CYCLOPROPYL-5.ALPHA.-PREGNAN-20-ONE (69,61), Octadecanoic acid,2,3-dihydroxypropyl ester(92,91), 13-Docosenamide, (Z)- (82,46), Isocarnosol (68,51), anti-14-bromo-5,8-dimethoxy-16-methyl-2,11-dithia[3]paracyclo[3](2,4)thiophenophane (76,09), Methyl 4,4-dimethyl-3-oxo-exo-8-phenyl-cis-bicyclo[3.3.0]-octane-1-carboxylate (70,02)
HOM (% benzerlik)
ALPHA.-PINENE, (-) (95,5), Camphene (96,78), 2-.BETA.-PINENE (95,83), Sabinene (92,51), .beta.-Myrcene (94,25), 1-acetoxy-2,5-ochtodadiene (75,15) Sabinene (92,51), beta.-Myrcene (94,25), 1-acetoxy-2,5-ochtodadiene (75,15), l-Phellandrene (86,81), dl Limonene (84,35), Eucalyptol (98,25), gamma.-Terpinene (94,81), trans Sabinene hydrate (93,27), ALPHA.-TERPINOLENE (88,81), Bicyclo[3.1.0]hexan-3-one, 4-methyl-1-(1-methylethyl)- (91,02), alpha.-Thujone (97,31), Camphor (97,58), endo-Borneol (85,37), Bicyclo[2.2.1]heptan-2-ol, 1,7,7-trimethyl-, exo-(71,08), Borneol (92,96) 3-Cyclohexen-1-ol, 4-methyl-1-(1-methylethyl)-(94,58), Linalyl propionate (92,43), linalyl acetate (93,76), ENDOBORNYL ACETATE(81,3) Bicyclo[2.2.1]heptan-2-ol, 1,7,7-trimethyl-, acetate, (1S-endo) (93,96), 4-vinyl-2-methoxy-phenol (95,15), Bicyclo[3.2.0]heptan-2-one, 5-formylmethyl-6-hydroxy-3,3-dimethyl-6-vinyl-(74,65), TRANS(.BETA.)-CARYOPHYLLENE (93,99), Benzaldehyde, 2-hydroxy-6-methyl-(73,66), 6-OXOBORNYL ACETATE (64,64), Alloaromadendrene (85,26), alpha.-Humulene; 1,4,8-Cycloundecatriene, 2,6,6,9-tetramethyl-, (E,E,E)-(93,38), delta.-Cadinene (85,63), Caryophyllene oxide (94,75), Veridiflorol; Viridiflorol (93,32), HUMULENE OXIDE (82,81), Megastigmatrienone (87,22), Longipinocarveol, trans- (83,75), 1,4-CIS-1,7-CIS-ACORENONE (79,69), 4-Hydroxybenzoic acid, 3,10,10-trimethyl-7-methylenecycloundeca-3,8-dienyl ester (68,3), Aromadendrene, dehydro- (71,66), (3E)-2,6-Dimethyl-5-isopropyliden-1,3,6,9-decatetraene (78,28), 5-Isopropyl-2-methylphenethyl acetate (70,24), Phenanthrene, 7-ethenyl-1,2,3,4,4a,5,6,7,8,9,10,10a-dodecahydro-1,1,4a,7-tetramethyl- (80,16), 1-Naphthalenepropanol,.alpha.-ethenyldecahydro-.alpha.,5,5,8a-tetramethyl-2-methylene [1S[1.alpha.(R*),4a.beta.,8a.alpha.]]-(96,84), 1,4-Dimethyl-8-isopropylidenetricyclo [5.3.0.0(4,10)] decane(90,37),. gamma.-Neoclovene (72,74), 6-Epi-.beta.-verbesinol or (+)-junenol(60,27), 2-Phenanthrenol, 4b,5,6,7,8,8a,9,10-octahydro-4b,8,8-trimethyl-1-(1-methylethyl)-, (4bS-trans)- (86,32), CARNOSOL (69,7), 1,2-(Dicyanoetheno)[6](1,4)-naphthalenophane (63,96),Dibenz[d,f]cycloheptanone, 2,3,9-trimethoxy- (65,63), 2,2-Dimethyl-4-phenyl-2H-naphtho[1,2-b]pyran(86,07), Barbatusol (67,45) Palmitin, 2-mono- (87,94) 13-Isopropylpodocarpen-12-ol-20-al (69,44) Dibenz[a,c]cycloheptane, 2,3,7-trimethoxy-(73,87), 6,7-Dimethoxy-4H-cyclopenta[def]chrysene(69,14),Octadecanoic acid,2,3-dihydroxypropyl ester(93,16), 13-Docosenamide, (Z)- (82,49), Squalene (74,45), Vitamin e (67,33).

GC/MS analiz sonuçlarına göre, Camphene, alfa- Thujone, Camphor, Borneol, Caryophyllene, gamma.-Terpinene uçucu organik bileşenleri üç ekstraksiyon işlemi sonucu elde edilen ekstraklarda da ortak olarak gözlendi (**Tablo 2**). Ancak Sabinene, beta.-Myrcene, exobornyl acetate ve beta.-cadinene sadece MD ekstraksiyon yönteminde gözlendi. Miguel ve ark. (2011) *salvia* officinalis bitkisinde yaptıkları bir çalışmada alpha-pinene, camphor, borneol uçucu organic bileşenlerini yüksek oranda tespit etmişlerdir (Miguel vd., 2011). Adaçayı (*Salvia officinalis, L*) bitkisi, rosmarinik asit ve yaklaşık % 50 thujone içeren α kafurlu yağ içeren, uçucu yağlar açısından zengin çok yıllık bir bitkidir (Jiang vd., 2012).

İyon Sonuçları

Şekil 3: İyon Kromatografisi İyon Kromatogramı a- Standarda ait b- MD Ekstraksiyonu Numunesine ait.



Tablo 3: Anyon Analizi Sonuçları

İyon miktarı (µg/ g kuru ağırlık)	MD	UB	HOM
Klorür	578±31.11	348±33.94	600±28.28
Nitrat	1140±28.28	356±22.63	324±22.63
Fosfat	442±8.49	494±31.11	748±11.31
Nitrit	-	-	-
Bromür	-	-	-

Elde edilen bulgulara göre anyon analizi sonucunda ektraksiyon yöntemlerinin hepsinde klorür, nitrat ve fosfat anyonları tayin edildi ancak nitrit ve bromür tespit edilemedi. MD ekstraktında nitrat anyonun yüksek olduğu belirlendi. Klorür ve fosfat içeriklerinde ise HOM ekstraksiyonun daha etkili sonuçlar verdiği gözlendi (**Tablo 3**). Valifard ve arkadaşları adaçayının bir türü olan *Salvia mirzayanii* bitkisinde yaptıkları bir çalışmada 0,53 meq/L içeriğinde Klor olduğunu belirlemişlerdir. Ayrıca bitkinin sulu ekstraktında bikarbonat ve sülfat olduğunu da belirlemişlerdir (Valifard vd., 2014) .

Sonuç

Sonuç olarak elde edilen verilere göre üç farklı ekstraksiyon yönteminde LC-MS/MS fenolik bileşen analizinde rosmarinik asit bileşeni ve toplam fenolik bileşen içeriğinin en yüksek olduğu ekstraksiyon yöntemi homojenizatör destekli ekstraksiyon'dur. Ekstraksiyon yöntemleri kıyaslandığında homojenizatörden sonra mikrodalga ektraksiyon yöntemi de etkin sonuçlar vermiştir. GC-MS uçucu organik bileşen analizinde Camphor, Borneol ve alfa-Thujone bileşikleri her üç ekstraksiyon yönteminde yüksek benzerlik oranında belirlendi. GC-MS kalitatif analizi sonucu elde edilen bileşen sayılarında çok dan aza doğru sıralama ise HOM, MD ve UB ekstraksiyonu şeklindedir. Toplam anyon analiz sonuçlarını değerlendirdiğimizde en yüksek anyon konsantrasyonu MD ektraksiyonunda, en düşük anyon konsantrasyonu ise UB ekstraksiyonunda elde edildi. Bu verilere göre *Salvia officinalis* L. bitkisinin üç ekstraksiyon yöntemi karşılaştırıldığında en etkin sonuçların homojenizatör ekstraksiyonundan elde edildiği belirlendi.

Teşekkür

Bu çalışma Manisa Celal Bayar Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinatörlüğü (BAP) birimi tarafından desteklenmektedir (proje no: 2020-089).

Referanslar

1. Abbas, S., Zaglool, M., El-Ghadban, E., Abd El-Kareem, S., & Waly, A. (2016). Effect of Moringa Leaf Extract Spray on Sage (Salvia officinalis L.) Plant under Sandy Soil Conditions. *Hortscience Journal of Suez Canal University*, *5*(1), 15–21. https://doi.org/10.21608/hjsc.2016.6402
2. Alupului, A., Călinescu, I., & Lavric, V. (2012). Microwave Extraction of active principles from medicinal plants. *UPB Scientific Bulletin, Series B: Chemistry and Materials Science*, *74*(2), 129–142.
3. Assessment, U. E. N. C. for E. (2009). *Optimized ultrasonic-assisted extraction of flavonoids from Prunella vulgaris L. and evaluation of antioxidant activities in vitro*.
4. Azmir, J., Zaidul, I. S. M., Rahman, M. M., Sharif, K. M., Mohamed, A., Sahena, F., Jahurul, M. H. A., Ghafoor, K., Norulaini, N. A. N., & Omar, A. K. M. (2013). Techniques for extraction of bioactive compounds from plant materials: A review. *Journal of Food Engineering*, *117*(4), 426–436. https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2013.01.014
5. Bilgin, M., Sahin, S., Dramur, M. U., & Sevgili, L. M. (2013). OBTAINING SCARLET SAGE (*SALVIA COCCINEA*) EXTRACT THROUGH HOMOGENIZER- AND ULTRASOUND-ASSISTED EXTRACTION METHODS. *Chemical Engineering Communications*, *200*(9), 1197–1209. https://doi.org/10.1080/00986445.2012.742434
6. Bouaziz, M., Yangui, T., Sayadi, S., & Dhouib, A. (2009). Disinfectant properties of essential oils from Salvia officinalis L. cultivated in Tunisia. *Food and Chemical Toxicology*, *47*(11), 2755–2760. https://doi.org/10.1016/j.fct.2009.08.005
7. Chemat, F., Zill-E-Huma, & Khan, M. K. (2011). Applications of ultrasound in food technology: Processing, preservation and extraction. *Ultrasonics Sonochemistry*, *18*(4), 813–835. https://doi.org/10.1016/j.ultsonch.2010.11.023
8. Dai, J., & Mumper, R. J. (2010). Plant Phenolics: Extraction, Analysis and Their Antioxidant and Anticancer Properties. *Molecules*, *15*(10), 7313–7352. https://doi.org/10.3390/molecules15107313
9. DEMİR, E., SERDAR, G., & SÖKMEN, M. (2016). Comparison of Some Extraction Methods for Isolation of Catechins and Caffeine from Turkish Green Tea. *International Journal of Secondary Metabolite*, *2*(2), 16–25. https://doi.org/10.21448/ijsm.240702
10. Ghorbani, A., & Esmaeilizadeh, M. (2017). Pharmacological properties of Salvia officinalis and its components. *Journal of Traditional and Complementary Medicine*, *7*(4), 433–440. https://doi.org/10.1016/j.jtcme.2016.12.014
11. Gliszczyńska-Świgło, A., & Rybicka, I. (2015). Simultaneous Determination of Caffeine and Water-Soluble Vitamins in Energy Drinks by HPLC with Photodiode Array and Fluorescence Detection. *Food Analytical Methods*, *8*(1), 139–146. https://doi.org/10.1007/s12161-014-9880-0
12. Jadhav, D., B.N., R., Gogate, P. R., & Rathod, V. K. (n.d.). Extraction of vanillin from vanilla pods: A comparison study of conventional soxhlet and ultrasound assisted extraction. *Journal of Food Engineering*, *93*(4), 421–426. Retrieved March 26, 2021, from https://www.academia.edu/1530211/Extraction_of_vanillin_from_vanilla_pods_A_comparison_study_of_conventional_soxhlet_and_ultrasound_assisted_extraction
13. Jain, T., Jain, V., Pandey, R., Vyas, A., & Shukla, S. (n.d.). *Microwave assisted extraction for phytoconstituents-An overview*. *2*(1). Retrieved March 26, 2021, from www.ajrconline.org
14. Jiang, R.-W., Lau, K.-M., Hon, P.-M., Mak, T., Woo, K.-S., & Fung, K.-P. (2012). Chemistry and Biological Activities of Caffeic Acid Derivatives from Salvia miltiorrhiza. *Current Medicinal Chemistry*, *12*(2), 237–246. https://doi.org/10.2174/0929867053363397
15. Khalil, R., & Li, Z.-G. (2011). Antimicrobial activity of essential oil of Salvia officinalis L. collected in Syria. *African Journal of Biotechnology*, *10*(42), 8397–8402. https://doi.org/10.5897/AJB10.2615
16. Kocak, M. S., Sarikurkcu, C., Cengiz, M., Kocak, S., Uren, M. C., & Tepe, B. (2016). Salvia cadmica: Phenolic composition and biological activity. *Industrial Crops and Products*, *85*, 204–212. https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2016.03.015
17. Letellier, M., & Budzinski, H. (1999). Microwave assisted extraction of organic compounds. *Analusis*, *27*(3), 259–270. https://doi.org/10.1051/analusis:1999116

18. Longaray Delamare, A. P., Moschen-Pistorello, I. T., Artico, L., Atti-Serafini, L., & Echeverrigaray, S. (2007). Antibacterial activity of the essential oils of Salvia officinalis L. and Salvia triloba L. cultivated in South Brazil. *Food Chemistry*, *100*(2), 603–608. https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2005.09.078
19. *Low pressure solvent extraction (solid-liquid extraction, microwave assisted, and ultrasound assisted) from condimentary plants – ScienceOpen*. (n.d.). Retrieved March 26, 2021, from https://www.scienceopen.com/document?vid=0e2fb629-e9ae-4089-9914-eb9a625a5a7b
20. Miguel, G., Cruz, C., Faleiro, M. L., Simões, M. T. F., Figueiredo, A. C., Barroso, J. G., Pedro, L. G., & Simo˜essimo˜es, M. T. F. (2011). Natural Product Research Salvia officinalis L. essential oils: effect of hydrodistillation time on the chemical composition, antioxidant and antimicrobial activities Salvia officinalis L. essential oils: effect of hydrodistillation time on the chemical composition, antioxidant and antimicrobial activities. *Natural Product Research*, *25*(5), 526–541. https://doi.org/10.1080/14786419.2010.499513
21. Pan, X., Niu, G., & Liu, H. (2003). Microwave-assisted extraction of tea polyphenols and tea caffeine from green tea leaves. *Chemical Engineering and Processing*, *42*(2), 129–133. https://doi.org/10.1016/S0255-2701(02)00037-5
22. Rodsamran, P., & Sothornvit, R. (2019). Extraction of phenolic compounds from lime peel waste using ultrasonic-assisted and microwave-assisted extractions. *Food Bioscience*, *28*, 66–73. https://doi.org/10.1016/j.fbio.2019.01.017
23. Taamalli, A., Arráez-Román, D., Ibañez, E., Zarrouk, M., Segura-Carretero, A., & Fernández-Gutiérrez, A. (2012). Optimization of microwave-assisted extraction for the characterization of olive leaf phenolic compounds by using HPLC-ESI-TOF-MS/IT-MS2. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, *60*(3), 791–798. https://doi.org/10.1021/jf204233u
24. Valifard, M., Mohsenzadeh, S., Kholdebarin, B., & Rowshan, V. (2014). Effects of salt stress on volatile compounds, total phenolic content and antioxidant activities of Salvia mirzayanii. *South African Journal of Botany*, *93*, 92–97. https://doi.org/10.1016/j.sajb.2014.04.002
25. Vilkhu, K., Mawson, R., Simons, L., & Bates, D. (2008). Applications and opportunities for ultrasound assisted extraction in the food industry - A review. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, *9*(2), 161–169. https://doi.org/10.1016/j.ifset.2007.04.014
26. Vinatoru, M., Mason, T. J., & Calinescu, I. (2017). Ultrasonically assisted extraction (UAE) and microwave assisted extraction (MAE) of functional compounds from plant materials. In *TrAC - Trends in Analytical Chemistry* (Vol. 97, pp. 159–178). Elsevier B.V. https://doi.org/10.1016/j.trac.2017.09.002
27. Wen, C., Zhang, J., Zhang, H., Dzah, C. S., Zandile, M., Duan, Y., Ma, H., & Luo, X. (2018). Advances in ultrasound assisted extraction of bioactive compounds from cash crops – A review. In *Ultrasonics Sonochemistry* (Vol. 48, pp. 538–549). Elsevier B.V. https://doi.org/10.1016/j.ultsonch.2018.07.018
28. Zemouri-Alioui, S., Bachir bey, M., Kurt, B. Z., Sonmez, F., & Louaileche, H. (2019). Optimization of ultrasound-assisted extraction of total phenolic contents and antioxidant activity using response surface methodology from jujube leaves (Ziziphus jujuba) and evaluation of anticholinesterase inhibitory activity. *Journal of Food Measurement and Characterization*, *13*(1), 321–329. https://doi.org/10.1007/s11694-018-9947-5

Presentation ID/Sunum No= 93

Oral Presentation / Sözlü Sunum

Yabani Kuşburnu Ağacı Talaşının Çinko Klorür İle İmpregnasyonu Sonucu Aktif Karbon Üretimi ve Kinolin Sarısı Adsorpsiyonu

Arş.Gör. İlyas Genel[1] , Doç.Dr. Yaşar Genel[1]
[1]*Van Yüzüncüyıl Üniversitesi*

Özet

Bu çalışmada Van ve bölgesinde yetişebilen yabani kuşburnu ağaç talaşlarının aktif karbon üretiminde kullanılarak gıda üretimde de kullanılan katyonik bir boya olan kinolin sarısının sıcaklık, konsantrasyon ve Doğal pH'da (pH:6,02) adsorpsiyonunu incelenmiştir. Aktif karbon üretiminde hammadde (ağaç talaşı) $ZnCl_2$ ile 1:1 oranında imregnasyonu ve 800 °C de Azot gazı ortamında pirolizi sonucu yüzey alanı 1542.1622 m^2/g olan aktif karbon üretilmiş, Aktif karbon tarafından maksimum kinolin sarısı adsorpsiyonu belirlenerek (q max), Langmuir, Freundlich, temkin ve D-R adsorpsiyon izoterm modellerine göre uyumu gözlendi. Adsorpsiyon denge verileri en iyi şekilde 248,9350 mg /g'de R^2=0.992 değerine sahip Langmuir adsorpsiyon izotermiyle ve kinetik modelinin yalancı ikinci derecenden kinetik modele uyumlu olduğu belirlendi. Çalışmada konsatrasyon ölçümleri UV spektrometre ile yapılmıştır. Boyarmadde giderimi için kullanılabilir olduğu gözlenmiştir.

Anahtar Kelimeler*:Adsorpsiyon, Yabani kuşburnu talaşı, İmpregnasyon, piroliz*

Activated Carbon Production and Qinoline Yellow Adsorption as a Result of Impregnation of Wild Rosehip Tree Shaving With Zinc Chloride

In this study, the adsorption of quinoline yellow, which is a cationic dye used in food production by using the wild rosehip wood shavings growing in Van and its region in the production of activated carbon, at temperature, concentration and natural pH (pH: 6.02) was investigated. Activated carbon with a surface area of 1542.1622 m2 / g was produced as a result of imregnation of raw material (wood chips) with ZnCl2 at a ratio of 1: 1 and pyrolysis at 800 in nitrogen gas environment in the production of activated carbon, Determining the maximum quinoline yellow adsorption by activated carbon (q max), Langmuir, The compatibility was observed according to the Freundlich, temper, and DR adsorption isotherm models. The adsorption equilibrium data were best determined to be compatible with the Langmuir adsorption isotherm with R2 = 0.992 at 248.9350 mg / g and the kinetic model of the pseudo-second order kinetic model. Concentration measurements were made by UV spectrometer in the study. It has been observed that it can be used for dye removal.

Keywords*: Adsorption, Wild rosehipWood shavings, impregnation, pyrolysis*

Giriş

Aktif karbon üretiminde aktif karbonun yüzey alanın geniş olması ve adsorpsiyon özelliğinin iyi derecede olması istenmektedir. Bu nedenle hammadde olarak kullanılacak malzemeden gözenekli yapılar oluşturulabilmesi gerekir. (Beton, İ. 2011). Gözenekli yapı oluşturmada ağaçlar aktif karbon hammaddesi olarak kullanılabilir hammadde kaynaklarıdır. Ağaçlar yapısal ve kimyasal özellik olarak cins ve tür olarak farklılık gösterdikleri gibi aynı türde farklı bölgelerde yetişen ağaçlarda farklı yapısal ve kimyasal özelliklere sahip olabilmektedir (Fengel ve Wegener 2011). . Bu nedenle van bölgesinde yabani kuşburnu ağacı talaşı çinko klorür ile aktif karbon üretilmiş ve gıda boyar maddesi olan Kinolin sarısının giderimin de kullanılmıştır. Boyar maddelerin ve aktif karbonun yapısının bilinmesi ve su içerisinden boyarmaddelerin alınma süreçlerinin bilinmesi gerekir.

Materyal ve Metod

Aktif karbon üretimi

Öğütme: Öğütülme işlemleri 200 mesh eleğe sahip öğütücü ile yapılmıştır

İmpregnasyon: Talaşlardan 30'ar gr alınarak 100 ml'lik 30 gr Çinko klorür çözeltisiyle ayrı ayrı karıştırılmış ve 48 saat impregnasyon için bekletilmiştir

Karbonizasyon(piroliz süreci):İmregnasyonu tamamlanan hammadde ve aktive edici maddeler N_2 gazının 500cm^3/dk hızla geçtiği reaktörün içine bırakılmış ve fırına yerleştirilmiştir. Fırın 1saatte 800^{0}C ye çıkıp 1saat 800^{0}C de bekletildi. Daha sonra azot ortamında soğumaya alınarak 25^{0}C getirildikten sonra azot gazı kapatıldı

Kül giderimi: Oluşabilecek kül ve diğer bileşiklerin giderimi için 1M hidroklorik asit (HCl) çözeltisiyle ile 10 dk karıştırılak süzme işlemine hazırlandı.

Yıkama ve süzme: Bu işlem aktif karbonun saf su geçirgenliğine göre ayarlanabilen 10 lt lik bir depoya sahip basit bir sistemle (şekil sistem) HCl varlığı tamamen son buluncaya kadar süzülmüştür. HCl varlığı $AgNO_3$(gümüş nitrat) ile tesbit edilmiştir.

Üretilen Aktif karbonun Elementel,Ft-Ir ve Bet analizleri yapılmıştır.

Adsorpsiyon

Adsorpsiyona konsatrasyon ve sıcaklık etkisi

25 ^{o}C ,30 ^{o}C, 45 ^{o}C sıcaklıklarda ve 50ppm ,100ppm, 200ppm,400ppm, 600pmm konsantrasyonlarda ve 200rpm karıştırma hızında deneyler yapılmıştır

Kinetik çalışmalar

Kinetik çalışmalar 200 ppm konsatrasyonda 25 ^{o}C'de 200rpm karıştırma hızında yapılmıştır.

pH deneyleri

Aktif karbon pH deneyleri kinolin sarısının 200 ppm konsantrasyonda ölçülen 6,02 değerinde yapılmıştır.

Bulgular ve Tartışma

Elementel Analiz Sonuçları

Hammadde/ aktif karbon	azot oranı%	Karbon oranı %	Hidrojen oranı	Sülfür oranı	Toplam
A1-S	0,6001	41,5562	5,4066	0	47,563
A1K	1,2574	71,6577	1,4913	0	74,4063
A1K1	0,8097	75,8521	0,8891	0	77,5508

A1-S saf akasya odun talaşı, A1K azot ortamında impregnasyon yapılmadan 800 ^{0}C'de piroliz işlemi soncu oluşan karbon, A1K1 çinko klorür ile imregnasyon sonrası 800 ^{0}C'de piroliz işlemi sonucu oluşan aktif karbon olmak üzere Elementel analize bakıldığında en yüksek karbon oranının ve en düşük hidrojen oranının A1K1 de olduğu görülmektedir.

FT-IR Analizi

A1	A1K	A1K1
3800		3851
3707	3706	3707
3680		3680
3627		3627
3326	2843	3326
2980	2359	2980
2937	2342	2937
2966	2116	2966
2865		2865
2844	2073	2844
2359		2359
2341		2341
2187		2187
2073		2073
1616		1616
1506		1506
1455	1412	1455
1320		1320
1234		1234

1053	1054	1053
1033	1033	1033
668	1013	668
590	873	590
568	668	668

- A1 ve A1K1 görülen 3800,3850 cm^{-1} -3707 cm^{-1} OH gerilmesi (alkoller, asitler, H bağı), 3680 cm^{-1} 3627 cm^{-1} 3326 cm^{-1} Hemi selüloz-lignin-selüloz H bağıları 2980 cm^{-1} C-H gerilmesi 2937 cm^{-1} , 2966 cm^{-1}. 2865 cm^{-1}, 2844 cm^{-1} C-H gerilme (alkan), 2359 cm^{-1} , 2341 cm^{-1} CO_2- CO bandı, 2187 cm^{-1} ^{1} CºC gerilme, $C^{-o+}N$ gerilme , 2073 cm^{-1} CO_2- CO bandı, 1616 cm^{-1} , 1506 cm^{-1} Ligninde aromatik iskelet titreşimi- Lignindeki aromatik halkalardaki C=O COO, 1455 cm^{-1} C-H bağı veya CH_2 ksilen ve ligninde bozunma titrşimi, 1320 cm^{-1} Selülozda C-H titreşimi türevlerinin $^{+}$C-O titreşimleri, 1234 cm^{-1} Ksilendeki Asetil vekarboksil ve lignindeki C=O titreşimleri veya C-N , C-O gerilmeleri- Lignin ve hemiselülozdaki CO, 1053 cm^{-1} C-O primer alkol , 1033 cm^{-1} Karboksilik asit –alkol-eter, (1032 cm^{-1} -1053 cm^{-1} Karboksilik asit –alkol-eter yada 1030 cm^{-1} -1060 cm^{-1} Lignin Selüloz ve hemiselülozda C=O gerilmesi) 668 cm^{-1} Güçlü C=C alkan disibstitüe (cis) 590 cm^{-1} C-Cl bağı,553, 558 $cm^{,1}$ OH gerilme yada C-Cl bağı
- A1K karbonunda görülen 3706 cm^{-1} -OH gerilmesi (alkoller, asitler, H bağı, 2843 cm^{-1} C-H gerilme (alkan), 2359 cm^{-1} , 2341 cm^{-1} CO_2- CO bandı,2116 cm^{-} C-N_3 gerilmesi , 2073 cm^{-1} CO_2- CO bandı, 1412 cm^{-1} Lignin ve karbondihitrat $^{+}$C-H parçalanması ,aromatik C-H tireşimleri, , 1053 cm^{-1} C-O primer alkol , 1033 cm^{-1} Karboksilik asit –alkol-eter, (1032 cm^{-1} -1053 cm^{-1} Karboksilik asit –alkol-eter yada 1030 cm^{-1} -1060 cm^{-1} Lignin Selüloz ve hemiselülozda C=O gerilmesi)1013cm^{-1} Kuvvetli bant eter, fenol,alkol guruplarında C-O ve HC-OH karşılıklı girişimleri, 873 Otra güçlükte C=C alkan trisibsitüe yada Hemiselüloz ve selülozun glikozidik bağlarına ait 900-800 cm-1 , C-Cl bağı 668 cm^{-1} Güçlü C=C alkan disibstitüe (cis)

A1K'da Ligninde aromatik iskelet titreşimi- Lignindeki aromatik halkalardaki C=O, COO, C-H bağı veya CH_2 ksilen ve ligninde bozunma titrşimi, Selülozda C-H titreşimi syringyl türevlerinin $^{+}$C-O titreşimleri, Ksilendeki Asetil vekarboksil ve lignindeki C=O titreşimleri veya C-N , C-O gerilmeleri, Lignin ve hemiselülozdaki CO titreşimlierinin kırıldığı gibi birçok bağın kırıldığı görülmektedir.

A1ve A1K1 hemen hemen aynı yapının korunduğu sadece 3800 cm^{-1}'de ki OH titreşimleri 3850 cm^{-1}'e kaymış olduğu görülmüşütür.

Bet Analizleri

	A1K	**A1K1**
P / p °' da tek noktalı yüzey alanı m^2/g	86.4086	1119.9437
BET Yüzey alanı m^2/g	80.8185	1133.0651

Langmuir Yüzey Alanı m^2/g	97.9661	1542.1622
t-Plot Micropore Alanı m^2/g	90.5580	391.5849
BJH Adsorpsiyon ortalama gözenek genişliği (4V/A) Å	517.937	34.886

Bet analiz grafiğinde görüldüğü gibi yüzey alanı impregnasyon yapılmayan karbona göre yüzey alanın yaklaşık 15 kat artığı görülmektedir. BJH adsorpsiyon ortalama gözenek hacmi ortalamasının azaldığı makro gözenekli yapının yerine mezo ve mikro gözeneklerin artığı görülmektedir

Adsorpsiyon Analizleri

Aktif karbonunun kinolin sarısı giderimi adsorpsiyon termodinamik parametreler tablosu

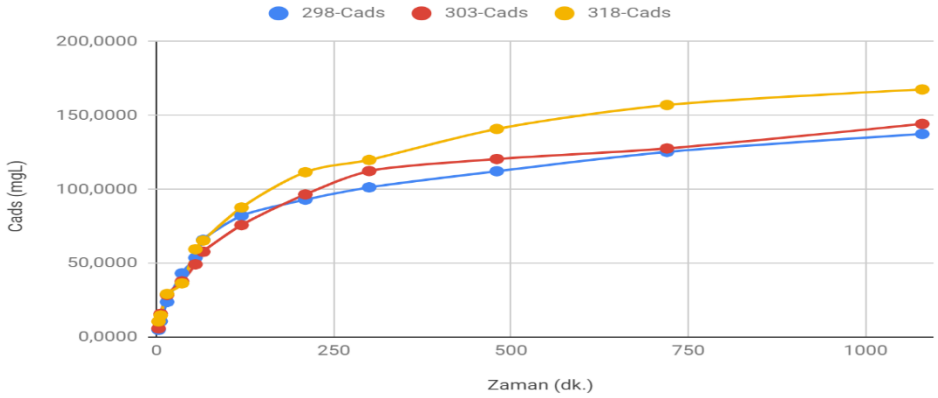
A1-1 KS / Co	T (K)	Kc	lnKc	ΔG°, J/mol	ΔH°, J/mol	ΔS°, J/mol.K
50 ppm	298	2,1487	0,7649	-1895,0988	12367,7556	48,1788
	303	2,5523	0,9370	-2321,6161		
	318	3,0143	1,1034	-2733,7803		
100 ppm	298	0,7871	-0,2394	593,0875	12759,6244	40,9530
	303	0,8880	-0,1188	294,2871		
	318	1,0988	0,0943	-233,5401		
200 ppm	298	0,6260	-0,4683	1160,3867	10812,4110	32,8775
	303	0,7726	-0,2580	639,2648		
	318	0,8555	-0,1560	386,6312		
400 ppm	298	0,2681	-1,3164	3261,7039	6846,6602	-12,1994
	303	0,2944	-1,2229	3029,8623		
	318	0,3232	-1,1295	2798,5875		
	298	0,0892	-2,4172	5988,9890	3340,2510	-2,8910

600 ppm	303	0,0935	-2,3696	5871,1150		
	318	0,0953	-2,3504	5823,4675		

Aktif karbonunun kinolin sarısı giderimi adsorpsiyon sabitleri grafiği

A1-1 KS	**T(K)**	**298**	**303**	**318**
Langmuir	b	0,0137	0,0174	0,0202
	Qm	264,5438	271,6572	277,9982
	R2	0,9939	0,9922	0,9922
Freundlich	n	2,2897	2,4234	2,4968
	1/n	0,4367	0,4126	0,4005
	Kf	17,6069	22,0341	24,9765
	R2	0,8841	0,8354	0,8274
Temkin	B (J mol-1)	57,7054	58,2815	59,4286
	A_T (L g-1)	0,1320	0,1727	0,1977
	b_T	42,9366	42,5122	41,6917
	R2	0,9383	0,8870	0,8716
D-R	X'm (mg g-1)	18101096766,6626	4841704746,4266	1357950357,3844
	K' (mol - 2J2)	0,000002954	0,000002726	0,000002512
	R2	0,9808	0,9812	0,9772
	E	0,0024307	0,0023349	0,0022415

Aktif karbonun kinolin sarısı adsorpsiyonu konsantrasyon sıcaklık grafiği



Aktif karbon kinolin sarısı kinetik verileri tablosu

Pseudo Birinci Mertebe				
T (K)	**k1**	**qe(Calc) (mg/g)**	**qe (Exp.) (mg/g)**	**R2**
298	976,6108		150,7531	0,7565
303	1346,2704		150,7531	0,8911
318	1207,2877		150,7531	0,8505

Pseudo İkinci Mertebe				
T (K)	k2	qe(Calc) (mg/g)	qe (Exp.) (mg/g)	R2
298	-0,000004609	0,0051	150,7531	0,9950
303	0,0000	0,0045	150,7531	0,9931
318	0,0000	0,0042	150,7531	0,9861

Tablolara bakıldığında;

- Üç sıcaklıkta da regresyon katsayıları 0,87'in üzerinde oluğu
- En yüksek regresyon katsayısına sahip Langmuir İzoterminden elde edilen maksimum adsorpsiyon kapasitesi, 25 ºC'de 264,5438 mg/g ve 30 ºC'de maksimum adsorpsiyon 271,6572 mg/ g'45 ºC'de maksimum adsorpsiyon kapasitesi 277,9982mg/ g dır.
- Sıcaklık artıkça adsorbent kütlesi başına adsorplanmış madde miktarının artması endotermik bir adsorpsiyon olduğunu göstermektedir.Regresyon sayısını 1'e çok yakın olması adsorpsiyonun tek tabakalı olarak meydana geldiği b değerine bakılarak bağlanma enerjisinin sıcaklıkla artığı.

- Freundlich izoterm sabitlerine göre 1/n değerler 0,4367-0,4126-0,4005adsorpsiyon izoterm eğrisinin hafifçe yükselen ve elverişli olduğu, n değerine bakılarak da iyi bir adsorpsiyon gerçekleştiği ,
- Temkin izotermi B verisine göre 57,7054-58,2815-59,4286 joule/mol olduğu ve sıcaklık artıkça adsorpsiyon enrjisinin artığı,
- D-R izoterminde E değerine bakılarak adsorpsiyonun fiziksel bir adsorpsiyon olduğu söylenebilir.

Aktif karbon kinolin sarısı pH deneyleri

Kinolin sarısı Uv spektrofotometrede 437nm dalga boyunda pik vermktedir. Kinolin sarısı(katyonik boyarmadde) asidik ortam ortamda ve bazik ortamdan renk değişimine uğramıştır. Spekrometrede dalga boyu değiştiğinden okunan değerler yanlış değerler olmaktadır. Bu nedenle yalnızca doğal pH:6,02 de deneyler yapılmış bazik ve asidik ortamda adsorpsiyon deneyleri yapılamamıştır.

Sonuçlar

- Kinolin sarısı(katyonik boyarmadde) asidik ortam ortamda sarı rengi belirgin olarak turuncuya, bazik ortamdan Sarımsı yeşil renge dönmektedir. Bu nedenle spekrometrede dalga boyu değiştiğinden okunan değerler yanlış değerler olmaktadır.
- Çinko klorür ile Yabanai kuşburnu ağaç talaşının imregnasyon sonucu oluşan aktif karbonun hammaddedeki yapısındaki yapılar bozmadığı C-Cl bağı ve Hidroksil etkileşiminin arttığı söylenebilir.
- Boyar madde Adsorpsiyonunda kullanılabilir.

Kaynakça

1. Beton, İ. (2011). *Zeytin Çekirdeğinden Üretilen Aktif Karbonda Co2 Adsorpsiyonunun İncelenmesi* (Doctoral dissertation, Enerji Enstitüsü)
2. .Fengel, D., & Wegener, G. (Eds.). (2011). *Wood: chemistry, ultrastructure, reactions*. Walter de Gruyter.Farrugia, L. J. J. Appl. Cryst. 45, 849-854, 2012.
3. GÖNÜLTAŞ, O., ERMEYDAN, M. A., & CANDAN, Z. E-KAPROLAKTON İLE MODİFİYE EDİLMİŞ PAVLONYA, KAVAK VE ÖKALİPTUS ODUNUNUN TEMEL KİMYASAL BİLEŞENLERİ VE FTIR ANALİZİ. *İleri Teknoloji Bilimleri Dergisi*, *6*(3), 698-704.
4. Özcan, Ö. (2014). *Biyokütlenin yavaş piroliz yöntemiyle bozundurulması ve aktif karbon eldesi* (Master's thesis, Anadolu Üniversitesi).

Presentation ID/Sunum No= 90

Oral Presentation / Sözlü Sunum

Van Bölgesinde Yetişebilen Akasya Ağacı Talaşının Sodyum Hidroksit İle İmpregsayonu Sonucu Aktif Karbon Üretimi ve Kinolin Sarısı Adsorpsiyonu

Arş.Gör. İlyas Genel[1] , Doç.Dr. Yaşar Genel[1]
[1]*Van Yüzüncüyıl Üniversitesi*

Özet

Bu çalışmada Akasya ağaç talaşlarının aktif karbon üretiminde kullanılarak yüzey alanı yüksek, gözenek hacimleri iyi bir aktif karbon üretilerek gıda üretimde de kullanılan fakat doğada atık olarak kalan kinolin sarısının sıcaklık, konsantrasyon ve pH adsorpsiyonunu incelenmiştir. Yapılan çalışmada aktif karbon üretiminde akasya ağacı talaşının NaOH ile 1:1 oranında karıştırılarak imregnasyonu ve 800 °C de Azot gazı ortamında pirolizi sonucu yüzey alanı 1389.0122 m2/g olan aktif karbon üretilmiş, Aktif karbon tarafından maksimum kinolin sarısı adsorpsiyonu belirlenerek (q max), Langmuir, Freundlich, temkin ve D-R adsorpsiyon izoterm modellerine göre uyumu gözlendi. Adsorpsiyon denge verileri en iyi şekilde 227,0390 mg /g'de R2=0.993 değerine sahip Langmuir adsorpsiyon izotermiyle ve kinetik modelinin yalancı ikinci derecenden kinetik modele uyumlu olduğu belirlendi. Çalışmada konsatrasyon ölçümleri UV spektrometre ile yapılmıştır. Kinolin sarısının asidik ortamda parçalandığından ve bazik ortamda renk değişimine uğradığından dolayı spektrofotometrede farklı değerler verdiği ve ölçümler farklı olduğu gözlenmiştir. Boyar maddenin 200ppm de ölçülen pH:6,02 olduğundan adsorpsiyon ölçümleri bu pH'da yapılmıştır. Bu nedenle ölçümü yapılacak olan boyar maddelerin farklı pH'lardaki spektrofotometrik ölçümlerinin önemli olduğu, üretilen aktif karbonun boyarmadde gideriminde kullanım potansiyelinin yüksek olduğu gözlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: *Adsorpsiyon, Akasya ağacı talaşı, İmpregnasyon, piroliz*

Activated Carbon Production and Chinoline Yellow Adsorption as a Result of Impregsion of Acasia Tree Sheath Growing ın Van and Area With Sodium Hydroxide

Abstract

In this study, the temperature, concentration and pH adsorption of quinoline yellow, which is used in food production but remained as waste in nature, by producing an activated carbon with high surface area and good pore volumes by using acacia wood chips in activated carbon production was investigated. In the study carried out, activated carbon with a surface area of 1389.0122 m2/g was produced as a result of imregnation of acacia wood shavings by mixing with NaOH at a ratio of 1: 1 and pyrolysis in nitrogen gas at 800 ° C in the production of activated carbon, Determining the maximum adsorption of quinoline yellow by activated carbon (q max), Langmuir The compatibility was observed according to the adsorption isotherm models of Freundlich, temkin and DR. The adsorption equilibrium data were best determined to be compatible with the Langmuir adsorption isotherm with R2 = 0.993 at 227.0390 mg / g and the kinetic model of the pseudo-second order kinetic model. Concentration measurements were made by UV spectrometer in the study. It has been observed that quinoline yellow gives different values in the spectrophotometer and the measurements are different, since it decomposes in acidic environment and changes color in basic environment. Since the pH of the dye is measured at 200ppm: 6.02, adsorption measurements were made at this pH. For this reason, it has been observed that the spectrophotometric measurements of the dyestuffs to be measured at different pH levels are important, and the potential of use of the produced activated carbon in dye removal is high.

Keywords: *Adsorption, Acacia Wood shavings, impregnation, pyrolysis*

Giriş

Aktif karbon üretiminde aktif karbonun yüzey alanın geniş olması ve adsorpsiyon özelliğinin iyi

derecede olması istenmektedir. Bu nedenle hammadde olarak kullanılacak malzemeden gözenekli yapılar oluşturulabilmesi gerekir.(Beton, İ. 2011). Gözenekli yapı oluşturmada ağaçlar aktif karbon hammaddesi olarak kullanılabilir hammadde kaynaklarıdır. Ağaçlar yapısal ve kimyasal özellik olarak cins ve tür olarak farklılık gösterdikleri gibi aynı türde farklı bölgelerde yetişen ağaçlarda farklı yapısal ve kimyasal özelliklere sahip olabilmektedir (Fengel ve Wegener 2011). . Bu nedenle van bölgesinde yetişen akasya ağacı talaşı aktif karbon üretiminde kullanılmış ve gıda boyar maddesi olan Kinolin sarısının giderimin de kullanılmıştır. Boyar maddelerin ve aktif karbonun yapısının bilinmesi ve su içerisinden boyarmaddelerin alınma süreçlerinin bilinmesi gerekir. Boyar madde ölçümleri Uv spektrofotometre ile dalga boyu 400 -750 nm arası cisimde sırasıyla adsorplanan renkler mor, mavi, yeşilimsi mavi, mavimsi yeşil, yeşil, sarımsı yeşil, sarı, turuncu, kırmızı cismin rengi sırasıyla yeşilimsi sarı, sarı, turuncu, kırmızı, magenta, mor, mavi, yeşilimsi mavi, mavimsi yeşil ve yeşil olarak görülür.

Materyal Ve Metod

Aktif karbon üretimi

Öğütme: Öğütülme işlemleri 200 mesh eleğe sahip öğütücü ile yapılmıştır
İmpregnasyon: Talaşlardan 30'ar gr alınarak 100 ml'lik 30 gr sodyum hidroksit çözeltisiyle ayrı ayrı karıştırılmış ve 48 saat impregnasyon için bekletilmiştir
Karbonizasyon(piroliz süreci):İmregnasyonu tamamlanan hammadde ve aktive edici maddeler N_2 gazının 500cm^3/dk hızla geçtiği reaktörün içine bırakılmış ve fırına yerleştirilmiştir. Fırın 1saatte 800^{0}C ye çıkıp 1saat 800^{0}C de bekletildi. Daha sonra azot ortamında soğumaya alınarak 25^{0}C getirildikten sonra azot gazı kapatıldı
Kül giderimi: Oluşabilecek kül ve diğer bileşiklerin giderimi için 1M hidroklorik asit (HCl) çözeltisiyle ile 10 dk karıştırılak süzme işlemine hazırlandı.
Yıkama ve süzme: Bu işlem aktif karbonun saf su geçirgenliğine göre ayarlanabilen 10 lt lik bir depoya sahip basit bir sistemle (şekil sistem) HCl varlığı tamamen son buluncaya kadar süzülmüştür. HCl varlığı $AgNO_3$(gümüş nitrat) ile tesbit edilmiştir.

Üretilen Aktif karbonun Elementel,Ft-Ir ve Bet analizleri yapılmıştır.

Adsorpsiyon

Adsorpsiyona konsatrasyon ve sıcaklık etkisi
25 ºC ,30 ºC, 45 ºC sıcaklıklarda ve 50ppm ,100ppm, 200ppm,400ppm,
600pmm konsantrasyonlarda ve 200rpm karıştırma hızında deneyler yapılmıştır

Kinetik çalışmalar
Kinetik çalışmalar 200 ppm konsatrasyonda 25 ºC'de 200rpm karıştırma hızında yapılmıştır.

pH deneyleri
Aktif karbon pH deneyleri kinolin sarısının 200 ppm konsantrasyonda ölçülen 6,02 değerinde yapılmıştır.

Bulgular ve Tartışma

Elementel Analiz Sonuçları

Hammadde/ aktif karbon	Azot oranı %	Karbon oranı %	Hidrojen oranı	Sülfür oranı	Toplam
A2-S	0,6356	45,123	5,8996	0	51,6582

A2K	0,7553	68,6756	0,5988	0,6329	70,6626
A2K2	0,9069	77,9076	0,5558	-	79,3703

A2-S saf akasya odun talaşı, A2K azot ortamında impregnasyon yapılmadan 800 ^{0}C'de piroliz işlemi soncu oluşan aktif karbon, A2K2 sodyum ile imregnasyon sonrası 800 ^{0}C'de piroliz işlemi sonucu oluşan aktif karbondur. Elementel analize bakıldığında en yüksek karbon oranının ve en düşük hidrojen oranının A2K2 de olduğu görülmektedir.

FT-IR Analizi

A2-S	**A2-0**	**A2K2**
3710	**3707**	**3707**
		3680
3337		**3351**
		2981
922		
2867	**2390**	**2865**
2844	**2843**	**2843**
	2359	**2359**
2341	**2342**	**2342**
	2107	**2114**
2078		**2078**
	1877	**1918**
1635		**1559**
1505		
1455		**1091**

1421		
1321		
1371		
1234		
1053	**1054**	**1054**
1032	**1032**	**1032**
	1013	**1008**
668	**668**	**668**
591		**622**

A2-S ağaç talaşında 3710 cm^{-1} OH gerilmesi (alkoller, asitler, H bağı), 3337 cm^{-1} Hemi selüloz-lignin-selüloz H bağıları, 2922 cm^{-1} C-H gerilme, 2867 cm^{-1} - 2844 cm^{-1} C-H gerilmesi (alkan), 2341 cm^{-1} CO_2- CO bandı, 2078 cm^{-1} CO_2- CO bandı, 1635 cm^{-1} Para-OH katılmış aril keton , kinonda ki C=O Karbonhidratlar tarafından absorbe edilen H2O yada Alkinlerde ki C=O, 1505 cm^{-1} Ligninde aromatik iskelet titreşimi- Lignindeki aromatik halkalardaki C=O COO, 1455 cm^{-1} C-H bağı veya CH_2 ksilen ve ligninde bozunma titrşimi, 1421 cm^{-1} Lignin ve karbondihitrat $^{+}$C-H parçalanması ,aromatik C-H tireşimleri yada Aromatik halkalardaki C=C veya Karbonhidratlardaki CH_2 , 1371 cm^{-1} Hemiselüloz ve selülozun C-H deformasyonu yada Odunun tüm bileşenlerindeki C-H, 1321 cm^{-1} Selülozda C-H titreşimi syringyl türevlerinin $^{+}$C-O titreşimleri, 1234 cm^{-1} Ksilendeki Asetil vekarboksil ve lignindeki C=O titreşimleri veya C-N , C-O gerilmeleri- Lignin ve hemiselülozdaki CO, 1053 cm^{-1} C-O primer alkol , 1033 cm^{-1} Karboksilik asit –alkol-eter, (1032 cm^{-1} -1053 cm^{-1} Karboksilik asit –alkol-eter yada 1030 cm^{-1} - 1060 cm^{-1} Lignin Selüloz ve hemiselülozda C=O gerilmesi), 668 cm^{-1} Güçlü C=C alkan disibstitüe (cis) 590 cm^{-1} C-Cl bağı,

A2-0 karbonunda görülen 3707 cm^{-1} -OH gerilmesi (alkoller, asitler, H bağı,2980 cm^{-1}(C-H gerilmesi Alkan) 2843 cm^{-1} C-H gerilme (alkan), 2359 cm^{-1} , 2342 cm^{-1} CO_2- CO bandı,2107 cm^{-1} C-N_3 gerilmesi , 1054 cm^{-1} C-O primer alkol , 1032 cm^{-1} Karboksilik asit –alkol-eter, (1032 cm^{-1} -1053 cm^{-1} Karboksilik asit –alkol-eter yada 1030 cm^{-1} -1060 cm^{-1} Lignin Selüloz ve hemiselülozda C=O gerilmesi), 1013cm^{-1} Kuvvetli bant eter ,fenol,alkol guruplarında C-O ve HC-OH karşılıklı girişimleri, 873 Otra güçlükte C=C alkan trisibsitüe yada C-Cl bağı 668 cm^{-1} Güçlü C=C alkan disibstitüe (cis), 567cm^{-1} C-Cl bağı

3707 cm^{-1} OH gerilmesi (alkoller, asitler, H bağı), 3680 cm^{-1} 3351 cm^{-} Hemi selüloz-lignin-selüloz H bağıları Hemi selüloz-lignin-selüloz H bağıları, 2981 cm^{-1} -2865 cm^{-1} - 2843 cm^{-1} C-H gerilmesi (alkan), 2359- 2342 cm^{-1} CO_2- CO bandı, 2078 cm^{-1} CO_2- CO bandı, 2116 cm^{-1} C-N_3 gerilmesi, 1918 cm^{-1} C-H zayıf bağlar yada N=O bağı ,1558 cm^{-1} Aromatik gruptaki (C=C), , 1091PO_2 fosfolipid titreşimleri,1054 cm^{-1} C-O primer alkol , 1032 cm^{-1} Karboksilik asit –alkol-eter, (1032 cm^{-1} -1053 cm^{-1} Karboksilik asit –alkol-eter yada 1030 cm^{-1} -1060 cm^{-1} Lignin Selüloz ve hemiselülozda C=O gerilmesi) 1008PO4 662 cm^{-1} Güçlü C=C alkan disibstitüe (cis), 590 cm^{-1} ,568 cm^{-1} OH gerilme yada C-Cl bağı

Genel olarak Ligninde aromatik iskelet titreşimi- Lignindeki aromatik halkalardaki C=O COO,C-H bağı veya CH_2 ksilen ve ligninde bozunma titrşimi, Selülozda $^{+}$C-O titreşimleri, Ksilendeki Asetil vekarboksil ve lignindeki C=O titreşimleri veya C-N , C-O gerilmeleri- Lignin ve hemiselülozdaki CO tireşimlierinin kıırıldığı, Hidroksil bağlarınını ve C=C sayının arttığı söylenebilir

Bet Analizleri

	A2K	A2K2
P / p °' da tek noktalı yüzey alanı m^2/g	**266.1453**	**1076.7854**
BET Yüzey alanı m^2/g	**257.3286**	**1080.5928**
Langmuir Yüzey Alanı m^2/g	**339.0434**	**1389.0122**
t-Plot Micropore Alanı m^2/g	**215.9078**	**437.7088**
BJH Adsorpsiyon ortalama gözenek genişliği (4V/A) Å	**67.445**	**40.253**

Bet analiz grafiğinde görüldüğü gibi yüzey alanı impregnasyon yapılmayan karbona göre yüzey alanın yaklaşık 5 kat artığı görülmektedir. BJH adsorpsiyon ortalama gözenek hacmi ortalamasının azaldığı mezo ve mikro gözeneklerin artığı görülmektedir

Adsorpsiyon Analizleri

Aktif karbonunun kinolin sarısı giderimi adsorpsiyon termodinamik parametreler tablosu

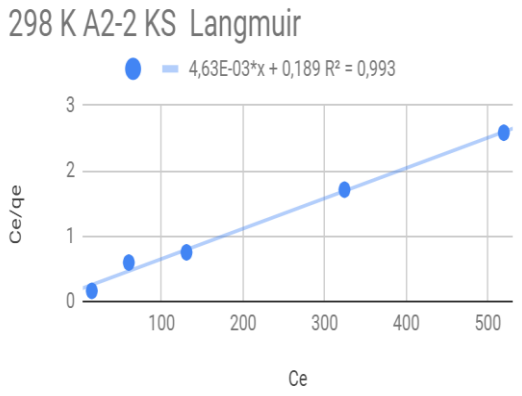
^{0}K	A1-1 KS					Langmuir	Freundlich		Temkin	D-R		Termodinami
	Co(ppm)	Ce(ppm)	Cads(ppm)	% Ads.	qe	Ce/qe	logCe	logqe	lnCe	ε^2	lnqe	1/T
298	50	14,4653	35,5347	71,07	88,8368	0,1628	1,1603	1,9486	2,6718	7,02E+06	4,4868	0,003356
	100	59,8418	40,1582	40,16	100,3956	0,5961	1,7770	2,0017	4,0917	6,35E+06	4,6091	
	200	130,5548	69,4452	34,72	173,6130	0,7520	2,1158	2,2396	4,8718	6,23E+06	5,1568	
	400	324,1893	75,8107	18,95	189,5268	1,7105	2,5108	2,2777	5,7813	6,18E+06	5,2445	
	600	519,5095	80,4905	13,42	201,2263	2,5817	2,7156	2,3037	6,2529	6,16E+06	5,3044	
303	50	13,4356	36,5644	73,13	91,4110	0,1470	1,1283	1,9610	2,5979	7086710,3258	4,5154	0,0033
	100	57,8934	42,1066	42,11	105,2666	0,5500	1,7626	2,0223	4,0586	6352786,8900	4,6565	
	200	127,5548	72,4452	36,22	181,1130	0,7043	2,1057	2,2579	4,8485	6235511,9389	5,1991	
	400	320,1698	79,8302	19,96	199,5755	1,6043	2,5054	2,3001	5,7689	6177287,3848	5,2962	
	600	515,2348	84,7652	14,13	211,9130	2,4314	2,7120	2,3262	6,2446	6162732,4181	5,3562	
318	50	11,8769	38,1231	76,25	95,3078	0,1246	1,0747	1,9791	2,4746	7216150,4567	4,5571	0,003145
	100	53,0043	46,9957	47,00	117,4892	0,4511	1,7243	2,0700	3,9704	6372701,8865	4,7663	
	200	122,9980	77,0020	38,50	192,5050	0,6389	2,0899	2,2844	4,8122	6239106,4374	5,2601	
	400	313,6214	86,3786	21,59	215,9465	1,4523	2,4964	2,3343	5,7482	6178090,6089	5,3750	

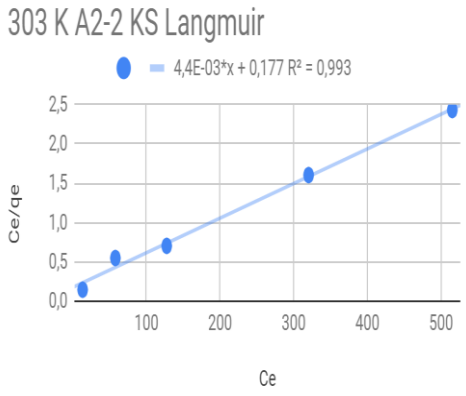
	600	509,1844	90,8156	15,14	227,0390	2,2427	2,7069	2,3561	6,2328	6163016,1251	5,4251	

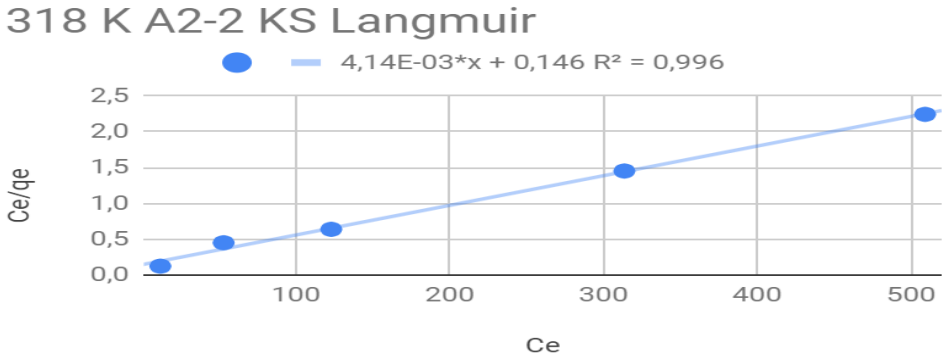
Aktif karbonunun kinolin sarısı giderimi adsorpsiyon sabitleri grafiği

A2-2 KS	**T(K)**	**298**	**303**	**318**
Langmuir	**b**	0,0245	0,0249	0,0284
	Qm	215,8687	227,1222	241,7701
	R2	0,9927	0,9931	0,9957
Freundlich	**n**	3,9465	3,9247	3,9695
	1/n	0,2534	0,2548	0,2519
	Kf	42,9838	44,9788	49,6960
	R2	0,8872	0,8963	0,9287
Temkin	**B (J mol-1)**	34,6739	36,3880	38,3525
	A_T (L g-1)	0,6790	0,6938	0,7993
	b_T	71,4566	68,0906	64,6027
	R2	0,8886	0,8960	0,9248
D-R	**X'm (mg g-1)**	37593,9372	29152,1060	19902,1642
	K' (mol-2J2)	0,000000873	0,000000824	0,000000749
	R2	0,6724	0,6785	0,7293
	E	0,0013212	0,0012837	0,0012243

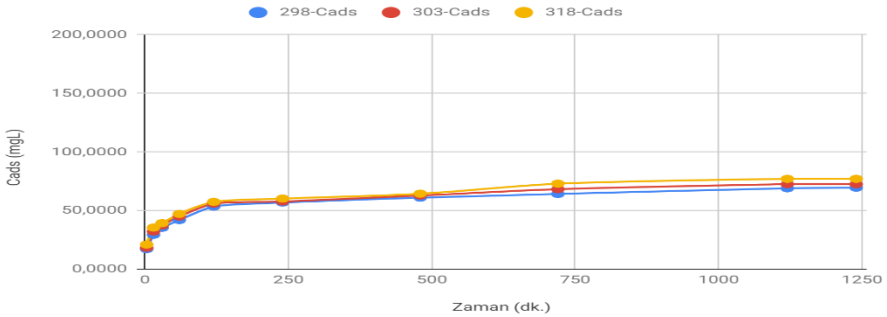
Aktif karbonunun kinolin sarısı giderimi langmüir grafikleri







Aktif karbonun kinolin sarısı adsorpsiyonu konsantrasyon sıcaklık grafiği



Aktif karbon kinolin sarısı kinetik verileri tablosu

Pseudo Birinci Mertebe				
T (K)	**k1**	**qe(Calc) (mg/g)**	**qe (Exp.) (mg/g)**	**R2**
298	1411,2910		222,0919	0,9451
303	1577,0986		222,0919	0,9139
318	657,7084		222,0919	0,8341

Pseudo İkinci Mertebe				
T (K)	**k2**	**qe(Calc) (mg/g)**	**qe (Exp.) (mg/g)**	**R2**
298	0,000003433	0,0057	222,0919	0,9977
303	0,0000	0,0054	222,0919	0,9974
318	0,0000	0,0051	222,0919	0,9961

Tablolara bakıldığında;

- Üç sıcaklıkta da regresyon katsayıları 0,87'in üzerinde oluğu
- Grafikte görüldüğü gibi sıcaklık artıkça adsorpsiyonun artığı görülmektedir
- Üç sıcaklıkta da regresyon katsayıları D-R izotermi hariç 0,88'in üzerinde oluğu.
- En yüksek regresyon katsayısına sahip Langmuir İzoterminden elde edilen maksimum adsorpsiyon kapasitesi, 25 ºC'de 215,8687 mg/g ve 30 ºC'de maksimum adsorpsiyon 227,1222 mg/ g'45 ºC'de maksimum adsorpsiyon kapasitesi 241,7701 mg/ g dır. Sıcaklık artıkça adsorbent kütlesi başına adsorplanmış madde miktarının artması endotermik bir adsorpsiyon olduğunu göstermektedir.
- Regresyon sayısını 1'e çok yakın olması adsorpsiyonun tek tabakalı olarak meydana geldiği b değerine bakılarak bağlanma enerjisinin sıcaklıkla artığı.
- Freundlich izoterm sabitlerine göre 1/n değerler 0,2534-0,2548-0,2519 adsorpsiyon izoterm eğrisinin hafifçe yükselen ve elverişli olduğu, n değerine bakılarak da iyi bir adsorpsiyon gerçekleştiği.
- Temkin izotermi B verisine göre 34,6739-36,3880-38,3525joule/mol olduğu ve sıcaklık artıkça adsorpsiyon enrjisinin artığı görülmektedir.
- Kinetik verilere bakıldığında regresyona sayısı en yüksek pseudo ikinci dereceden olduğu görülmüştür.

Aktif karbon kinolin sarısı pH deneyleri

Bir bileşiğin renkliliği, molekülünde doymamış yapıda, C = O karbonil, — N = N — azo, - N = O nitrozo veya nitro gibi gruplar ile , - OH hidroksil, zayıf bazik yada zayıf asidik özellikte -NH_2 amino gibi grupların olması yada doymamış yapıdaki gruplara, renk verici anlamına gelen (chroma: renk, phoron: verici, taşıyıcı), "kromofor" diğer kısmına ise renk arttırıcı(auxesis: arttırıcı) anlamında "oksokrom"), bu grupların olduğu bileşiklere de "kromojen" denildi. Kinolin sarısı Uv spektrofotometrede 437nm dalga boyunda pik vermktedir. Kinolin sarısı(katyonik boyarmadde) asidik ortam ortamda ve bazik ortamdan renk değişimine uğramıştır. Spekrometrede dalga boyu değiştiğinden okunan değerler yanlış değerler olmaktadır. Bu nedenle yalnızca doğal pH:6,02 de deneyler yapılmış bazik ve asidik ortamda adsorpsiyon deneyleri yapılamamıştır.

Sonuçlar

- Kinolin sarısı Uv spektrofotometrede 437nm dalga boyunda pik vermktedir.
- Kinolin sarısı(katyonik boyarmadde) asidik ortam ortamda sarı rengi belirgin olarak turuncuya, bazik ortamdan Sarımsı yeşil renge dönmektedir. Bu nedenle spekrometrede dalga boyu değiştiğinden okunan değerler yanlış değerler olmaktadır.
- Sodyum hidroksit ile imregnasyon sonucu oluşan aktif karbonun yüzey alanı ve gözenek sayısı artmış mezo gözenekli yapı yerine mikro ve mezo gözenekli bir yapı oluşmuştur
- Boyar madde Adsorpsiyonunda kullanılabilir.

Kaynakça

1. Beton, İ. (2011). *Zeytin Çekirdeğinden Üretilen Aktif Karbonda Co2 Adsorpsiyonunun İncelenmesi* (Doctoral dissertation, Enerji Enstitüsü)
2. .Fengel, D., & Wegener, G. (Eds.). (2011). *Wood: chemistry, ultrastructure, reactions*. Walter de Gruyter.Farrugia, L. J. J. Appl. Cryst. 45, 849-854, 2012.
3. GÖNÜLTAŞ, O., ERMEYDAN, M. A., & CANDAN, Z. E-KAPROLAKTON İLE MODİFİYE EDİLMİŞ PAVLONYA, KAVAK VE ÖKALİPTUS ODUNUNUN TEMEL KİMYASAL BİLEŞENLERİ VE FTIR ANALİZİ. *İleri Teknoloji Bilimleri Dergisi*, *6*(3), 698-704.
4. Özcan, Ö. (2014). *Biyokütlenin yavaş piroliz yöntemiyle bozundurulması ve aktif karbon eldesi* (Master's thesis, Anadolu Üniversitesi).

Presentation ID/Sunum No= 64

Oral Presentation / Sözlü Sunum

Pentobarbital ve Tiyopental Üzerine Teorik Çalışmalar

Öğr.Gör. Sümeyya Serin[1]
[1]*İnönü Üniversitesi*

Özet

Bu çalışma, sedatif-hipnotik olarak kullanılan yapısal olarak benzer iki barbitürat türevi; pentobarbital ve tiyopental ile ilgilidir. Bahsedilen barbitüratların farmakolojik aktivitesi ile ilgili olabilecek fizikokimyasal özelliklerini araştırmak için teorik hesaplamalar yapılmıştır. Pentobarbital ve tiyopentalin HOMO - LUMO analizi ve elektrostatik yüzey özellikleri B3LYP/6-311 ++ G (d, p) temel seti ile yoğunluk fonksiyonel teori (YFT) yöntemi kullanılarak yapılmıştır. Bu çalışmada ilgi çekici bir özellik, barbitürat türevlerinin lipofilik karakteri hakkında fikir verebilecek olan partisyon katsayısıdır. Bu sebeple, incelenen barbitüratların lipofilik karakterini tanımlamak için su ve n-oktanoldeki solvasyon serbest enerjileri SMD solvent modeli kullanılarak hesaplanmıştır. Hesaplanan tanımlayıcılar, ilacın aktivitesi ile partisyon katsayısı değeri arasında doğrusal bir ilişki olduğunu göstermektedir. Elde edilen sonuçların literatür ile uyumlu olduğu görülmüştür.

Anahtar Kelimeler: *Barbiturat, Partisyon Katsayısı, YFT, Lipofiliklik*

Theoretical Studies on Pentobarbital and Thiopental

Abstract

This study deals with two structurally similar barbiturate derivatives, pentobarbital and thiopental that are used as sedative-hypnotics. Theoretical calculations were performed in order to investigate physicochemical properties that may be related to pharmacological activity of mentioned barbiturates. HOMO-LUMO analysis and electrostatic surface properties of pentobarbital and thiopental were performed by using density functional theory (DFT) B3LYP method / 6-311++G(d,p) basis set. An interesting feature in this study is the partition coefficient, which may give an idea about the lipophilic character of the barbiturate derivatives. For this reason, free energies of solvation in water and in n-octanol have been calculated using SMD solvent model in order to define lipophilic character of studied barbiturates. Calculated descriptors show that there is a linear relationship between the drug's activity and the partition coefficient value. It is found that results are consistent with the literature.

Keywords: *Barbiturate, Partition Coefficient, DFT, Lipophilicity*

Introduction

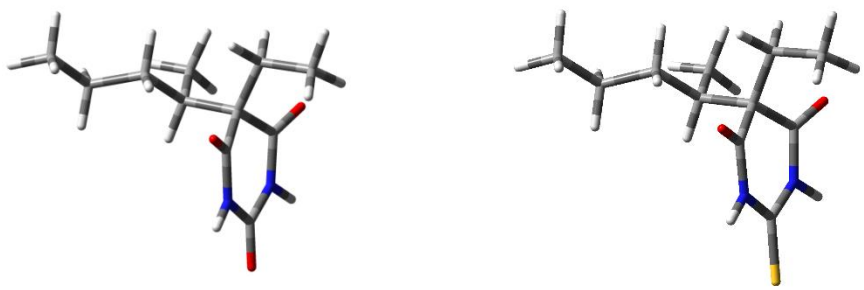
In 1864, with the synthesis of barbituric acid, medical studies on barbiturates and their derivatives have been the focus of attention. Although barbituric acid itself does not implement any impact on the central nervous system (CNS), 5,5-disubstituted derivatives have been observed to display anxiolytic, sedative-hypnotic and antiepileptic effects (Löscher and Rogawski, 2012:12). The duration and depth of efficacy of barbiturates varies according to features of substituents. Therefore, the aim of use in treatment also changes. For instance, the barbiturates in the category of short or intermediate-acting were employed initially as hypnotics, whereas those of long-acting were widely used as anxiolytics and antiepileptic; ultrashort-acting ones were commonly used as general anesthetics for minor surgical interventions. The distinct pharmacokinetic features of barbiturate derivatives made it feasible to establish such a clinical categorization depending on the duration of their action. Because of these properties, barbiturates have been the topic of many Structure-Activity Relationships (SAR), Quantitative Structure-Activity Relationships (QSARs), as well as Quantitative Structure-Pharmacokinetic

Relationships (QSPkR) studies (Benito et al. 1998:121; Henry et al. 1976:619; Hansch and Andersen, 1967:745; Gupta 1989:1765; Serdaroğlu and Ortiz, 2017:957).

Computer-aided drug design contains any application of computer-based procedures for aims of defining criterion to relate bioactivity to molecular structure. Computational methods can contribute to the improvement of new drugs by two ways. One of them is to expose structural factors that administrate the biological properties of chemical compounds. The second one is to give insights into the mechanisms that underlie the interactions of chemical compounds with biological systems (Hopfinger, 1985:1133).

This work includes quantum chemical calculations for non-ionic forms of pentobarbital and thiopental generally used as sedative-hypnotics. Pentobarbital is a member of barbiturates that is barbituric acid in which the hydrogens at position 5 are substituted by ethyl and 1-methylbutyl groups. The chemical structure of thiopental is basically similar to that of pentobarbital; a thiocarbonyl group replaces the C=O group at position 2 of the pentobarbital molecule. The chemical structure and IUPAC names of studied barbiturates are shown in Fig. 1.

Fig. 1. The Chemical Structure and IUPAC Names of Studied Barbiturates



PENTOBARBITAL
5-ethyl-5-pentan-2-yl-1,3-diazinane-2,4,6-trione

THIOPENTAL
5-ethyl-5-pentan-2-yl-2-sulfanylidene-1,3-diazinane-4,6-dione

Computational Methods

DFT calculations were performed by using Gaussian09 software package (Frisch et al. 2009). The geometrical optimization of studied barbiturates has performed by using Becke's three parameter interchange functional along with Lee-Yang-Parr correlation functional (B3LYP) and 6-311++G(d,p) basis set (Becke, 1993:1372; Lee et al. 1988:785). All calculations were repeated in the water and n-octanol phase in order to evaluate lipophilic character of pentobarbital and thiopental.

This study includes the calculation of theoretical physicochemical parameters like energy of the highest occupied molecular orbital (E_{HOMO}), the lowest unoccupied molecular orbital (E_{LUMO}), energy gap (ΔE), softness (S), global hardness (η), electronegativity (χ), electrophilicity index (ω) and chemical potential (μ). In addition, solvation free energies of studied barbiturates in water and in n-octanol have been determined using SMD solvent model.

Result and Discussion

Frontier Molecular Orbital Analysis of Barbiturates

Among quantum chemical descriptors, E_{HOMO} (energy of the highest occupied molecular orbital) and E_{LUMO} (energy of the lowest unoccupied molecular orbital) are used frequently. E_{HOMO} and E_{LUMO} are openly interrelated to the ionization potential and electron affinity respectively. They define the susceptibility of the molecule toward attack by electrophiles and nucleophiles.

The quantum chemical descriptors such as chemical potential, hardness, softness, electronegativity and electrophilicity are calculated directly from orbital energies of the optimized geometries. Calculation results of studied barbiturates in B3LYP method in gas, water, and n-octanol phase are represented in Table 1 and 2. In thiopental, the softness value increased with the effect of the sulfur atom and the hardness value decreased. The high energy gap value indicates good stability and low reactivity. Also, it can be seen from the tables that energy values vary with the solvent effect.

Table 1. E_{HOMO}, E_{LUMO}, ΔE Values For Studied Barbiturates At Different Dielectric Media

		E_{HOMO} (eV)	E_{LUMO} (eV)	ΔE
gas	Pentobarbital	-7.67742	-1.76983	5.90759
	Thiopental	-6.79850	-2.48141	4.31709
water (ε=78.36)	Pentobarbital	-7.69566	-1.76248	5.93318
	Thiopental	-6.69074	-2.34617	4.34457
n-octanol (ε=9,863)	Pentobarbital	-7.69402	-1.76656	5.92746
	Thiopental	-6.68775	-2.33719	4.35056

Table 2. Calculated Energy Values For Pentobarbital and Thiopental

	Compound	**Chemical Hardness (η) (eV)**	**Softness (σ) (eV^{-1})**	**Chemical Potential (μ) (eV)**	**Electro-negativity (χ) (eV)**	**Electrophilicity index (ω) (eV)**
gas	Pentobarbital	2.95380	0.16927	-4.72363	4.72363	3.77694
	Thiopental	2.15855	0.23164	-4.63996	4.63996	4.98697
water	Pentobarbital	2.96659	0.16854	-4.72907	4.72907	3.76933
	Thiopental	2.17229	0.23017	-4.51846	4.51846	4.69930
n-octanol	Pentobarbital	2.96373	0.16871	-4.73029	4.73029	3.77491
	Thiopental	2.17528	0.22986	-4.51247	4.51247	4.68041

The charge density of HOMO-LUMO levels and energy gap values are shown in Fig. 2 and Fig. 3 for pentobarbital and thiopental respectively. According to Fig. 2, while HOMO is located on mainly C=O groups of pentobarbital, LUMO is located on the barbiturate ring. However, according to Fig. 3, HOMO is located on mainly C=S group of thiopental; LUMO is located on the barbiturate ring.

Fig. 2. Frontier Molecular Orbitals of Pentobarbital Corresponding to Gas Phase, Water, and n-Octanol

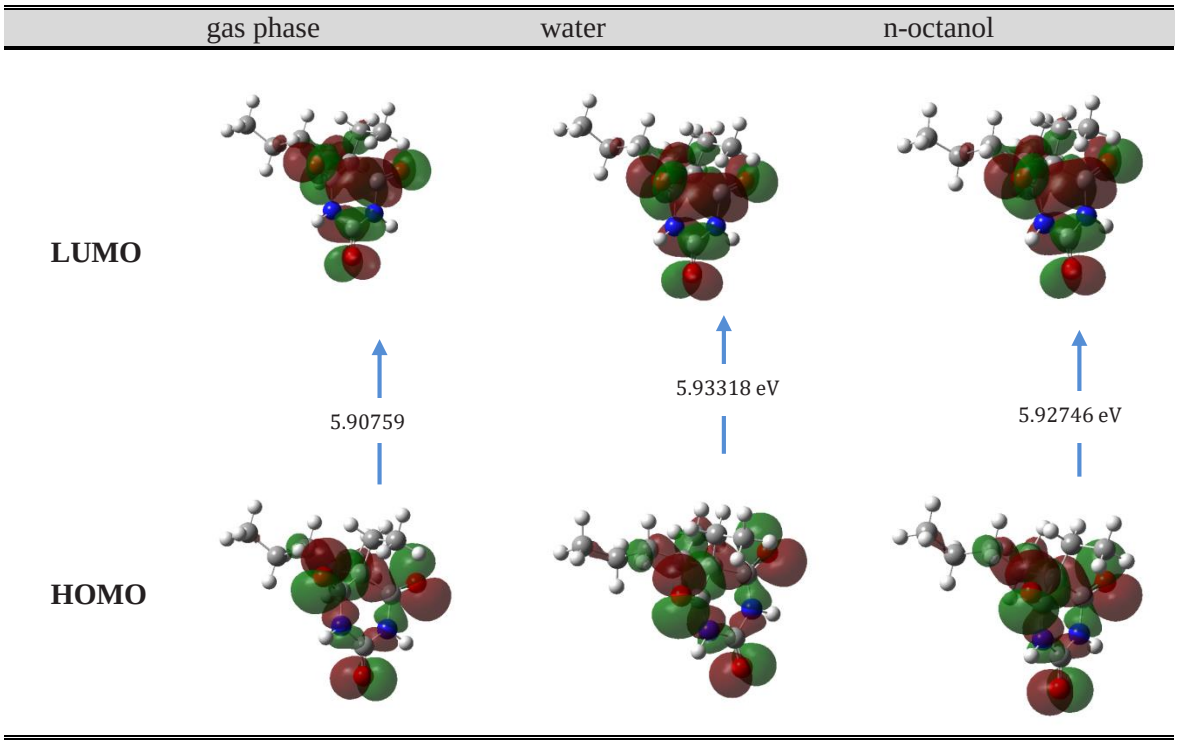
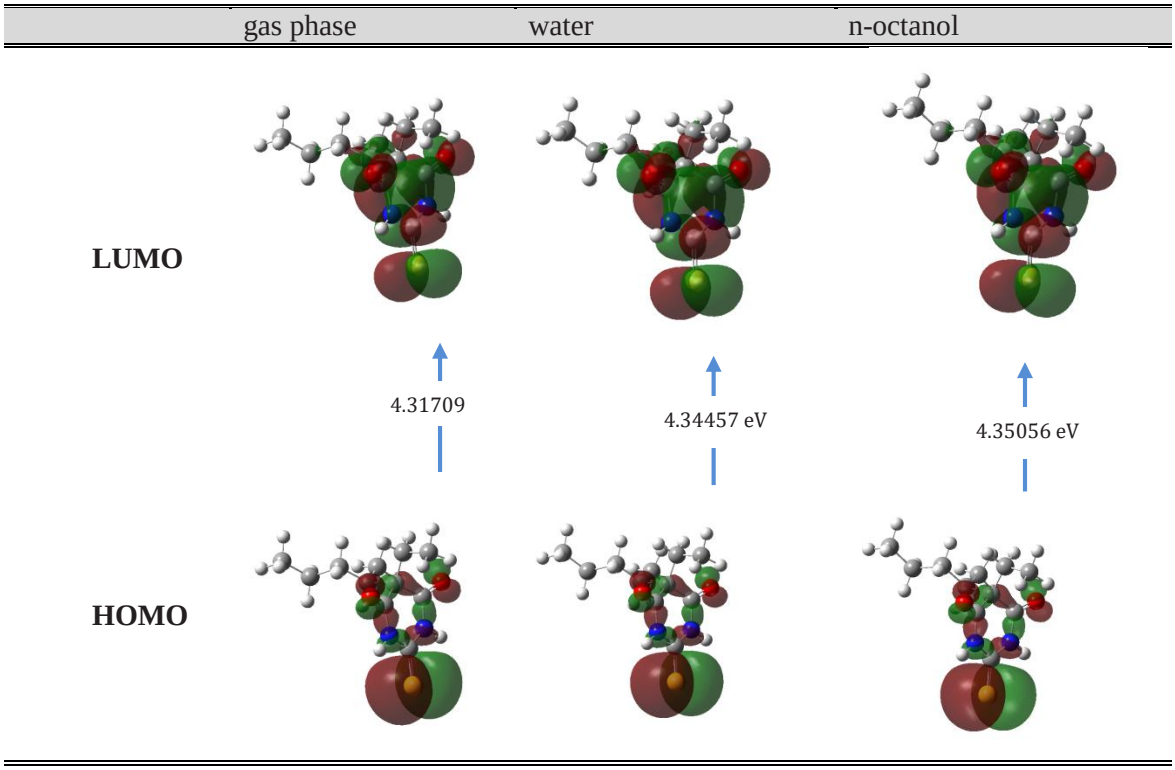


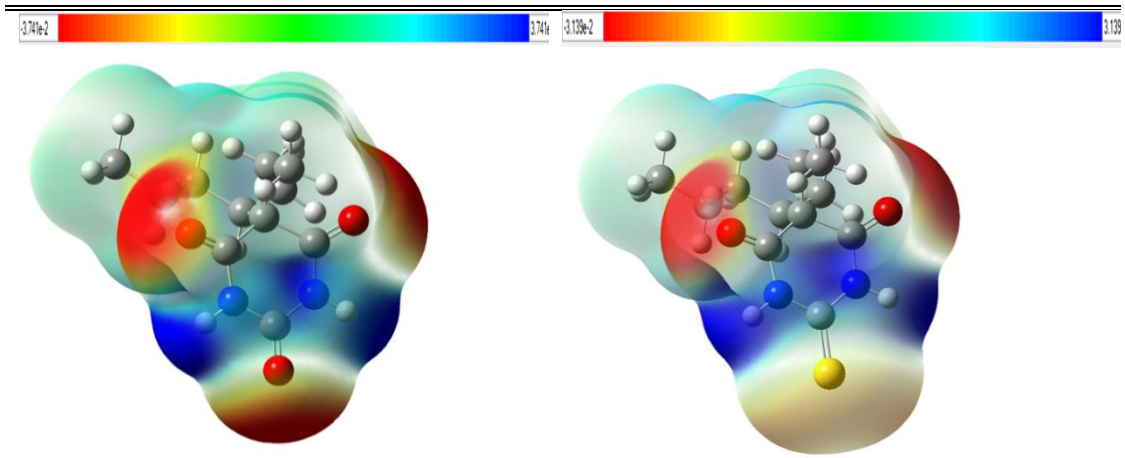
Fig. 3. Frontier Molecular Orbitals of Thiopental Corresponding to Gas phase, Water, and n-Octanol



Electrostatic Surface Properties of Barbiturate

Electrostatic potential maps, also known as molecular electrostatic surfaces, illustrate the charge distributions of molecules in 3D. These maps let us to visualize variable charged regions of a molecule (Murray and Politzer, 2011:153). The electrostatic surface potential map was calculated in order to estimate reactive sites of electrophilic or nucleophilic attack for the studied barbiturates at B3LYP/6-311++G(d,p) level of theory. The calculated MEPs of pentobarbital and thiopental are represented in Fig. 4. The red regions of MEP are related to electrophilic reactivity and the blue regions to nucleophilic reactivity. The MEP maps are in the ranges −0.03741-red and 0.03741- blue, −0.03139-red and 0.03139-blue for pentobarbital and thiopental, respectively.

Fig. 4. Electrostatic Surface Potential Maps of Pentobarbital (A) and Thiopental (B) in Water



(A) (B)

$LogP_{ow}$ Calculations of Barbiturates

Intrinsically, the $LogP_{ow}$ is one of the important physicochemical factors affecting drug transport and distribution. The contribution of each functional groups assists to identify the lipophilic or hydrophilic character of the molecule. The use of n-octanol-water partition coefficient remains the premier method to correlate the activity with molecular structure in both experimental and theoretical investigations (Nadendla, 2005:16). LogP can be estimated by using experimental or computational methods. Four methods have been developed to measure logP experimentally. These methods are shake-flask [Port et al., 2018:122], slow stir, generator column methods and reverse phase high performance liquid chromatography (Xiang et al., 2018:122; Ogden and Dorsey, 2019:243; DeVoe et al., 1981:361). It is very advantageous to use computational methods to estimate the logP values between n-octanol and water instead of using expensive and time-consuming experimental methods.

In 1901, Meyer and Overton correlated the potency of hypnotic compounds with their lipophilicity. An increase in the partition coefficient value of the compound will parallel an increase in hypnotic potency. Therefore, it is possible to predict the lipophilic or hydrophilic character of a medicinal agent by exploring the chemical structure of agent and recording whether its structural properties promote affinity for aqueous or lipid media (Hansch et al., 1987:663).

In this work, the SMD method, a parametrized self-consistent reaction field (SCRF) based solvation model developed by Truhlar and coworkers was used (Marenich et al., 2009:6378). It was developed specifically to predict solvation free energies. $LogP_{ow}$ values can be calculated according to equation given below (Garrido et al., 2009:2436). In Formula, R and T are the gas constant and temperature, respectively. $\Delta G_{hydration}$ and $\Delta G_{solvation}$ are the free energy differences of compounds in solvent and in gas phase.

$LogP_{ow} = (\Delta G_{hydration} - \Delta G_{solvation}) / 2.303RT$

Solvation free energies and $logP_{ow}$ values of barbiturates were given in Table 3. When comparing the calculated $logP_{ow}$ values at 6-311++G(d,p) level of theory with the values given in the literature, the deviations are 1.05 and 0.00 log units for pentobarbital and thiopental respectively. It is observed that with the addition of a sulfur group to the pentobarbital, the $logP_{ow}$ value is markedly increased. In this way, the lipophilic character also increases.

Table 3. Solvation Free Energies and $LogP_{ow}$ Values of Studied Barbiturates

	ΔG_{solv} (kcal/mol)			$LogP_{ow(lit)}$	
	ΔG_{water}	$\Delta G_{octanol}$	$LogP_{ow}$ (calc.)	Ref.24	Residual
Pentobarbital	9.01	7.72	0.95	2.00	1.05
Thiopental	-10.96	-14.18	2.36	2.36	0.00

Conlusion

The pharmacokinetic properties of barbituric acid derivatives are determined by their properties against enzymatic reactions. Molecular properties, lipophilicity, pKa, and steric and electronic characteristics of barbiturates affect its interplay with the active sites of enzymes. Therefore, computational chemistry methods are requisite for generation, estimation and representation of three-dimensional structures of molecules and related physicochemical properties. This work reports frontier molecular orbital analysis, electrostatic surface properties, and lipophilicity estimation of pentobarbital and thiopental by using DFT calculations.

In conclusion, it is observed that with the addition of a sulfur group to the pentobarbital, the $logP_{ow}$ value is markedly increased and the lipophilic character also increases. As the lipophilic character increases, the amount of metabolization increases, and the duration of action is shortened. So, while pentobarbital is defined as a short-acting barbiturate, thiopental is defined as ultra-short-acting barbiturate. The sulfur atom appears to have an additional effect in shortening the duration of destruction in the body and thus the duration of the hypnotic action. Therefore, it can be said that there is a linear relationship between the drug's activity and the logPow value. The main advantage of the calculation approximation is a possibility to estimate some properties such as lipophilicity during the design of drug candidates prior to their synthesis. The robustness, reliability and validity of the activity predictive power of a Quantitative Structure-Activity Relationships study vary depending on the convenience of the molecular descriptors used. Many sources of molecular descriptors can be found through quantum chemical calculations.

References

1. BECKE, A. D., (1993). “A new mixing of Hartree–Fock and local density functional theories” , J. Chem. Phys. (98):1372–1377.
2. CUENCA-BENITO, M., SAGRADO, S., VILLANUEVA-CAMANAS, R. M., MEDINA- HERNANDEZ, M. J., (1998). “Quantitative retention-structure and retention-activity relationships of barbiturates by micellar liquid chromatography”, J. of Chromatography A, (814): 121-132
3. DEVOE H., MILLER M. M., and WASIK S. P., (1981). “Generator Columns and High-Pressure Liquid Chromatography for Determining Aqueous Solubilities and Octanol-Water Partition Coefficients of Hydrophobic Substances”, J. of Research of the National Bureau of Standards (United States), 86, (4):361-366.
4. FRISCH, M. J. et al., (2009). Gaussian 09, Revision D.01, Gaussian, Inc., Wallingford, CT.

5. GARRIDO, N. M., ANTONIO, J. Q., JORGE, M., MACEDO E. A., and ECONOMOU, I. G., (2009). "1-Octanol/water partition coefficients of n-alkanes from molecular simulations of absolute solvation free energies", J. Chem. Theory Comput., (5):2436-2446.
6. GUPTA, S. P., (1989). "QSAR Studies on Drug Acting at the Central Nervous System", Chem. Rev. (89): 1765-1800.
7. HANSCH C., BJÖRKOTH, J. P., and LEO, A., (1987). "Hydrophobicity and Central Nervous System Agents: On the Principle of Minimal Hydrophobicity in Drug Design", J. of Pharm. Sci., (Vol.76, No.9):663-687.
8. HANSCH, C., ANDERSEN, S. M., (1967). "The Structure-Activity Relationship in Barbiturates and Its Similarity to That in Other Narcotics", J. of Med. Chem., (Vol. 10, No.5): 745-753.
9. HENRY, D., BLOCK, J. H., ANDERSEN, J. L., and CARLSON, G. R., (1976). "Use of High Pressure Liquid Chromatography for Quantitative Structure-Activity Relationship Studies of Sulfonamides and Barbiturates", J. of Med. Chem., (Vol.19, No.5): 619-626.
10. HOPFINGER, A. J., (1985). "Computer-Assisted Drug Design", J. of Med. Chem., (Vol:28 No:9):1133-1139.
11. LEE, C., YANG, W., PARR, R. G. (1988). "Development of the Colle-Salvetti correlation-energy formula into a functional of the electron density" , Phys. Rev. B (37):785–789.
12. LÖSCHER, W. and ROGAWSKİ, M. A., (2012). "How theories evolved concerning the mechanism of action of barbiturates", Epilepsia, (53) (Suppl.8):12–25.
13. MARENICH, A. V., CRAMER, C. J., and D. G. Truhlar, J. Phys. Chem. B., 113 6378 (2009).
14. MURRAY, J. S. and POLITZER, P., (2011)."The electrostatic potential: an overview" , WIREs Comput. Mol. Sci., (1):153-322.
15. NADENDLA, R. R., (2005), Principles of Organic Medicinal Chemistry, New Age International (P) Ltd., New Delhi, Publishers, chapter 3, p 16-17.
16. OGDEN, P. B., DORSEY, J. G., (2019). "Reversed phase HPLC with high temperature ethanol/water mobile phases as a green alternative method for the estimation of octanol/water partition coefcients", J. Chromatogr. A 1601:243–254
17. PORT, A., BORDAS, M., ENRECH, R. et al., (2018). "Critical comparison of shake-flask, potentiometric and chromatographic methods for lipophilicity evaluation (log Po/w) of neutral, acidic, basic, amphoteric, and zwitterionic drugs" . Eur. J. Pharm. Sci. (122):331– 340.
18. SERDAROĞLU, G., ORTIZ, J. V., (2017). "Ab Initio Calculations on some Antiepileptic Drugs such as Phenytoin, Phenobarbital, Ethosuximide and Carbamazepine" , Struct. Chem., (28): 957-964.
19. XIANG, Q., SHAN, G., WU, W. and et al., (2018). "Measuring $\log K_{ow}$ coeffcients of neutral species of perfluoroalkyl carboxylic acids using reversed-phase high-performance liquid chromatography". Environ. Pollut. (242):1283–1290.

Presentation ID/Sunum No = 36

Oral Presentation / Sözlü Sunum

Endemik Centaurea Ziganensis Bitkisinin Antioksidan Aktivitesi ve A- Amilaz, A- Glikozidaz Enzimlerinin İnhibe Edici Özelliklerinin Belirlenmesi

Yusuf Özdemir[1] , Prof.Dr. Aysun Ergene[1] ,
Dr. Öğretim Üyesi Ümit Yırtıcı[1]
[1]Kırıkkale Üniversitesi
**Corresponding author: Yusuf Özdemir*

Özet

Asteraceae (Compositae) familyasından olan *Centaurea* L. cinsinin Türkiye'de 194 türü bulunmaktadır. 118 tanesi endemik olan *Centaurea* türleri ile ilgili çok sayıda biyoaktivite çalışmaları yapılmıştır. Bu çalışmada da *Centaurea ziganensis* bitkisinin farklı ekstrelerinin toplam fenolik (TPC) ve flavonoid içerikleri (TFC), *in-vitro* antioksidan ve diyabet ile ilişkili enzimler olan α-amilaz ve α-glukozidaz enzimlerini inhibe edici özellikleri araştırılmıştır. İlk olarak maserasyon ile bitkinin toprak üstü kısımları farklı polaritelerdeki çözücüler (Diklorometan (DCM), metanol) ile ekstre edilmiştir. Bitkinin fenolik ve flavonoid içerik açısından zengin olduğu gözlemlenmiştir. Ekstreler karşılaştırıldığında DCM ekstresinin TPC (182,040 mg GAE/g), TFC (61,579 mg RE/g)' sinin metanol ekstresine göre daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Aynı zamanda bitkinin bütün *in-vitro* antioksidan testlerinde anlamlı bir aktivite gösterdiği ve diyabet ile ilişkili enzimleri inhibe etmede yüksek bir potansiyelinin olduğu görülmüştür. DCM ekstresinin DPPH (7,383 mg TE/g), CUPRAC (88.178 mg TE/g), Fosfomolibdenum (235,656 mg TE/g) antioksidan testlerinde ve α-amilaz (2886.78 mg ACE/g) inhibisyonunda, metanol ekstresinin ise ABTS (36,014 mg TE/g), FRAP (56.736 mg TE/g) antioksidan testlerinde ve α-glukozidaz (144.6685 mg ACE/g) inhibisyonunda daha etkili olduğu belirlenmiştir. Genel olarak *C. ziganensis* bitkisinin ekstrelerinin ileri fitokimyasal analizlerle etkin bileşiklerin tespit edilmesi, biyoaktivite çalışmalarının tamamlanıp uluslararası bir dergide yayınlanması planlanmaktadır.

Anahtar kelimeler: *Centaurea ziganensis*, Antioksidan aktivite, diyabet, α-amilaz ve α-glukozidaz inhibisyonu

Determination of Antioxidant Activity and Enzyme Inhibion Effects of Endemic Centaurea Ziganensis Plant

Abstract

Centaurea is a member of the Asteraceae family, and there are 194 species in Turkey of the *Centaurea* genus. 118 endemic species of the genus *Centaurea* are located in Turkey, and it has been made numerous bioactivity studies about different *Centaurea* species. This study, the total phenolic (TPC) and flavonoid contents (TFC) of different extracts of *Centaurea ziganensis*, in-vitro antioxidant, and inhibitory properties α-amylase and α-glucosidase enzymes, which are the enzymes associated with diabetes, were investigated. First, by maceration, the plant's above-ground parts were extracted with solvents of different polarities (Dichloromethane (DCM), methanol). It has been observed that the plant is rich in phenolic and flavonoid content. When the extracts were compared, TPC (182,040 mg GAE/g) and TFC (61,579 mg RE/g) of DCM extract were higher than methanol extract. It has also been observed that the plant has significant activity in all in-vitro antioxidant tests and has a high potential to inhibit diabetes-associated enzymes. While DCM extract was more effective in DPPH (7,383 mg TE/g), CUPRAC (88.178 mg TE/g), Phosphomolybdenum (235,656 mg TE/g) antioxidant tests, α-amylase inhibition (2886.78 mg ACE/g), methanol extract was more effective in ABTS (36,014 mg TE/g) and FRAP (56.736 mg TE/g) antioxidant tests and α-glucosidase (144.6685 mg ACE/g) inhibition. It is also planned to determine active compounds of *C. ziganensis* extracts by advanced phytochemical analysis, complete bioactivity studies, and publish them in an international journal.

Keywords: *Centaurea ziganensis*, Antioxidant activity, diabetes, α-amylase and α-glucosidase inhibition

Giriş

Bu yüzyılda, şifalı bitkilerin farmakolojik etkilerinin artmasıyla birlikte, bitkilerin sağlık hizmetlerinin yönetimi için gelecek vaat eden bir ilaç olduğu kabul edilmektedir. Son dönemde, sentetik ilaçlardan, bitkisel ilaçlara doğru bir yönelim olmakta ve bu da "doğaya dönüş" olarak adlandırılmaktadır. "Şifalı bitkiler" tüm dünyada hastalıkların ve rahatsızlıkların önlenmesi için zengin bir tedavi edici ajan kaynağı olarak kullanılmaktadır (Ampofo et al. 2012; Balandrin et al. 1985).

Bitkilerin antioksidan bileşenleri radikal temizleyiciler olarak işlev görür ve radikalleri daha az reaktif hale getirmeye yardımcı olmaktadır (Mark 1998). Özellikle fenolikler bileşikler; reaktif oksijen türlerinin elektron verme özelliklerine bağlı olarak bunlara süpürücü etki göstermektedir. Antioksidan etkinlikleri hidroksil gruplarının sayısı ve bulunduğu yerin yanı sıra farklı sistemlerdeki kararlılıklarına bağlıdır. Birçok *in-vitro* çalışmaya göre, fenolik bileşikler oldukça güçlü antioksidan aktivite göstermektedir ve antioksidan etkinlikleri kronik hastalıkların önlenmesinde önemli bir rol oynamaktadır (Podsędek 2007).

Diabetes mellitus (DM), yani tip 2 diyabet, dünya çapında büyük sağlık sorunlarına neden olan kronik bir hastalıktır. Etkilenen insan sayısı önemli ölçüde artmaya devam etmektedir (Mirmiranpour et al. 2020). Geleneksel antidiyabetik ilaçların bazı dezavantajları bulunmaktadır ve tek bir aktif bileşen ve belirli bir etki mekanizmasına sahip olmaları nedeniyle etkileri sınırlıdır (Gayathri and Gayathri 2016). Aksine, birçok insan diyabeti kontrol etmek ve sağlık bakım maliyetlerini azaltmak için doğal ve toksik olmayan maddelerden yararlanmaktadır. Şifalı bitkilerden yapılan antidiyabetik ilaçlar dünya çapında talep görmektedir. Bu nedenle, bitkisel formülasyonlar, çok sayıda faydalı aktiviteye sahip olan, yan etkileri olmayan ve daha az toksik madde içermektedirler (Lankatillake, Huynh, and Dias 2019).

Asteraceae (Compositae) familyasının en büyük cinsi olan *Centaurea* L. cinsinin dünyada 600 türü bilinmektedir (Eskin 2011). Ülkemizde ise 194 türü bilinmekte ve bunlardan 118 tanesi endemiktir. Bu yüksek endemizm oranı ülkemiz coğrafyasının tür için gen merkezi olduğunu göstermektedir (Albayrak, Atasagun, and Aksoy 2017). Bu cinsin birçok türü romatizma, diyabet, hipertansiyon, diyare gibi çeşitli hastalıkların tedavisinde alternatif tedavide halk arasında kullanılmaktadır (Reyhan, Küpeli, and Ergun 2004; Kaij-a-Kamb, Amoros, and Girre 1992; Sarker et al. 1998; Sarker et al. 1997; Shoeb et al. 2006). Dolayısıyla farmakolojik etkinliğinin belirlenmesi için çalışmalar giderek artmaktadır.

Bu çalışmamız da endemik *Centaurea ziganensis* bitkisinin toplam fenolik, flavonoid içerikleri, antioksidan özellikleri, α-amilaz ve α-glukozidaz enzimlerini inhibe edici etkisi araştırılmıştır. *C.ziganensis* ile ilgili literatürde bir çalışma bulunmamaktadır.

Materyal ve Yöntem

Bitki Örneklerinin Toplanması, Öğütülmesi ve Ekstrelerin Elde Edilmesi

Bitki örnekleri Zigana Geçidi Gümüşhane yolu 5.km, kayalık yerler 1450 m yükseklikte 05 Temmuz 2018 tarihinde toplanmıştır.

Bitki örneklerinin toprak üstü kısımları doğrudan güneş ışığı almayan, kuru bir ortamda, oda sıcaklığında 2 hafta süre ile uygun koşullarda kurutulmuştur. Kurutulan bitki örnekleri bitki öğütme değirmeninde toz haline getirilmiştir. İyi bir ekstraksiyon için bitki örnekleri maserasyon yöntemiyle sırası ile polar olmayan hekzan, orta düzeyde polariteye sahip diklorometan ve polar bir bileşik olan metanol ile 3×24 saat olacak şekilde ekstre edilmiştir. Çözücüler rotary evaporatörde uçurulmuştur. Bitki ekstre örnekleri sonradan çalışılmak üzere +4 ºC' de saklanmıştır.

Deneylerde metanol ve diklorometan ekstreleri kullanılmıştır. Bitki örnekleri her bir deney için sekiz farklı doz (1000-7,8125 µg/mL) ve her bir doz için 10 tekrar olacak şekilde hazırlanmıştır.

Toplam Fenolik Madde Tayini (TPC)

Bitki ekstrelerinin toplam fenolik içerikleri 96 kuyucuklu mikroplakada Folin-Ciocalteau metodu ile spektrofotometrik olarak ve modifiye edilerek ölçülmüştür (Herald, Gadgil, and Tilley 2012).

Kuyucuklara 20 µL bitki ekstresi, 160 µL ultra saf su ve 20 µL Folin Ciocalteau reaktifi eklenmiş, 6 dk karanlık ortamda bekletilmiş sonra üzerine %20 lik $NaCO_3$ ilave edilmiş, 2 saat karanlıkta oda sıcaklığında bekletilmiş ve 760 nm' de okunma yapılmıştır. Standart olarak gallik asit kullanılmıştır. Ekstrelerin fenolik içerikleri g kuru örnek başına düşen mg gallik asit (mg GAE/g) şeklinde ifade edilmiştir.

Toplam Flavonoid Madde Tayini (TFC)

Bitki ekstrelerinin toplam flavonoid içerikleri 96 kuyucuklu mikroplakada Alüminyum Klorür Kolorimetrik metodu ile spektrofotometrik olarak ve yöntem modifiye edilerek ölçülmüştür (Chang et al. 2002).

Kuyucuklara 25 µL bitki ekstresi, 125 µL ultra saf su, 10 µL $NaNO_2$, 5 dakika karanlık ortamda bekletilmiş, 25 µL $AlCl_3.6H_2O$, tekrar 5 dakika karanlık ortamda bekletilmiş, sonra 50 µL NaOH ilave edilmiş ve 510 nm' de okuma yapılmıştır. Standart olarak rutin (kullanılmıştır. Ekstrelerin flavonoid içerikleri g kuru örnek başına düşen mg Rutin (mg RE/g) şeklinde ifade edilmiştir.

Biyoaktivite Tayini

Antioksidan Aktivite Tayini

Serbest radikal yakalama etkinliği, 2,2-difenil-1-pikrilhidrazil (DPPH) radikali kullanılarak Blois' in metodu ile spektrofotometrik olarak ve modifiye edilerek ölçülmüştür (Blois 1958). Kuyucuklara 13 µL bitki ekstresi, 247 µL DPPH stok çözeltiden eklenmiş, karanlık ortamda oda sıcaklığında 30 dakika bekletilmiş ve 517 nm okuma yapılmıştır. Standart olarak Trolox kullanılmıştır. Ekstrelerin DPPH Radikal Giderme Aktivitesi g kuru örnek başına düşen mg Trolox (mg TE/g) şeklinde ifade edilmiştir.

2,2'-azinobis (3-etil-bezotiazolin 6 sulfonat) (ABTS) radikal katyonunun antioksidanlar tarafından absorbansının engellenmesi temeline dayanır. (Ali et al. 2008). Spektrofotometrik olarak ölçülmüş ve yöntem modifiye edilerek uygulanmıştır. Kuyucuklara 13 µL bitki ekstresi, 247 µL ABTS reaktifi eklenmiş ve 734 nm'de okuma yapılmıştır. Standart olarak Trolox kullanılmıştır. Ekstrelerin g kuru örnek başına düşen mg Trolox (mg TE/g) şeklinde ifade edilmiştir.

İlk kez Apak ve arkadaşları tarafından geliştirilen bu yöntem temel olarak 2,9- dimetil-1, 10-fenantrolin (Neokuproin-Nc)'in Cu (II) ile oluşturduğu bakır (II)-neokuproin kompleksinin (Cu(II)-Nc), 450 nm' de maksimum absorbans veren bakır (I)- neokuproin (Cu(I)-Nc) şelatına indirgeme yeteneğinden yararlanılarak antioksidan kapasite hesaplanmaktadır (Apak et al. 2004). Spektrofotometrik olarak ölçülmüş ve yöntem modifiye edilerek uygulanmıştır. Kuyucuklara 25 µL bitki ekstresi, 175 µL CUPRAC reaktifi eklenmiş ve 450 nm'de okuma yapılmıştır. Standart olarak Trolox kullanılmıştır. Ekstrelerin Cu (II) İyonu İndirgeyici Antioksidan Kapasite g kuru örnek başına düşen mg Trolox (mg TE/g) şeklinde ifade edilmiştir.

Benzei ve Strain tarafından geliştirilen bu yöntemde demir (III)'in indirgenme kapasitesi yoluyla antioksidanlarının toplam miktar tayini yapılmaktadır (Yıldız 2007). Spektrofotometrik olarak ölçülmüş ve yöntem modifiye edilerek uygulanmıştır. 12,5 µL bitki ekstresi, 250 µL FRAP reaktifi eklenmiş ve 593 nm'de okuma yapılmıştır. Standart olarak Trolox kullanılmıştır. Ekstrelerin Demir (III) İyonu İndirgeyici Antioksidan Gücü Kapasite g kuru örnek başına düşen mg Trolox (mg TE/g) şeklinde ifade edilmiştir.

Prieto ve arkadaşları tarafından geliştirilen bu yöntemde örneklerin antioksidan aktivitesi yeşil fosfomolibden kompleks oluşumu ile değerlendirilmiştir. (Prieto, Pineda, and Aguilar 1999). Spektrofotometrik olarak ölçülmüş ve yöntem modifiye edilerek uygulanmıştır. Kuyucuklara 12,5 µL bitki ekstresi, 125 µL fosfomolibdat reaktifi eklenmiş, 95° de 90 dakika inkübasyona bırakılmış, işlem sonunda oda sıcaklığa düşmesi beklenilmiş ve 593 nm'de okuma yapılmıştır. Standart olarak trolox kullanılmıştır. Ekstrelerin g kuru örnek başına düşen mg Trolox (mg TE/g) şeklinde ifade edilmiştir.

Enzim inhibisyon tayini

Bitki ekstrelerinin α- amilaz inhibitör aktivitesi 96 kuyucuklu mikroplakada, Caraway-Somogyi iodine/potassium iodide (IKI) metodu ile Spektrofotometrik olarak ölçülmüş ve yöntem modifiye edilerek uygulanmıştır (Yang et al. 2012). Kuyucuklara 25 µL bitki ekstresi, 50 µL α–amilaz enzimi, 10 dk. 37 ºC'de 60 rpm' de çalkalanmış, süre sonunda kuyucuklara 50 µL nişasta, 10 dk. 37 ºC'de 60 rpm' de çalkalanmış, süre sonunda kuyucuklara 25 µL HCl, 100 µL LUGOL eklenmiş ve 630 nm'de okuma yapılmıştır. Standart olarak Akarboz kullanılmıştır. Ekstrelerin α- amilaz inhibitör aktivitesi g kuru örnek başına düşen mg Akarboz (mg ACE/g) şeklinde ifade edilmiştir.

Bitki ekstrelerinin α- glukozidaz inhibitör aktivitesi 96 kuyucuklu mikroplakada, Kim, Wang, arkadaşlarının yöntemi, Spektrofotometre de kinetik olarak ölçülmüş ve yöntem modifiye edilerek uygulanmıştır (Kim, Wang, and Rhee 2004). Kuyucuklara 80 µL bitki ekstresi, 100 µL PNPG substratı, 20 µL α- glikozidaz enzimi ilave edilmiş, 37 ºC' de 10 dakika inkübasyona bırakılmış ve 405 nm' de 1' er dakikalık aralıklarla kinetik okuma yapılmıştır. Standart olarak Akarboz kullanılmıştır. Ekstrelerin α- glukozidaz inhibitör aktivitesi g kuru örnek başına düşen mg Akarboz (mg ACE/g) şeklinde ifade edilmiştir.

Sonuçlar Ve Tartişma

Anadolu zengin bir floraya ve değişik vejetasyon tiplerine de sahip olması nedeniyle çok sayıda cinsin gen merkezi konumundadır (Şekercioğlu et al. 2011). Centaurea cinsininde gen merkezi olarak değerlendirilmesi sebebiyle de türlerinin üzerinde biyoaktivite çalışmaları daha fazla ilgi görmektedir.

Bu çalışmada *C. ziganensis* bitkisinin metanol ve DCM ekstrelerinin TPC ve TFC, antioksidan özellikleri ve DM' nin önlenmesi ile ilişkili α-amilaz ve α-glukozidaz enzimlerinin inhibisyonu ile ilgili çalışmalar yapılmıştır ve sonuçlar Tablo 1' de gösterilmiştir.

Tablo.1. *C.ziganensis* bitkisinin TPC, TFC ve Biyoaktivite Sonuçları (Sonuçlar ortalama ±SS olarak ifade edildi)

	Ekstre	
	Metanol	DCM
TPC (mg GAE/g)	22,957±0.15	182,040±0.24
TFC (mg RE/g)	21,382±0.0746	61,579±0.202
Antioksidan Aktivite		
DPPH (mg TE/g)	2,896±0.08	7,383±0.05
ABTS (mg TE/g)	36,014±0.23	12,594±0.16
FRAP (mg TE/g)	56.736±0.004	44.813±0.12
CUPRAC (mg TE/g)	46.43207±0.122	88.178±0.231
Fosfomolibdenum (mg TE/g)	138,196±0.26	235,656±0.37
Enzim İnhibisyonu		
α-amilaz (mg ACE/g)	205.88±0.0586	2886.78±0.274
α-glukozidaz (mg ACE/g)	144.6685±0.0229	36,4304±0.00592

Metanol ekstresinin, TPC içeriği literatürde bulunan diğer *Centaurea* türleri ile ilgili yapılan çalışmalara uygunluk gösterirken, TFC içeriği ise daha düşük bulunurken; DCM ekstresinin, TPC ve TFC içeriği ise daha

yüksek bulunmuştur (Zengin et al. 2018; Ayaz et al. 2017; Ozcan and Acet 2018; Zengin et al. 2016; Uysal et al. 2021).

Metanol ve DCM ekstrelerinin, $ABTS^{\cdot+}$ serbest radikal katyonunu ve $DPPH^{\cdot}$ serbest radikalini giderme aktivitesi literatürde bulunan diğer *Centaurea* türleri ile ilgili yapılan çalışmalara uygunluk göstermektedir (Albayrak, Atasagun, and Aksoy 2017; Ayaz et al. 2017; Zengin et al. 2018; Jaafreh et al. 2019; Ozcan and Acet 2018; Acet 2021; Uysal et al. 2021).

Literatürde bulunan diğer *Centaurea* türlerinin metanol ekstresi ile yapılan FRAP ve CUPRAC çalışmalarına göre düşük iken; DCM ekstresinin ile yapılan çalışmalarına göre daha yüksek bulunmuştur (Aktumsek et al. 2013; Ayaz et al. 2017; Zengin et al. 2018; Jaafreh et al. 2019; Uysal et al. 2021).

Centaurea türlerinin metanol ekstresi ile yapılan Fosfomolidenum çalışmalarına uygunluk göstermektedir (Aktumsek et al. 2013; Ayaz et al. 2017; Zengin et al. 2018; Jaafreh et al. 2019).

Güvenli gıda ürünleri ve uygun antioksidan özelliklere sahip katkı maddelerinin geliştirilmesinde bitkilerin antioksidan özelliklerinin daha fazla araştırılması ve değerlendirilmesi gerektiği (Rice-Evans, Miller, and Paganga 1997), ve bu açıdan bakıldığında çalışılan bitki türü ile ilgili daha detaylı araştırmalar yapılması uygun olacaktır.

Metanol ve DCM ekstrelerinin, α-amilaz enzim inhibitör etkisi literatürde bulunan diğer Centaurea türleri ile ilgili yapılan çalışmalara göre daha yüksek bulunmuştur (Zengin et al. 2018; Ozcan and Acet 2018; Acet 2021; Uysal et al. 2021).

Metanol ve DCM ekstresinin, α- glukozidaz enzimini inhibe edici etkisi literatürde bulunan diğer Centaurea türleri ile ilgili yapılan çalışmalara göre daha düşük bulunmuştur (Zengin et al. 2018; Ozcan and Acet 2018; Mawahib et al. 2019; Acet 2021).

Genel olarak C. ziganensis bitkisinin potansiyel bir antidiyabetik etki gösterebileceği görülmüştür fakat daha ileri modellemeler ile özellikle in-vivo çalışmaların yapılması gerekmektedir.

Kaynaklar

1. Acet, Tuba. 2021. 'Determining the phenolic components by using HPLC and biological activity of Centaurea triumfetti', *Plant Biosystems-An International Journal Dealing with all Aspects of Plant Biology*, 155: 159-64.
2. Aktumsek, A., G. Zengin, G. O. Guler, Y. S. Cakmak, and A. Duran. 2013. 'Assessment of the antioxidant potential and fatty acid composition of four Centaurea L. taxa from Turkey', *Food Chem*, 141: 91-7.
3. Albayrak, Sevil, Bayram Atasagun, and Ahmet Aksoy. 2017. 'Comparison of phenolic components and biological activities of two Centaurea sp. obtained by three extraction techniques', *Asian Pacific journal of tropical medicine*, 10: 599-606.
4. Ali, Shahin Sharif, Naresh Kasoju, Abhinav Luthra, Angad Singh, Hallihosur Sharanabasava, Abhishek Sahu, and Utpal Bora. 2008. 'Indian medicinal herbs as sources of antioxidants', *Food research international*, 41: 1-15.
5. Ampofo, Joseph A, Anthonia Andoh, Wilhermina Tetteh, and Mohammed Bello. 2012. 'Microbiological profile of some Ghanaian herbal preparations—Safety issues and implications for the health professions'.
6. Apak, Reşat, Kubilay Güçlü, Mustafa Özyürek, and Saliha Esin Karademir. 2004. 'Novel total antioxidant capacity index for dietary polyphenols and vitamins C and E, using their cupric ion reducing capability in the presence of neocuproine: CUPRAC method', *Journal of agricultural and food chemistry*, 52: 7970-81.
7. Ayaz, FA, M Ozcan, AYŞULA Kurt, B Karayigit, Y Ozogul, R Glew, and F Ozogul. 2017. 'Fatty acid composition and antioxidant capacity of cypselas in Centaurea sl taxa (Asteraceae, Cardueae) from NE Anatolia', *South African Journal of Botany*, 112: 474-82.
8. Balandrin, M. F., J. A. Klocke, E. S. Wurtele, and W. H. Bollinger. 1985. 'Natural plant chemicals: sources of industrial and medicinal materials', *Science*, 228: 1154-60.

9. Blois, Marsden S. 1958. 'Antioxidant determinations by the use of a stable free radical', *Nature*, 181: 1199-200.
10. Chang, Chia-Chi, Ming-Hua Yang, Hwei-Mei Wen, and Jiing-Chuan Chern. 2002. 'Estimation of total flavonoid content in propolis by two complementary colorimetric methods', *Journal of food and drug analysis*, 10.
11. Eskin, Bülent. 2011. 'Centaurea kilaea Boiss. ve C. consanguinea DC.(Compositae/Asteraceae) endemik türlerinin autekolojik özelliklerinin karşılaştırılması'.
12. Gayathri, GAGM, and M Gayathri. 2016. 'Review on enhancement of glucose uptake and up-regulation of glucose transporters by antidiabetic medicinal plants', *Asian J Pharm Clin Res*, 92: 34-39.
13. Herald, T. J., P. Gadgil, and M. Tilley. 2012. 'High-throughput micro plate assays for screening flavonoid content and DPPH-scavenging activity in sorghum bran and flour', *J Sci Food Agric*, 92: 2326-31.
14. Jaafreh, Mohammad, KM Khleifat, Haitham Qaralleh, and MO Al-limoun. 2019. 'Antibacterial and Antioxidant Activities of Centeurea damascena Methanolic Extract', *arXiv preprint arXiv:1911.02243*.
15. Kaij-a-Kamb, M., M. Amoros, and L. Girre. 1992. '[The chemistry and biological activity the the genus Centaurea]', *Pharm Acta Helv*, 67: 178-88.
16. Kim, Yong-Mu, Myeong-Hyeon Wang, and Hae-Ik Rhee. 2004. 'A novel α-glucosidase inhibitor from pine bark', *Carbohydrate research*, 339: 715-17.
17. Lankatillake, C., T. Huynh, and D. A. Dias. 2019. 'Understanding glycaemic control and current approaches for screening antidiabetic natural products from evidence-based medicinal plants', *Plant methods*, 15: 105.
18. Mark, Percival. 1998. 'Antioxidants', *Clinical nutrition insights*, 31: 01-04.
19. Mawahib, Cheribet, Zaabat Nabila, Souilah Nabila, Bensouici Chawki, and Akkal Salah. 2019. 'LC-MS analysis, antioxidant and alpha-glucosidase inhibitory activities of Centaurea papposa extracts', ||| *Bangladesh Journal of Pharmacology*, 14: 159-65.
20. Mirmiranpour, H., H. F. Huseini, H. Derakhshanian, Z. Khodaii, and B. Tavakoli-Far. 2020. 'Effects of probiotic, cinnamon, and synbiotic supplementation on glycemic control and antioxidant status in people with type 2 diabetes; a randomized, double-blind, placebo-controlled study', *J Diabetes Metab Disord*, 19: 53-60.
21. Ozcan, Kadriye, and Tuba Acet. 2018. 'In vitro antioxidant and antimicrobial activities of the five different solvent extracts of Centaurea pulcherrima var. freynii from Turkey', *Fresenius Environmental Bulletin*, 27: 4047-51.
22. Podsędek, Anna. 2007. 'Natural antioxidants and antioxidant capacity of Brassica vegetables: A review', *LWT-Food Science and Technology*, 40: 1-11.
23. Prieto, Pilar, Manuel Pineda, and Miguel Aguilar. 1999. 'Spectrophotometric quantitation of antioxidant capacity through the formation of a phosphomolybdenum complex: specific application to the determination of vitamin E', *Analytical biochemistry*, 269: 337-41.
24. Reyhan, Arif, Esra Küpeli, and Fatma Ergun. 2004. 'The biological activity of Centaurea L. species', *Gazi University Journal of Science*, 17: 149-64.
25. Rice-Evans, Catherine, Nicholas Miller, and George Paganga. 1997. 'Antioxidant properties of phenolic compounds', *Trends in plant science*, 2: 152-59.
26. Sarker, Satyajit D, Laurence Dinan, Vladimir Šik, Eric Underwood, and Peter G Waterman. 1998. 'Moschamide: an unusual alkaloid from the seeds of Centaurea moschata', *Tetrahedron letters*, 39: 1421-24.
27. Sarker, Satyajit D, Tamara Savchenko, Pensri Whiting, Vladimir Šik, and Laurence N Dinan. 1997. 'Moschamine, cis-moschamine, moschamindole and moschamindolol: four novel indole alkaloids from Centaurea moschata', *Natural Product Letters*, 9: 189-99.
28. Shoeb, Mohammad, Stephen M MacManus, Marcel Jaspars, Jioji Trevidu, Lutfun Nahar, Paul Kong-Thoo-Lin, and Satyajit D Sarker. 2006. 'Montamine, a unique dimeric indole alkaloid, from the seeds of Centaurea montana (Asteraceae), and its in vitro cytotoxic activity against the CaCo2 colon cancer cells', *Tetrahedron*, 62: 11172-77.

29. Şekercioğlu, Çağan H, Sean Anderson, Erol Akçay, Raşit Bilgin, Özgün Emre Can, Gürkan Semiz, Çağatay Tavşanoğlu, Mehmet Baki Yokeş, Anıl Soyumert, and Kahraman Ipekdal. 2011. 'Turkey's globally important biodiversity in crisis', *Biological Conservation*, 144: 2752-69.
30. Uysal, Ahmet, Gokhan Zengin, Mohamad Fawzi Mahomoodally, Carene Picot-Allain, József Jekő, Zoltán Cziáky, Maria João Rodrigues, Gunes Ak, Rıdvan Polat, and Zeynep Urusan. 2021. 'A comparative study on biological properties and chemical profiles of different solvent extracts from Centaurea bingoelensis, an endemic plant of Turkey', *Process Biochemistry*, 102: 315-24.
31. Yang, Xiao-Wei, Min-Zhu Huang, Yong-Sheng Jin, Lian-Na Sun, Yan Song, and Hai-Sheng Chen. 2012. 'Phenolics from Bidens bipinnata and their amylase inhibitory properties', *Fitoterapia*, 83: 1169-75.
32. Yıldız, L. 2007. 'Bazı bitki örneklerinde antioksidan kapasitenin spektrofotometrik ve kromatografik tayini', *İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi*.
33. Zengin, G., D. Zheleva-Dimitrova, R. Gevrenova, P. Nedialkov, A. Mocan, A. Ciric, J. Glamoclija, M. Sokovic, A. Aktumsek, and M. F. Mahomoodally. 2018. 'Identification of phenolic components via LC-MS analysis and biological activities of two Centaurea species: C. drabifolia subsp. drabifolia and C. lycopifolia', *J Pharm Biomed Anal*, 149: 436-41.
34. Zengin, Gokhan, Marcello Locatelli, Simone Carradori, Andrei M Mocan, and Abdurrahman Aktumsek. 2016. 'Total phenolics, flavonoids, condensed tannins content of eight Centaurea species and their broad inhibitory activities against cholinesterase, tyrosinase, α-amylase and α-glucosidase', *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca*, 44: 195-200.

Presentation ID/Sunum No = 75

Oral Presentation / Sözlü Sunum

Yağlı Tohumlu Bitkilerde Kömür Çürüklüğü Etmeni Macrophomina Phaseolina'nın İn Vitro Gelişimi Üzerine Bacillus Türlerinin Etkinliğinin Belirlenmesi

Araştırmacı Ahmet Gözübüyük[1] , Prof. Dr. Canan Can[1],
Arş. Gör. Derya İşler Ceyhan[1] , Araştırmacı Talap Talapov[1]
[1]*Gaziantep Üniversitesi*

Özet

Dünyada yağlı tohumlu bitkiler arasında; soya fasulyesi, ayçiçeği, kolza, mısır, zeytin, susam, palmiye ve hindistan cevizi bitkileri yer almaktadır. Ülkemizde en fazla ayçiçeği, zeytin, mısır ve soya fasulyesi üretimi yapılmaktadır. Endüstriyel öneme sahip bu tarımsal ürünlerde birçok fungal etmen verim ve kaliteyi olumsuz etkilemekte ve ciddi ekonomik kayıplara yol açmaktadır. Özellikle, Ayçiçeği, Mısır ve Soya fasulyesinde kömür çürüklüğü ve kök çürüğü hastalıkları ile yıkıcı kayıplara neden olan fungal etmenlerin başında *M. phaseolina* gelmektedir. Bu nedenle, bu patojen mücadelesinde, çevre ve insan sağlığını olumsuz etkileyen kimyasal mücadeleler yerine alternatif yöntemlerin belirlenmesi önem arz etmektedir. Bu çalışma kapsamında, kullanılan her bir *M. phaseolina* izolatına karşı *Bacillus* ssp. suşlarının neden olduğu miselyum büyüme inhibisyon yüzdeleri arasındaki farklar anlamlı bulunmuştur. En etkili olan bakteriyel suşlardan B4, S2, D7 ve C9'un en yüksek inhibisyon yüzdesine sahip olduğu ($p \geq 0.05$) ve diğer suşlar ile inhibisyon yüzdesi bakımından, istatistiksel olarak anlamlı bir farka ($p \leq 0.05$) sahip oldukları belirlenmiştir Ayrıca, IAA, HCN, siderofor üretimi ve fosfat çözme aktiviteleri gibi önemli PGP (Bitki büyümesini teşvik edici) özellikleri çalışılmış ve en fazla siderofor üretimi gösteren izolatların D8: 37.6 mm, E4: 37.6 mm, O8: 35.33 mm, B4:33.5 mm, L5:31.75 mm olduğu belirlenmiştir

Anahtar Kelimeler: *Macrophomina phaseolina*, *Bacillus* spp., Antagonistik Aktivite

Abstract

Among oilseed crops in the world; soybean, sunflower, rapeseed, corn, olive, sesame, palm and coconut plants are took the place. In our country the most produced products are, sunflower, olive, corn and soybeans. In these agricultural products which has industrial importance, many fungal agents adversely affect yield and quality and cause serious economic losses. Particularly, M. phaseolina is the leading fungal agent in sunflower, corn and soybeans causing destructive losses and diseases of coal rot and root rot. Therefore, in this pathogen struggle, it is important to identify alternative methods instead of chemical struggles that negatively affect the environment and human health. In this study, Bacillus ssp. The differences between the mycelium growth inhibition percentages caused by the strains were found to be significant. The most effective bacterial strains B4, S2, D7 and C9 were found to have the highest percentage of inhibition ($p \geq 0.05$) and a statistically significant difference ($p \leq 0.05$) with other strains in terms of inhibition percentage. Important PGP (promoting plant growth) properties such as HCN, siderophore production and phosphate dissolving activities were studied and isolates showing the highest siderophore production were determined to be D8: 37.6 mm, E4: 37.6 mm, O8: 35.33 mm, B4: 33.5 mm, L5: 31.75 mm.

Keywords: *M. phaseolina*, *Bacillus* spp., Antagonistic Activity

Birinci Bölüm
Giriş

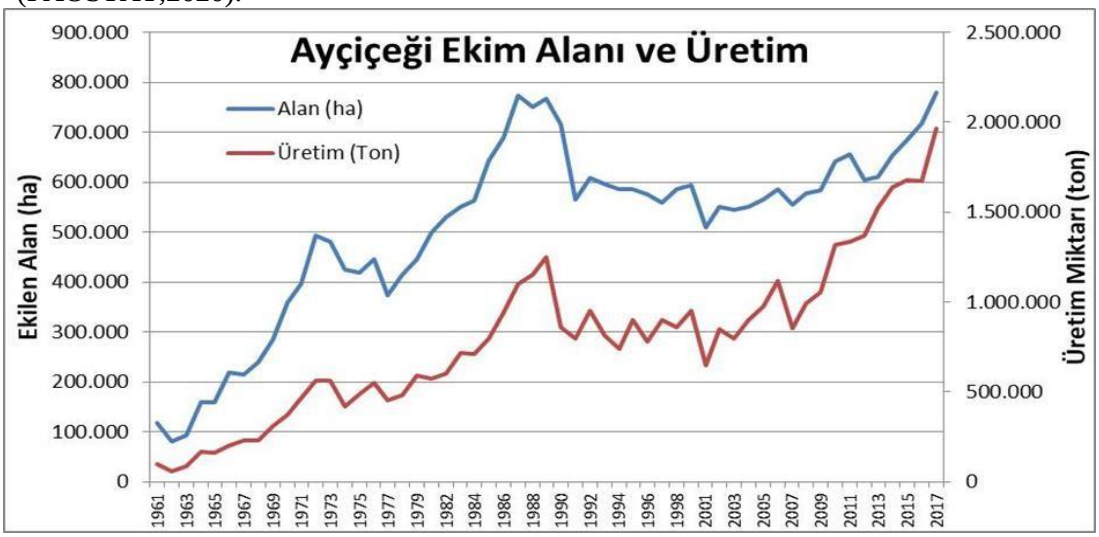
Yağlı tohumlu bitkiler yağ, protein, karbonhidrat, vitamin ve minerallerce zengin içeriğe sahip yüksek enerjili bitkilerdir. Tohumlarında bulunan yüksek miktardaki yağ ile insan ve hayvan beslenmesinde önemli bir yer tutmaktadır (Onat vd. 2017). Bir insanın günlük faaliyetlerini gerçekleştirmesi için 2000-3000 kalori

enerjiye ihtiyaç duyar, bu enerjinin 650-900 kalorisi yağlardan karşılandığı zaman sağlıklı bir beslenmeden söz edebiliriz.1 gram yağın 9.3 kalori enerji elde edildiğine göre sağlıklı beslenmede bir insanın yaklaşık 95 gr yağ tüketmesi gerekir. Bu yağların yaklaşık 1/3'ü sıvı olarak yemeklerle, değer 1/3'ü ise kahvaltılıklardan katı yağ olarak karşılanır ve son 1/3'ü ise peynir, süt vb. besinlerden karşılanmaktadır. Bu değerlerden yola çıkarak günlük doğrudan yağ tüketimi bir insan için 63 gramdır. Bu yıllık kişi başına 23 kg yağ tüketilmesi anlamına gelir. Avrupa standartlarında bu miktarın 24 kg olduğu zaman sağlıklı beslenmeden söz edilebilmektedir (Kolsarıcı vd., 2005). Dünyada üretimi yapılan yağlı tohumlu bitkiler arasında; soya, mısır, kolza, ayçiçeği, zeytin, palmiye, susam ve Hindistan cevizi bitkileri bulunmaktadır. Türkiye'de üretimi en fazla yapılan ve endüstriyel alanda kullanılan yağlı tohumlu bitkiler mısır, ayçiçeği, zeytin ve soya fasulyesidir (Kolsarıcı vd., 2006). Yağlı tohumlu bitkilerin dünyada üretimin en yaygın olduğu ülkeler A.B.D, Brezilya, Çin, Arjantin ve Hindistan. Türkiye ise toprak ve iklim yönünden yüksek üretim potansiyeline sahip olmasına rağmen bu avantajını kullanamamaktadır. Türkiye'de Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı'nın yağlı tohumlarda üretim destekleri vermesine rağmen yağlı bitkiler üretimi iç piyasa ihtiyacını karşılayacak seviyeye gelmemiştir. Bu yerli üretimde olan açık dış ülkelerden ithalat yoluyla karşılanmaktadır. Ülkemizde yağlı bitkiler üretimi ile ilgili uzun dönemli tarım planlarının yapılıp uygulanmaması sonucu her geçen yıl bitkisel yağ üretiminde olan açık artmaktadır. Türkiye ithalatında petrolden sonra önemli kalemlerden biride yağlı tohumlu bitkilerdir. Türkiye'nin 2014 yılında yapılan 12 milyar dolarlık tarımsal ürünler ithalatının 4,3 milyar doları yağlı tohum, bitkisel ham yağ ve küspe gibi ürünlerden meydana gelmektedir.

Ayçiçeği ülkemizde yağlı tohumlu bitkiler içerisinde en fazla ekimi ve üretimi yapılan bitkidir. Yüksek adaptasyon yeteneğine sahip olması, kuru ve sulu şartlarda ekiminin yapılabilmesi, ekimden hasada bütün üretim basamaklarının mekanizasyona uygun olması, tohumlarında bulundurduğu yüksek miktarda yağ (%40-55) ile ekilen birim alanından elde edilen yağ miktarının yüksek olmasına buda maliyetin düşük olmasına neden olmaktadır. Bu nedenler ayçiçeğini diğer yağlı tohumlu bitkilerden üstün kılmaktadır. Ayçiçeği yağının yemeklik kalitesinin yüksek olması tüketiminin' de yüksek olmasını sağlamaktadır. Bitkisel yağ üretimimizin %69'u, toplam sıvı yağ tüketimimizin yaklaşık %84'ü, toplam yağ tüketimimizin ise %32'si ayçiçeğinden karşılanmaktadır. Ayçiçeği üretimimizin %67'si kuru, %23'ü ise sulu koşullarda ekim yapılan alanlardan elde edilmektedir. Son yıllarda ayçiçeği tarımının sulu tarım alanlarında yaygınlaşması ayçiçeği yağı üretim maliyetini artırmış buda bitkisel yağ üretimini olumsuz yönde etkilemiştir. Ayçiçeğinden yağın yansıra %40-45 oranında küspe elde edilmektedir. Protein bakımından (%30-40) zengin olan küspe hayvan beslenmesinde değerli bir yem olarak kullanılmaktadır. Ayrıca endüstriyel öneme sahip olan ayçiçeği yağı boya ve sabun sanayinde kullanılmaktadır. Sapları da yakacak olarak değerlendirilmektedir. Dünyada ve ülkemizde çerezlik ayçiçeği üretimi 'de yapılmaktadır, dünya ayçiçeği üretiminin %2,6'sının çerezlik olarak tüketildiği bu oranın ise Türkiye'de 2017 yılında üretimi yapılan ayçiçeğinin %8,37'sının çerezlik olduğu bildirilmiştir. Türkiye'de 2020 Ayçiçek üretiminin 2.067.004 ton olduğu ve üretimin bir önceki yıla göre %3,3 azaldığı bildirilmiştir

Şekil 1.1 Ayçiçeği üretimi 2018

(FAOSTAT,2020).



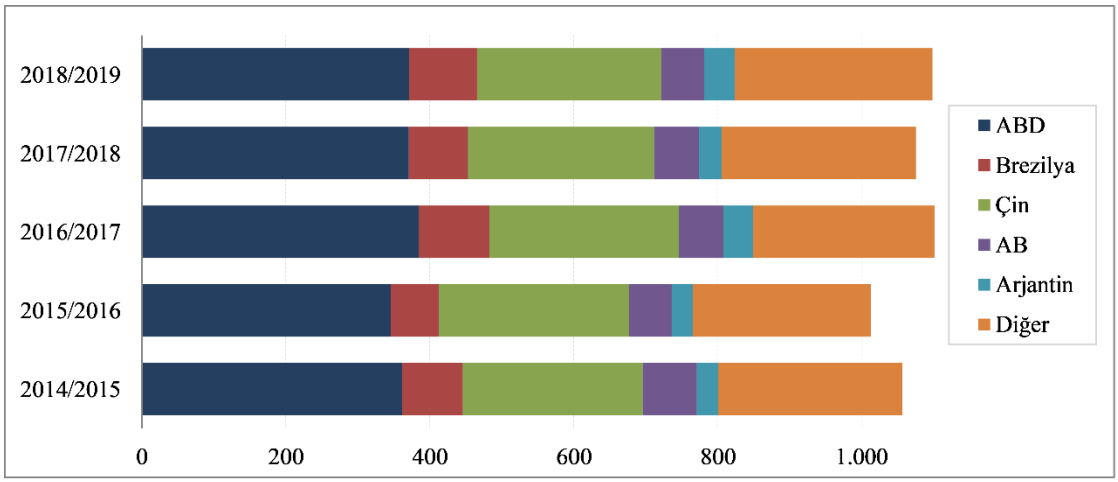
Baklagiller familyasından olan soya fasulyesi dünya çapında endüstriyel öneme sahip bitkilerin başında gelmektedir. Dünyada üretimi ve ticareti yapılan en önemli yağlı tohum bitkisidir. Soya fasulyesi tohumlarında yaklaşık %18-24 yağ ve %36-40 protein bulunduran önemli yağ ve protein kaynağıdır (Arıoğlu, 2000). Dünyada yemeklik yağların yaklaşık 1/3'ü ve protein kaynağının da 2/3'ü soya üretiminden elde edilmektedir (Golbitz, 2004). Soya çeşitli endüstri alanlarına hammadde sağlamasının yansıra, insan ve hayvan beslenmesinde önemli bir yere sahiptir. Soya ve soya yağında bulunan yağ asitleri şeker, kalp ve damar setliği gibi hastalıkları bulunan insanlara önerilmektedir. Ayrıca kandaki kolesterol miktarını düşürmede fayda göstermektedir. Bunlara ek olarak doymamış yağ asidi/doymuş yağ asidi (P/S) oranında 5.7 gibi yüksek olması soyayı diğer yağlı tohumlu bitkilerden üstü kılan bir özeliktir (Karacaoğlu, 1986). Soya yağı Ca, Fe ve Zn elementleri ile B ve E vitaminleri bakımından zengin içeriğe sahiptir. Soya proteini içerdiği değerli aminoasitler sayesinde beslenmede önemli bir yer sahiptir (Yılmaz vd., 2005). Soya tohumlarında yağın alınmasından sonra geriye kalan küspe yem rasyonlarında vazgeçilmez bir bileşen olup hayvan beslenmesinde önem taşımaktadır. Soyanın büyük bir kısmı yağ ve küspe olarak işlenmektedir. Yağ ve küspe olarak işenen kısın yaklaşık %85 olup ve işlenen küspenin %98 hayvan yemi olarak değerlendirilirken işlenen yağın %95 fraksiyonu sofralık yağ olarak ve arta kalan %5 kısım yağ asitleri, sabun ve biodizel gibi çeşitli endüstriyel alanlarda değerlendirilmektedir (Gee, 2011). Soya köklerindeki nodüllerde diğer baklagil bitkilerinde olduğu gibi simbiyotik olarak yaşayan *Rhizobium* (*Bradyrhizobium*) *japonicum* bakterisi yoluyla havada bulunan serbest azotu fikse edebilme yeteneğine sahiptir. Soya fasulyesi bu özelliği sayesinde atmosferden yılda 10-20 kg/da azot bağlayabildiği (Smith ve Hume, 1987) ve bu değerin uygun şartlarda 30 kg/da kader çıkabileceği düşünülmektedir (Keyser ve Li, 1992). Bu sayede ihtiyaç duyduğu azotu doğal olarak sağlamakta ve ondan sonra ekimi yapılacak bitki için azotça zengin bir toprak bırakmaktadır. Ayrıca ülkemizde Ege, Akdeniz ve GAP projelerinin devreye girmesiyle Güneydoğu Anadolu bölgelerinde tahıl hasadından sonra ikinci ürün olarak da yetiştirilebilme imkanlarından dolayı ayrı bir öneme sahiptir.

Türkiye'de soya fasulyesi ekimi ilk olarak 1940 yılında Karadeniz Bölgesi'nde başlanmıştır. İlk soya yağı fabrikası da 1957 yılında Ordu ilinde kurulmuştur. Sonra 1975 yılında Tarım ve Köyişleri Bakanlığı tarafından Çukurova Bölgesi'nde 2. ürün soya yetiştiriciliği geliştirme projesi başlatılarak, ekim alanları ve üretim miktarı artırılmasına rağmen sonraki yıllarda bazı ekonomik ve tarımsal faktörlerden dolayı yetiştiriciliği azalmıştır (Arıoğlu, 2000). Türkiye'de soya tarımı için Karadeniz ve Marmara Bölgeleri en ideal bölgeler olarak ifade edilmektedir (Turan ve Göksoy, 1998). Marmara bölgesinde yer alan Çanakkale ilinde ve denemenin

yürütüldüğü Biga ilçesinde ürün deseni tahıllardan endüstri bitkilerine, sebzelerden meyvelere, bağcılıktan zeytinciliğe kadar çok çeşitlilik göstermesine rağmen soya fasulyesi yetiştiriciliği yapılmamaktadır. Ancak bir baklagil bitkisi olarak soya fasulyesinin ekim nöbeti sistemlerinde yer alması toprak verimliliğinin korunması ve bunun sürdürülebilmesi açısından büyük önem taşımaktadır. Ayrıca ülkemizin ihtiyaç duyduğu yıllık bitkisel yağ ihtiyacının ve ithalatının yüksek olması göz önünde tutulduğunda soya fasulyesinin önümüzdeki yıllarda ekim sistemlerine dahil edilmesi ve üretiminin yaygınlaştırılması beklenen bir durumdur. Ülkemizde 1987 yılında 112.000 ha'lık bir alanda 250.000 ton soya fasulyesi üretimi gerçekleştirilirken; bu değerler 2004 yılında 14.000 ha'lık bir alanda 50.000 tona düşmüştür (TÜİK, 2006). Ülkemizdeki soya üretiminin büyük çoğunluğu (%78) Çukurova bölgesindeki ikinci ürün yetiştiriciliğinden sağlanmaktadır.

Mısır bitkisinin ana vatanı hakkında çeşitli görüşler ileri sürülmektedir. Ancak birçok kaynakta bu bitkinin anayurdunun Amerika kıtası olduğu belirtilmektedir (Kün, 1997). Mısırın dünyaya yayılması ise bu kıtanın keşfinden sonra olmuştur. Ülkemize ise ilk olarak 1600 yılında getirildiği belirtilmektedir (Elçi ve Kolsarıc, 1987). Mısır bitkisi halen Dünya nüfusunu doyuran altı tahıldan bir tanesidir. Çok yönlü kullanım alanı, adaptasyon kabiliyeti ve verimliliği ile Dünya'da en fazla üretilen tahıllardan bir tanesidir. Mısır genel olarak sıcak ve nemli bölgelerde yetiştirilmektedir. Çok çeşitli türü bulunduğundan yetişme sahası geniştir. Tek yıllık bir bitki olan, mısır bitkisinin yetişme süresi 70-150 gün arasında değişir. Türüne ve yetiştirilen alana göre değişmekle birlikte çimlenme devresinde 10-13, yetişme devresinde 10-20 °C sıcaklık ister. Sıcaklığın bu değerlerin dışında seyretmesi bitkilerin gelişimini olumsuz etkiler ve verimin düşük olmasına yol açar (Türkoğlu, 1971). Mısır, çeşitli şekillerde insan gıdası, hayvan yemi ve endüstri hammaddesi olarak kullanılan bir bitkidir. Ayrıca sap ve yaprakları hayvan yemi, kâğıt yapımı ve küçük çapta hasır el işleri yapımında da kullanılır. 100 kg mısırdan 77 kg nişasta, 2 kg şeker, 9 kg protein, 5 kg yağ ve 7 kg da diğer maddeler elde edilebilir (Kanburoğlu ve Öğretir, 1980). Mısır, genellikle çok nemli iklim bölgelerinde yetiştirilebilen, tek yıllık özellikle yağı doymamış yağ grubunda olan bir tarım bitkisi. Mısırda lisin ve triptofan proteinin biyolojik değeri de aminoasitlerin limite edici etkisi altındadır. Mısır bitkisi, verimli, derin, drenajı ve havalanması iyi, tuzluluk problemi olmayan, asitlik yönünden nötr (pH 6-7) olan hemen hemen her çeşit toprakta yetişir. Fazla bir toprak seçiciliği yoktur (Süzer, 2015). Dünyada mısır üretimi her yıl artış göstermekte olup, buğday üretim miktarını geçmiştir. Dünya mısır üretimi son 25 yılda iki kattan fazla artmıştır. 1990 yılında dünya mısır üretimi 483 milyon ton iken 2016 yılında 1 milyar tonu geçmiştir. Ülkeler açısından üretim miktarları değerlendirildiğinde ABD en fazla üretimin yapıldığı ülkedir. ABD'den sonra en fazla üretimin gerçekleştiği ülke Çin, olup, 2018 yılında dünya mısır üretiminde yaklaşık %22'lik paya sahip olmuştur. En fazla üretim yapan diğer ülkeler ise Brezilya, Arjantin ve Meksika'dır.

Şekil 6.2 Dünya mısır üretimi ve ülkelere göre dağılımı (Milyon Ton)



Türkiye'de tahıllar içinde buğday ve arpadan sonra en geniş ekim alanın sahip bitki mısırdır. Mısır hem insan beslenmesinde hem de hayvan yemi olarak kullanılan önemli bir bitkidir. Ülkemizde mısırın geleneksel üretim alanları Karadeniz ve Güney Marmara bölgesi olarak bilinir. Ülkemizin hemen her yerinde yetiştirilen mısır, yakın zamana kadar yaygın bir şekilde sadece Karadeniz Bölgesinde yetiştirilmekte iken 1980 li yıllardan itibaren özellikle Tarım Bakanlığı tarafından yürütülen II. ürün projesi ile güney bölgelerimizde yaygınlık kazanmıştır. Verim miktarı ise modern mısır üretim tekniklerinin uygulaması, hibrit tohum kullanımının yaygınlaştırılması, mısır üretiminin sulanan alanlara kaydırılması ve belli düzeylerde gübre kullanımının sağlanması ile artmıştır. 2002-2017 yılları arasında mısır üretimi %181 artmıştır (Taşdan, 2018). Türkiye'de mısır ekimi genellikle nisan-mayıs aylarında başlar, bölgelere göre mısırın olgunlaşma süresi değiştiğinden ağustostan kasıma kadar da hasadı yapılır. Mısır ekim sahasının sınırını su ve sıcaklık çizer. Toprak ise bu bitkinin yetiştirilme alanının sınırlandırılmasında çok önemli değildir. Çünkü Türkiye topraklarının hemen hepsi bu bitkinin yetiştirilmesine elverişlidir (Gökçora, 1956). Ülkemizde 2014 yılında 5.95 milyon ton üretime ulaşan mısır üretiminin tüketimi karşılama oranı %90 civarındadır. Bu değerler 2017 yılında mısır ekim alanı 639.084 ha, üretim 5.900.000 ton iken, 2018 yılında ise ZMO yaptığı araştırmalar sonucunda ekim alanının 600.000- 615.000 hektar civarında, üretim ise 5.500.000-5.600.000 ton aralığında olduğu tahmin edilmektedir (FAO). 2018 yılında mısır ekim alanları 2017 yılına göre yaklaşık %10'luk bir daralma olmuştur. 2018 yılı Ocak-Temmuz ayları arasında ülkemiz 2 milyon ton mısır ithal ederek karşılığında 410,5 milyon dolar para ödemiştir. Türkiye'nin dünyadaki mısır üretimdeki yeri ise ortalama olarak %0,40 oranında değiştiği bildirilmiştir.

Mısır danesinin %80'ini oluşturan endosperm %90 nişastadan oluşmaktadır (Taşdan, 2018). Mısır rafinesindeki son yıllardaki gelişmeler sayesinde saf ve çok kaliteli mısır nişastası bol miktarda üretilebilmektedir. Ayrıca ham ve işlenmiş nişastadan elde edilen dekstrinler giydiğimiz elbiseden yediğimiz yemeğe kadar on binlerce işlenmiş üründe kullanılmaktadır.

Macrophomina phaseolina (Tassi) Goid, dünya çapında yaklaşık 500 ekili ve yabani bitki türünde geniş bir konak yelpazesine sahip toprak kökenli bir fitopatojendir (Khan, 2007). Bu patojen ekonomik olarak önemli çeşitli bitkilerde, kömür çürüklüğü ve kök çürüğü hastalıkları ile yıkıcı kayıplara neden olmaktadır (Khan, 2017). Bu bitkiler arsında *Arachis hypogaea* (yerfıstığı), *Beta vulgarius* (pancar), *Brassica oleracea* (lahana), *Capsicum annuum* (biber), *Cicer arietinum* (nohut), *Citrus* spp (turunçgiller), *Cucumis* sp. (kavun), *Fragaria* sp. (çilek), *Glisin max* (soya fasulyesi), *Gossypium* sp. (pamuk), *Sesamum indicum* (susam), *Solanum tuberosum* (patates), *Sorghum bicolor* (sorghum), *Vigna unguiculata* (fasulye), *Zea mays* (mısır) ve *Helianthus annuus* (ayçiçeği) gibi önemli endüstriyel bitkiler yer almaktadır (Purkayastha vd., 2006; Ghosh, 2018). Mantarın topraktaki büyümesi, mikrosklerotide depolanan besinler tarafından gerçekleşir ve toprak besin seviyeleri

mantar rakipleri için yetersiz olana kadar devam eder. Bu özellik nedeniyle, toprak besin elementi seviyesi düşük ve sıcaklık 30ºC'nin üzerinde olduğunda patojen diğer toprak patojenleri ile iyi rekabet eder. Mikrosklerotia, köklerin yüzeyinde veya yakınında bulunan bir seferde birkaç hücreden çimlenir. Kök eksüdaları mikrosklerotinin çimlenmesine neden olur ve böylece konak köklerin enfeksiyonuna yardımcı olur. Kök yüzeyinde, epidermal hücrelerin antiklinal duvarlarında appressoriye yol açan mikrosklerotiden çok sayıda mikrop tüpü oluşur. Bu appressoria, epidermal hücre duvarına mekanik basınç ve enzimatik sindirim yoluyla veya yaralar ve doğal açıklıklar yoluyla nüfuz eder (Hartman vd., 1999). Ammon ve diğerlerleri (1975) tarafından, tropiklerde ve subtropiklerde en yıkıcı bitki patojenlerinden biridir, en yaygın hastalıklarda konakçı bitkilerde hastalığa neden olur (Reuveni vd., 1983), en yaygın hastalıklar kömür çürüklüğü, sönümleme (Cowan, 1999) solgunluk, yaprak yanıklığı ve küllük yanıklığıdır.

Soya fasulyesi de *M. phaseolina* (Tassi) Goid önemli patonlerinden biridir. *M. phaseolina* soya fasulyesinde kömür çürümesine, kuru çürümeye ve fide yanıklığına (Reichert ve Hellinger, 1947; Su vd., 2001) neden olmaktadır. Khan ve diğerleri (2017) tarafından özellikle ayçiçeğide, şartlar enfeksiyon için uygunsa, kömür çürümesinden kaynaklanan kayıpların % 60 ila 90'a ulaşabileceği bildirilmiştir. Mahmoud ve Budak (2009) tarafından Türkiye'de ayçiçeği'de *M. phaseolina*'nın neden olduğu kömür çürüğü ilk olarak rapor edilmiştir. 2009 yılı haziran ayında eskişehir ilinde 2 aylık yağlı tohumlu ayçiçeği bitkilerinde (*Helianthus annuus* L. kömür kaynaklı çürük belirtilerinin araştırılan alanların %70' inde görüldüğü ve insidansının %10-%50 arasında değiştiği bildirilmiştir.

Bacillus cinsi bakterileri toprak mikroflorasının önemli bir kısmı oluşturmaktadır. Bacillaceae familyası içerisinde yer alan *Bacillus* türleri, aerop ve fakültatif anaerop, gram pozitif endosporlu, bakterilerdir (Demirbağ ve demir, 2005; Logan ve Turnbull, 2002). *Bacillus* genusuna ait türlerin çoğu güvenli mikroorganizmalardır. Tarım ve endüstriyel amaçlarda başarılı şekilde kullanılmakta olan pek çok maddeyi sentezleyebilme kabiliyetine sahiptirler (Bennik vd., 1997). *Bacillus* türleri genel olarak, patojenik bakteri ve funguslara karşı terapötik ajanlar olarak potansiyel uygulamaya sahip peptitler, lipopeptitler, fosfolipitler ve polienler üretirler ve üretilen antimikrobiyal bileşenlerin çoğu peptit orijinlidir (Stover ve Driks, 1999; Gálvez vd., 2007). Antimikrobiyal maddeler, gıda koruyucuları olarak önem kazanmakla beraber, bitki patojenlerinin biyolojik kontrolü için de önemlidir. *Bacillus* farklı tür ve suşları tarafından üretilen sekonder metabolitlerin, farklı bitki patojenlerine karşı antibakteriyel ve antifungal aktivite gösterdiği belirtilmektedir (Ongena, 2008; Hartman, 2002). *B. cereus*, gram pozitif, spor oluşturucu bir bakteridir. Bununla birlikte bu türün çeşitli suşları bitki büyümesini arttırıcı rizobakteriler olarak kullanılmak üzere ilginç bir potansiyel sergiler. *B. cereus* suşu CITVM-11.1'in birçoğu bitki-bakteri etkileşimlerine potansiyel olarak dahil olabilir ve bu suşun kömür kökü çürüklüğü oluşturan *M. phaseolina* 'ya karşı gösterilen güçlü antagonistik aktivitesine katkıda bulunabileceği bildirilmiştir (Caballero vd., 2018). *B. subtilis* subsp. PGPMori7 ve *B. amyloliquefaciens* PGPBacCA1, *M. phaseolina* (Tassi) Goid'e karşı değerlendirilmiştir. Hücre süspansiyonu (CS), hücre içermeyen süpernatan (CFS) ve PGPMori7 ve PGPBacCA1'in lipopeptid franyksiyonu (LF), üç farklı *M. phaseolina* suşuna karşı taranmıştır. *B. amyloliquefaciens* PGPBacCA1 inhibisyon bölgesinde surfaktin, iturin ve fengisin üretirken, buna karşılık PGPMori7, *M. phaseolina* miselyum büyümesini inhibe ettimiştir (Torresa vd., 2016). *B. subtilis*, *B. pumilus* ve *B. licheniformis* gibi bu cinse ait bazı türler antifungal aktiviteye sahip oldukları kabul edilmektedir. *Bacillus* sp. *M. phaseolina*'ya karşı güçlü bir antagonistik aktivite sergilemektedir. Türün potansiyel antagonistik etkisi Mantar büyümesini önemli ve geri dönüşümsüz bir şekilde inhibisyonunu gösterilmiştir. Ek olarak, inhibe edilen bölgenin kenarında bulunan mantar miselyum mikroskobik inceleme ile analiz edildi. Mantar üzerindeki en belirgin antagonistik etki, siyah pigmentasyon eksikliği ve kontrolle karşılaştırıldığında sklerotiyal büyüklüğün azalması ile tasvir edilmiştir (Felipe vd., 2017). Güneybatı İspanya'da, *M. phaseolina* ve *Fusarium solani*'nin sırasıyla çilekli bitkilerde, sırasıyla kömür çürüklüğü, taç ve kök çürüklüğü belirtileri ile ilişkili olduğu bulunmuştur. Her iki fungal hastalığın yönetimi için, biri *Trichoderma asperellum* T18 suşuna dayanan ve diğeri *B. megaterium* ve *B. laterosporus*'a dayanan iki ticari formülasyonun antagonistik etkileri, *in vitro* ve kontrollü ortam ve tarla koşulları altında değerlendirilmiştir. Ayrıca iki aşılama yöntem (kök daldırma ve toprak uygulaması) ve iki uygulama zamanı (sırasıyla önleyici ve iyileştirici tedaviler olarak patojen öncesi ve sonrası aşılama) değerlendirilmiştir. İkili plaka yüzleşme deneyleri,

T. asperellum ve *Bacillus* spp. *M. phaseolina* ve *F. solani*'nin radyal büyümesini % 36' dan daha fazla inhibe ederek, kök daldırma yoluyla *T. asperellum*'un önleyici uygulaması, kömür çürüklüğü insidansını azaltmıştır (bir büyüme odasında % 44'e kadar ve tarla koşullarında %65'e kadar) ve aynı zamanda hastalık ilerlemesini, taç nekrozunun yüzdesini azaltmıştır. *Bacillus* sp. bazlı formülasyon, kömür çürüğünün kontrolü için etkili bulunmuştur (Pastrana vd., 2016). *B. subtilis*'in ALICA türünü üç mikolitik enzim (chitinase, β-1,3-glukanaz ve proteaz) üretme kabiliyeti kimyasal standart metotlarla gerçekleştirilmiştir. *B. subtilis* ALICA, beş farklı fitopatojenik mantar *Alternaria alternata, Macrophomina* sp., *Colletotrichum gloeosporioides, Botrytis cinerea* ve *Sclerotium gloeosporioides, Botrytis cinerea* ve *Sclerotium rolfesi*'ye karşı antifungal aktivitesi çalışılmış ve *B. subtilis* ALICA, chitinase, β-1,3glukanaz ve proteaz enzimleri tespit edilmiştir. Hem ALICA suşu hem de hücre içermeyen kültür filtratı ile fungal büyüme inhibisyonu sırasıyla %51,36 ila %86,3 ve %38, 43 ile %68,6 arasında değişmiştir. Ayrıca hasar, kırılma, şişme, bozulma gibi anormal morfoloji gibi hiphal morfolojik değişiklikler gözlenmiştir. Proteaz, β-1,3glukanaz ve lipopeptitlerin (subtilosin ve subtilisin) ekspresyonu genlerinin ALICA suşunun süpernatanındaki varlıkları doğrulanmıştır. Bu bulgular ALICA suşunun çeşitli fitoatojenik mantarlara karşı geniş bir antifungal aktivite spektrumunu sağladığını ve kimyasal mantar öldürücülere potansiyel olarak etkili bir alternatif olabileceğini göstermiştir (Abdelmoteleb vd., 2017). Endofitik bir bakteri *B. subtilis* (BERA 71) 'in mung fasulyesindeki *M. phaseolina* (Tassi) Goid hastalığına karşı azaltma mekanizmasının açıklamaya çalışırsak. *M. phaseolina* da hastalık hidrojen peroksit (H202) ve lipit peroksidasyonunu indükleyerek bitki büyümesini azaltmıştır. *B. subtilis*'in hastalıklı bitkilere aşılanması klorofil, askorbik asitler ve süperoksit dismutaz, katalaz, peroksidaz, askorbat peroksidaz ve glutatyon redüktaz aktivitelerini arttırdı ve bitki büyümesini arttırmak için H_20_2 ve lipit peroksidasyonunu inhibe etti. Ek olarak, bitkilerle *B. subtilis* birleşmesi, indol asetik asitlerin ve indol bütirik asidin artması ve ayrıca apsisik asidin azalması nedeniyle *M. phaseolina* enfeksiyonunu hafifletmiştir. Bununla birlikte, *B. subtilis* ile tedavi edilen *M. phaseolina* hastalıklı bitkilerde Na hariç besinler (N, K, Ca, Mg, Zn, Cu, Mn ve Fe) arttırılmış ve sonuç olarak, *B. subtilis*'in bitkilerle etkileşiminin, mung fasulyesinde hastalık direncini tetiklemek için pigmentlerin, hormonların, antioksidanların ve besinlerin metabolizmasını modüle edebileceğini göstermektedir (Abeer vd., 2017). Ayrıca *B. subtilis* suşu G1'in *M. phaseolina*'nın neden olduğu yer fıstığındaki (*Arachis hypogaea* L.) kök çürüklüğünü bitki özleri. *B. subtilis* suşu G1'in talk bazlı bir formülasyonunun tohum muamelesi ve toprak uygulaması, sera koşulları altında kök çürüklüğü yaygınlığını önemli ölçüde azaltmıştır (Shifa vd., 2018).

İkinci Bölüm
Materyal ve Yöntem
Materyal

M. phaseolina ve *Basillus* spp.'nin Elde Edilmesi

Çalışmada kullanılmış olan *CHP421,* Amp3-1 ve SMP-7 kodlu *M. phaseolina* ve *Bacillus spp.* Gaziantep Üniversitesi Biyoloji Bölümü stok kültürlerinden temin edilmiştir.

Çalışmada Kullanılan Besiyerleri

PDA Besiyeri (Patates Dekstroz Agar) (g/Litre)

M. phaseolina (Tassi) Goid izolatlarının kültüre alınmalarında ve *Bacillus* spp. bakteri izolatlarının in vitro biokontrol aktivitenin belirlenmesi amacıyla PDA (Patates Dekstroz Agar) (2.1) besiyeri kullanılmıştır. Bu amaçla 99 adet PDA besiyeri hazırlanmıştır.

Tablo 2.1 PDA (Patates Dekstroz Agar) besiyeri

Patates Dekstroz Agar	58.5 gr
Distile Su	1.5 litreye tamamlanır.

58.5 g Patates Dekstroz Agar (Merck) 1.5 litre distile suda eritildikten sonra pH 7.2' ye ayarlanmış ve otoklavda 121°C'de 15 dakika steril edilmiştir.

NB (Nütrient Broth) (g/litre)

İndol asetik asit üretiminin belirlenmesi amacıyla NB (Nütrient Broth) besiyerleri kullanılmış olup hazırlanışı Tablo 2.2'de verilmiştir.

Tablo 2.2 Nütrient Broth besiyeri

Nütrient Broth	8 gr
Distile Su	1litereye tamamlanır.

8 gr Nütrient Broth 1 litre distile suda eritildikten sonra pH 7.2' ye ayarlanmış ve otoklavda 121°C' de 15 dakika steril edilmiştir.

TSA (Triptic Soy Agar)
HCN üretiminin belirlenmesi için TSA (Triptic Soy Agar) kullanılmış olup hazırlanışı Tablo 2.3'de verilmiştir.

Tablo 2.3 TSA besiyeri hazırlama

TSA (Triptic Soy Agar)	40 gr
Distile Su	1litereye tamamlanır.

40 g Triptic Soy Agar (Merck) 1 litre distile suda eritildikten sonra pH 7.2' ye ayarlanmış ve otoklavda 121°C 'de 15 dakika steril edilmiştir.

Blue-CAS Agar

Bacillus spp. bakterilerin siderofor üretiminin belirlenmesi için Blue-CAS Agar (Klement et al., 1990) kullanılmış olup, hazırlanışı Tablo 2.4'de verilmiştir.

Tablo 2.4 Blue CAS Agar besiyeri

I. Karışım	a) Free asid solüsyonu suda)	Pipes (Free asit)	30.24 g
		NaOH (750 ml	12 g
		Distile su	750 ml
	b) Tuz Solüsyonu	KH_2PO_4	0,3 g
		NH_4Cl	1 g
		$MgSO_4$	0,492 g
		NaCl	0,5 g

		$CaCl_2$	0,110 g
		Distile su	100 ml
II. Karışım	a) CAS	chrome azurol S	60.5 mg
		Distile su	50ml
	b) 10 ml Demir (III) solusyonu	10 Mm HCl	100 ml
		$FeCl_3$	0,027 g
	c) HDTMA solüsyonu	HDTMA	72.9 mg
		Distile su	40 ml
I ve II. Karışımlara ilave edilecek	10 ml % 20'lik Sukroz solüsyonu	Sukroz	4 g
		Distile su	20 ml
	30 ml 10%'luk kasamino asit solüsyonu	Kasamino asit	4 g
		Distile su	40 ml

I. **Karışım:** 750 ml distile suda 30.24 g Pipes (Free asit) ve 12 g NaOH çözülmüştür. Bu karışıma 100 ml distile suda ısıtılarak çözünmüş ve soğutulmuş tuz solüsyonu ilave edilmiştir.

II. **Karışım:** Her bir solüsyon ayrı ayrı hazırlayarak belirtilen oranlarda karıştırılmıştır. I ve II nolu karışımlar karıştırılarak PH 6.8'e ayarlanmıştır. Bu karışıma 20 gram agar eklenerek otoklavda 121°C'de 15 dakika steril edilmiş ve ortam 50-55 °C'ye kadar soğutulmuştur. Daha sonrası filtre ile steril edilmiş 10 ml %20'lik Sukroz ve 30 ml 10%' luk kasamino asit solüsyonu ortama karıştırılarak petrilere dökülmüştür.

NBRIP Agar

Tablo 2.5 NBRIP Agar besiyeri (Nautiyal, 1999) (g/litre)

Glukoz	10 g
$Ca_3 (PO_4)_2$	5 g
$(NH_4)_2SO_4$	0,1 g
KCl	0,2 g
$MgSO_4\ 7H_2O$	0,25 g
$MgCl_2.\ 6H_2O$	5 g
Agar	20 g
Distile su	

NBRIP Agar besiyeri hazırlamak amacıyla agar hariç tüm malzemeler eritildikten sonra PH 7.2' ye ayarlanmış ve agar ilave edildikten sonra hazırlanan ortam, otoklavda 121°C' de 15 dakika steril edilmiştir.

Metod

***Bacillus spp.*'nin *Macrophomina phaseoline* Karşı in vitro Biyokontrol Aktivitelerinin Belirlenmesi**

Bacillus spp.'nin biyokontrol aktivitelerinin belirlenmesinde ikili kültür testi kullanılmıştır. Bu denemede *Macrophomina phaseoline* ve bir bakteriyel izolat petri kabının kenarından 1 cm uzaklıkta karşılıklı ekimleri yapılarak ve 28±2°C'de kontrol grubunun petriyi kaplamasıyla birlikte deneme sonlandırılmıştır. İkili tesleme kültürlerindeki fungusların radyal büyüme çapları ve var ise inhibisyon zonları ölçülmüştür. Fungusların radyal büyüme çapları, inhibisyon yüzdesinin belirlenmesi için kullanılmıştır. Her deneme üç tekerrürlü kurulmuştur. Inhibisyon yüzdesinin belirlenmesinde kullanılan formül aşağıda verilmiştir (Christy, 2012).

$$\text{İnhibisyon Yüzdesi} = \frac{R1 - R2}{R1} \times 100$$

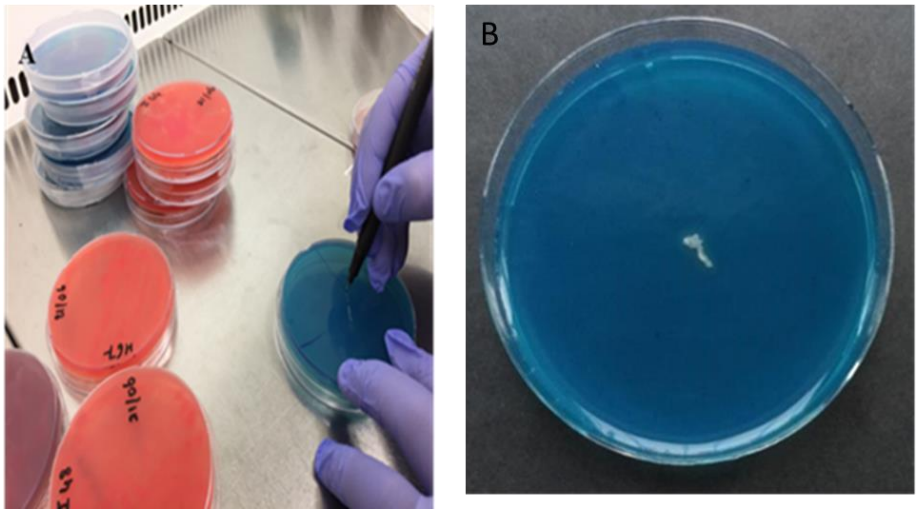
(R1: Kontrol grubu fungusun radyal çapı, R2: İkili testleme sonucu elde edilen fungusun radyal çapı). Antifungal aktivite Göğüsgeren (2009) 'a göre %30-50 arası orta, %51 ve üzeri yüksek düzeyde inhibisyon olarak değerlendirilmiştir.

***Bacillus* spp.'nin Bitki Gelişimini Teşvik Edici Özelliklerinin Belirlenmesi**

Siderofor Üretiminin Belirlenmesi

Siderefor üretiminin belirlenmesi Klement ve diğerlerine (1990) göre yapılmıştır. Deneme Blue-CAS Agar besiyeri kullanılarak yapılmıştır (Tablo 2.4). Blue-CAS Agar besiyeri içeren petrilerin herbirine bakteriyel izolatlar nokta ekimi yapılmış (Şekil 2.1) ve 28±2°C'de 7 gün inkübasyon sonrası koloni çevresinde gözlenen sarı zonların çapları mm olarak ölçülerek değerlendirilmiştir. Her deneme üç tekerrürlü kurulmuştur.

Şekil 2.1 Siderofor üretiminin belirlenmesi ve ekim aşaması

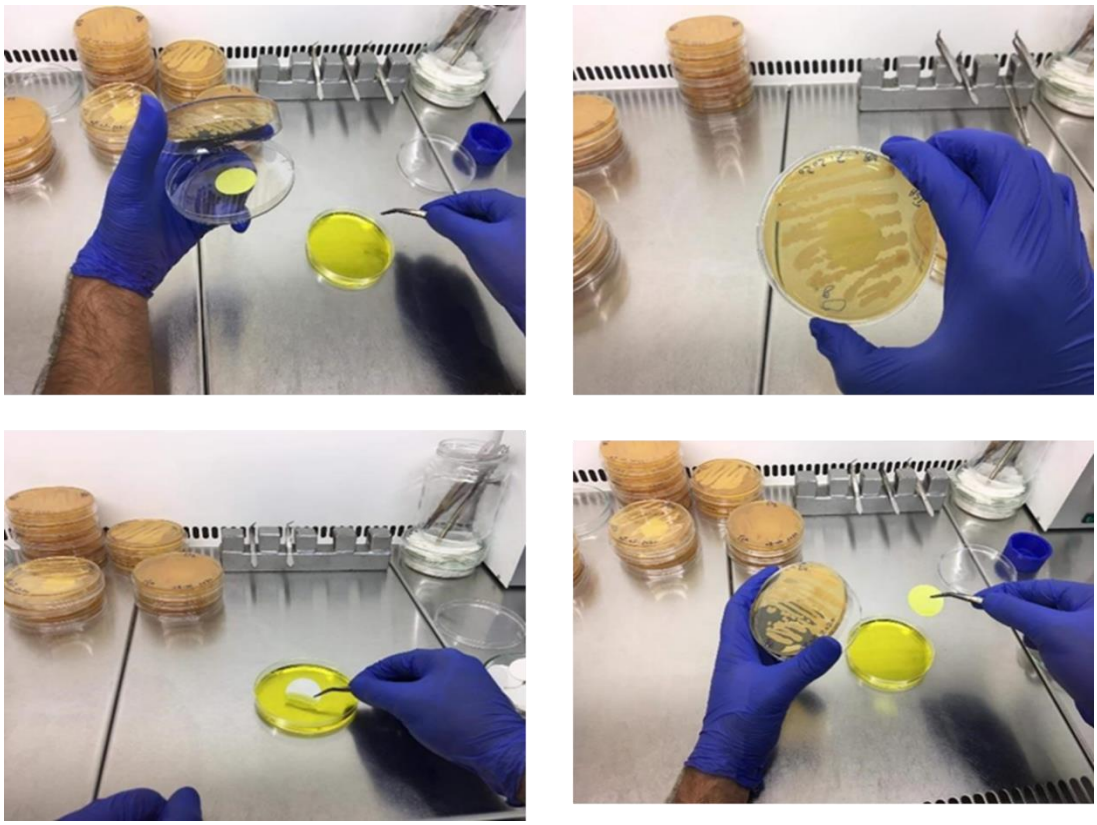


HCN (Hidrojen siyanid) Üretiminin Belirlenmesi

Hidrojen siyanid (HCN) aktivitesinin belirlenmesi Bakker ve Skipper (1987) yöntemine göre yapılmıştır. buna göre; TSA besi yeri üzerine 4.4 g/l glisin içeren 100 µl solusyon steril baget yardımıyla yayıldıktan sonra, bakteriyel inokülasyon çizgi ekim yöntemiyle yapılmış ve 28±2°C'de 2 gün inkübasyona bırakılmıştır.

İnkübasyon sonrası %0.5 pikrik asit - %2 sodyum karbonat çözeltisi steril Whatman filtre kağıdına emdirilerek (Şekil 2.2), petri kapağının iç yüzeyine yerleştirilmiş ve 5 gün boyunca ters çevrilerek inkübasyona devam edilmiştir. Her deneme üç tekerrürlü kurulmuştur. İnkübasyon sonunda filtre kâğıdındaki sarıdan-kahverengi turuncuya doğru olan renk değişimi HCN üretiminin göstergesi olarak kabul edilmiştir.

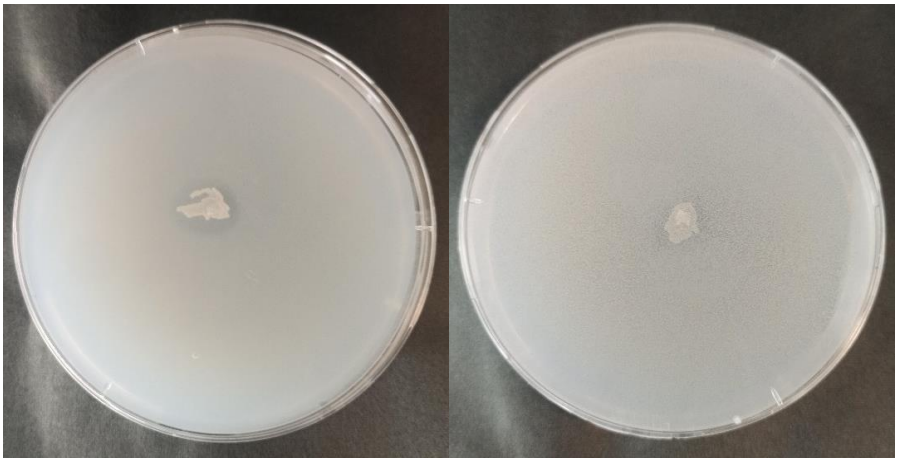
Şekil 2.2 HCN Aktivitesini belirlenmesinde %5 pikrik asit- %2 sodyum karbonat çözeltisinin Whatman kağıdına emdirilme ve yerleştirme aşamaları



Fosfat Çözme Aktivitesinin Belirlenmesi

Fosfat çözme aktivitesi deneyi Nautiyal (1999)'e göre yapılmıştır. Önceden hazırlanan NBRIB Agar besiyerlerinin tam ortasına nokta ekim yapılmış ve 28±2°C'de 14 gün boyunca inkübasyona bırakılmıştır. Bu süre sonunda bakteri kolonileri çevresinde oluşacak zonların çapları mm olarak ölçülerek fosfat aktivitesi olarak değerlendirilmiştir. Her bakteri için deneme üç tekrarlı yapılmıştır..

Şekil 2.3 Fosfat çözme aktivitesinin belirlenmesi



İndol (IAA) Üretimin Belirlenmesi

İndol üretiminin belirlenme deneyi, Bric vd. (1991) yöntemine göre yapılmıştır. 20 ml 32 adet Nutrient Broth (NB) besiyeri falkon tüplerinde hazırlanmış ve 15 dakika 121ºC'de steril edilmiştir. Steril edilen her tüpe 1 ml %0.05'lik L-TRP ilave edilmiştir. Daha önceden hazırlanmış olan10^{-8} cfu/ml yoğunlukta bakteri içeren süspansiyondan 20 µl her bir tüpe ilave edilmiş ve 30°C'de 120 rpm' de 24 saat inkübasyona bırakılmıştır. Bu işlem sonunda elde edilen sıvı kültür 6000 rpm'de 10 dakika santrifüj edilir ve süpernatant steril Whatman kağıdı ile süzülmüştür. Elde edilen flitrat tekrar 1000 rpm'de 5 dakika santrifüj edilmiş ve elde edilen süpernatanttan 3ml alınarak ayrı bir tüpe aktarılarak üzerine 2 ml salkowski (2 ml 0,5 M $FeCl_3$ + 98 ml %35'lik HCIO4) ayracı ilave edilmiştir. Daha sonra 30 dakika beklenmiş ve tüpte oluşacak pembemsi renk değişimi IAA üretimin göstergesi olarak kabul edilmiştir.

Şekil 2.4 IAA üretiminin belirlenmesi filtrat elde etme aşaması

Üçüncü Bölüm
Bulgular ve Tartışma

Bulgular

Bu çalışmada yağlı tohumlu bitkilerden olan mısır, soya ve ayçiçeğinden elde edilen *CHP421,* Amp3-1 ve SMP-7 kodlu *M. phaseolina* izolatları ve *Bacillus* türü bakterilerden elde edilen 10 izolat kullanılmış ve izolat kodları Tablo 3.1 verilmiştir. *Bacillus* ssp.'nin *M. phaseolina*'ya karşı in vitro biokontrol aktiviteleri ve PGP özeliklerden olan İndol üretimi, HCN üretimi, siderofor üretimi ve fosfat çözme aktivitesi belirlenmiş ve deney sonuçları değerlendirilmiştir.

Tablo 3.1 *Bacillus* spp. kod ve tür isimleri

B4	MH323438	*B. amyloliquefaciens*
S2	MH323439	*B. amyloliquefaciens*
D8	MH323450	*B. atrophaeus*
L5	MH323454	*B. atrophaeus*
E34	MH324397	*B. licheniformis*
O8	MH324398	*B. licheniformis*
C9	MH324746	*B. pumilus*
D7	MH324747	*B. pumilus*
A4	MH321905	*B subtilis*
Z2	MH321930	*B subtilis*

Bacillus spp.'nin *M. phaseolina*'ya Karşı *in vitro* Biokontrol Aktivitesi

Kullanılan her bir *M. phaseolina* izolatına karşı *Bacillus* ssp. suşlarının neden olduğu miselyum büyüme inhibisyon yüzdeleri arasındaki farklar anlamlı bulunmuştur. En etkili olan bakteriyel suşlardan B4, S2, D7 ve C9'un en yüksek inhibisyon yüzdesine sahip olduğu ($p \geq 0.05$) ve diğer suşlar ile inhibisyon yüzdesi bakımından, istatistiksel olarak anlamlı bir farka ($p \leq 0.05$) sahip oldukları belirlenmiştir (Tablo 3.2).

CHP421 kodlu *M. phaseolina* izolatına karşı, bakteri suşlarının %90'nın antagonistik aktiviteye sahip olduğu ve bunlardan %44,44'nün orta ve %55,56'sının ise yüksek antagonistik aktiviteye sahip olduğu belirlenmiştir. *CHP421* kodlu *M. phaseolina* izolatına karşı en yüksek antagonistik aktiviteye sahip izolatın %56,67 ile S2 olduğu, C9 (%53.33), B4 (%52.59), D8 (%51.50) ve D7 (%50.74) izolatlarının da yüksek inhibisyon yüzdesine sahip olduğu görülmüştür (Tablo 3.2).

Amp3-1 kodlu *M. phaseolina* izolatına karşı, bakteri suşlarının %90'nın antagonistik aktiviteye sahip olduğu ve bunlardan %66,67'sinin orta ve %33,33'nün ise yüksek antagonistik aktiviteye sahip olduğu belirlenmiştir. Amp3-1 kodlu *M. phaseolina* izolatına karşı en yüksek antagonistik aktiviteye sahip izolatın %72,59 ile B4 olduğu, D8 (%53,33) ve S2 (%51.66) izolatlarının da yüksek inhibisyon yüzdesine sahip olduğu görülmüştür (Tablo 3.2).

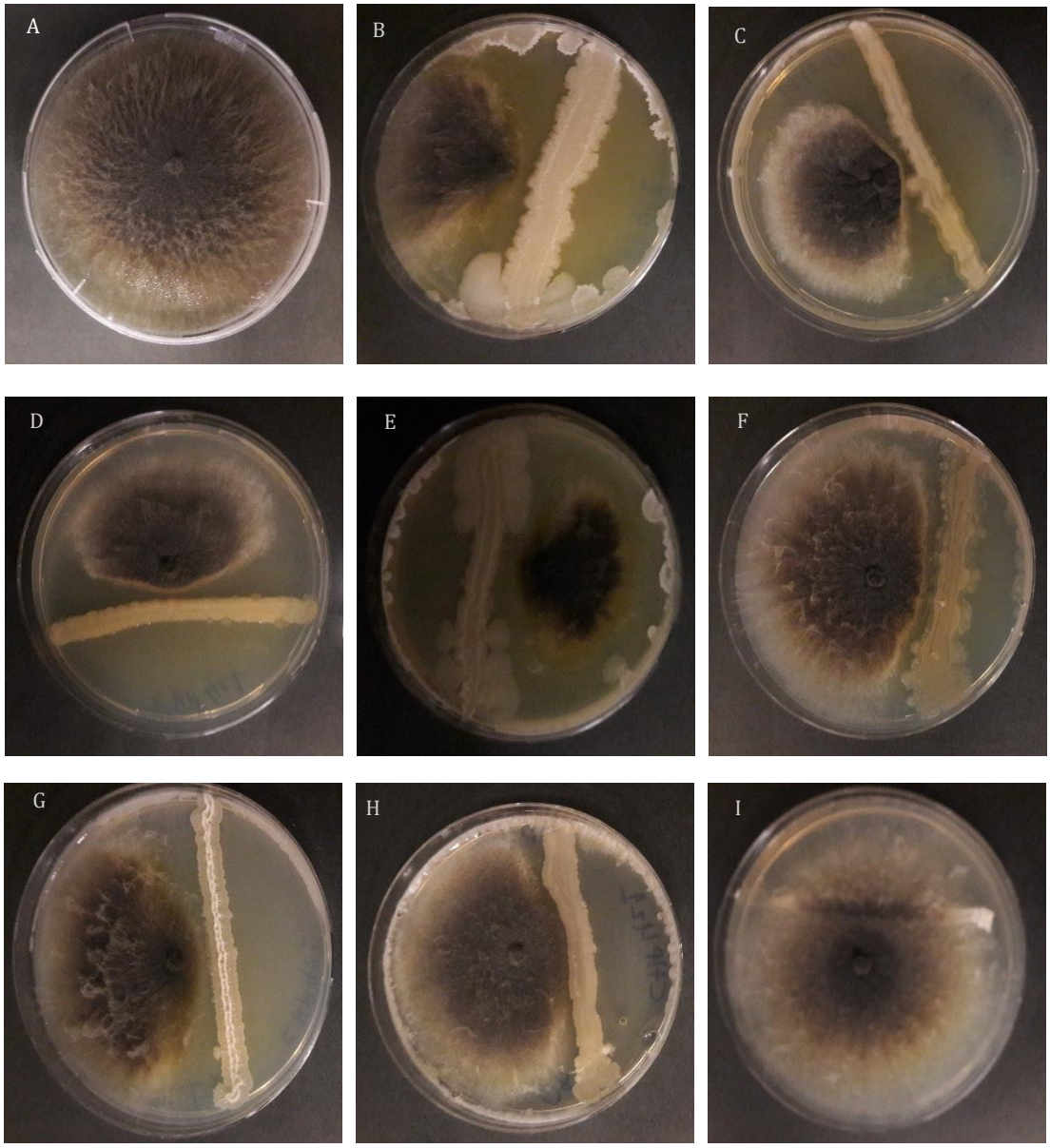
SMP-7 kodlu *M. phaseolina* izolatına karşı, bakteri suşlarının %90'nın antagonistik aktiviteye sahip olduğu ve bunlardan %55,56'sının orta ve %44,44'nün ise yüksek antagonistik aktiviteye sahip olduğu belirlenmiştir. SMP-7 kodlu *M. phaseolina* izolatına karşı en yüksek antagonistik aktiviteye sahip izolatın %66,66 ile B4 olduğu, D8 (%63.70), S2 (%59.33) ve C9 (%54.44) izolatlarının da yüksek inhibisyon yüzdesine sahip olduğu görülmüştür (Tablo 3.2).

Tablo 3.2 *Bacillus* ssp.'nin *M. phaseolina*'ya karşı antagonistik etkileri

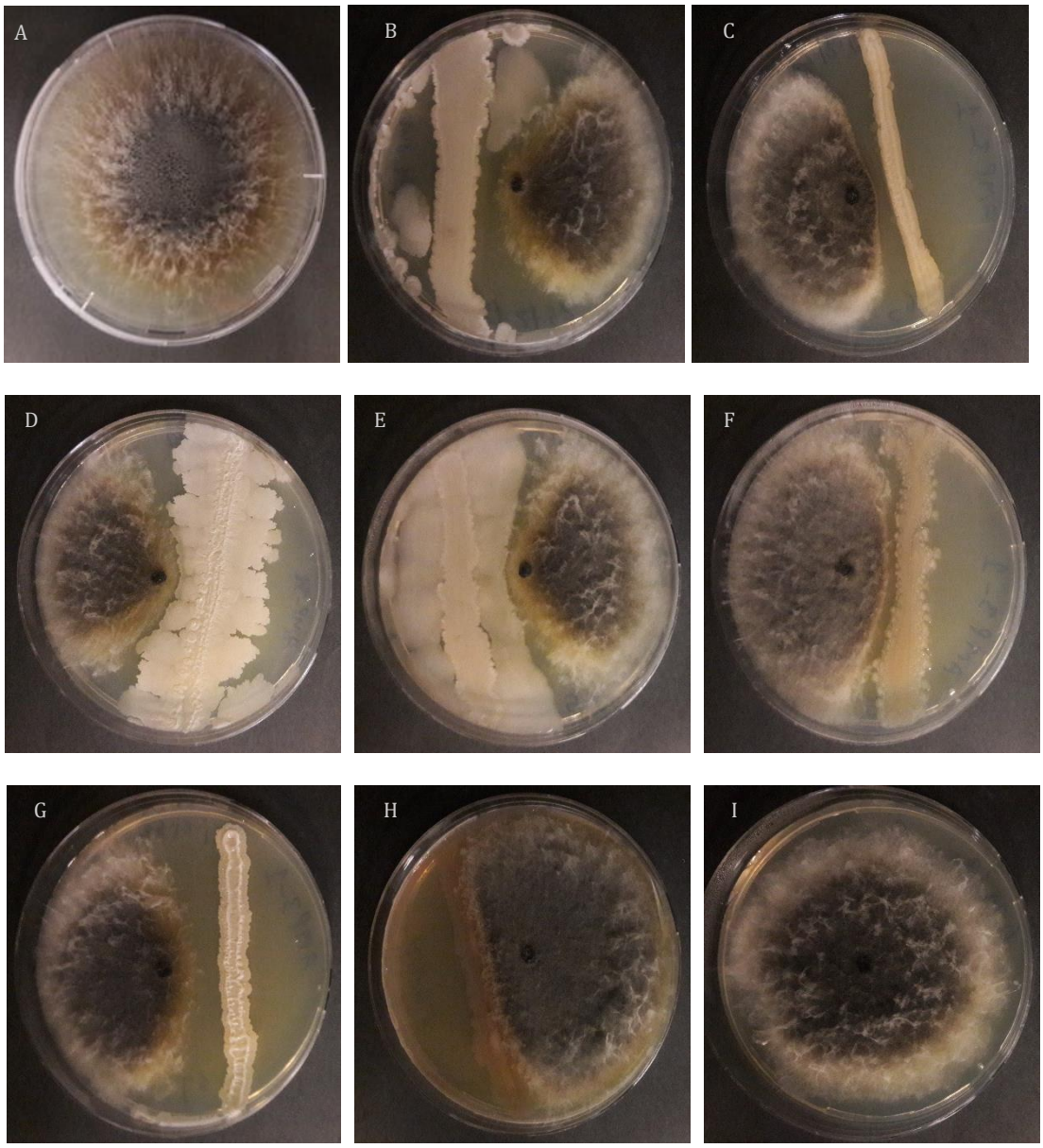
***Bacillus* ssp. İzolatlar**	***M. phaseolina* İzolatları**		
	İnhibisyon Yüzdesi %		
	CHP421	**AMP3-1**	**SMP-7**
$D7_{bc}$	50,74*	42,22 **	42,22**
$O8_{bc}$	41,85**	41,48**	44,44**
$E4_{bc}$	40,37**	39,62**	43,33**
$L5_{bc}$	45,18**	44,81**	46,29**
$B4_{d}$	52,59 *	72,59*	66,66*
$A4_{bc}$	47,22**	47,41**	44,44**
$D8_{cd}$	51,51*	53,33*	63,7*
$S2_{cd}$	56,67*	51,66*	59,33*
$C9_{bcd}$	53,33*	47,04**	54,44*
$Z2_{a}$	3,70	11,11	11,11

* Yüksek düzeyde inhibisyon aktivitesi, ** Orta düzeyde inhibisyon aktivitesi, **a,b,c,d** farklı harfler içeren izolatlar arası inhibisyon yüzdesindeleri arasındaki fark, istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p \leq 0.05$)

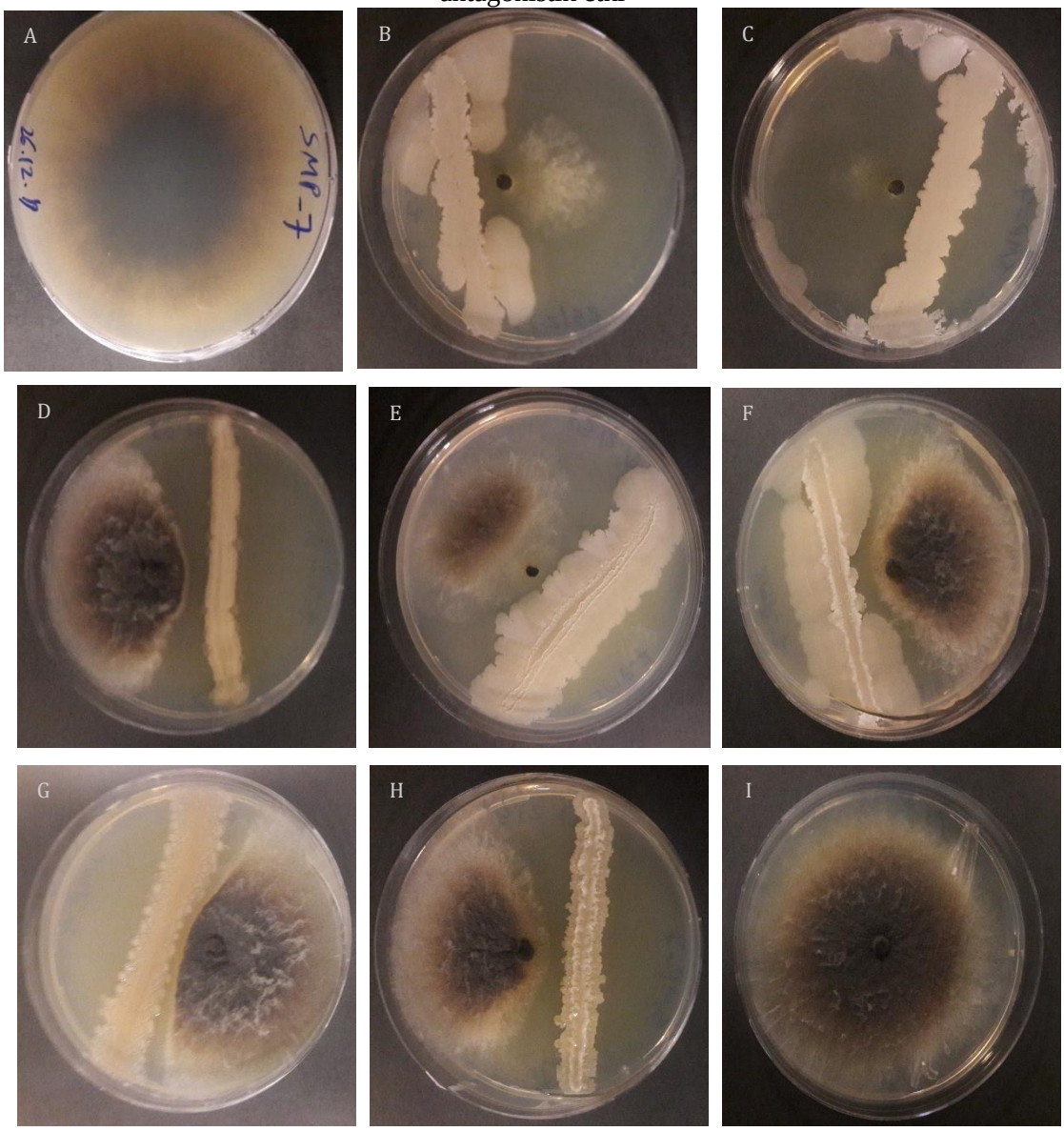
Şekil 3.1 A: CHP421 *M. phseolina* kontrol, B: B4, C: C9, D: D7, E: S2, F: E4, G: l5, H: O8, I: Z2 antagonistik etki



Şekil 3.2 A: AMP3-1 *M. phseolina kontrol*, B: B4, C: C9, D: D7, E: S2, F: E4, G: l5 H: O8, I: Z2 antagonistik etki



Şekil 3.3 A: SMP-7 *M. phseolina kontrol*, B: B4, C: C9, D: D7, E: S2, F: E4, G: l5 H: O8, I: Z2 antagonistik etki



***Bacillus* ssp.'nin Bitki Gelişimini Teşvik Edici Özellikleri**

Bacillus ssp.'nin i*n vitro* bitki gelişimini teşvik edici özelliklerinin belirlenmesi amacıyla, Blue-CAS Agarda siderofor üretimi, NB'de IAA üretimi, TSA'da HCN üretimi,ve NBRIP Agarda fosfataz aktiviteleri çalışılmış ve elde edilen veriler Tablo 3.3'de verilmiştir.

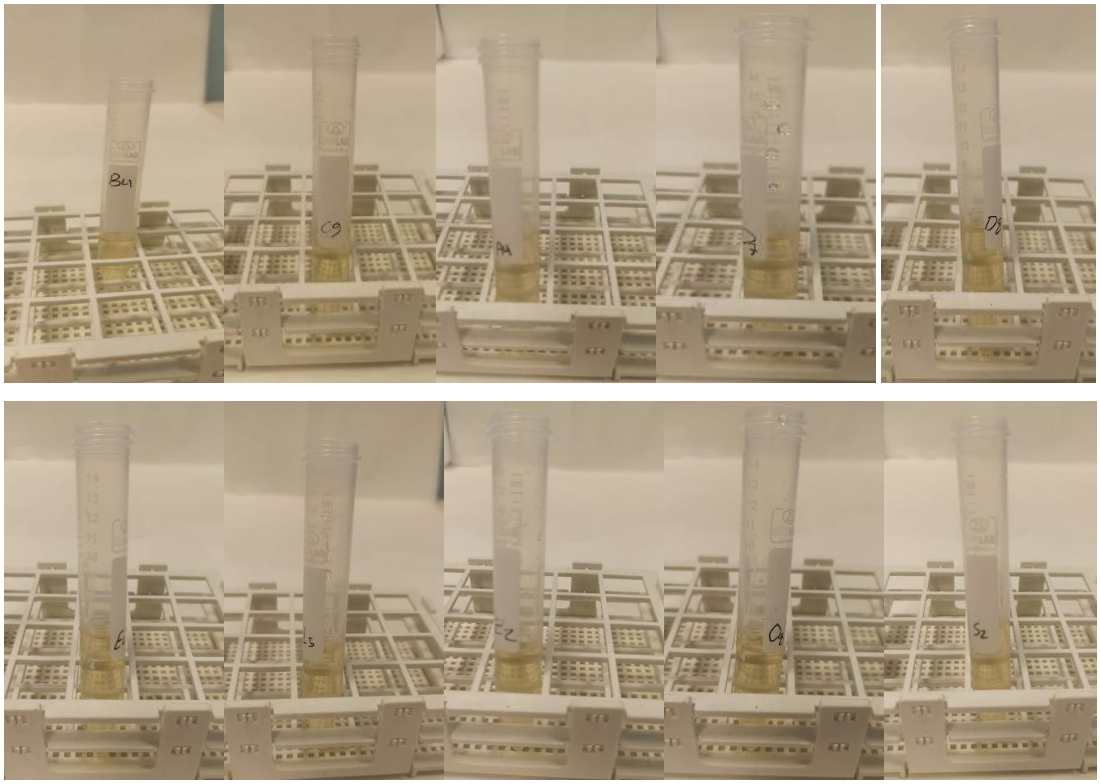
Tablo 3.3 Bacillus ssp. bakterilerin bitki gelişimi teşvik edici özellikleri

***Bacillus* ssp.**	**Siderofor Üretimi**	**Fosfat Çözme**	**Hcn Üretimi**	**İndol Üretimi**
D7	14,33	-	-	-
O8	35,33	-	-	-
A4	24	-	-	-
C9	13,6	-	-	-
L5	31,75	-	-	-
S2	23,5	-	-	-
Z2	24	-	-	-
B4	33,5	-	-	-
D8	37,6	-	-	-
E4	37,6	-	-	-

IAA (Indol asetik asit) üretimi

IAA üretiminin belirlenmesi için %0.05 L- TRP (L-Tiriptofan) içeren ve bakteriyel ekimin yapıldığı besiyerleri 30°C'de 120 rpm'de 2 gün inkübasyona bırakılmış ve inkübasyon süresi sonunda elde edilen filitrata İndol Asetik Asit üretiminin olup olmadığının belirlenmesi için salkowski ayracı ilave edilmiştir. Buna göre pembe renk oluşumu bakterilerin IAA aktivitesinin bir göstergesi olarak kabul edilmiştir (Şekil 3.4). Elde edlen verilere göre deneyde kullanılan bakteriyel izolatların herhangi birinde IAA aktivitesinin olmadığı belirlenmiştir (Tablo3.3).

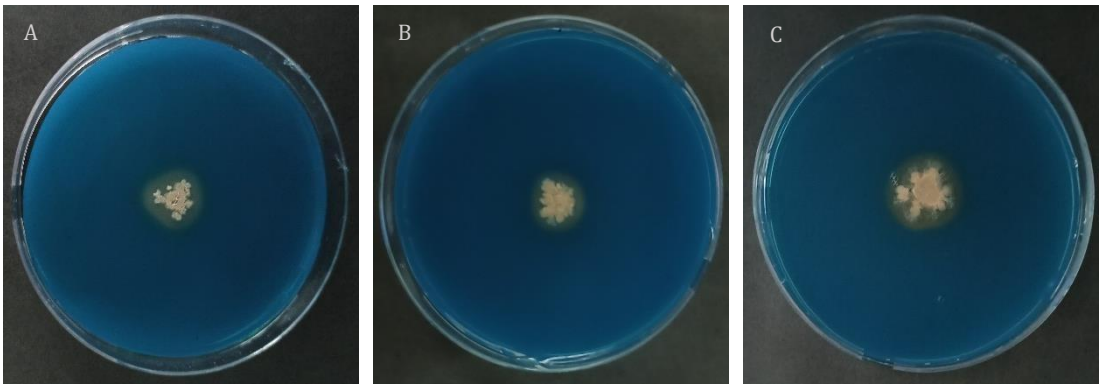
Şekil 3.4 İndol üretiminin belirlenmesi

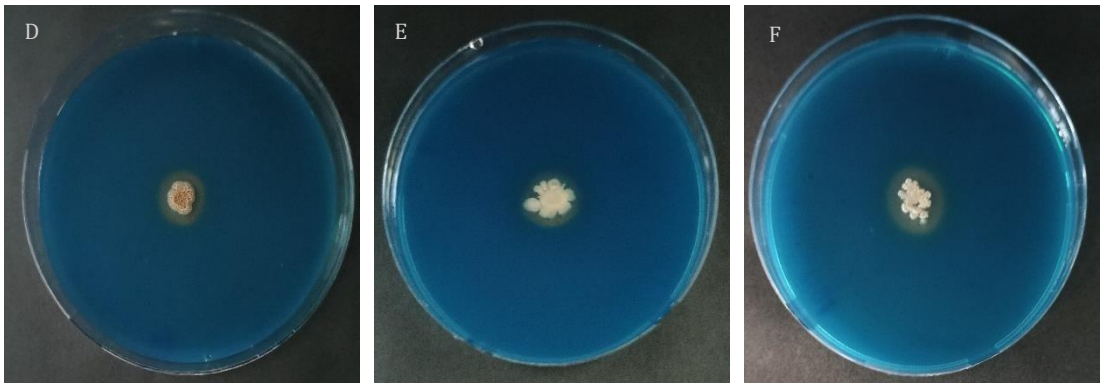


Siderofor üretim aktivitesinin belirlenmesi

Bacillus ssp.'nin siderofor üretim aktivitelerinin belirlenmesi için Blue CAS-Agar besi yerine ekim yapıldıktan sonra 30°C'de 7 gün inkübasyon sonucunda koloni çevresinde oluşan zonlar milimetrik olarak çapları belirlendi. Buna göre en fazla siderofor üretimi gösteren izolatlar D8: 37.6 mm, E4: 37.6 mm, O8: 35.33 mm, B4:33.5 mm, L5:31.75 mm iken, diğer izolatların siderofor üretimleri, Z2: 24 mm, A4: 24 mm, S2: 23.5 mm en az aktivite gösteren izolatlar C9:13.6 mm, D7: 14.33 mm olarak belirlenmiştir (Tablo3.3 , Şekil 3.5).

Şekil 3.5 *Bacillus* ssp.'nin siderofor üretimi A: B4, B: D8, C: O8, D: S2, E: L5, F: E4

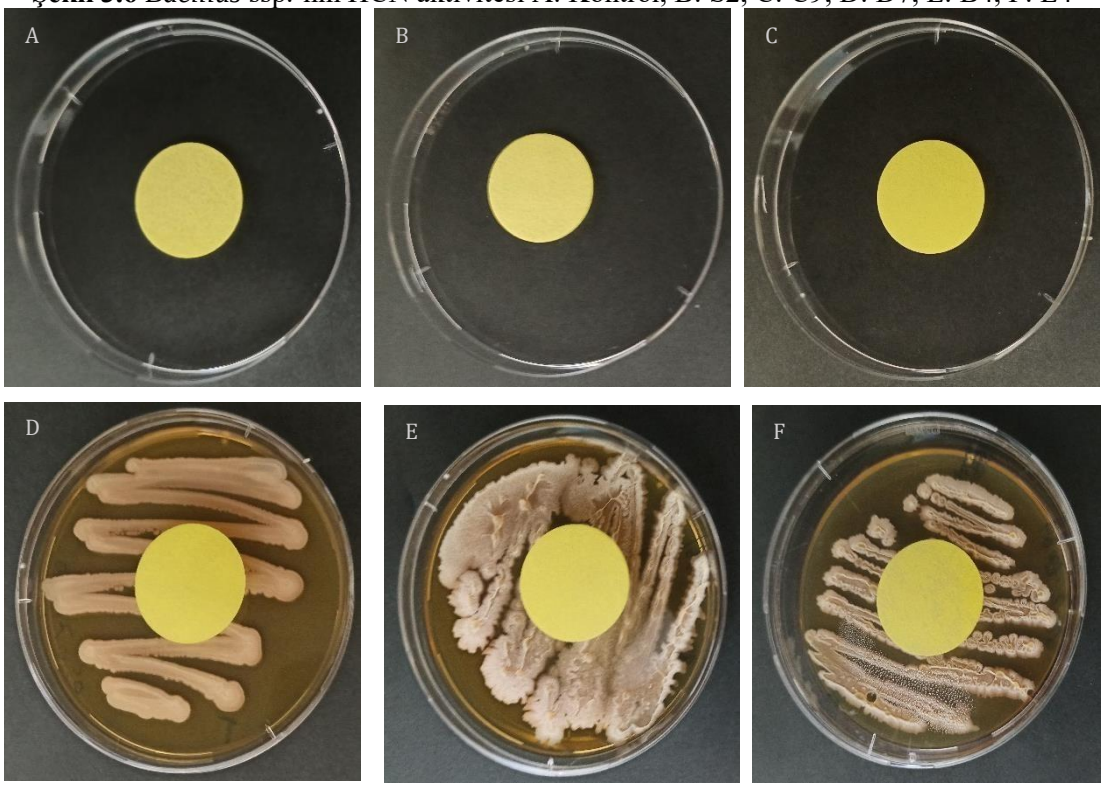




HCN (Hidrojen Syanid) üretimi

Hidrojen syanid aktivitesi belirlenmesi işlemi 4.4g/l gilisin içeren besiyerinde %0,5 pikrik asit ve %2 sodyum karbonat içeren çözelti emdirilmiş filtre kağıdındaki sarıdan-kahverengi turuncuya doğru olan renk değişimi ile yapılmıştır. Buna göre; bütün bakterilerin HCN aktivitesi olmadığı belirlenmiştir (Şekil 3.6).

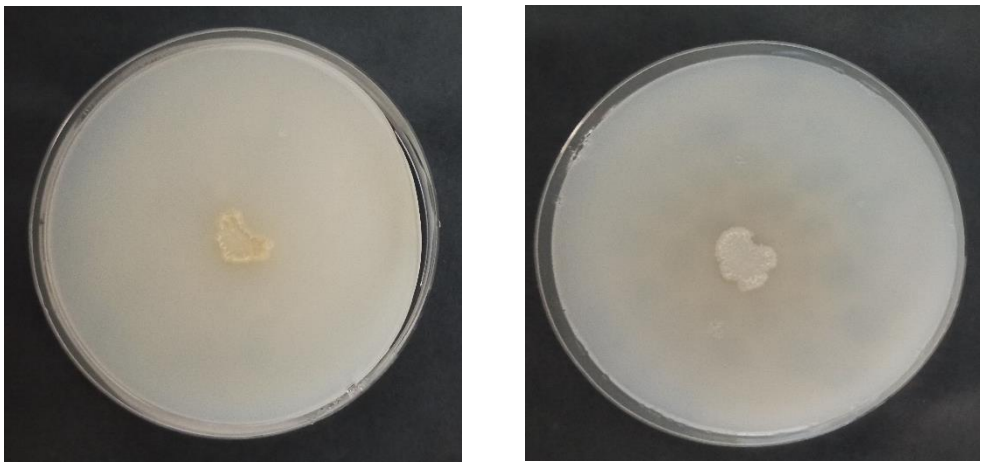
Şekil 3.6 *Bacillus* ssp.'nin HCN aktivitesi A: Kontrol, B: S2, C: C9, D: D7, E: B4, F: E4



Fosfat Çözme Aktivitesi

Fosfat çözme aktivitesinin belirlenmesi için NBRIP Agar besiyerinde bakteri ekimi yapıldıktan sonra 30 °C'de 14 gün inkübasyona bırakılmış ve inkübasyon sonrası, çalışmada kullanılan bakteriyel izolatların fosfat çözme aktivitesinin olmadığı belirlenmiştir (Şekil 3.7).

Şekil 3.7 Fosfat çözme aktivitesi NBRIP Agar besiyerine ekim



Tartışma

Dünyada yağlı tohumlu bitkiler arasında; soya fasulyesi, ayçiçeği, kolza, mısır, zeytin, susam, palmiye ve hindistan cevizi bitkileri yer almaktadır. Ülkemizde bu bitkiler arasında özellikle ayçiçeği, zeytin, mısır ve soya fasulyesi (Kolsarıcı vd., 2006) ekimi yapılan ve endüstriyel öneme sahip yağlı tohumlu bitki grubunu oluşturmaktadır.

Yağlı tohumlu bitkilerin üretiminin önündeki önemli engellerden biride parazitler ve fungal hastalıklardır. Bu fungal etmenlerden biri olan *M.phaseolina*, dünya çapında yaklaşık 500 ekili ve yabani bitki türünde geniş bir konak yelpazesine sahip toprak kökenli bir fitopatojendir (Khan, 2007). Bu patojen ekonomik olarak önemli çeşitli bitkilerde, kömür çürüklüğü ve kök çürüğü hastalıkları ile yıkıcı kayıplara neden olmaktadır (Khan, 2017). Bu bitkiler arsında *Arachis hypogaea* (yerfıstığı), *Beta vulgarius* (pancar), *Brassica oleracea* (lahana), *Capsicum annuum* (biber), *Cicer arietinum* (nohut), *Citrus* spp (turunçgiller), *Cucumis* sp. (kavun), *Fragaria* sp. (çilek), *Glisin max* (soya fasulyesi), *Gossypium* sp. (pamuk), *Sesamum indicum* (susam), *Solanum tuberosum* (patates), *Sorghum bicolor* (sorghum), *Vigna unguiculata* (fasulye), *Zea mays* (mısır) ve *Helianthus annuus* (ayçiçeği) gibi önemli endüstriyel bitkiler yer almaktadır (Purkayastha vd., 2006; Ghosh, 2018).

Yağlı tohumlu bitkilerde üretimi ve verimliliği artırmak ve kimyasal pestisit ilaçlardan kurtulmak özellikle tarımda kullanılan kimyasalların sağlık acısında endişe kaynağı olması son yıllarda biyolojik mücadelenin ve bitkiler ile bakteriler arasındaki ilişkinin anlaşılması ve geliştirilmesinin önemi artmaktadır. Bu nedenle *Bacillus* cinsi bakterilerin bitki gelişimini teşvik eden (PGP) özeliklerinin etkin bir şekilde kullanılması, bu konudaki sorunları ortadan kaldırmak için bir alternatif olabilir.

Bu çalışmada yağlı tohumlu bitkilerde ve özellikle, Ayçiçeği, Mısır ve Soya fasulyesinde kömür çürüklüğü ve kök çürüğü hastalıkları ile yıkıcı kayıplara neden olan fungal etmenlerin başında gelen *M. phaseolina'*nin CHP421, AMP3-1 ve SMP7 olmak üzeri üç farklı izolatına karşı biyolojik kontrol ajanları olarak *Bacillus* spp.'nin kullanılabilirliği ve bu türlerin önemli PGP (Bitki büyümesini teşvik edici) özellikleri belirlenmiştir. *Bacillus* ssp.'nin biyokontrol aktivitelerinin değerlendirilmesinde ikili kültür testi uygulanmıştır. Bu uygulamada *M. phaseolina* ve bir bakteriyel izolat petri kabının kenarından 1 cm uzaklıkta karşılıklı olarak ekimleri yapılarak ve 30°C'de kontrol grubunun petri kabını tamamen kaplamasıyla birlikte deneme sonlandırılmıştır. İkili tesleme kültürlerindeki *M. Phaseolina'*nin radyal gelişim çapı ve var ise oluşan inhibisyon zonları ölçülmüştür. Buna göre; Her *M. phaseolina* izolatına karşı, aynı bakteri suşlarının neden olduğu miselyum büyüme inhibisyon yüzdeleri arasındaki fark, istatistiksel olarak değerlendirilmiştir.

Buna göre; *CHP421* kodlu *M. phaseolina* izolatına karşı, bakteri suşlarının %90'nın antagonistik aktiviteye sahip olduğu ve bunlardan %44,44'nün orta ve %55,56'sının ise yüksek antagonistik aktiviteye sahip olduğu belirlenmiştir. *CHP421* kodlu *M. phaseolina* izolatına karşı en yüksek antagonistik aktiviteye sahip izolatın %56,67 ile S2 olduğu, C9 (%53.33), B4 (%52.59), D8 (%51.50) ve D7 (%50.74) izolatlarının da yüksek inhibisyon yüzdesine sahip olduğu görülmüştür (Tablo 3.2). Amp3-1 kodlu *M. phaseolina* izolatına karşı, bakteri suşlarının %90'nın antagonistik aktiviteye sahip olduğu ve bunlardan %66,67'sinin orta ve %33,33'nün ise yüksek antagonistik aktiviteye sahip olduğu belirlenmiştir. Amp3-1 kodlu *M. phaseolina* izolatına karşı en yüksek antagonistik aktiviteye sahip izolatın %72,59 ile B4 olduğu, D8 (%53,33) ve S2 (%51.66) izolatlarının da yüksek inhibisyon yüzdesine sahip olduğu görülmüştür (Tablo 3.2). SMP-7 kodlu *M. phaseolina* izolatına karşı, bakteri suşlarının %90'nın antagonistik aktiviteye sahip olduğu ve bunlardan %55,56'sının orta ve %44,44'nün ise yüksek antagonistik aktiviteye sahip olduğu belirlenmiştir. SMP-7 kodlu *M. phaseolina* izolatına karşı en yüksek antagonistik aktiviteye sahip izolatın %66,66 ile B4 olduğu, D8 (%63.70), S2 (%59.33) ve C9 (%54.44) izolatlarının da yüksek inhibisyon yüzdesine sahip olduğu görülmüştür (Tablo 3.2). Bu verilere göre, inhibisyon yüzdesi en fazla AMP3-1 kodlu izolatına karşı olduğu ve en düşük inhibisyon yüzdesinin ise CHP421 kodlu izolata karşı olduğu belirlenmiştir (Tablo 3.2). *Bacillus* farklı tür ve suşları tarafından üretilen sekonder metabolitlerin, farklı bitki patojenlerine karşı antibakteriyel ve antifungal aktivite gösterdiği belirtilmektedir (Ongena, 2008; Hartman, 2002). *B. cereus*, gram pozitif, spor oluşturucu bir bakteridir. Bununla birlikte bu türün çeşitli suşları bitki büyümesini arttırıcı rizobakteriler olarak kullanılmak üzere ilginç bir potansiyel sergiler. *B. cereus* suşu CITVM-11.1'in birçoğu bitki-bakteri etkileşimlerine potansiyel olarak dahil olabilir ve bu suşun kömür kökü çürüklüğü oluşturan *M. phaseolina* 'ya karşı gösterilen güçlü antagonistik aktivitesine katkıda bulunabileceği bildirilmiştir (Caballero vd., 2018). *B. subtilis* subsp. PGPMori7 ve *B. amyloliquefaciens* PGPBacCA1, *M. phaseolina* (Tassi) Goid'e karşı değerlendirilmiştir. Hücre süspansiyonu (CS), hücre içermeyen süpernatan (CFS) ve PGPMori7 ve PGPBacCA1'in lipopeptid franyksiyonu (LF), üç farklı *M. phaseolina* suşuna karşı taranmıştır. *B. amyloliquefaciens* PGPBacCA1 inhibisyon bölgesinde surfaktin, iturin ve fengisin üretirken, buna karşılık PGPMori7, *M. phaseolina* miselyum büyümesini inhibe ettimiştir (Torresa vd., 2016). *B. subtilis, B. pumilus* ve *B. licheniformis* gibi bu cinse ait bazı türler antifungal aktiviteye sahip oldukları kabul edilmektedir.

Bitki gelişimini teşvik edici özelliklerinden (PGPR) olan İndol Asetik Asit (IAA), HCN üretimi, siderofor üretimi ve fosfat çözme aktivitesi gibi özellikler çalışılmış ve elde edilen sonuçlar değerlendirilmiştir. Bakteriyel izolatlar IAA üretimi aktiviteleri açısından değerlendirildiği zaman bütün bakteriyel izolatların IAA üretim aktivitesinin olmadığı belirlendi. İndol asetik asit bitki hücre bölünmesi, büyümesi, hücrelerin ve dokuların farklılaşmasını etkileyen en önemli oksinlerden birisidir. Ayrıca kök gelişimini uyarır ve odunsu dokunun oranını ve kök oluşumunu artırmaktadır. Aynı zamanda klorofil ve stres faktörlerine direnççide etkilemektedir. (Tsavkelova vd., 2006). HCN üretimi TSA besiyerinde glisin varlığında rengin sarı-kahverengi turuncuya olan renk değişimi ile belirlenmiştir. Denemede kullanılan hiçbir besiyerinde renk değişimi gözlemlenmemiştir. HCN glisin varlığında HCN sentaz enzimi aracılığıyla üretilen sekonder bir metabolittir (Castric, 1994). Bitki gelişimini etkileyen faktörlerden biride demir eksikliğidir. Bitkiler geliştikleri ortamdan sürekli Fe'i almak zorundadır. Yaşlı yapraklardan genç yapraklara Fe'in aktarılmaması nedeniyle, büyüme organlarının gereksinimini sürekli Fe alarak karşılayabilmektedir (Aktaş, 1994). Demir bitkiler için bir mikro besin kaynağı sayılsa' da bitki gelişimi için çok önemlidir; klorofil sentezi, redoks reaksiyonları ve birçok fizyolojik aktivite için gereklidir (Briat vd., 1995). Toprakta bulunan demirin çok az bir kısmı serbest iyon şeklindedir. Demir genel olarak zor çözünen ferrik hidroksit polimerleri şeklinde bağlanmış halde bulunur. Toprakta bulunan sınırlı serbest demir iyonunu ve kompleks demirinin serbest hale getirilmesi için bitki, fungus ve bakteriler demire uyum sağlayan suda çözünebilen Sideroforlar üretirler (Altın ve Bora, 2005). Bu çalışma kapsamında *Bacillus* ssp.'nin bakterilerin siderofor üretim aktivitesi incelenmiş ve Blue-CAS Agar besi yerinde 30°C'de 7 gün inkübasyona bırakılmıştır. İnkübasyonun sonunda bakteriyel koloniler çevresinde oluşan zonların çapları mm ölçülerek değerlendirilmiştir. Buna göre; *Bacillus* ssp.'nin siderofor üretimi 1.6- 37.6 mm arasında değiştiği belirlenmiştir. Siderofor üretimi en fazla D8, E4 kodlu izolatlarda 37.6 mm olarak

belirlenirken, siderofor üretimi C9 kodlu izolat da 13.6 mm olduğu görülmüştür. Diğer taraftanam yaptığımız çalışmada kullanılan *Bacillus* ssp.'nin fosfat çözme aktivitesinin olmadığı belirlenmiştir.

Sonuç

Tarımsal verimliliğin artırılması için kullanılan pestisitler ve kimyasal gübreler iyi sonuçlar vermesine rağmen neden olduğu çevre kirliliği ve kalıntı sorunlar insan sağlığını olumsuz yönde etkilemektedir (Sobieczewski vd., 1991). Bu kimyasalların uzun süre kullanılması patojenlerin direnç kazanmasına ve dayanaklı ırkların ortaya çıkmasına neden olur (Delen, 1991). Ayrıca tarım faaliyetlerini iyileştirmek için yapılan bu işlemler bitki gelişimini sınırlayan böcek, fungus ve bakteriler gibi diğer hastalık etmenlerin artışına yol açmaktadır (Cuervo vd., 2015). Bu yüzden son yıllarda alternatif çözüm arama işlemleri hız kazanmıştır. (Pal ve Gardener, 2006) Bu yöntemlerin içinde yer alan biyolojik mücadele doğadan kaynaklanan sorunları doğadaki kaynakları kullanarak çözmeye çalışmaktadır (Bora ve Özaktan,1998). Bitki gelişimin uyaran Bacillus ssp. bakteriler bitki gelişimini teşvik ederken aynı anda patojenlerin gelişiminde engellemektedir (Kloepper, 1993; Lucas vd., 2000).

Bu kapsamda yapılan çalışmada farklı yağlı tohumlu bitkilerden elde edile *M. phaseolina* izolatlarına karşı *Bacillus* spp.'nin biyokontrol aktiviteleri ve PGP özeliklerinden olan siderofor üretim aktivitesi, HCN üretimi, fosfat çözme aktivitesi ve IAA üretimleri belirlenmiştir. Elde edilen sonuçlara göre biyolojik mücadelede farklı *Bacillus* ssp.'nin PGP özelliklerden antifungal aktivite özelliğinin öneme çıkmaktadır.

Kaynaklar

1. Abdalla, S. A., Algam, S. A., Ibrahim, E. A., ve Naim, A. M. E. (2014). In vitro screening of Bacillus isolates for biological control of early blight disease of tomato in shambat soil. *World J. Agric. Res*, *2*(2), 47-50.
2. Abdelmoteleb, A., Troncoso-Rojas, R., Gonzalez-Soto, T., ve González-Mendoza, D. (2017). Antifungical activity of autochthonous Bacillus subtilis isolated from Prosopis juliflora against phytopathogenic fungi. *Mycobiology*, *45*(4), 385-391.
3. Aktaş, M. (1994). Bitki besleme ve toprak verimliliği, Ankara Üniv. *Ziraat Fak. Yayınları*, *1361*.
4. Ammon, V., Wyllie, T. D., ve Brown, M. F. (1975). Investigation of the infection process of Macrophomina phaseolina on the surface of soybean roots using scanning electron microscopy. *Mycopathologia*, *55*(2), 77-81.
5. Avis, T. J., Gravel, V., Antoun, H., ve Tweddell, R. J. (2008). Multifaceted beneficial effects of rhizosphere microorganisms on plant health and productivity. *Soil biology and biochemistry*, *40*(7), 1733-1740.
6. Bakker, A. W., ve Schippers, B. (1987). Microbial cyanide production in the rhizosphere in relation to potato yield reduction and Pseudomonas spp-mediated plant growth-stimulation. *Soil Biology and Biochemistry*, *19*(4), 451-457.
7. Baydar, H., & Erbaş, S. (2014). Yağ bitkileri bilimi ve teknolojisi. *Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayın*, (97), 313.
8. Bennik, M. M. J. Verheul, A. Abee, T. Naaktgeboren-Stoffels, G. Gorris, L. G. M. Smid, E (1997). . J. Appl. Environ. Microbiol.,. 3628-3636.
9. Bric, J. M., Bostock, R. M., ve Silverstone, S. E. (1991). Rapid in situ assay for indoleacetic acid production by bacteria immobilized on a nitrocellulose membrane. *Applied and environmental Microbiology*, *57*(2), 535-538.
10. Caballero, J., Peralta, C., Molla, A., Del Valle, E. E., Caballero, P., Berry, C., ... ve Palma, L. (2018). Draft genome sequence of Bacillus cereus CITVM-11.1, a strain exhibiting interesting antifungal activities. *Journal of molecular microbiology and biotechnology*, *28*(1), 47-51.
11. Castric, P. (1994). Influence of oxygen on the Pseudomonas aeruginosa hydrogen cyanide synthase. *Curr. Microbiol., 29, 19-21.*

12. Christy JE. Tharmila S. Niranjan K (2012). Antagonistic activity of Trichoderma spp. and Bacillus spp. against Pythium aphanidermatum isolated from tomato damping off. *Arch Appl Sci Res 4:1623-1627.*
13. Cowan, M. M. (1999). Plant products as antimicrobial agents. *Clinical microbiology reviews*, *12*(4), 564-582.
14. Delen, N., 1991. Patojenlerin fungisitlere dayanıklılık sorunu. *TYUAP Ege-Marmara Dilimi, ABAV Toplantısı, 12-14 Mart, Menemen/İzmir.*
15. Demirbağ, Z., ve Demir, İ. (2005). Genel Mikrobiyoloji Laboratuarı Kitabı. *İkinci Baskı. Trabzon*.
16. Diourte, M., Starr, J. L., Jeger, M. J., Stack, J. P., ve Rosenow, D. T. (1995). Charcoal rot (Macrophomina phaseolina) resistance and the effects of water stress on disease development in sorghum. *Plant pathology*, *44*(1), 196-202.
17. Elçi, S, Kolsarıcı, Ö. (1987). Tarla Bitkileri. *Atatürk Üniverstesi Ziraat Fak.Yay No: 100., Ofset Basım:30, Ankara.*
18. FAOSTAT (Food and Agriculture Organization of The United Nations). 12 Aralık 2019 tarihinde http://faostat3.fao.org/home/E.
19. Felipe, V., Palma, L. ve Yaryura, P. M. (2017). Antagonistic activity of Bacillus sp. strain isolated in Córdoba, Argentina against Macrophomina phaseolina (Tassi) Goid.
20. Gálvez, A. Abriouel, H. López, R. L. Omar, N. B. (2007). *Int. J. Food Microbiol., 5170.*
21. Ghosh, T., Bıswas, M., Dhara, S., ve Ghosh, C. (2018). Mechanısms Involve In Jute Resıstance To Macrophomina Phaseolina: Strategıes For Developıng Resıstant Jute Varıetıes. *Plant Cell Bıotechnology And Molecular Bıology, 19(3-4), 91-106.*
22. Gökçora, H. (1956). Türkiye'de Yetiştirilen Mısır Çeşitlerinin Başlıca Vasıfları Üzerinde Araştırmalar. *AÜ Ziraat Fak. yay*, *86*.
23. Gürkan, M. (1995). Diyarbakır ve Şanlıurfa illerindeki susam ekim alanlarında görülen fungal hastalıkların belirlenmesi üzerine araştırmalar. *Gaziosmanpaşa Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bitki Koruma Anabilim Dalı (Yüksek Lisans Tezi), S*, *35*.
24. Hartman, GL, Rupe, JC, Sikora, EJ, Domier, LL, Davis, JA ve Steffey, KL (Eds.). (2015). *Soya fasulyesi hastalıkları ve zararlılarının özeti* . St. Paul, MN: Amerikan Fitopatoloji Derneği.
25. Hashem, A., Abd_Allah, E. F., Alqarawi, A. A., Radhakrishnan, R., ve Kumar, A. (2017). Plant defense approach of Bacillus subtilis (BERA 71) against Macrophomina phaseolina (Tassi) Goid in mung bean. *Journal of Plant Interactions*, *12*(1), 390-401.
26. İlker, E., Tatar, Ö. ve Gökçöl, A. (2010). Konvansiyonel ve organik tarım koşullarında bazı Soya çeşitlerinin performansları. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, *47*(1), 87-96.
27. Kanburoğlu, S.-Öğretir, K. (1980). Mısır Topraksu Genel Müdürlüğü, Eskişehir Bölge Topraksu Araştırma Enstitüsü Müd. Yay. Genel Yay. No: 146. Eskişehir: Çiftçi Bülteni seri no: 26.
28. Khan, A. N., Shair, F., Malik, K., Hayat, Z., Khan, M. A., Hafeez, F. Y. ve Hassan, M. N. (2017). Molecular identification and genetic characterization of Macrophomina phaseolina strains causing pathogenicity on sunflower and chickpea. *Frontiers in microbiology*, *8*, 1309.
29. Khan, S. N. (2007). Macrophomina phaseolina as causal agent for charcoal rot of sunflower. *Mycopath*, *5*(2), 111-118.
30. Kloepper, J. W. 1993. Plant Growth Promoting Rhizobacteria as Biological Control Agents. Soil Microbial Ecology, F. Blaşne Metting, J. ed. Marcel Dekker, Inc. New York, 255-274.
31. Kolsarıcı, Ö., Gür, A., Başalma, D., Demir Kaya, M. ve İşler, N. (2006). Yağlı Tohumlu Bitkiler Üretimi, Tarım ve Mühendislik Dergisi, Sayı 78-79.
32. Lucas Garcia, J. A., Probanza, A., Ramos, B., Ruiz Palomino, N. ve Gutierrez Manero, F. J. (2000, October). Effects of inoculation with PGPR on seedling growth of different tomato and pepper varieties in axenic conditions. In *Proceedings of the Fifth International PGPR Workshop, Cordoba, Argentina*.
33. Mahmoud, A. ve Budak, H. (2011). First report of charcoal rot caused by Macrophomina phaseolina in sunflower in Turkey. *Plant disease*, *95*(2), 223-223.
34. Mısırda Kendi Kendimize Yeterli Ülke Konumuna Gelmeliyiz. (2020). *Ankara: TMMOB Ziraat Mühendisleri Odası*

35. Nautiyal, C. S. (1999). An efficient microbiological growth medium for screening phosphate solubilizing microorganisms. *FEMS microbiology Letters*, *170*(1), 265-270.
36. Olaya, G., Abawi, G. S. ve Weeden, N. F. (1996). Inheritance of the resistance to Macrophomina phaseolina and identification of RAPD markers linked to the resistance genes in beans. *Phytopathology*, *86*(6), 674-679.
37. Onat, B., Arıoğlu, H., Güllüoğlu, L., Kurt C. Ve Bakal, H. (2017). Dünya ve Türkiye'de yağlı tohum ve ham yağ üretimine bir bakış. *KSÜ Doğa Bilimleri Dergisi*, *20*, 149-153.
38. Ongena, M. ve Jacques, P. (2008). Bacillus lipopeptides: versatile weapons for plant disease biocontrol. *Trends in microbiology*, *16*(3), 115-125.
39. Pal, K. K. ve Gardener, M. B.(2006). *Biological control of plant pathogens. The Plant Health Instructor DOI*, *10*.
40. Pal, K. K., Tilak, K. V. B. R., Saxcna, A. K., Dey, R. ve Singh, C. S. (2001). Suppression of maize root diseases caused by Macrophomina phaseolina, Fusarium moniliforme and Fusarium graminearum by plant growth promoting rhizobacteria. *Microbiological research*, *156*(3), 209-223.
41. Pastrana, A. M., Basallote-Ureba, M. J., Aguado, A., Akdi, K. ve Capote, N. (2016). Biological control of strawberry soil-borne pathogens Macrophomina phaseolina and Fusarium solani, using Trichoderma asperellum and Bacillus spp. *Phytopathologia Mediterranea*, 109-120.
42. Purkayastha, S., Kaur, B., Dilbaghi, N. ve Chaudhury, A. (2006). Characterization of Macrophomina phaseolina, the charcoal rot pathogen of cluster bean, using conventional techniques and PCR-based molecular markers. *Plant pathology*, *55*(1), 106-116.
43. Ram, R. L., Maji, C. ve Bindroo, B. B. (2013). Role of PGPR in different crops-an overview. *Indian Journal of Sericulture*, *52*(1), 1-13.
44. Reichert, I. ve Hellinger, E. (1947). *On the occurrence, morphology and parasitism of Sclerotium bataticola*.
45. Reuveni, R. (1983). The role of seedborne inoculum on the development of Macrophomina phaseolina on melon.
46. Rudolph, K., Roy, M. A., Sasser, M., Stead, D. E., Davis, M., Swing, J. Ve Gossele, F. (1990). Isolation of bacteria. W: Methods in Phytobacteriology. Z. Klement, K. Rudolph, DC Sands (red.).
47. S. Nas, H.Y. Gökalp, M. Ünsal. (1992). Bitkisel Yağ Teknolojisi. *Atatürk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Yayınları, No:723*
48. Shifa, H., Gopalakrishnan, C. ve Velazhahan, R. (2018). Management of late leaf spot (*Phaeoisariopsis personata*) and root rot (Macrophomina phaseolina) diseases of groundnut (*Arachis hypogaea* L.) with plant growth-promoting rhizobacteria, systemic acquired resistance inducers and plant extracts. *Phytoparasitica*, *46*(1), 19-30.
49. Sobiczewski, P., Chiou, C. S. ve Jones, A. L. (1991). Streptomycin-resistant epithytic bacteria with homologous DNA for streptomycin resistance in Michigan apple orchards. *Plant disease*, *75*(11), 1110-1113.
50. Su, G., Suh, S. O., Schneider, R. W. ve Russin, J. S. (2001). Host specialization in the charcoal rot fungus, Macrophomina phaseolina. *Phytopathology*, *91*(2), 120-126.Süzer, S. (2015).
51. Süzer, S. (2003). Mısır Tarımı. *Trakya Tarımsal Araştırma Enstitüsü, Edirne*.
52. Şengal, Ş., Sağır, A. ve Söğüt, T. The Effect of Different Nitrogen Doses on Seed Yield and Charcoal Rot Disease Caused by Macrophomina phaseolina on Some Sesame Varieties. *The Journal of Turkish Phytopathology*, *41*(1-2-3), 9-17.
53. Taşdan, K. (2018). Tarımsal Ekonomi Ve Politika Geliştirme Enstitüsü Tepge.
54. Topçal, F., Dığrak, M., ve Gündoğan, R. (2014). Topraktan izole edilen bacillus türlerinin tanımlanması ve bakteriosin üretimlerinin belirlenmesi. *Adıyaman Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, *4*(2), 57-67.
55. Torres, M. J., Brandan, C. P., Petroselli, G., Erra-Balsells, R. ve Audisio, M. C. (2016). Antagonistic effects of Bacillus subtilis subsp. subtilis and B. amyloliquefaciens against Macrophomina phaseolina: SEM study of fungal changes and UV-MALDI-TOF MS analysis of their bioactive compounds. *Microbiological research*, *182*, 31-39.

56. Tsavkelova, E. A., Klimova, S. Y., Cherdyntseva, T. A.,e v Netrusov, A. I. (2006). Microbial producers of plant growth stimulators and their practical use: a review. *Applied biochemistry and microbiology*, *42*(2), 117-126.
57. Turan, Z.M. ve Göksoy. (1998). Yağ Bitkileri. Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ders Notları No: 80. Türkoğlu, A. (1971). Gıda Maddeleri İktisadi Coğrafya 1. Kitap, İstanbul: İst Matbaası, S:44-52.
58. Turnbull, P. C. B. (1999). Bacillus and Recently Derived Genera. *Manual of Clinical Microbiology*, 357-369.

Presentation ID/Sunum No= 7

Oral Presentation / Sözlü Sunum

Poliamid 6 Malzemesine Cnc Tezgahta Sürtünme Karıştırma Nokta Kaynağının Uygulanması

Dr. Öğretim Üyesi Şenol Mert[1] , Araştırmacı Aydın Üçüncü[1],
Öğr.Gör. Sevda Mert[1]
[1]*Düzce Üniversitesi*

Özet

Bu deneysel çalışmada, sürtünme karıştırma nokta kaynağı (SKNK), Poliamid 6 (PA6) malzemenin şerit numunelerinin bindirme bağlantılarını oluşturmak için kullanılmıştır. SKNK, bir katı hal kaynak yöntemidir. Yöntemde omuzlu silindirik bir kaynak takımı kullanılır. SKNK yöntemi dalma, karıştırma ve geri çekilme olmak üzere üç aşamadan oluşur. Sürtünme karıştırma nokta kaynağı yöntemi, sürtünme karıştırma kaynağı (SKK) yönteminden türetilmiş ve son zamanlarda sadece otomobil sektöründe değil aynı zamanda diğer endüstri kollarında da oldukça dikkat çeken yeni bir kaynak yöntemdir. Yöntem sayesinde, kısa işlem zamanı ile etkili bindirme bağlantıları elde edilebilir. SKNK yöntemi otomasyona yatkındır. Bu sayede, robot ve otomasyon sistemlerine entegre edilerek kolayca geliştirilmiştir. Çeşitli araştırmacıların çalışmaları, bu yöntem için takım geometrisinin, takım devir sayısının, takım dalma derinliğinin ve bekleme süresinin, bağlantının çekme kuvveti üzerine oldukça etkisi olduğunu göstermiştir. Bu deneysel çalışmada, 4 mm kalınlığındaki Poliamid 6 levhaların SKNK ile bindirme bağlantıları yapılmıştır. Oluşturulan kaynak numunelerine çekme testleri uygulanmıştır. Kullanılan polimer malzemeye ve parametrelere bağlı olarak elde edilen maksimum çekme kuvveti değeri 576 N'dur. Ayrıca kırılma yüzeyleri ve kopma bölgeleri incelenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Poliamid 6, SKNK, Takım, Parametre, Çekme Testi, CNC Tezgah

Application of Friction Stir Spot Welding on the CNC Machine

to Polyamide 6 Material

Abstract

In this experimental study, the friction stir spot welding was used to make lap joints on strip specimens of Polyamide 6 (PA6) material. FSSW is a solid state welding method. In the method cylindrical shouldered welding tool was used. The FSSW method consists of three phases, plunging, stirring and retraction. The friction stir spot welding method is a derivative of the friction stir welding (FSW) process, which is a new process that recently has received considerable attention from the automotive and other industries. Thanks to the method, the effective overlapping joints can be obtained a short processing time. FSSW method is prone to automation. In this way, by integrating the robot and automation systems have been easily developed. Studies by various researchers have shown quite the effect of tool geometry, tool rotation speed, tool penetration and dwell time on tensile failure load of the joint for this method. In the experimental study, 4 mm thick Polyamide 6 sheets were done lap joints with FSSW. Tensile tests were applied to the welding samples. Depending on the polymer material and parameters used, the maximum tensile force value obtained is 576 N. In addition, fracture surfaces and rupture zones were examined.

Keywords: Polyamide 6, FSSW, Tool, Parameter, Tensile Test, CNC Machine

1. Giriş

1993 yılında Mazda tarafından icat edilen Sürtünme Karıştırma Nokta Kaynağı (SKNK) yöntemi, tamamen yeni ve ergime olmaksızın bindirme bağlantısı gerçekleştirilen bir katı faz kaynak yöntemidir (Feng vd., 2004; Feng vd., 2005; Mitlin vd., 2006; Arıcı ve Mert, 2007; Lin vd., 2008a; Lin vd., 2008b; Mert ve Arıcı, 2008;

Tran vd., 2008; Tran vd., 2009; Mert, 2010; Mert vd. 2020). Otomotiv sektöründe oldukça dikkat çeken SKNK yöntemi, sürtünme karıştırma kaynağından (SKK) türetilmiştir (Mert ve Mert, 2013a; Mert ve Mert, 2013b; Mert ve Mert, 2015). Direnç nokta kaynağının otomotiv endüstrisinde kullanımı sırasında, alüminyum sacların birleştirilmesinde meydana gelen hataların giderilmesi için geliştirilen SKNK, başarılı bir şekilde, çelik (Khan vd., 2007), alüminyum (Fujimoto vd., 2008), magnezyum levhalara (Yin vd., 2010) uygulanmaktadır. Polimer esaslı malzemeler üzerine SKNK ile yapılan ilk fizibilite ve ön çalışmalar neticesinde, SKNK yönteminin plastik malzemelere de uygulanabilirliği deneysel olarak kanıtlanmıştır (Arıcı ve Mert, 2007; Mert ve Arıcı, 2008; Arıcı ve Mert 2008; Mert, 2010). Sonrasında ise çeşitli polimer malzemelerin SKNK yöntemi ile birleştirilerek optimum kaynak parametrelerin saptanabilmesi için dünya çapında çeşitli çalışmalar yapılmıştır. SKNK yönteminin metal malzemelere ilaveten plastik malzemelere de uygulanabilmesi, yöntemin uygulandığı malzeme çeşitliliğini genişleterek, SKNK yöntemine çok önemli avantajlar kazandırmıştır ve yönteme duyulan ilgiyi artırmıştır (Feng vd., 2005; Mitlin vd., 2006; Hinrichs, 2006; Arıcı ve Mert, 2007; Arıcı ve Mert, 2008; Mert ve Arıcı, 2011; Yusof vd., 2012; Bilici ve Yukler, 2012a; Bilici ve Yukler, 2012b; Kawasaki, 2013; Mert ve Mert, 2013a; Mostafapour ve Asad, 2016; Yan vd., 2017; Çakır vd., 2017a; Çakır vd., 2017b; Mert vd., 2020).

Plastik malzemelerin, metalik malzemelere göre mekanik özelliklerinin daha düşük olmasına rağmen, plastik yapıya çeşitli katkı maddelerinin ilave edilmesiyle (cam, karbon, talk, fiber vb.) fiziksel ve mekanik özelliklerinin iyileştirilmesi mümkün olabilmektedir. Plastik malzemelere geleceğin mühendislik malzemeleri olma özelliğini, plastik malzemelerin laboratuar şartlarında istenilen özelliklerinin geliştirilmesindeki sınırsızlık kazandırmıştır (Mert, 2010). İlk polimer malzeme 1868 yılında J. Hyatt tarafından keşfedilen selüloittir (Parlar, 2002; Akkurt, 2007). Termoplastiklerin zincirleri arasında çapraz bağlar bulunmaması ve doğrusal veya dallanmış zincirli polimerler olması nedeniyle, ısıtıldıklarında erirler ve eritilerek defalarca yeniden şekillendirilebilirler, uygun çözücülerde çözünürler (Mert, 2010).

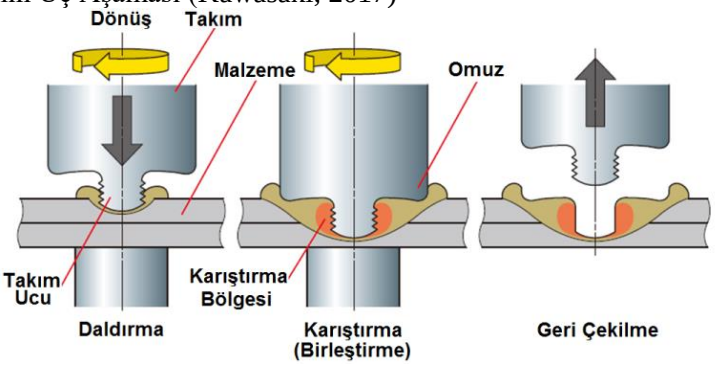
Poliamid yüksek dayanım, sertlik, iyi elektriksel ve kimyasal özelliklere sahip hafif ve birçok türü olan bir termoplastiktir (Palabıyık, 2000). Poliamidler çok üstün özelliklere sahip termoplastiklerdir. Aşınmaya karşı dirençlidirler (Kaya, 2004). Poliamidlere verilen genel bir ad, Naylon'dur. 80-120 ^{0}C gibi yüksek sıcaklık aralığında kullanılabilen Naylonlar, sert, sağlam, sürtünme katsayısı düşük, kendiliğinden yağlama özelliğine sahip polimerlerdir. Naylonlar tornada kolay işlenebilmektedir ve kimyasallara dayanıklıdır (Kaya, 2005). Naylonlar ticari poliamidlerdir (PA), solventlere ve yağlara karşı dirençlidirler, darbe dayanıklılıkları çok iyidir, asitlerden etkilenirler (Beşergil, 2007). Poliamid 6 mühendislik polimerleri sınıfında olup diğer geleneksel polimerler ile karşılaştırıldığında, üstün mekaniksel özellikleri nedeniyle elektrik/elektronik, otomotiv, ambalaj ve tekstil uygulamalarında yaygın olarak kullanım alanı bulan yüksek performanslı termoplastik bir polimerdir. Ancak, Poliamid 6 polimerinin düşük ısı sapma sıcaklığı, yüksek su emme özelliği ve ölçüsel kararsızlığı daha geniş uygulama alanlarında kullanımını sınırlandırmaktadır (Ünal ve Yetgin, 2016).

Direnç nokta kaynağı gibi özellikle otomotiv sanayisinde halen kullanılmakta olan kaynak yöntemlerinin yerini, son yıllarda geliştirilen kaynak yöntemleri almaya aday durumdadır. Bu anlamda, özellikle otomotiv sektöründe yaygın olarak kullanılan direnç nokta kaynağının alternatif kaynak yöntemi, SKNK olarak ifade edilmektedir. Otomotiv sanayisinde, bir otomobilin üretilebilmesinde binlerce parça kullanılmakta ve yüzlerce farklı tipte işlem gerçekleştirilmektedir. Bu işlemlerin en önemlilerinden birisi aracın kalitesini %40 oranında etkileyen ve aracın gövdesinin ortaya çıkarıldığı kaynak işlemleridir (Mert ve Mert, 2013a). Sürtünme karıştırma nokta kaynağı, sürtünme karıştırma kaynağı tekniğine dayanan yeni bir kaynak yöntemidir (Xu vd., 2018) ve SKNK ilk olarak Mazda firması tarafından, önce Mazda RX-7 model spor arabaların, sonrasında ise RX-8 model spor arabaların üretiminde kullanılmıştır (Mert, 2010).

Sürtünme karıştırma kaynağının, nokta halinde dikiş üreten bir versiyonu SKNK yöntemidir. SKNK tekniği, geleneksel ergitmeli kaynak teknikleri ile karşılaştırıldığında, ana metal ergimeden kaynak işleminin gerçekleşmesi, en önemli avantajlarından biridir (Bilici vd., 2016). Yeni bir kaynak yöntemi olan SKNK,

otomotiv, havacılık ve diğer sektörlerdeki uygulamaları için çalışılmıştır (Malafaia vd., 2010; Venukumar vd., 2013; Buffa vd., 2014). SKNK yönteminin, SKK yönteminde kullanılan kaynak takımına benzer bir takımla, daldırma, karıştırma ve geri çekilme olarak belirtilen üç kademede gerçekleştirilen bir uygulaması vardır (Feng vd., 2004; Awang vd., 2005; Gerlich vd., 2005; Feng vd., 2005; Lathabai vd., 2006; Smith vd., 2006; Mert ve Arıcı, 2011; Kawasaki, 2013; Rosendo vd., 2013). Bu birleştirme sürecinin üç aşaması Şekil 1'de görülmektedir (Kawasaki, 2017).

Şekil1. SKNK Yönteminin Üç Aşaması (Kawasaki, 2017)

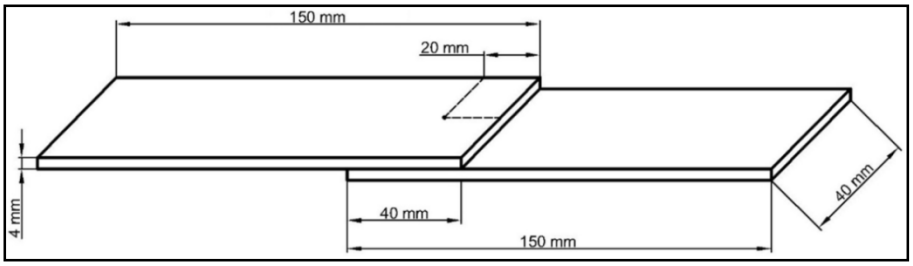


Bu deneysel çalışmada, CNC tezgahta hassas bir şekilde G ve M kodları girilerek 4 mm kalınlığındaki Poliamid 6 (PA 6) levhaların SKNK ile bindirme bağlantıları yapılmıştır. SKNK yönteminin, seçilen malzemeye uygulanabilirliğini gösteren veriler elde edilmiştir. Kullanılan plastik malzemeye ve kaynak parametrelerine bağlı olarak ulaşılabilecek maksimum çekme kuvveti değeri belirlenmiştir. Literatürdeki kaynak takımları incelenerek, uygun kaynak takımı tasarlanıp, imal edilmiştir. SKNK uygulanan numuneler, tekrarlanan çekme deneyleri ile test edilmiştir. Ortaya çıkan kopma bölgeleri incelenerek yorumlanmıştır. Yapılan ön çalışmaların ışığında, sabit tutulan dalma derinliği ve dalma hızı için, farklı devir sayısı ve farklı bekleme süresi değerleri kullanılarak, çekme kuvvetini maksimum değere taşıyan optimum kaynak parametreleri belirlenmiştir.

2. Deneysel Çalışma

Bu deneysel çalışmada, kaynaklı birleştirmeler için kullanılacak PA 6 malzemeden, 150x40x4 mm boyutlarında ve standartlara uygun şerit şeklinde deney numuneleri hazırlanmıştır. SKNK yöntemi bindirme pozisyonundaki parçalara uygulandığı için, yöntemin uygulanacağı PA 6 numunelerin bindirme biçimi Şekil 2'deki gibi tasarlanmıştır.

Şekil 2. SKNK İçin Poliamid 6 Numunelerin Bindirme Şekli



750 d/d, 1250 d/d, 2000 d/d farklı devir sayılarında, 75 sn, 100 sn, 125 sn ve 150 sn farklı bekleme sürelerinde, 6,7 mm dalma derinliği ve 100 mm/dak dalma hızı sabit tutularak, kaynak işlemleri CNC freze tezgahında gerçekleştirilmiştir. Kaynak takımı öncelikle ön ısıtma işlemi için 6,7 mm dalma derinliğinde 75 sn bekletilerek takımın ısınması sağlanmıştır ve kaynak işlemleri, kaynak takımına ön ısıtma işlemi yapılarak

gerçekleştirilmiştir. Kullanılan kaynak takımı, bu deneysel çalışmada kullanılmak üzere özel olarak tasarlanmıştır ve 4140 ıslah çeliği malzemeden imal edilmiştir. Kaynak noktalarının oluşturulmasında kullanılan SKNK takımının fotoğrafı, Şekil 3'te görülmektedir. Tablo 1'de ise, oluşturulan kaynaklı bağlantılarda kullanılmak üzere tasarlanıp imal edilen kaynak takımının ölçüleri ile ilgili genel bilgiler verilmiştir.

Şekil 3. Tasarlanıp İmal Edilen SKNK Takımı

Tablo 1. İmal Edilen SKNK Takımının Ölçüleri İle İlgili Genel Bilgiler

Omuz Çapı	28 mm
Takım Ucu Çapı (Pim Çapı)	Üst:8 mm - Alt:11 mm (Konik)
Uç Uzunluğu (Pim Uzunluğu)	6,5 mm
Omuz İçi Eğimi	0º
Omuz Çapı / Uç Çapı	Üst:3,5 - Alt:2,54 (Konik)
Uç Çapı / Uç Uzunluğu	Üst:1,230 - Alt: 1,692 (Konik)

CNC tezgahın tablasına, kaynak numunelerini bindirme pozisyonunda bağlamak için tasarlanıp üretilen bağlama aparatının fotoğrafı Şekil 4'te görülmektedir. SKNK uygulanacak numuneler, bağlama aparatı vasıtasıyla tezgah tablasına bağlandıktan sonra, kaynak takımına çok dikkatli bir şekilde sıfırlama işlemi yapılmıştır. Hemen sonrasında da CNC Freze tezgahının programına, G ve M kodları girilerek kaynak işlemi hassas bir şekilde gerçekleştirilmiş ve kaynak bağlantıları oluşturulmuştur.

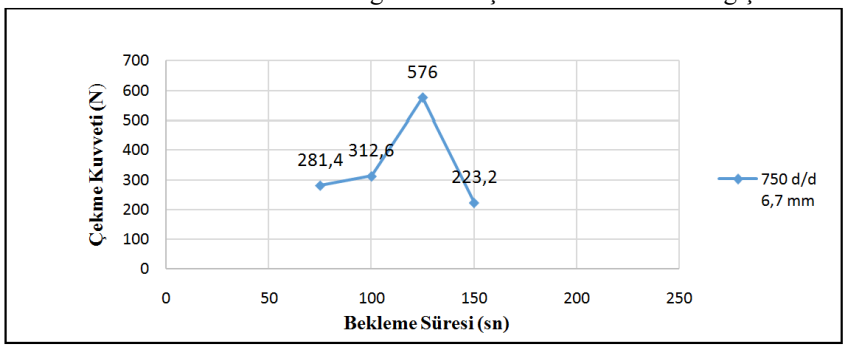
Şekil 4. SKNK Deneylerinde Kullanılan Bağlama Aparatı

Oluşturulan kaynaklı bağlantıların ulaştığı maksimum çekme kuvveti değerleri, mekanik testlerden çekme deneyi ile belirlenmiştir. Bilgisayar kontrollü elektromekanik bir çekme test cihazı kullanılarak, tüm kaynaklı numunelere standartlara uygun olarak çekme testleri uygulanmıştır. Çekme cihazında çeneler arası mesafe 180 mm ve çekme test hızı 20 mm/dak olarak ilgili standarda göre belirlenmiştir.

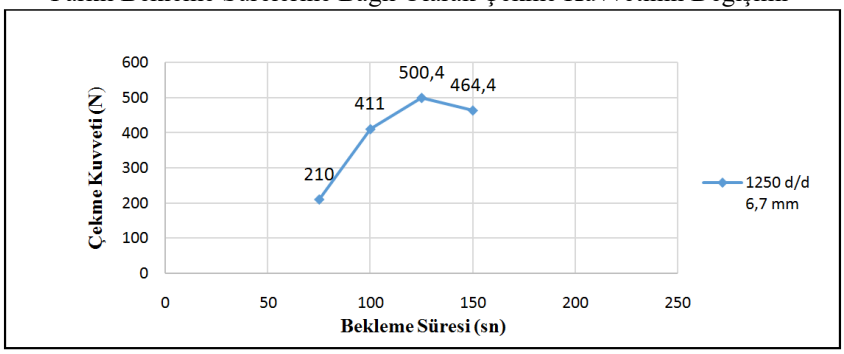
3. Deneysel Sonuçlar

100 mm/dak dalma hızı sabit tutularak ve 6,7 mm sabit dalma derinliği için, sırasıyla 750 d/d, 1250 d/d ve 2000 d/d'daki farklı devir sayılarında, 75 sn, 100 sn, 125 sn ve 150 sn farklı bekleme sürelerinde yapılan SKNK deneylerinde, çekme kuvveti değerlerinin farklı parametrelere bağlı olarak değişimi Şekil 5, Şekil 6 ve Şekil 7'deki grafiklerde görülmektedir. Tüm devir sayıları için belirli bir bekleme süresine kadar çekme kuvvetinin önce arttığı, optimum değere ulaşıp bir maksimumdan geçtikten sonra tekrar azaldığı görülmektedir. Çalışmaların yapıldığı farklı bekleme süreleri ve farklı devir sayıları için, 576 N olan maksimum çekme kuvveti değerine, 6,7 mm dalma derinliğinde, 750 d/d devir sayısında ve 125 sn bekleme süresinde ulaşılmıştır.

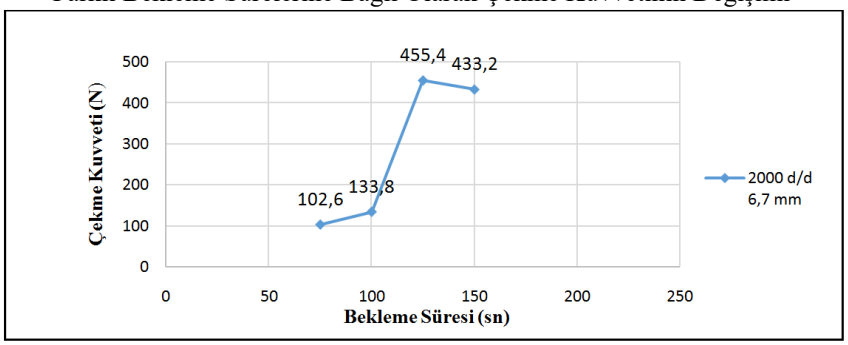
Şekil 5. Sabit 100 mm/dak Dalma Hızı ve 6,7 mm Dalma Derinliği İçin, 750 d/d Devir Sayısında Farklı Bekleme Sürelerine Bağlı Olarak Çekme Kuvvetinin Değişimi



Şekil 6. Sabit 100 mm/dak Dalma Hızı ve 6,7 mm Dalma Derinliği İçin, 1250 d/d Devir Sayısında Farklı Bekleme Sürelerine Bağlı Olarak Çekme Kuvvetinin Değişimi



Şekil 7. Sabit 100 mm/dak Dalma Hızı ve 6,7 mm Dalma Derinliği İçin, 2000 d/d Devir Sayısında Farklı Bekleme Sürelerine Bağlı Olarak Çekme Kuvvetinin Değişimi



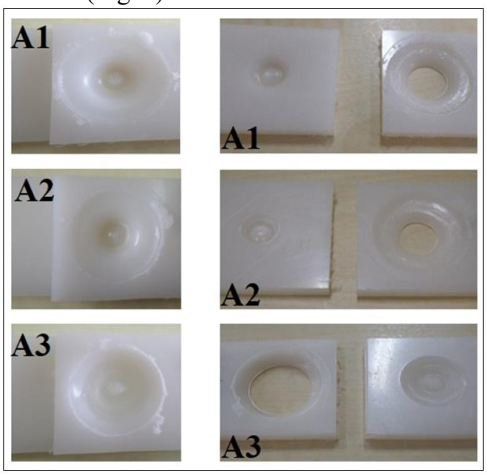
Yapılan çekme deneyleri sonucunda, en yüksek çekme kuvveti değerlerinin elde edildiği SKNK uygulanmış numuneler ve bu numunelere verilen kodlar Tablo 2'de yer almaktadır. Tabloda ayrıca, en yüksek çekme kuvveti değerlerinin elde edildiği SKNK numunelerinin parametreleri de verilmiştir. 750 d/d, 1250 d/d ve 2000 d/d takım devir sayılarında yapılan deneylerde elde edilen çekme kuvvetleri incelendiğinde, devir sayısı arttıkça çekme kuvvetinde düzenli bir şekilde azalma meydana geldiği görülmektedir. 750 d/d, 1250 d/d ve 2000 d/d takım devir sayılarında, farklı bekleme sürelerinde tekrarlanan deneylerde, her üç devir sayısı içinde,125 sn'lik bekleme süresi için en yüksek çekme kuvveti değerine ulaşıldığı görülmüştür.

Tablo 2. En Yüksek Çekme Kuvveti Değerlerinin Elde Edildiği Numune Kodları

Numune Kodu	Devir Sayısı (d/d)	Dalma Derinliği (mm)	Bekleme Süresi (sn)	Çekme Kuvveti (N)
A1	750	6,7	125	576
A2	1250	6,7	125	500,4
A3	2000	6,7	125	455,4

Yapılan deneysel çalışmada, en yüksek çekme kuvveti değerlerinin elde edildiği SKNK numunelerinin çekme testi öncesi ve çekme testi sonrası görüntüleri Şekil 8'de verilmiştir. Kopma bölgelerinde meydana gelen hasarlar yakından incelendiğinde, en yüksek çekme kuvvetinin elde edildiği numunedeki hasarın daha yüksek olduğu görülmektedir. Elde edilen bu görüntüler, çekme testi sonuçlarını yorumlamaya ayrıca katkı sağlamıştır.

Şekil 8. Farklı Parametreler İçin En Yüksek Çekme Kuvveti Değerlerinin Elde Edildiği SKNK Numunelerinin Çekme Deneyi Öncesi (solda) ve Çekme Deneyi Sonrası (sağda) Görüntüleri



4. Sonuçlar

Yapılan deneysel çalışmada, PA 6 malzeme için, 750 d/d'lık düşük devir sayısında dahi, SKNK için gerekli ısıya ulaşılabildiği görülmüştür. Ön çalışmalar ile belirlenen 750 d/d, 1250 d/d ve 2000 d/d üç devir sayısı için en yüksek çekme kuvveti değerine, 750 d/d'da ulaşılmıştır. Kullanılan plastik malzemeye ve kaynak parametrelerine bağlı olarak, ulaşılabilecek maksimum çekme kuvveti değeri belirlenmiştir. Deneylerde, kaynaklı bağlantıların oluşturulması için literatürdeki kaynak takımları incelenerek uygun kaynak takımı tasarlanıp, imal edilmiştir. Numunelerin tezgah tablasına bağlanması için tasarlanıp üretilen, uygun bağlama aparatı kullanılmıştır. CNC tezgahta SKNK uygulanarak, kaynaklı bağlantıları oluşturulan numuneler, çekme deneyleri ile test edilmiştir. Yapılan ön çalışmalar göz önünde tutularak, belirli bir dalma derinliği ve dalma hızı için, farklı devir sayısı ve farklı bekleme süresi değerleri kullanılarak, çekme kuvvetini maksimum değere taşıyan optimum kaynak parametreleri belirlenmiştir. Ortaya çıkan kopma bölgeleri incelenerek, elde edilen çekme kuvveti değerleri ile birlikte yorumlanmıştır. 750 d/d, 1250 d/d ve 2000 d/d takım devir sayılarında yapılan deneylerde elde edilen çekme kuvveti değerleri incelendiğinde, devir sayısı arttıkça çekme kuvvetinde düzenli bir azalma meydana geldiği görülmüştür. Buna bağlı olarak da kopma bölgelerinde meydana gelen hasarın azaldığı görülmektedir. Tüm devir sayılarında belirli bir bekleme süresine kadar çekme kuvvetinin arttığı, optimum değere ulaşıldıktan sonra tekrar azaldığı görülmektedir. Yapılan kaynaklı bağlantılar için, 576 N olan maksimum çekme kuvveti değerine, 750 d/d devir sayısında, 125 sn bekleme süresinde ve 6,7 mm dalma derinliğinde ulaşılmıştır.

Kaynaklar

1. AKKURT, S. (2007). Plastik Malzeme Bilimi Teknolojisi ve Kalıp Tasarımı, Birsen Yayınevi, İstanbul.
2. ARICI, A. A. and MERT, Ş. (2008). "Friction Stir Spot Welding of Polypropylene," Journal of Reinforced Plastics and Composites, vol. 27 (18), pp. 2001-2004.
3. ARICI, A. A. ve MERT, Ş. (2007). "Polipropilen Malzemenin Sürtünme Karıştırma Nokta Kaynağı İle Birleştirilmesi", PAGEV Plastik Dergisi, 95, pp. 152-162.
4. AWANG, M., MUCINO, V. H., FENG, Z. and DAVID, S. A. (2005). "Thermo-Mechanical Modeling of Friction Stir Spot Welding (FSSW) Process: Use of an Explicit Adaptive Meshing Scheme", SAE International, 2005-01-1251.
5. BEŞERGİL, B.(2007). "Hampetrolden Petrokimyasallara", İzmir, Tükelmat A.Ş.
6. BİLİCİ, M. K., BAKIR, B., BOZKURT, Y. ve ÇALIŞ, İ. (2016). "Sürtünme Karıştırma Nokta Kaynak Tekniği ile Birleştirilen Farklı Alüminyum Levhaların Taguchi Analizi", Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi, 22(1), pp. 17-23.
7. BİLİCİ, M. K. and YUKLER, A. I. (2012a). "Effects of Welding Parameters on Friction Stir Spot Welding of High Density Polyethylene Sheets", Materials and Design, vol. 33, pp. 545-550.
8. BİLİCİ, M. K. and YUKLER, A. I. (2012b). "Influence of Tool Geometry and Process Parameters on Macrostructure and Static Strength in Friction Stir Spot Welded Polyethylene Sheets", Materials and Design, vol. 33, pp. 145-152.
9. BUFFA, G., FANELLI, P., FRATINI, L. and VIVIO, F. (2014). "Influence of Joint Geometry on Micro and Macromechanical Properties of Friction Stir Spot Welded Joints", 11th International Conference on Technology of Plasticity, Procedia Engineering, 81, pp. 2086 - 2091.
10. ÇAKIR, G., MERT, Ş. ve MERT, S. (2017a). "CNC Tezgahta Polipropilen Malzemeye Sürtünme Karıştırma Nokta Kaynağının Uygulanması ve Optimum Kaynak Parametrelerinin Belirlenmesi", ISMSIT 2017, 1st International Symposium on Multidisciplinary Studies and Innovative Technologies, Tokat, Turkey, pp. 36-41.
11. ÇAKIR, G., MERT, Ş. ve MERT, S. (2017b). "Polipropilen Malzemeye Uygulanan Sürtünme Karıştırma Nokta Kaynağında Takım Geometrisinin Bağlantı Dayanımına Etkisinin İncelenmesi", ISMSIT 2017, 1st International Symposium on Multidisciplinary Studies and Innovative Technologies, Tokat, Turkey, pp. 207-213.

12. FENG, Z., SANTELLA, M. L., DAVID, S. A., STEEL, R. J., PACKER, S. M., PAN, T., KUO, M. and BHATNAGAR, R. S. (2005). "Friction Stir Spot Welding of Advanced High-Strength Steels-A Feasibility Study", SAE World Congress, Detroit, Michigan, USA.
13. FENG, Z., DIAMOND, S., SANTELLA, M. L., PAN, T. Y. and LI, N. (2004). "High Strength Weight Reduction Materials - Friction Stir Welding and Processing of Advanced Materials", Oak Ridge National Laboratory Report, DE-AC05-00OR22725, 101-108.
14. FUJIMOTO, M., KOGA, S., ABE, N., SATO, Y. S, and KOKAWA, H. (2008). "Microstructural Analysis of Stir Zone of Al Alloy Produced by Friction Stir Spot Welding", Science and Technology of Welding and Joining, vol. 13, no. 7, pp. 663-670.
15. GERLICH, A., SU, P., NORTH, T. H. and BENDZSAK, G. J. (2005). "Friction Stir Spot Welding of Aluminum and Magnesium Alloys", Materials Forum, 29, pp. 290-294.
16. HINRICHS, J. (2006). "Friction Stir Spot Welding", Friction Stir Link Inc., www.frictionstirlink.com, 21.03.2006.
17. KAWASAKI HEAVY INDUSTRIES LTD. (2013). "A New Method For Light Alloy Joining - Friction Spot Joining - Kawasaki Robot, Japan", www.kawasakirobot.com, 18.03.2006 and 28.03.2013.
18. KAWASAKI HEAVY INDUSTRIES LTD. (2017). "Kawasaki Robot - Friction Spot Joining - A New Method For Light Alloy Joining," https://robotics.kawasaki.com, 06.12.2017.
19. KAYA, F. (2004). "Ana Hatları ile Yapıştırıcılar", İstanbul, Birsen Yayınevi.
20. KAYA, F. (2005). "Ana Hatlarıyla Plastikler ve Katkı Maddeleri" İstanbul, Birsen Yayınevi.
21. KHAN, M. I., KUNTZ, M. L., SU, P., GERLICH, A., NORTH, T. and ZHOU, Y. (2007). "Resistance and Friction Stir Spot Welding of DP600: A Comparative Study", Science and Technology of Welding and Joining, vol. 12 (2), pp. 175-182.
22. LATHABAI, S., PAINTER, M. J., CANTIN, G. M. D. and TYAGI, V. K. (2006). "Friction Spot Joining of an Extruded Al-Mg-Si Alloy", Scripta Materialia, 55, pp. 899-902.
23. LIN, P. C., PAN, J. and PAN, T. (2008a). "Failure Modes and Fatigue Life Estimations of Spot Friction Welds in Lap-Shear Specimens of 6111-T4 Sheets. Part 1: Welds Made by a Concave Tool", International Journal of Fatigue, vol. 30, pp. 74-89.
24. LIN, P. C., PAN, J. and PAN, T. (2008b). "Failure Modes and Fatigue Life Estimations of Spot Friction Welds in Lap-Shear Specimens of 6111-T4 Sheets. Part 2: Welds Made by a Flat Tool", International Journal of Fatigue, vol. 30, pp. 90-105.
25. MALAFAIA, A. M. S., MILAN, M. T., OLIVEIRA, M. F. and SPINELLI, D. (2010). "Evaluation of Dynamic Defect Detection in Fssw Welded Joints Underfatiguetests", Procedia Engineering, 2, pp. 1823-1828.
26. MERT, Ş., KUTLU, B. C., MERT, S. ve ÜÇÜNCÜ, A. (2020). "CNC Tezgahta PVC Malzemeye Sürtünme Karıştırma Nokta Kaynağının Uygulanması" The 8th International Scientific Research Congress, Çorum, Turkey, pp. 399-411.
27. MERT, Ş., ÜÇÜNCÜ, A. ve MERT, S. (2020). "Poliamid 6 Malzemenin Sürtünme Karıştırma Nokta Kaynağı", Bayburt Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi, Cilt 3, Sayı 1, ss. 23-34.
28. MERT, Ş. ve MERT, S. (2015). "Sürtünme Karıştırma Nokta Kaynak Yönteminin Otomotiv Sektöründeki Yeri", Düzce Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi, 3, pp. 432-438.
29. MERT, Ş. ve MERT, S. (2013a). "Sürtünme Karıştırma Nokta Kaynak Yönteminin İncelenmesi", İleri Teknoloji Bilimleri Dergisi (Journal of Advanced Technology Sciences), cilt 2, sayı 1, pp. 26-35.
30. MERT, Ş. ve MERT, S. (2013b). "Sürtünme Karıştırma Nokta Kaynağı Yönteminde Kullanılan Makina ve Ekipmanların İncelenmesi", İleri Teknoloji Bilimleri Dergisi (Journal of Advanced Technology Sciences), cilt 2, sayı 3, pp. 121-129.
31. MERT, Ş. and ARICI, A. A. (2011). "Design of Optimal Joining for Friction Stir Spot Welding of Polypropylene Sheets", Science and Technology of Welding and Joining, vol. 16(6), pp. 522-527.
32. MERT, Ş. (2010). Polipropilen Malzemenin Sürtünme Karıştırma Nokta Kaynağı İle Birleştirilmesi, Doktora Tezi, Kocaeli Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Kocaeli.

33. MERT, Ş. ve ARICI, A. A. (2008). "Friction Stir Spot Welding Method Using in Polypropylene Sheet Materials Joining", 12th International Materials Symposium, Pamukkale University, Denizli, Turkey, pp. 1150-1156.
34. MITLIN, D., RADMILOVIC, V., PAN, T., CHEAN, J., FENG, Z. and SANTELLA, M. L. (2006). "Structure Properties Relations in Spot Friction Welded (Also Known as Friction Stir Spot Welded) 6111 Aluminum", Materials Science and Engineering, vol. 441, pp. 79-96.
35. MOSTAFAPOUR, A. and ASAD, F. T. (2016). "Investigations on Joining of Nylon 6 Plates Via Novel Method of Heat Assisted Friction Stir Welding to Find the Optimum Process Parameters", Science and Technology of Weldingand Joining, vol. 21 (8), pp. 660-669.
36. PALABIYIK, İ. M. (2000). Poliamid 6 (PA6) ve yüksek yoğunluklu polietilen (HDPE) düzenleyici katkılı ve katkısız karışımlarının mekanik ve tribolojik özelliklerinin deneysel incelenmesi, Doktora Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
37. PARLAR, Z. (2002). Poliamid Malzemelerin Sürtünme ve Aşınma Karakteristiğine Sıcaklığın Etkisinin Deneysel Olarak İncelenmesi, Doktora Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
38. ROSENDO, T., MAZZAFERRO, J., MAZZAFERRO, C., TIER, M., RAMOS, F., REGULY, A., STROHAECKER, T. and DOS SANTOS, J. (2013). "Friction Spot Processes - FSSW and FSpW", http://www.hzg.de/imperia/md/content/gkss/institut_fuer_werkstofffor schung /wmp/poster-apresentacao-gkss2.pdf, 28.03.2013.
39. SMITH, C. B., HINRICHS, J. F. and RUEHL, P. C. (2006). "Friction Stir and Friction Stir Spot Welding", Friction Stir Link Inc, www.frictionstirlink.com, 21.03.2006.
40. TRAN, V. X., PAN, J. and PAN, T. (2008). "Fatigue Behavior of Aluminum 5754-O and 6111-T4 Spot Friction Welds in Lap-Shear Specimens," International Journal of Fatigue, vol. 30, pp. 2175-2190.
41. TRAN, V. X., PAN, J. and PAN, T. (2009). "Effects of Processing Time on Strengths and Failure Modes of Dissimilar Spot Friction Welds Between Aluminum 5754-O and 7075-T6 Sheets", Journal of Materials Processing Technology, vol. 209, pp. 3724-3739.
42. ÜNAL, H. ve YETGİN, S. H. (2016). "Poliamid 6 polimeri ile poliamid 6/Vaks karışımının kendi üzerlerinde çalışması durumundaki tribolojik davranışlarının incelenmesi," Journal of the Faculty of Engineering and Architecture of Gazi University, 31(2), pp. 457-463.
43. VENUKUMAR, S., YALAGI, S. and MUTHUKUMARAN, S. (2013). "Comparison of Microstructure and Mechanical Properties of Conventional and Refilled Friction Stir Spot Welds in AA 6061-T6 Using Filler Plate", Transactions Nonferrous Metals Society China, 23, pp. 2833-2842.
44. XU, R. Z., NI, D. R., YANG, Q., XIAO, B. L., LIU, C. Z. and MA, Z. Y. (2018). "Influencing Mechanism of Al-Containing Zn Coating on Interfacial Microstructure and Mechanical Properties of Friction Stir Spot Welded Mg-Steel Joint", Materials Characterization, 140, 197-206.
45. YAN, Y., SHEN, Y., ZHANG, W. and GUAN, W. (2017). "Effects of Friction Stir Spot Welding Parameters on Morphology and Mechanical Property of Modified Cast Nylon 6 Joints Produced by Double-Pin Tool," The International Journal of Advanced Manufacturing Technology, vol. 92, pp. 2511-2523.
46. YIN, Y. H., SUN, N., NORTH, T. H. and HU, S. S. (2010). "Hook Formation and Mechanical Properties in AZ31 Friction Stir Spot Welds", Journal of Materials Processing Technology, vol. 210 (14), pp. 2062-2070.
47. YUSOF, F., MIYASHITA, Y., SEO, N., MUTOH, Y. and MOSHWAN, R. (2012). "Utilising Friction Spot Joining for Dissimilar Joint Between Aluminium Alloy (A5052) and Polyethylene Terephthalate", Science and Technology of Weldingand Joining, vol. 17, pp. 544-549.

Presentation ID/Sunum No= 42

Poster Presentation / Poster Sunum

Güneş Enerjisine Bağlı Termoelektrik Enerji Üretimi

Ali Murat Mahmat[1] , Prof.Dr. Yavuz Köysal[2] , Öğr.Gör. Yusuf Yakut[3], Öğr.Gör. Tahsin Atalay[4]

[1]Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Yenilenebilir Enerji ve Uygulamaları ABD.
[2]Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Yeşilyurt Demir Çelik MYO, Elektrik ve Enerji Bölümü
[3]Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Yeşilyurt Demir Çelik MYO, Makine ve Metal Teknolojileri Bölümü
[4]Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Yeşilyurt Demir Çelik MYO, Elektronik ve Otomasyon Bölümü
**Corresponding author: Ali Murat Mahmat*

Özet

Yapılan bu deneysel çalışmada, tamamen temiz enerji üretim maksadıyla termoelektrik bir sistem imal edilerek çalışması incelenmiştir. Çalışmada yüzey sıcaklıkları, açık devre gerilimi, solar radyasyon gibi çeşitli parametrelere ait veriler toplanmıştır. İmal edilen sistem, termoelektrik jeneratör (TEG), solar toplayıcı, ısı borusu ve ısı alıcı bileşenlerinden meydana gelmektedir. Termoelektrik, bilinen bazı etkiler sayesinde ısı enerjisinin elektrik enerjisine veya elektrik enerjisinin ısı enerjisine çevrildiği bir olaydır. Deneysel çalışmamıza konu olan sistem içerisinde TEG için gerekli olan ısıl enerji değeri, solar toplayıcı aracılığı ile güneş enerjisinin toplanması üzerinden sağlanırken enerji üretiminde TEG için gerekli olan sıcaklık farkı sistemde bulunan ısı alıcısı ile sağlamıştır. Veri toplayıcılar kullanılarak toplanan bazı deneysel ölçüm parametreleri sistemin çeşitli noktalarından alınmış olan sıcaklık değerleri, solar radyasyon değeri, açık devre gerilimi, rüzgar hızı, ortam sıcaklığı gibi değerler olup bu veriler çalışma içerisinde değerlendirilerek analizler gerçekleştirilmiştir. Deneysel veriler seçilen gün içerisinde sabah 09:00 ile öğlenden sonra 15:00 saatleri arasında toplanmıştır. Ölçümün yapıldığı gün içerisindeki ortam sıcaklığı 28,3°C ile 30,5°C arasında değişmiştir. Gün içerisindeki solar radyasyon değerinin öğle saatlerinde yaklaşık olarak 700 W/m^2 olduğu görülmüştür. Solar radyasyon değerine karşılık sistemde oluşan ısıl değerler ile TEG üzerinden elde edilen en yüksek açık devre gerilim değeri 0,93V olarak ölçülmüştür.

Giriş

Termoelektrik, bilinen bazı etkiler sayesinde ısı enerjisinin elektrik enerjisine veya elektrik enerjisinin ısı enerjisine çevrildiği bir olaydır.

Termoelektrik jeneratörler (TEG) günümüz teknoloji araştırmalarının yoğunlaştığı konulardan biridir. TEG'lerin çoğunlukla kullanım amacı ''atık ısıdan'' enerji üretmek maksatlı geri dönüşümdür. Bununla birlikte teknolojinin ilerlemesiyle tek başına temiz enerji üretiminde kullanılmaya başlanılmıştır. Yukarıda bahsedildiği üzere termoelektrik etki tersinirdir. Buna göre potansiyel fark uygulanan termoelektrik malzemelerin bir tarafının soğuması diğer tarafının ısınması beklenecektir. Sonuç olarak bahsedilen prensip gereği Termoelektrik Soğutucular (TEC) dünyanın kullanımına sunulmuştur (Kwan vd., 2020)

Termoelektrik üreteçler her ne kadar atık ısıdan faydalanmak üzere üretilmiş olsalar da, yapılan çalışmalarda yoğunlaştırılmış güneş enerjisinin ısıl kaynak olarak kullanılabileceği görülmüştür. Enerji üretiminde bugüne kadar bulunan yöntemler arasında yoğunlaştırılmış güneş enerji sistemleri güneşten yüksek miktarda ve gün bazında en uzun süre elektrik üretmenin iyi yollarından biridir (Fernandez-Garcia vd., 2010). Enerji üretimi üzerine güneş enerjisinden yararlanılan çalışmaların bazılarında solar kollektörler kullanılmıştır.

Solar kollektörlerin geniş alanlarda topladığı güneş enerjisini küçük alanlarda bulunan ısı borularına aktardığı çalışmalar literatürde mevcuttur (Arora vd., 2021).

Literatürde TEG ve ısı borularının beraber kullanıldığı çalışmalara rastlamak mümkündür. Örneğin Orr ve ark. araçların egzoz kısmında açığa çıkan artık ısıyı, ısı borusu vasıtasıyla TEG'e taşımak maksadıyla bir sistem oluşturmuşlardır(Orr vd., 2016). Remeli ve ark. ise 4'lü ısı boruları ve fan sistemiyle TEG'in iki yüzeyinde sıcaklık farkı oluşturacak bir deneysel sistem tasarlamış, bu sistemle temiz enerji üretimini sağlamış ve deney sonuçlarını açıklamıştır(Remeli vd., 2015).

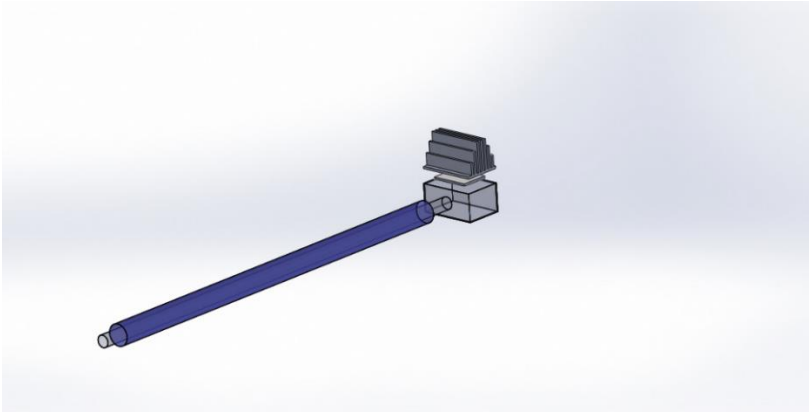
Materyal Ve Metod

Tasarlanıp, imal edilen sistem 120 cm'lik vakumlu solar kollektör içerisine yerleştirilmiş yerleştirilmiş ısı borusu ile ısı başlığı ve pasif tip soğutucu arasındaki TEG malzemesinden oluşmaktadır. Deneysel ölçümler 7 Temmuz 2020 tarihinde 09:00 ve 15:00 saat dilimleri arasında alınmıştır.

Bu aşamada genel meteorolojik durumlar, kollektörün alt ve üst bölgeleri ile TEG'in sıcak ve soğuk yüzlerinin alınan anlık sıcaklık değerleri ve anlık solar radyasyon değerlerinin incelenmesi gerektiği değerlendirilmiştir. K tipi ısıl çift ile tespit edilen sistemdeki sıcaklık değerleri ve açık devre gerilim değerleri, bağlı bulundukları veri toplayıcılar üzerinden kaydedilmiştir.

Sistem yüzeye, ölçümün alındığı lokasyona ve güneşin hareket açısına bağlı olarak belirli bir açıda yerleştirilmiştir(Messenger and Ventre, 2004). TEG'in sıcak yüzeyine ısı transfer etmek için ısı borusu ve bir miktar çalışma akışkanı kullanılmıştır. TEG'in soğuk yüzeyi için ise alüminyum kanatçıklı ve ısı borulu pasif soğutucu kullanılması tercih edilmiştir. Soğutucu sayesinde iki yüzey arasındaki sıcaklık farkının artırılacağı öngörülmüştür .

Şekil 1 Sistem Ön Tasarımı



Deneysel sistemde kullanılan TEG'e ait bazı özellikler Tablo1'de sunulmuştur.

Tablo 1. TEG modül özellikleri (Specifications TEG module TEG1-12611-8.0)

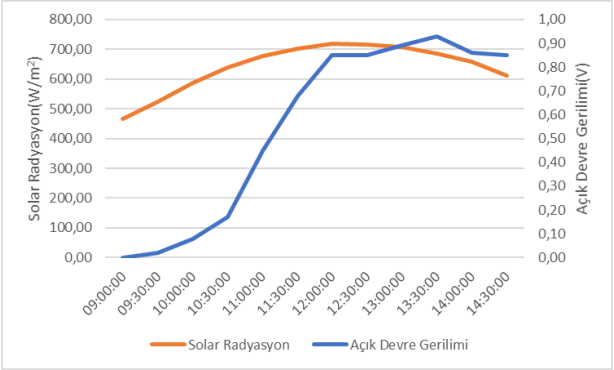
Sıcak Yüzey Sıcaklığı(°C)	300
Soğuk Yüzey Sıcaklığı(°C)	30
Açık Devre Gerilimi(V)	9,5
Modül Üzerinden geçen Isı Akışı(W)	≈325

Modül üzerinden geçen Isı Akış Yoğunluğu(W.cm^{-2})	≈10,4

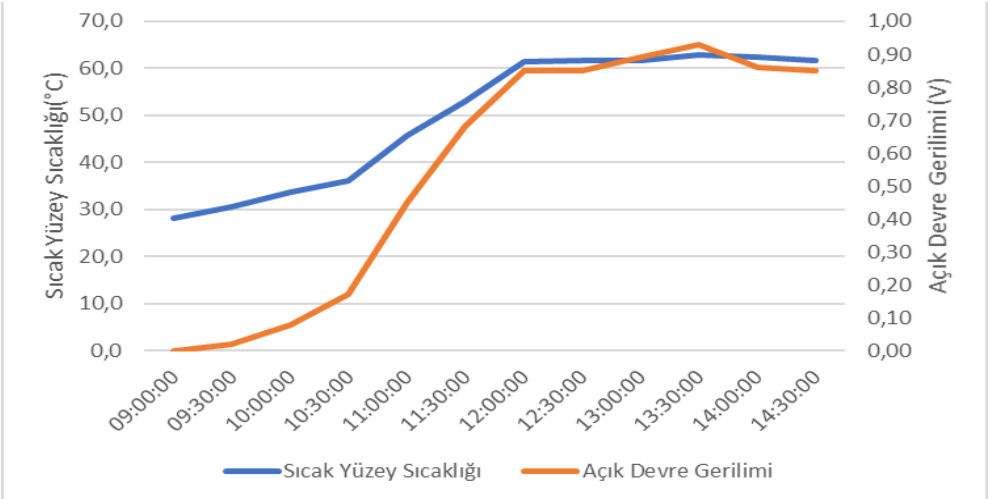
Sonuç

Deneysel ölçümlerin alındığı zaman dilimi içerisinde ortam sıcaklığı incelenmiş sıcaklığın 28,3 °C ile 30,5 °C arasında değiştiği tespit edilmiştir.

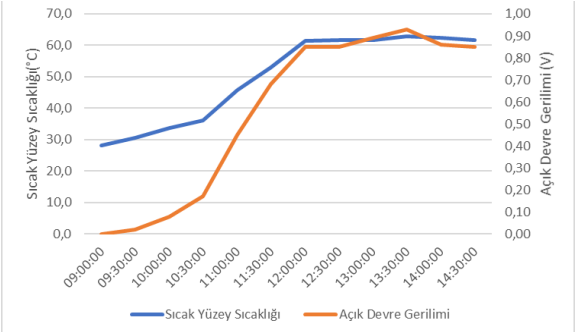
Şekil 2 Solar Radyasyon(W/m^2) ve Açık Devre Gerilimleri(V)



Şekil 2'de, solar radyasyonun deneysel ölçümün başladığı sabah 09:00 saatinden itibaren artış gösterdiği müteakiben saat 12:00'da azami değere ulaştığı ve sonrasında öğleden sonra azaldığı gözlemlenmiştir. Bununla birlikte açık devre gerilimi saat 10:30'a kadar, nispeten eğimi az olan bir grafik çizmiş ve 11:00 itibariyle 0,85 V değerine ulaşmış maksimum 0,93 V değerine ulaştığı gözlemlenmiştir.

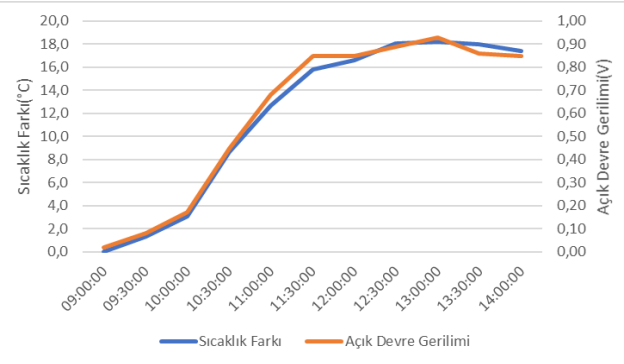


Şekil 3. Sıcak Yüzey Sıcaklığı(°C) ve Açık Devre Gerilimleri(V)



Şekil 3'de ısı borusu vasıtasıyla TEG sıcak yüzeyi 62,8°C'e çıktığı. Grafiğinin açık devre gerilimiyle uyumlu olduğu gözlemlenmiştir.

Şekil 4 Sıcaklık Farkı(°C) ve Açık Devre Gerilimleri(V)



Şekil 4'de sıcaklık farkı ile açık devre gerilimi karşılaştırılmış ve deneysel olarak elde edilen değerler ile kullanılan TEG'e ait tanımlanan ulaşılabilir değerlerin uyumlu olduğu görülmüştür. Beklenildiği üzere sıcaklık farkı ile açık devre gerilimi benzer grafikler oluşturmuştur.

Rüzgar hızındaki anlık değişimlerin pasif soğutma için faydalı olduğu görülmüş bununla birlikte rüzgar hızının artmasına bağlı olarak anlık bir şekilde TEG tarafından üretilen açık devre gerilim değerlerinin değiştiği tespit edilmiştir.

Kaynakça

1. Arora, Siddharth et al. 2011. "Thermal Analysis of Evacuated Solar Tube Collectors." *Journal of Petroleum and Gas Engineering* 2(4): 74–82. http://www.academicjournals.org/JPGE (March 12, 2021).
2. Fernández-García, A., E. Zarza, L. Valenzuela, and M. Pérez. 2010. "Parabolic-Trough Solar Collectors and Their Applications." *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 14(7): 1695–1721.
3. Kwan, Trevor Hocksun, Xiaofeng Wu, and Qinghe Yao. 2020. "Complete Implementation of the Combined TEG-TEC Temperature Control and Energy Harvesting System." *Control Engineering Practice* 95.
4. Orr, B., A. Akbarzadeh, M. Mochizuki, and R. Singh. 2016. "A Review of Car Waste Heat Recovery Systems Utilising Thermoelectric Generators and Heat Pipes." *Applied Thermal Engineering* 101: 490–95. http://dx.doi.org/10.1016/j.applthermaleng.2015.10.081 (March 15, 2021).
5. Remeli, M. F. et al. 2015. "Power Generation from Waste Heat Using Heat Pipe and Thermoelectric Generator." In *Energy Procedia*, Elsevier Ltd, 645–50. www.sciencedirect.com (March 15, 2021).
6. Roger A. Messenger, A. A. (2004). *Photovoltaic Systems Engineering* (Second Edi). CRC Press LLC.

7. Specifications TEG Module TEG1-12611-8.0. www.Thermoelectric-generator.com (March 9, 2021).

Presentation ID/Sunum No= 88

Oral Presentation / Sözlü Sunum

Design and Simulation of Trimmed U-Shaped Microstrip Patch Antenna for Uwb Applications

Erkan Aydın[1] , Arş.Gör. Duygu Nazan Gençoğlan[2] ,
Dr. Öğretim Üyesi Şule Çolak[2]
[1]Gençlik ve Spor Bakanlığı
[2]Adana Alparslan Türkeş Bilim ve Teknoloji Üniversitesi
**Corresponding author: Duygu Nazan Gençoğlan*

Özet

Bu çalışmada, Ultra Geniş Bant (UGB) Haberleşme sistemleri için yeni, kırpılmış U-şekilli mikroşerit yama anten tasarlanmıştır. Bu anten, geleneksel dikdörtgen yama yapısının kenarlarının modifiye edilmesi ve kırpılmasıyla yapılandırılmıştır. Tasarlanan anten, parametreleri Federal İletişim Komisyonu tarafından belirlenen yönetmeliklere uygun olarak incelenerek analiz edilmiştir. Böylece Geri Dönüş Kaybı (S_{11}), Duran Dalga Oranı (VSWR), ve ışıma örüntüsü 3.1 GHz - 10.6 GHz frekans aralığında incelenmiştir. Ayrıca, anten davranışı üzerindeki alt tabaka genişliğinin etkisi aynı UGB frekans aralığında gözlemlenmiştir. Elde edilen sonuçlardan, önerilen yapının Ultra Geniş Bant sistemleri için bant genişliği gereksinimlerini karşıladığı görülmüştür. Tasarlanan anten CST Microwave Studio Programı ile simüle edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: *Anten Tasarımı, U-Şekilli Yama, Ultra Geniş Bant (UGB)*

Abstract

In this study, a novel trimmed U-shaped microstrip patch antenna is designed for Ultra-Wideband (UWB) Communication systems. This antenna is configured by modifying and trimming the edges of the conventional rectangular patch antenna. The designed antenna is analyzed by examining its parameters in accordance with the regulations set by the Federal Communications Commission. Thus, Return Loss (S11), Voltage Standing Wave Ratio (VSWR), and radiation pattern are investigated over the 3.1 GHz - 10.6 GHz frequency range. Furthermore, the substrate width effect on antenna behavior is observed over the same UWB frequency range. From the results, it is seen that the proposed structure meets the bandwidth requirements for Ultra-Wideband systems. The designed antenna is simulated through CST Microwave Studio Program.

Keywords: *Antenna Design, U-Shaped Patch, Ultra-Wideband (UWB)*

Introduction

With developing technology, small antennas have begun to be needed in commercial and public applications including mobile phone, wireless communications and large dimensional applications like aircraft, space shuttle, satellite and guided missile. These needs were started to be met with microstrip antennas. Many studies have been made on microstrip antennas. Because these antennas have small profile, it is easy to install them on surfaces, they are robust in construction, and their manufacturing cost is low with printed circuit technology (Deschamps, 1953; Gutton and Baissinot, 1955).

Ultra-wideband (UWB) communication is an enormous wideband system that uses pulse signals to transfer data from the transmitting side to the receiving side. The pulses have very short-duration and these pulses generate extremely large bandwidth. UWB communication has its origins in the 19th century with the first use of spark-gap transmitters by Hertz and Marconi (Molisch, 2009; Nekoogar, 2005). During 1960-1990, this technology was limited by Military Department of Defense to be used only for covert communications. However, United States Federal Communications Commission (FCC) allowed unlicensed use of UWB systems in February 2002 (FCC, 2002). According to FCC regulations, a bandwidth of 7.5 GHz, which extends from

3.1 GHz to 10.6 GHz in the spectrum, is allocated for UWB applications. Since then, this area has become a popular and quite promising technology due to its many advantages over the other traditional narrow band systems. Some of these advantages are high data speed, low power spectral density and ultra-wide band width. The technology uses the spectrum together with other communication systems without any interference problem. Additionally, the system is perceived as white noise by other radio frequency devices (Çolak et al., 2007).

Antenna design is a critical factor affecting the performance of UWB communication due to broadband nature of the system. Design stage is a big challenge since the designed antenna must work efficiently over the whole UWB frequency interval. Most of the traditional antennas are narrowband and they should be modified to operate over that frequency range. In this study, microstrip patch antennas are designed and analyzed for UWB applications. Return Loss, Voltage Standing Wave Ratio (VSWR) and Radiation Pattern are examined in the UWB frequency range.

Theory of the Microstrip Patch Antenna

The first studies on microstrip antennas were started in 1950s but its popularity increased in the 1970s (Misra et al., 2015). These antennas, which have widespread use today, continue to be developed. These antennas have a wide range of applications including mobile satellite communications and global positioning systems. Additionally, biomedical systems, radars, broadcast systems and remote sensing are some other areas which utilize microstrip patch antennas for their applications (Neyestanak and Lotfi, 2008).

Microstrip antennas operate in a small frequency range. It is very useful for narrow band applications such as government security systems (Balanis, 2005). There are many methods to increase the operating frequency range. The two most common methods are circuit analysis and structural analysis. The circuit analysis is used for providing equal characteristic impedance between transmission line and antenna. Otherwise, there will be standing wave because of mismatching and it decreases the performance of the antenna. In this way, circuit analysis is used for conjugate matching. The structural analysis is mostly done by changing the substrate parameters of the antenna, such as changing the height or dielectric constant. Bandwidth of the antenna can be increased by increasing substrate height, but it will also give rise to surface waves and loss of the power.

Feeding Methods

Some feeding techniques may be used such as line feeding, coaxial probe feeding, proximity coupled and aperture coupled feeding (Indrasen and Tripathi, 2011). Each of these methods has its own positive or negative sides.

Line Feeding Method

Production of microstrip line feed is easy. The feed line has a smaller width as compared to the patch. The disadvantage of this method is that surface wave and spurious feed radiation increase with increasing substrate thickness.

Coaxial Feeding Method

This method is one of the most popular techniques in feeding. The radiation patch is joined together with inner conductor of the coaxial cable and ground plane is connected to outer conductor. Even though coaxial feeding method has easy modelling and low spurious radiation, it has narrow bandwidth. For this reason, modelling is very difficult for thick substrates (Indrasen and Tripathi, 2011).

Aperture Coupled Feeding Method

Aperture Coupled Feeding Method yields the narrowband characteristic in the antenna. The general structure of the feeding mechanism consists of two different substrates separated by a ground plane (Indrasen and Tripathi, 2011). The connection is provided with a slot or an aperture in the ground plane between feed line and patch (Raheel et al., 2012).

Proximity Coupled Feeding Method

This method consist of two substrates and feed line is between these two substrates. The radiating patch is placed on the upper substrate (Raheel et al., 2012). Its production is difficult because two layers must have proper alignment.

Materials and Methods

Antenna Design

The proposed antenna is designed by modifying and trimming the patch shape of the classical microstrip antenna with rectangular patch shape. The ground plane, patch, and feeding line are made up of Silver conductive material with the thickness of 0.035 mm. Additionally, substrate material is selected as Taconic TLC-30 with the relative permittivity of 3. The front and back views of the novel trimmed UWB U-Shaped patch microstrip antenna is illustrated in Figure 1. Other physical parameters of the antenna are outlined in Table 1.

Figure 1. The novel trimmed UWB U-Shaped Patch Microstrip Antenna

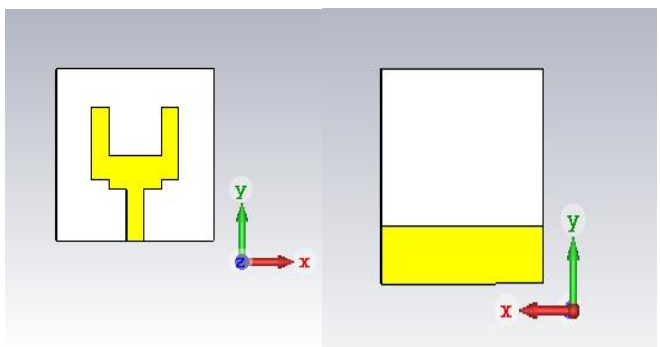


Table 1. Antenna Parameters for Trimmed U-Shaped Patch Microstrip Antenna for UWB Applications

Symbol	Definition	Value	Unit
Ws	Substrate Width	40	mm
Ls	Substrate Lenght	35	mm
Wg	Ground Plane Width	40	mm
Lg	Ground Plane Lenght	9.5	mm
Wp	Patch Width	20	mm
Lp	Patch Lenght	19.5	mm
Wf	Feed Line Width	3.9	mm
Lf	Feed Line Lenght	10.5	mm
ht	Substrate Thickness	1.575	mm
hg	Ground Thickness	0.472	mm
hp	Patch Thickness	0.472	mm

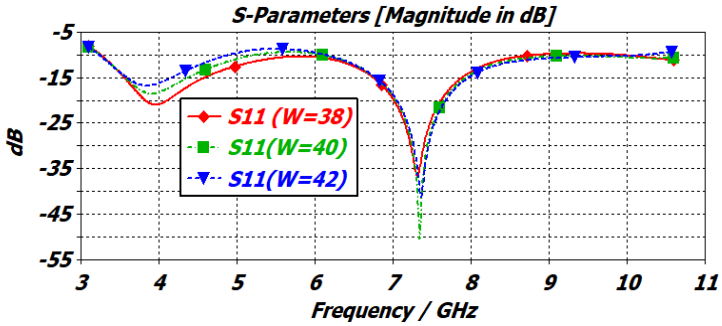
Simulation Results

Parametric Analysis of Substrate Material

UWB trimmed U shaped patch microstrip antenna is simulated by using different substrate widths as 38, 40 and 42 mm, respectively. In Figure 2, Return loss for the designed antenna is illustrated according to these different substrate widths. The resonant frequency is almost the same at around 7.4 GHz, and return loss is -

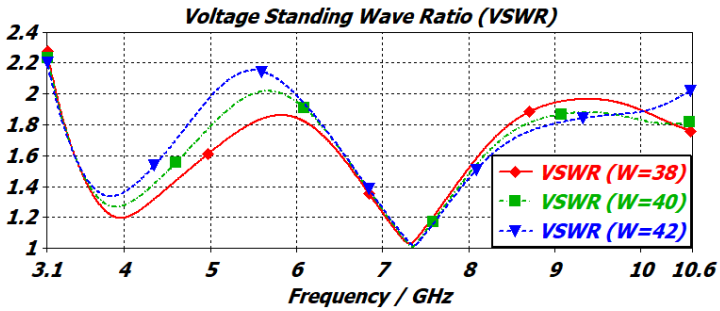
36.5 dB, -50.35 dB, -41.22 dB for 38, 40, and 42 mm substrate widths, respectively. However, it is outlined from Figure 2 that only the substrate width of 38 mm is acceptable in the UWB frequency range. The other selected substrate widths are not compatible with the UWB applications. The proposed antenna structure has almost UWB characteristic in the frequency range of interest.

Figure 2. The return loss characteristics of the novel trimmed UWB U-Shaped Patch Microstrip Antenna with different substrate widths



The VSWR is also shown for different substrate widths in Figure 3. VSWR values are 1.048, 1.016 and 1.008 at the resonance frequency for 38 mm, 40 mm and 42 mm substrate widths, respectively. It is also clear that only novel trimmed U-shaped microstrip antenna is acceptable with the substrate material width of 38 mm.

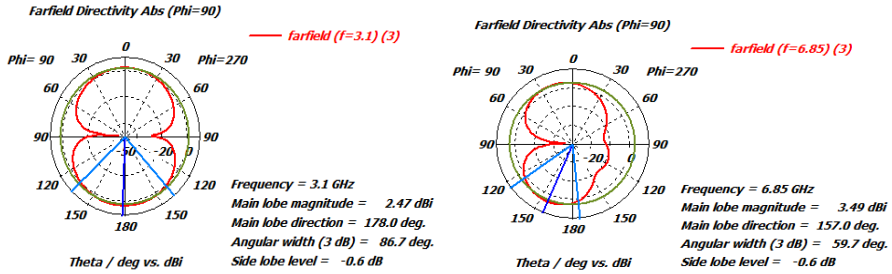
Figure 3. The VSWR Characteristics Of The Novel Trimmed UWB U-Shaped Patch Microstrip Antenna With Different Substrate Widths



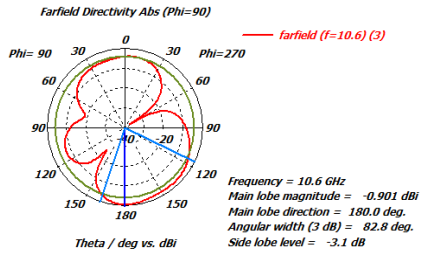
Radiation Pattern Characteristic

After determining the optimum substrate width, the radiation patterns for the designed antenna are shown at different frequencies in Figures 4 and 5, where $\phi=90^0$, and $\theta=90^0$, respectively. It can be seen from the figure that the antenna has bidirectional radiation pattern at the lower frequency while this bidirectional pattern tends to deteriorate as the frequency increases.

Figure 4. The radiation pattern characteristics of the novel trimmed UWB U-Shaped Patch Microstrip Antenna at different frequencies of a) 3.1 GHz, b) 6.85 GHz, and c) 10.6 GHz where $\phi=90^0$

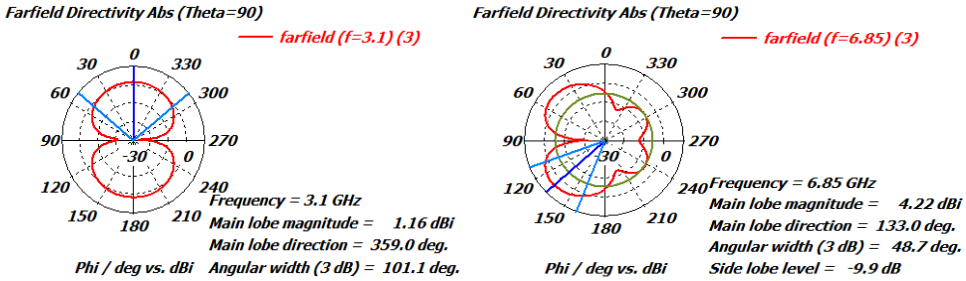


a) b)



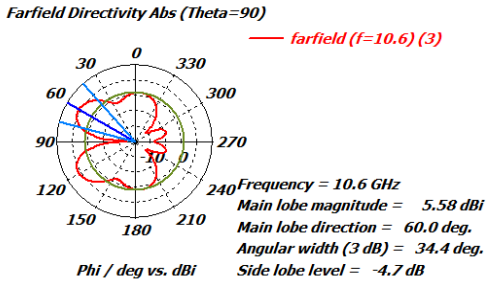
c)

Figure 5. The radiation pattern characteristics of the novel trimmed UWB U-Shaped Patch Microstrip Antenna at different frequencies of a) 3.1 GHz, b) 6.85 GHz, and c) 10.6 GHz where $\theta=90^0$



a)

b)



c)

Conclusion

In this paper, a novel trimmed U-shaped patch microstrip antenna is designed and investigated for Ultra-Wideband communication applications. The structure is configured by modifying and trimming the edges of conventional rectangular patch. The effect of substrate material widths is examined on antenna performance in the frequency range of interest. After parametric analysis, the substrate width that gives the best result is determined as 38 mm. Antenna performance is analyzed by observing Return Loss (S_{11}), Voltage Standing Wave Ratio (VSWR), and radiation pattern parameters in the frequency interval of 3.1 GHz - 10.6 GHz. CST Microwave Studio is utilized for designing and analyzing the designed antenna. From the results, it is seen that the proposed antenna configuration with the specified width satisfies the bandwidth requirements for UWB systems. In fact, Return Loss is below - 10 dB and VSWR < 2 over the UWB frequency range. Although the radiation pattern is bidirectional at the lower frequency, it tends to deteriorate as the frequency increases.

References

1. Balanis, C.A. (2005). Antenna Theory Analysis and Design, John Wiley & Sons, Inc. (Ed.), third ed., Wiley, Hoboken, New Jersey.
2. Çolak, Ş, Tan. F. Wong and Serbest, A.H. (2007). “Ultra-Wideband Dipole Antenna”, The Third National Symposium for Communication Technologies.

3. Deschamps, G. A. (1953). “Microstrip Microwave Antennas”, Presented at the 3. USAF Symposium on Antennas.
4. Federal Communications Commission. (2002). “FCC Report and Order for Part 15 acceptance of Ultra-Wideband (UWB) systems from 3.1-10.6 GHz.” FCC, Washington, DC.
5. Gutton, H., and Baissinot, G. (1955) “Flat Aerial for Ultra High Frequencies”, French Patent No. 703113.
6. Indrasen S. and Tripathi, V.S. (2011). “Micro strip Patch Antenna and its Applications: A Survey”, International Journal of computer Applications in Technology 2 (5), pp:1595-1599.
7. Kiran, R. and Bashir, S. and Fazal, N. (2012). “Review of Techniques for Designing Printed Antennas for UWB Application”, International Journal of Engineering Sciences and Emerging Technologies, 1 (2), pp:48-60.
8. Lotfi, A. A. and Neyestanak (2008). “Ultra-Wideband Rose Leaf Microstrip Patch Antenna”, Progress in Electromagnetics Research, PIER 86, 155-168.
9. Misra, G., Agarwal, A., and Agarwal, K. (2015). “Design and Performance Evaluation of Microstrip Antenna for Ultra-Wideband Applications Using Microstrip Feed”, American Journal of Electrical and Electronic Engineering, 3 (4), pp:93-99.
10. Molisch, A. F. (2009). “Ultra-Wideband Communications, An Overview”, the Radio Science Bulletin, No 329.
11. Nekoogar, F. (2005). Ultra-Wideband Communications: Fundamentals and Applications. Prentice Hall Press, first ed., Upper Saddle River, NJ, USA.

Presentation ID/Sunum No= 78

Oral Presentation / Sözlü Sunum

Starter Kültürlerin Sucuğun Güvenliğine Etkilerinin Değerlendirilmesi

Öğr.Gör. Zeynep Feyza Yılmaz Oral[1],
Prof.Dr. Güzin Kaban[2]
[1]*Atatürk Üniversitesi Erzurum Meslek Yüksekokulu Gıda İşleme Bölümü*
[2]*Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü*

Özet

Fermente sosisler düşük pH ve a_w değerlerinden dolayı güvenli gıdalar olarak kabul edilmektedir. Sucuk Türkiye'de yaygın olarak üretilen kuru fermente bir sosis çeşididir. Fermente sosislerin üretiminde standart üretim ve ürün güvenliği için starter kültürler büyük öneme sahiptir. Sucuk üretiminde Lactobacillus plantarum, Lactobacillus sakei, Staphylococcus xylosus ve Staphylococcus carnosus yaygın bir şekilde starter kültür olarak kullanılmaktadır. Laktik asit bakterileri fermantasyon aşamasında yeterli bir asitleşme sağlayarak ürün güvenliğine katkıda bulunmaktadır. Bu nedenle laktik asit bakterilerinin asit oluşum hızı ve derecesi gıda kaynaklı patojenler ile bozulmaya neden olan mikroorganizmaların inhibisyonu açısından önem arz etmektedir. Bu bakteriler ürünün tadı ve tekstürü üzerinde de etkili olmaktadır. Koagülaz negatif stafilokoklar ise nitrat redüktaz aktivitesine ve katalaz aktivitesine sahiptir. Ayrıca lezzet üzerinde de etkili olmaktadır. Salmonella, Listeria monocytogenes, Escherichia coli O157:H7 ve Staphylococcus aureus gibi gıda kaynaklı patojenlerin engel etkenleri aşması durumunda sucuk önemli bir sağlık riski arz edebilmektedir. Diğer taraftan starter kültürler mikrobiyal tehlikelerin önlenmesinin yanı sıra biyojen amin gibi kimyasal tehlikelerde de etkili olabilmektedir. Ayrıca laktik asit bakterilerinin nitrozaminleri parçalayarak veya nitrozamin oluşumunu inhibe ederek doğrudan veya nitrozamin prokürsörlerini azaltarak dolaylı olarak nitrozamin üzerinde etkili olabileceği de belirtilmektedir. Bu çalışmada sucuktaki mikrobiyal ve kimyasal tehlikelere starter kültürlerin etkileri değerlendirilmiştir.

Anahtar Kelimeler: *Sucuk, gıda güvenliği, starter kültür, nitrozamin, biyojen amin*

Assessment of the Effects of Starter Cultures on the Safety of Sucuk

Abstract

Fermented sausages are considered safe foods due to their low pH and a_w values. Sucuk is a type of dry-fermented sausage widely produced in Turkey. Starter cultures are of great importance for the standard production and food safety in the production of fermented sausages. Lactobacillus plantarum, Lactobacillus sakei, Staphylococcus xylosus and Staphylococcus carnosus are widely used as stater culture in sucuk production. Lactic acid bacteria contribute to product safety by ensuring sufficient acidification during the fermentation phase. Therefore, the rate and degree of acid formation of lactic acid bacteria are important in terms of the inhibition of food-borne pathogens and spoilage microorganism. These bacteria also affect the taste and texture of the product. Coagulase negative staphylococci, on the other hand, have nitrate reductase activity and catalase activity. They are also effective on flavor. Sucuk may pose an important health risk if food-borne pathogens such as Salmonella, Listeria monocytogenes, Escherichia coli O157:H7 and Staphylococcus aureus overcome hurdles. On the other hand, starter cultures can be effective in preventing microbial hazards as well as chemical hazards such as biogenic amines. It is also stated that lactic acid bacteria can act directly on nitrosamine by degrading nitrosamines or inhibiting nitrosamine formation, or indirectly by reducing nitrosamine precursors. In this study, the effects of starter cultures on microbial and chemical hazards in sucuk are evaluated.

Keywords: *Sucuk, food safety, starter culture, nitrosamine, biogenic amin*

Introduction

Fermentation is one of the oldest methods used for food preservation. This method was developed to increase the acceptability and flavor of food, inhibit the growth of spoilage and pathogenic microorganisms and preserve the food without cooling (Coccolin et al., 2008:91). Two types of fermented sausage are produced in Turkey: sucuk and heat-treated sucuk. Sucuk is a type of dry fermented sausage and the initial fermentation temperature varies between 12 and 26 °C and the production time can be up to 20 days (Soyer et al., 2005:135; Soyer, 2005:412; Kaban and Kaya, 2009:S58; Kaya and Kaban, 2019:165). In addition, the pH value should be 5.4 or below and the moisture / protein ratio should be below 2.5 (Anon, 2019:2). The use of starter culture in this product is increasing day by day. On the other hand, smoking process and heat treatment are not used in the production (Kaban and Kaya, 2009:S58).

The speed of acidification during the fermentation stage is very important for the inhibition of food-borne pathogens. Therefore, fermentation is an important key step. In addition, a_w, redox potential, competitive microorganism and ingoing nitrite level are important hurdles for fermented sausages (Leistner, 1995:165). These products are considered safe foods due to the reduction of pH and a_w during ripening (fermentation and drying). Some of the pathogenic organisms could overcome the hurdles during ripening and may be present in the final product. *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli* O157:H7, *Salmonella* spp. and *Listeria monocytogenes* may be able to survive (Ferreira et al., 2006:570). For example, *S.aureus* can grow if sufficient acidification does not occur during fermentation (Kaban and Kaya, 2006:799).

Starter cultures are individual or mixed microbial cultures. They include lactic acid bacteria and catalase-positive cocci. In the fermented sausages, the lactic acid bacteria most frequently used as starter culture are *Lactobacillus sakei*, *Lactobacillus curvatus*, *Lactobacillus plantarum*, *Pediococcus acidilactici* and *Pediococcus pentosaceus*. Among the catalase-positive cocci, *Staphylococcus xylosus* and *Staphylococcus carnosus* are the most commonly used species in meat fermentation. *Kocuria varians* is also used a starter culture in these meat products. In addition, yeasts (*Debaryomyces hansenii* and *Candida famata*) and molds (*Penicillium nalgiovense* and *Penicillium chrysogenum*) are used as starter cultures in some products (Kaban et al., 2012:1) Starter cultures have important functions in fermented meat products. Lactic starter cultures are used to inhibit the growth of undesirable microbiata including food-borne pathogens, improve sensory properties and contribute to the texture development (Lücke, 2000:105; Kaban et al., 2012:1).

Catalase-positive cocci contribute to the development of the sensory properties of fermented sausages through nitrate reductase, as well as proteolytic and lipolytic activities, and also produce catalase, which delays lipid oxidation (Kaban et al., 2012:1). The removal of the nitrate also contributes to a stable and safe fermented sausage (Vignolo and Fadda, 2007:148). The study reviews the effects of starter cultures on the safety of sucuk.

Microbiological Hazards and Starter Cultures

Sucuk, a Turkish dry fermented sausage, belongs to the group of dry fermented sausages (Kaban and Kaya, 2009:S58). Salmonella, L. monocytogenes, E.coli and S.aureus are important microbial hazards in this product (Yalçın and Can, 2013:705; Çon et al., 1996:65; Kaya and Gökalp, 1997:275 ; Çolak et al.., 2007:30 ; Büyükünal et al., 2016:233). Many studies have been conducted on the effects of starter cultures on the behavior of these food-borne pathogens during ripening/storage (Table 1).

The most crucial role of lactic acid bacteria in fermented sausages is to ensure the safety of the product by inhibiting, pathogenic or spoilage bacteria by lactic acid formation. Lactic acid is the main compound resulting from fermentation by lactic acid bacteria (Kaban et al., 2012:1).

S.aureus is of significant importance in fermented sausages. In the case of incompetent acidification during fermentation, these food-borne pathogen may grow and produce enterotoxins which are heat stable. These toxine may cause poisoning outbreaks (Paramithiotis and Drosinos, 2017:199). The prevalence of S.aureus in sucuk ranges from 10% to 17% (Öksüztepe et al., 2011:107; Yalçın and Can 2013:705). In previously studies,

it was reported that the number of S.aureus varied between 102-105 cfu/g (Gökalp et al., 1988:123; Çon et al., 2002:11).

The studies on the behavior of S.aureus during processing of sucuk showed that sufficient acidification play a significant role in the inhibition of S.aureus (Kaban and Kaya, 2006:799 ; Erkmen, 2009:62). Kaban and Kaya (2006: 799) reported that the pH value of sucuk containing starter culture L.sakei + S.carnosus is under 5.0 at the first day of ripening. In the same study, it was observed same results in the presence of P.acidilactici + L.curvatus + S.xylosus. In addition, it has been reported that S.aureus can grow in the absence of the starter culture in the first days of ripening. In another study, Erkmen (2009:62) reported pH value under 5 in 3 days of fermentation and observed significant inactivation of S.aureus in sucuk with starter culture (L.plantarum + P.acidilactici + S.carnosus). In this study, significant reduction in S.aureus number was also determined during ripening and storage (Table 1).

Turantaş (1991:1) indicated that GDL (0.03%, 1%) and sucrose (1%, 2%) have insignificant effect on S.aureus during drying and storage of sucuk. In the same study, it was found that the S. aureus numbers were below the detectable values after 6 days in sucuk with starter culture. On the other hand, Erol and Hildebrandt (1992:90) emphasized the importance of fermentation temperature and found that the S.aureus number increases in sucuk without starter culture and decreases in sucuk with starter culture (L. plantarum + S. carnosus) during fermentation at 25 ˚C.

L.monocytogenes, the causal agent of listeriosis, is a ubiquitous pathogenic organism which may causes serious food safety problems (Çolak et al., 2007:30). In a study performed by Çon et al. (1996:47), 23.3% and 16% of commercial sucuk samples were found to be positive for Listeria spp. and L.monocytogenes, respectively. Similar results were determined by Kaya and Gökalp (1997:275). In another study, 21% and 11.6% of commercial sucuk samples were positive for Listeria spp. and L.monocytogenes, respectively (Çolak et al., 2007:30). It is determined that L.monocytogenes tend to decrease significantly during the ripening process in the presence of starter culture. However, this food-borne pathogen has been shown to survive in sucuk.

Erol and Hildebrant (1992:90) reported that L.monocytogenes can grow in sucuk without starter culture at an initial temperature of 25 ˚C. In contrast, the number of L.monocytogenes in sucuk was found to decrease with the starter culture. On the other hand, Kaya and Gökalp (2004:1113) showed that the use of *L.plantarum* Lb 75, *P.acidilactici* Lb 628, *P.pentosaceus* Lb 110, *L.sakei* Lb 706 and *L.sakei* Lb 706 -B (bacteriocin negative) has an inhibitory effect on growth of *L.monocytogenes* in sucuk. However, in the same study, it was reported that *L.monocytogenes* can grow in the initial stage of ripening when sufficient acidification does not occur during fermentation. In another study, it was showed that the use of bacteriocin-producing starter cultures such as *P.acidilactici* and *L.sakei* inhibit the growth of *L.monocytogenes* during ripening of sucuk (Erol et al., 1999:793). Similarly, Coşansu et al. (2010:206) reported that *P.acidilactici* 13 could be useful as a protective culture for control of *L. monocytogenes* in sucuk.

E. coli O157:H7 serotype is resistant to acidic conditions, low temperature, freezing and competetive flora (Noveir et al., 2000:331). This pathogen can survive in acidic foods such as fermented dry sausage (Sırıken et al., 2006:177). Noveir et al. (2000:331) found E.coli O157:H7 in only one sucuk sample. In a study performed by Sırıken et al. (2006:177), however, E.coli O157:H7 was not detected in any of the sucuk samples. On the other hand, the effect of starter culture on E.coli O157:H7 was reported as insignificant (Kaya et al., 1998:506). Another study showed that E.coli O157:H7 survives for a longer period of time in vacuum-packaged sucuk samples than non-vacuum-packaged sucuk samples (Coşansu and Ayhan, 2000:407). In addition, Öz et al. (2001:651) reported that the use of starter culture (L.plantarum + S.carnosus) and nitrite level (100, 150 or 200 mg/kg nitrite) have no significant effect on the behavior of E.coli O157:H7 during ripening (Table 1). Similary, the effects of nitrate levels (0, 200 and 400 mg/kg) and starter culture (S.carnosus + P.pentosaceus) on the reduction of E.coli O157:H7 in sucuk were reported as insignificant. In the same study, E.coli O157:H7 number was found to be below detectable level in all samples after 28 days (Apaydın et al., 2008:827) (Table 1).

Salmonella spp. are present in sucuk. Sırıken et al. (2006:177) reported that the incidence of Salmonella spp. is 7% in sucuk samples collected from shops and markets in the Afyon province. In a study by Turantaş (1991:1), it was reported that the number of Salmonella Typhimurium is under detectable level on the 6th of the drying period in the presence of a starter culture.

Table 1. The effect of commercial or autochthonous starter culture on behavior of food-borne pathogen

Commercial or Autochthonous Starter Culture	**Food-borne Pathogen**	**Ingoing Curing Agent**	**Initial Fermantation Temperature**	**Results**	**References**
P.acidilactici + *L.curvatus* + *S.xylosus*	*S.aureus*	150 mg/kg nitrite	24˚C	-Rapid pH drop -No growth -Reduction during ripening	Kaban and Kaya(2006)
L.sakei + *S.carnosus*				-Very rapid pH drop -No growth - Reduction during ripening	
L.plantarum + *P.acidilactici* + *S.carnosus*	*S.aureus*	300 mg/kg nitrite + 150 mg/kg nitrate	20-22 ˚C	- Very rapid pH drop -No growth - Reduction during ripening and storage	Erkmen (2009)
L. plantarum Lb 8, *L. plantarum* Lb 75, *P. acidilactici* Lb 628, *P. pentosaceus* Lb 1010, *L. sakei* Lb 706 or *L. sakei* Lb 706-B	*L.monocytogenes*	150 mg/kg nitrite	22 ˚C	-Slow pH drop in presence of *L.plantarum* Lb 8 and slight growth during fermantation - Rapid pH drop below 5.00 in the presence of other strains of lactic acid bacteria	Kaya and Gökalp (2004)
P.acidilactici 13	*L.monocytogenes*	500 mg/kg nitrate	24 ˚C	- Reduction during fermantation	Coşansu et al. (2010)
S.carnosus + *P.pentosaceus*	*E.coli* O157:H7	0, 200 or 400 mg/kg nitrate	18 ˚C	- No growth during fermentation - The *E. coli* O157 H7 number in all samples was below detectable values after 28 days	Apaydın et al. (2008)
L.plantarum	*E.coli* O157:H7		22 ˚C	- Starter culture and nitrite level had no significant effect on	

+ *S.carnosus*		100, 150 or 200 mg/kg nitrite		the behavior of *E.coli* O157:H7	Öz et al. (2002)

during ripening/storage of sucuk

Chemical Hazards and Starter Culture

The main chemical hazards in fermented sausages are biogenic amines, nitrosamines, polycyclic aromatic hydrocarbons and mycotoxins (Laranjo et al., 2019: 5). Biogenic amines are nitrogenous compounds which are mainly produced by microbial decarboxylation of amino acids (Gençcelep et al., 2007:424 ; Gençcelep et al., 2008:868). They are important for the human health because of the fact that the consumption of food with high amounts of biogenic amines, especially histamine and tyramine, can be hazardous due to their toxic effects (Gençcelep et al., 2008:868). The amount and type of biogenic amines depends on the type of food and the microorganisms (Gençcelep et al., 2007:425). The production of biogenic amines in meat products has been attributed to the action of *Pseudomonas*, *Enterobacteriaceae*, *Enterococcus* and *Lactobacillus* (Gençcelep et al., 2007:424). Putrescine, tyramine, tryptamine and histamine are the most important biogenic amines in sucuk (Bozkurt and Erkmen, 2004:21; Gençcelep et al., 2008:868). In a study performed by Gençcelep et al. (2008:868), tyramine is in the range of 2.4–676 mg/kg. In the same study, tryptamine was detected in 16 of 30 samples in the range of 1.2–82.3 mg/kg. In addition, it was emphasized that hygienic quality of raw material, manufacturing techniques, the specific flora and the type of starter culture are important factors in terms of biogenic amine formation (Gençcelep et al., 2008:871). Ayhan et al. (1999:83) reported that the addition of starter culture (*L. sakei* + *P. pentosaceus* + *S. carnosus* + *S.xylosus*) inhibits formation of putrescine but not tyramine. On the other hand, in another study, the use of starter culture in the production of sucuk has been suggested to prevent the formation of biogenic amine in this type of fermented sausages (Gençcelep et al., 2007:429). Similarly, Doğan et al. (2020:2553) indicated that *L. plantarum*, *L. sakei* and *L. curvatus* could reduce histamine and tyramine formation in sucuk (Table 2). In addition, the temperature and relative humidity of the storage are important hurdles for the formation of biogenic amines in sucuk (Bozkurt and Erkmen, 2004: 21).

Nitrosamines are generally formed by the reaction between a nitrosation agent and a secondary amine. Nitrite plays an important role in the formation of nitrosamine in cured meat product such as sucuk and salami. Nitrosamine formation is a complex process (Yurchenko and Mölder, 2007: 1713; Sallan et al., 2019:341; Sallan et al., 2020:107917). NDMA (Nitrosodimethylamine), NPYR (Nitrosopyrrolidine), NPIP (Nitrosopiperidine). NDEA (Nitrosodiethylamine), NDBA (Nitrosodibutylamine), NMOR (Nitrosomorpholine) have been detected the most common volatile nitrosamines found in meat products (De Mey et al., 2017: 2909). Ingoing nitrite level, processing steps, amino acid decarboxylase activity of microorganisms, residual nitrite, water activity, pH and presence of biogenic amine, presence of inhibitory nitrosation catalysts and/or inhibitors, cooking temperature and time are important factors in the formation of nitrosamine (Sallan et al., 2019:341; Sallan et al., 2020:107917). Since nitrosamines are a significant risk for human health, researches on the nitrosamine formation have been increasing day by day. Accordingly, it is stated that lactic acid bacteria can act directly on nitrosamine by degrading nitrosamines or inhibiting nitrosamine formation, or indirectly by reducing nitrosamine precursors. In a study performed by Xiao et al. (2018:126), it has been reported that autochthonous *Lactobacillus pentosus* R3 represents a potential starter culture for improving safety in the production of dry fermented sausages. In another study, it was found that *L. pentosus* R3 decreases the level of NDMA (Shao et al., 2021:107534). On the other hand, Sun et al. (2007:1514) indicated that *L. pentosus*, *L. curvatus*, and *L.sakei* inhibit N-nitrosoamine accumulation, with the *L.curvatus* strain showing the optimal performance in inhibiting N-nitrosoamine formation in Harbin dry sausage production. In addition, Sallan et al. (2020) examined the effects of the autochthounous starter culture (*L. plantarum* GM77 + *S. xylosus* GM92) on the formation of nitrosamine in heat-treated sucuk and observed significant effects of strains on the NPYR and NPIP.

Polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) are aromatic hydrocarbons with two or more combined benzene rings in different conformations. Several PAHs have carcinogenic and mutagenic properties (Laranjo et al.,

2019:7). Elias et al. (2014:45) reported that the use of starter culture (*Lactobacillus* spp. + *Micrococcaceae* or *L. sakei* + *S.xylosus*) has no significant effects on PAH content.

Smoking is not used in sucuk production process. However, sucuk, a type of dry fermented sausage, is usually consumed after cooking. Therefore, more research is needed on the effects of different cooking techniques, including barbequing, on the formation of PAH in sucuk.

Table 2. The effect of commercial or autochthonous starter culture on biogenic amine during ripening of sucuk

Commercial or Autochthonous Starter Culture	**Ingoing Curing Agent Level**	**Initial Fermantation Temperature**	**Results**	**References**
L.sakei + *S.carnosus or P.acidilactici* + *S.xylosus* + *L.curvatus*	0, 75 or 150 mg/kg nitrite	22 ˚C	-Sucuk with starter cultures had lower amounts of putrescine, cadaverine and tyramine	Gençcelep et al. (2007)
L.sakei + *P.pentosaceus* + *S. carnosus* + *S.xylosus*	500 mg/kg nitrate	24 ˚C	- The use of starter culture inhibited formation of putrescine but not tyramine	Ayhan et al. (1999)
L.plantarum, L.sakei or L.curvatus	-	-	- All strains used could reduce histamine and tyramine	Doğan et al. (2020)

Conclusion

Starter cultures are of great importance in terms of product safety in sucuk, which is a type of dry fermented sausage. However, starter cultures that are appropriate for the product type and process conditions should be selected. Lactic starter cultures can prevent the growth of both food-borne pathogens and spoilage microorganisms by forming acids. In addition, biogenic amine formation can be limited by the inhibition of microorganisms with decarboxylase activity by starter cultures. On the other hand, although it is stated that lactic acid bacteria can prevent nitrosamine formation directly or indirectly, research on this subject is still needed. Coagulase negative staphylococci, on the other hand, contribute to the quality and safety of the product with its biochemical properties such as nitrate reduction. Despite all these, good hygienic practices, high quality raw materials and ingredients are of great importance for a reliable sucuk production. Reducing pH and lowering water activity are important factors that help produce a safe product. Salt, nitrite and redox potential are also important hurdles for sucuk.

References

1. Anonim, (2019). “Türk Gıda Kodeksi Et, Hazırlanmış Et Karışımları ve Et Ürünleri Tebliği”, Tebliğ No: 2018/52. Sayı: 30670. Ankara.
2. Apaydın, G., Ceylan, Z.,G. and Kaya, M. 2008. “The behavior of *E.coli* O157:H7 in sucuk”, Journal of Food Processing and Preservation, 33(6), 827-836.
3. Ayhan, K., Kolsarıcı, N. and Alsancak Özkan, G. (1999). “The effects of a starter culture on the formation of biogenic amines in Turkish soudjoucks”, Meat Science, 53, 183-188.
4. Bozkurt, H. and Erkmen, O. (2004). “Effects of temperature, humidity and additives on the formation of biogenic amines in sucuk during ripening and storage periods”, Food Science and Technology International, 10(1), 21-28.

5. Büyükünal, S., Şakar, F.,Ş., Turhan, İ., Erginbaş, Ç., Sandıkçı Altunatmaz, S., Yılmaz Aksu, F., Yılmaz Eker, F. and Kahraman, T. (2016). "Presence of *Salmonella* spp., *Listeria monocytogenes*, *Escherichia coli* O157 and nitrate-nitrite residue levels in Turkish traditional fermented meat products (Sucuk and Pastırma)", Kafkas Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi, 22(2), 233-236.
6. Coccolin, L., Dolci, P. and Rantsiou, K. (2008). "Molecular methods for ıdentification of microorganisms in traditional meat products", In:Meat Biotechnology,pp. 91-128, Springer Publisher,NewYork.
7. Coşansu, S. and Ayhan, K. (2000). "Survival of enterohaemohagic *Escherichia coli* O157:H7 strain in Turkish soudjouck during fermentation, drying and storage periods", Meat Science, 54, 407-411.
8. Coşansu, S., Geornaras, I., Ayhan, K. and Sofos, J.N. (2010). "Control of *Listeria monocytogenes* by bacteriocin-producing *Pediococcus acidilactici* 13 and its antimicrobial substance in a dry fermented sausage sucuk and in turkey breast", Journal of Food and Nutrition Research, 49(4), 206-214.
9. Çolak, H., Hampikyan, H., Ulusoy, B. and Bingöl, E.B. (2007). "Presence of *Listeria monocytogenes* in Turkish style fermented sausage (sucuk)", Food Control, 18 (2007), 30-32.
10. Çon, A.H., Doğu, M. and Gökalp, H.Y. (2002). "Afyon'da büyük kapasiteli et işletmelerinde üretilen sucuk örneklerinin bazı mikrobiyolojik özelliklerinin periyodik olarak belirlenmesi", Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences, 26 (1), 11-16.
11. Çon, A.H., Kaya, M. and Gökalp, H.Y. (1996). "Isollerung und identifizierung von *Listeria monocytogenes* und weiteren Listerienarten aus der Türkischen Rohwurst 'Sucuk'", Arch. Lebensmittelhyg, 47, 65-66.
12. De Mey, E., De Maere, H. and Paelinck, H. (2017). "Volatile N-Nitrosamines in meat products: potential precursors, influence of processing and mitigation strategies", Critical Reviews in Food Science and Nutrition, 57(13), 2909-2923.
13. Doğan, Y., Lenger, Ö., Düz, M., Doğan, I. and Gürler, Z. (2020). "Effects of wild type lactic acid bacteria on histamine and tyramine formation in sucuk", Journal of the Hellenic Veterinary Medical Society, 71(4), 2553-2558.
14. Elias, M., Potes, M.E., Roseiro, L. C., Santos, C., Gomes, A. and Agulheiro-Santos, A. C. (2014). "The effect of starter cultures on the Portuguese traditional sausage "Paio do Alentejo" in terms of its sensory and textural characteristics and polycyclic aromatic hydrocarbons profile", Journal of Food Research, 3(3), 45-56.
15. Erkmen, O. (2009). "Survival of *Staphylococcus aureus* and aerobic bacteria in sucuks made from starter culture and thymbra spicata during manufacturing and storage", Food and Bioproducts Processing, 87(2009), 62-67.
16. Erol, İ., Celik, T. H., Sireli, U. T. and Ozdemir, H. (1999). "Effect of bacteriocinogenic starter cultures on the growth of *Listeria monocytogenes* in Turkish fermented sausage (Sucuk)", Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences, 23(4), 793–802.
17. Erol, İ., and Hildebrandt, G. (1992). "Einfluß von Starterkulturen auf das Wachstum pathogener Keime in türkischer Rohwurst", Fleischwirtschaft, 72(1), 90–97.
18. Ferreira, V., Barbosa, J., Vendeiro, S., Mota, A., Silva, F., Monteiro, M.J., Hogg, T., Gibbs, P. and Teixera, P. (2006). "Chemical and microbiological characterization of alheira: a typical portuguese fermented sausage with particular reference to factors relating to food safety", Meat Science, 73(2006), 570-575.
19. Gençcelep, H., Kaban, G. and Kaya, M. (2007) "Effects of starter cultures and nitrite levels on formation of biogenic amines in sucuk", Meat Science, 77(2007), 424-430.
20. Gençcelep, H., Kaban, G., Aksu, M.İ., Öz, F. and Kaya, M. (2008). "Determination of biogenic amines in sucuk", Food Control, 19(2008), 868-872.
21. Gökalp, H.Y., Yetim, H., Kaya M. and Ockerman, H.W. (1988). "Saprophytic and pathogenic bacteria levels in Turkish soudjouks manufactured in Erzurum, Turkey", Journal of Food Protection, 51 (2), 121-125.
22. Kaban, G. and Kaya, M. (2006). "Effect of starter culture on growth of *Staphylococcus aureus* in sucuk", Food Control, 17,797-801.
23. Kaban, G. and Kaya, M. (2009). "Effects of *Lactobacillus plantarum* and *Staphylococcus xylosus* on the quality characteristics of dry fermented sausage 'Sucuk'", Journal of Food Science, 74(1), S58-S63.

24. Kaban, G., Kaya, M. and Lücke, F.K. (2012). "Meat starter cultures", In: Encyclopedia of Biotechnology in Agriculture and Food, pp.1-4. Taylor & Francis, UK.
25. Kaya, M. and Gökalp, H.Y. (1997). "Vorkommen von Listerien in Türkischer Rohwurst", Fleischwirtschaft, 77 (3), 275-276.
26. Kaya, M. and Gökalp, H.Y. (2004). "Farklı laktik starter kültürler kullanılarak üretilen sucuklarda *Listeria monocytogenes*'in davranışı", Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences, 28(2004), 1113-1120.
27. Kaya, M. and Kaban, M. (2019). "Fermente Et Ürünleri", Gıda Biyoteknolojisi, Ed. Necla ARAN, ss.157-195, 7. ISBN: 978-605-133-134-8, Nobel, İstanbul.
28. Kaya, M., Gareis, M., and Kofoth, C. (1998). "Verhalten von *Escherichia coli* O157:H7 in türkischer Rohwurst" Mittbl. Bundesanst. Fleischforsch. Kulmbach, 142, 506-519.
29. Laranjo, M., Potes, M.E. and Elias, M. (2019). "Role of starter cultures on the safety of fermented meat products", Frotiers in Microbiology, 10 (853), 1-11.
30. Leistner, L. (1995). "Stable and safe fermented sausages world-wide", Pp. 160-175. In: Fermented Meats, Ed. G. Campbell-Platt and P.E. Cook. Blackie Academic and Professional, Glasgow.
31. Lücke, F. K. (2000). "Utilization of microbes to process and preserve meat", Meat Science, 56, 105-115.
32. Noveir, M.R., Doğan, H.B. and Halkman, A.K. (2000). "A note on *Escherichia coli* O157:H7 serotype in Turkish meat products", Meat Science, 56, 331-335.
33. Öksüztepe, G., Güran, H.Ş., İncili, G.K. and Gül, S.B. (2011). "Elazığ'da tüketime sunulan fermente sucukların mikrobiyolojik ve kimyasal kalitesi", Fırat Üniversitesi Sağlık Bilimleri Veteriner Dergisi, 25 (3), 107-114.
34. Öz, F., Kaya, M. and Aksu, M.İ. (2002). "Sucuk üretiminde farklı nitrit dozlarının ve starter kültür kullanımının *Escherichia coli* O157:H7'nin gelişimi üzerine etkisi", Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences, 26, 651-657.
35. Paramithiotis, S. and Drosinos, E.H. (2017). "Foodborne pathogens of fermented meat products", Pp. 196-227. In: Fermented Meat Products, Ed. N. Zdolec, CRC Press.
36. Sallan, S., Kaban, G. and Kaya, M. (2019). "Nitrosamines in sucuk: Effects of black pepper, sodium ascorbate and cooking level", Food Chemistry, 288, 341–346.
37. Sallan, S., Kaban, G., Şişik Oğraş Ş., Çelik M. and Kaya, M. (2020). "Nitrosamine formation in a semi-dry fermented sausage: effects of nitrite, ascorbate and starter culture and role of cooking", Meat Science, 159, 107917.
38. Shao, X., Xu, B., Zhou, H., Chen, C. and Li, P. (2021). "Insight into the mechanism of decreasing N-Nitrosodimethylamine by *Lactobacillus pentosus* R3 in a model system", Food Control, 121, 107534.
39. Sırıken, B., Pamuk, Ş., Özakın, C., Gedikoglu, S. and Eyigör, M. (2006). "A note on the incidences of *Salmonella* spp., *Listeria* spp. and *Escherichia coli* O157:H7 serotypes in Turkish sausage (Soudjouck)", Meat Science, 72, 177-181.
40. Soyer, A. (2005). "Effect of fat level and ripening temperature on biochemical and sensory characteristics of naturally fermented Turkish sausages", European Food Research and Technology, 221, 412-415.
41. Soyer, A., Ertaş, A.H. and Üzümcüoğlu, Ü. (2005). "Effect of processing conditions on the quality of naturally fermented Turkish sausages (Sucuks)", Meat Science, 69, 135-141.
42. Sun, F., Kong, B., Chen, Q., Han, Q. and Diao, X. (2017). "N-nitrosoamine inhibition and quality preservation of harbin dry sausages by inoculated with *Lactobacillus pentosus, Lactobacillus curvatus* and *Lactobacillus sake*", Food Control, 73, 1514-1521.
43. Turantaş, F. (1991). "Sucukta glukano delta lakton, sakkaroz, nitrit, sarımsak ve starter kültür kullanımının *Staphylococcus aureus* ve *Salmonella* Typhimurium' un gelişimine etkisi", Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora tezi, İzmir, Türkiye.
44. Vignolo, G. and Fadda, S. (2007). "Starter cultures: Bioprotective cultures", pp. 147-157. In: Handbook of Fermented Meat and Poultry, Ed. F. Toldra, Blackwell Publishing.
45. Xiao, Y., Li, P., Zhou, Y., Ma, F. and Chen, C. (2018). "Effect of inoculating *Lactobacillus pentosus* R3 on N-nitrosamines and bacterial communities in dry fermented sausages", Food Control, 87, 126-134.

46. Yalçın, H., and Can, Ö.P. (2013). "Geleneksel yöntemle üretilen sucuklarda *Listeria monocytogenes*, *Staphylococcus aureus* ve koliform varlığının araştırılması", Kafkas Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi, 19 (4), 705-708.
47. Yurchenko S. and Mölder, U. (2007). "The occurrence of volatile N-nitrosamines in Estonian meat products", Food Chemistry, 100, 1713-1721.

Presentation ID/Sunum No= 77

Oral Presentation / Sözlü Sunum

Reaktif Boyama Atıksuyunun Geri Kazanımı ve Tekrar Kullanımı

Zerrin Kaya[1] , Güler Uğurlu Altınel[1] ,
Prof.Dr. Hüseyin Aksel Eren [2]
[1]Marsala Textile
[2]Uludağ Üniversitesi
**Corresponding author: Zerrin Kaya*

Özet

Tekstil endüstrisinin oluşturduğu atıksu, çevre ve insanları tehdit eden tehlikeli kirlilik oluşturan endüstriler arasındadır (Eren vd., 2006:11). Tekstil işletmelerinde yüksek miktarlardaki kirli suda kimyasalların dışında bulunan renk atık suda önemli bir rol oynamaktadır. Türkiye'de su kirliliği kontrolü yönetmeliğine 2011 yılında yapılan ekleme ile (RG-24/4/2011-27914) artık tekstil atıksularında renk parametresi de takip edilmektedir. Reaktif boyalar rölatif olarak düşük fikse oranları nedeniyle pamuklu tekstil endüstrisi için ciddi bir sorundur (Fung vd., 2000:116). Atıksu renk giderimi için fiziksel ve fizikokimyasal yöntemler, oksidasyon yöntemleri, biyolojik yöntemler ve elektrokimyasal yöntemler başlıca metotlardır (Namal, 2017:6). Tekstil boyama atıksularındaki renk kirliliğinin giderilmesi için ileri oksidasyon yöntemleri arasında olan ozonla (O3) muamele alternatiflerden biridir (Öztürk ve Eren, 2010:15; Hassan vd., 2017:2). Bu çalışmada reaktif boyama atıksuyunun geri kazanım ve tekrar kullanım olanakları incelenmiştir. Survayan ve ark. (2020) laboratuvar ölçeğinde atıksu tekrar kullanımı için ozon içeren çalışmalarında %92-93 renk giderimi yanında %78-83 KOİ (kimyasal oksijen ihtiyacı) giderimi rapor etmişlerdir. Perkins ve ark. (1996) ozonla reaktif boyama atıksuyunun geri kazanım tekrar kullanımı ile enerji ve kimyasal tasarrufu rapor etmişlerdir. Sundrarajan ve ark. (2006) açık sarı ve mavi reaktif boyama atıksularının geri kazanım tekrar kullanımında Sundrarajan ve ark.(2007) başka bir çalışmalarında iki döngüye kadar aynı kalitede boyama rapor etmişlerdir. Yapılan bu çalışmalar ile reaktif boyamalarda atık suyun geri kazanım ve tekrar kullanılabilirliği için gerekli koşullar belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: *Tekstil, Atıksu; Reaktif Boyama; Renk*

Abstract

Waste water caused by the textile industry is among the industries that create hazardous pollution which threatens the environment and people (Eren vd., 2006:11). In textile facilities, the color inside the foul water except the chemicals plays an important role. By the additions made in 2011 to Water Pollution Control Regulations in Turkey (RG-24/4 / 2011-27914) , the color parameters are being followed now in textile waste waters. Reactive dyestuffs are serious problem for the cotton textile industry due to their relatively low fixation rates (Fung vd., 2000:116). Physical and physicochemical methods, oxidation methods, biological methods and electrochemical methods are the main methods for waste water color removal (Namal, 2017:6). Treatment with ozone (O3), which is an advanced oxidation method, is one of the alternatives to remove color contamination in textile dyeing waste water (Öztürk ve Eren, 2010:15; Hassan vd., 2017:2). In this study, the recycling and reuse possibilities of reactive dyeing waste water were investigated. Survayan and his friends (2020) reported 92-93% color removal as well as 78-83% COD (chemical oxygen demand) removal in their laboratory-scale studies involving ozone for waste water reuse. Perkins and his friends (1996) reported energy and chemical savings by recycling and reuse of reactive dyeing by ozone waste water. Sundrarajan and his friends (2006). in recycling and reuse of light yellow and blue reactive dyeing waste waters, and besides Sundrarajan and his friends (2007) in another study, have reported dyeing in/of the same quality up to two cycles. In these studies, the necessary conditions have been determined for the recycling and reusability of waste water in reactive dyeing.

Keywords: *Textile; waste water; reactive dye; color*

Giriş

Tekstil endüstrisinde özellikle boyama işlemlerinde kullanılan su, yüksek KOİ ve renk değerleriyle atık su deşarj alanlarında ciddi çevre sorunlarına neden olur. Bu nedenle tekstil boyama proseslerinden kaynaklanan atık suların arıtımı önem arz etmektedir. (Karaçiray, 2019) Tekstil boyama atık sularının çevreye daha az etki oluşturması amaçlı çeşitli kimyasallar, prosesler, suyun tekrar geri kazanımı ve uygulanabilirliği üzerine araştırmalar devam etmektedir. Son zamanda özellikle boyama prosesleri kaynaklı atık suların farklı yöntem ve tekniklerle geri kazanımı ve tekrar kullanılabilirliği üzerine araştırmalar yapılmış ve rapor edilmiştir. Bu çalışmada klasik arıtma teknikleri ile reaktif boyama atık suyunun geri kazanım ve tekrar kullanım olanakları dışında atık suyun temel karakteristiği olan rengin giderilmesi ve tekrar kullanılabilirliği için ileri oksidasyon arıtma teknikleri incelenmiş ve raporlandırılmıştır.(Aniş ve Eren 2006)

Türkiye de 2011 yılında su kirliliği kontrolü yönetmeliğinde yapılan yeni düzenleme ile tekstil atık sudaki renk parametresi de aşağıdaki tabloda belirtildiği gibi kontrol edilmektedir. (Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği 2006)

Tablo 1. Tekstil Sanayii Atık Sularının Alıcı Ortama Deşarj Standartları

Tekstil Sanayii (Pamuklu Tekstil Ve Benzerleri)

PARAMETRE	**BİRİM**	**KOMPOZİT NUMUNE 2 SAATLİK**	**KOMPOZİT NUMUNE 24SAATLİK**
Kimyasal Oksijen İhtiyacı (KOİ)	(mg/L)	250	200
Askıda Katı Madde	(mg/L)	160	120
Amonyum Azotu (Nh_4-N)	(mg/L)	5	-
Serbest Klor	(mg/L)	0,3	-
Toplam Krom	(mg/L)	2	1
Sülfür	(mg/L)	0,1	-
Sülfit	(mg/L)	1	-
Yağ Ve Gres	(mg/L)	10	-
Balık Biyodeneyi (ZSF)		4	3
pH		6-9	6-9
(Ek satır :RG-24/4/11-27914)			
RENK	(Pt-Co)	280	260

Tekstıl Endüstrısınde Atık Suların Gerı Kazanım Yöntemlerı ve Uygulamaları

Tekstil boyamacılığında kullanılan boyar maddeler genel olarak ;

- Asidik boyarmaddeler
- Bazik boyar maddeler
- Direkt boyar maddeler
- Dispers boyarmaddeler
- Küp ve kükürt boyarmaddeler

- Reaktif boyarmamadeler olarak kullanım yeri uygunluğuna bağlı olarak sınıflandırılmaktadır.

Dünya lif tüketiminin %40 nın pamuk %30'unu polyester liflerinin olduğu ön görülmektedir. (Aniş ve Eren 2006) Pamuklu kumaşların renklendirilmesinde kullanılan reaktif boyarmaddelerin substantifliğini çok iyi olmaması sebebiyle flottede kalan boyarmadde miktarı fazla olmakta yani elyafa bağ yapmayan boyarmadde hidrolize olarak atık suda ciddi renk problemleri ve kirlilik etkisi yaratmaktadır. (Keskin, 2006)

Yapılan araştırmalarda tekstil boyama atıklarındaki renk kirliliğinin giderilmesi için kullanılan;

- Fiziksel ve fizikokimyasal,
- Kimyasal oksidasyon,
- Biyolojik ,
- Elektrokimyasal yöntemleri başlıcalarıdır. (Namal, 2017)

Tekstil atık suyunun geri kazanımında renk kirliliğinin giderilmesi ve suyun tekrar kullanılabilirliliği için ileri oksidasyon yöntemlerinden biri olan ozonla (O_3) ile yapılan işlem en etkin renk giderimlerinin sağlandığı önemli işlemlerden biridir. Ozonla atık suyun arıtılması ve rengin giderilmesi tek başına yapıldığı gibi farklı kombinasyonlar ile de gerçekleşebilmektedir. (Hassaan ve El Nemr, 2017)

Fung ve ark. (2000); reaktif boyarmaddelerin atık suyunun arıtılması için uv/peroksit işlemine ultrason uyguladığında boyama atık suyun renksizleştiğini raporlamışlardır. Reaktif boyar maddelerin bozunmasını incelemek için ticari bir boya olan CI Reactive Red 120 numunesi kullanmış ve bu boyanın foto-oksidayon işlemi altında reaktif boyarmaddenin bozunma gerçekleştirdiği ve atık su arıtma işleminin tatmin edici düzeyde elde edildiği, uv/ultrason/peroksit prosesinin uygunluğu saptanmıştır. (Fung vd., 2000).

Bilinska ve ark. (2017) ; yüksek miktarda tuz içeriğine sahip boyama atık suyunun gelişmis oksidasyıon prosesleri ile özel arıtma işlemleri yapmıştır. Bu çalışmasında Reaktif Yellow 145 (RY145), Reaktif Kırmızı 195 (RR195) ve Reaktif Mavi 221 (RB221) içeren ve endüstriyel bir tarife dayalı simüle edilmiş bir karışım incelenmiştir. Çalışmada tuz ve kirlilik oranı en yüksek olan renk için farklı ozon bazlı AOP (O3, O3 / H2O2, O3 / UV ve O3 / UV / H2O2)ile yapılan arıtma ile atık su geri kazanım sağlanmış, UV-vis spektrumlarına göre değerlendirmeler yapılmıştır. Ozanlama ile 10 dk arıtmadan sonra % 90'a yakın çok yüksek oranda renk azalması meydana geldiği ,60 dakika sonra kalan COD / COD_O fraksiyonları, tek boyalar için % 20 ile % 30 arasında ve boya karışımı için% 40 arasında olduğu analiz edilmiştir. Bu çalışmanın sonuçlarına göre, ozonlamanın hızlı renk giderimi ve ardından yan ürünlerin daha fazla ayrışması ile sonuçlandığı gözlemlenmiştir. (Blinka vd., 2017)

Suryawan ve ark.(2020) laboratuvar ölçeğinde gerçekleştirdikleri çalışmada ozon oksidayon tekniği ile suyun geri kazanımı ve tekrar kullanılabilirliliği üzerine yaptıkları çalışma da 2 L hacime sahip ve 0,05 ve 0,5 mg / dakika dozlarında ozon aktarımı yapan reaktör kullanmışlardır.Yapılan çalışmada özellikle renk ve KOİ değerlerine dikkat edilmiştir. Atık suda ki renk giderme etkinliği% 92 ve% 93'e ulaşırken, KOİ giderme etkinliği% 78 ve% 83.5'e ulaşılmıştır. 51/2014 sayılı Çevre Bakanlığı Yönetmeliği ve 82/2001 sayılı Endonezya Cumhuriyeti Hükümet Yönetmeliğindeki (Sınıf 4 atama) tekstil atık sularının kalite standartlarına göre KOİ, BOİ5, toplam fenol ve toplam amonyak (NH3-) N) kalite standartlarını karşılamıştır ve uygun görülmüştür. (suryawan vd., 2020)

Sundrarajan ve ark. (2006) açık sari ve mavi tonlarında pamuk triko boyama işlemlerinden elde edilen atık suların renk giderimi ve tekrar kullanımı üzerine çalışmalar yapılmıştır. Ozonun güçlü bir oksidan olması ve oksitleme potansiyelinin klorun neredeyse iki katı olduğu görülmüştür. Yapılan çalışmada ozonlama için 10 cm çapında ve 200 cm yüksekliğinde borosil cam reaktör tercih edilmiştir. Mavi ve yeşil olarak tercih edilen renkler 5 dk boyunca 0,16 g/ dk ozon ile muamele edilmiştir. Rengi uzaklaştırılan numuneler pH, renk, COD ve TOC açısından değerlendirilmiştir. Spekol 1200 model spektrofotometre ile absorbans ölçümleri yapılmıştır.

Bu çalışma sonucunda 5 dk lık kısa bir süre içerisinde dahi sari 37.5mg/L ve mavi 36 mg/L ozon tüketimi ile %90 renk atık sudan uzaklaştırılmıştır. KOİ giderimi %50 iken TOC giderimi %46 ölçülmüştür. Suyun tekrar 2 döngü halinde kullanılabilirliği ve tekrarlanabilirliği elde edilmiştir. (Sundarajan vd., 2006)

Sundrarajan ve ark. (2007) ;başka bir çalışmalarında iki döngüye kadar aynı kalitede boyama rapor etmişlerdir. Turkuaz Mavisi, Zeytin Yeşili ve Lacivert tonlarının reaktif boya banyosu örnekleri üzerinde çalışmalar gerçekleştirmişlerdir. Ozonlama, rengi, kimyasal oksijen ihtiyacını ve toplam organik karbonu azaltmadaki etkinliğini değerlendirmek için 0.16 g / dak oranında ozonla beslenen bir kolon reaktör sistemi kullanmışlardır. (Sundrarajan vd., 2007)

Atık suyun arıtılması ve tekrar kullanılabilirliğinin sağlamak adına Turkuaz Mavisi için 153 mg / L, Zeytin Yeşili için 128 ve Lacivert tonlu atık sular için 143 mg / L olarak ozon ile 10 dakika temas süresinde etkin arıtma sağlandığı raporlanmıştır. Ozonlama ile yapılan bu çalışma sonucunda renk dışında KOİ giderimi% 43,% 44 ve% 43 iken, TOC kaldırma verimliliği sırasıyla% 45,% 45 ve% 40 ölçülmüştür. Yeniden kullanılabilirlik çalışmalarından elde edilen sonuçlar, boyama kalitesinin, iki ardışık döngü için rengi giderilmiş boya banyosunun yeniden kullanımından etkilenmediğini göstermektedir. Geleneksel reaktif boyalar içeren tükenmiş boya banyosu atıklarının renklerinin giderilmesinde ozonlamanın etkili olduğu sonucuna varılmıştır. (Sundrarajan vd., 2007).

Tartışma

Tekstil endüstrisinde ağartma, terbiye işlemleri ve boyama gibi metotlarda yüzey aktif maddeler, ıslatıcılar, boyarmaddeler vb. birçok farklı yapılarda yardımcı malzemeler kullanılmaktadır. Bu malzemeler prosesler sonunda ciddi atık problemlerine yol açmakla beraber özellikle boyalar atık suda ciddi renk kirliliği problemleri yaratmaktadır.[13] reaktif boyamalardaki substantivitelerinin düşük olması sebebi ile boya banyosunda renk kaynaklı önemli bir atık meydana gelmektedir. Yapılan literatür çalışmalarında da belirtildiği gibi reaktif boya banyosunun oluşturduğu atık suyun geri kazanımı ve tekrar kullanımı su yönetmeliğine göre ve sürdürülebilirlik açısından çok önemlidir. Geri kazanım ve tekrar kullanım için birçok yöntem olmasına rağmen en olumlu sonuçların ileri oksidasyon yöntemlerinden biri olan ozon ile elde edildiği incelenmiştir. Literatürde reaktif boyarmadde atık sularının ozonlama yöntemi ile arıtılması ile atık suyun renginin % 90 oranlarında rengin yapıdan uzaklaştırıldığı ve atık suyun tekrar kullanılması hakkında diğer yöntemlerden daha öncelikli olduğu görülmüş ve literatürde de ve endüstriyel alanda bu yöntemin etkin kullanılabilirliği için bir çok çalışma yer almaya devam etmektedir.

Kaynaklar

1. **KARAÇIRAY, E. 2019** Tekstil Atık Sularından Farklı Özellikteki Boyar Maddelerin Membran Biyoreaktör (Mbr) Sisteminde Arıtımı
2. **EREN, H. A., & P, ANİŞ. (2006)** Tekstil boyama atıksularının ozonlama ile renk giderimi. *Uludağ University Journal of The Faculty of Engineering,*
3. Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği Tablo 10: Tekstil Sanayii Atık Sularının Alıcı Ortama Deşarj Standartları)
4. **EREN, H. A., & P, ANİŞ. (2006)** Tekstil boyama atıksularının ozonlama ile renk giderimi. Uludağ University Journal of The Faculty of Engineering,
5. **KESKİN,R. 2006** Reaktif Boyarmaddelerle Boyanmış Pamuklu Dokumaların Yıkama, Ter Ve Sürtme Haslıklarının Gözle Ve Spektrofotometreyle Değerlendirilmesi
6. **NAMAL, O. Ö. (2017).** Tekstil Endüstrisi Atıksularının Arıtımında Kullanılan Proseslerin Araştırılması. *Nevşehir Bilim ve Teknoloji Dergisi,*
7. **HASSAAN, M. A., & EL NEMR, A. (2017).** *Uludağ University Journal of The Faculty of Engineering, 15*(2).; Advanced oxidation processes for textile wastewater treatment. *International Journal of Photochemistry and Photobiology,*
8. **FUNG, P. C., SİN, K. M., & TSUİ, S. M. (2000).** Decolorisation and degradation kinetics of reactive dye wastewater by a UV/ultrasonic/peroxide system. *Coloration Technology,*

9. **BİLİŃSKA, L., GMUREK, M., & LEDAKOWİCZ, S. (2017).** Textile wastewater treatment by AOPs for brine reuse. *Process Safety and Environmental Protection*,
10. **SURYAWAN, I. W. K., HELMY, Q., & NOTODARMOJO, S. (2020).** Laboratory scale ozone-based post-treatment from textile wastewater treatment plant effluent for water reuse. In Journal of Physics: Conference Series (Vol. 1456, No. 1, p. 012002). IOP Publishing.)
11. **SUNDRARAJAN, M., VİSHNU, G., & JOSEPH, K. (2007).** (Ozonation of light-shaded exhausted reactive dye bath for reuse. *Dyes and Pigments*,
12. **SUNDRARAJAN, M., VİSHNU, G., & JOSEPH, K. (2007).** Decolorisation of exhausted reactive dye bath using ozonator for reuse. *International Journal of Environmental Science & Technology*,

Presentation ID/Sunum No= 67

Oral Presentation / Sözlü Sunum

A New Circular Patch Microstrip Antenna Design With Split Ring Resonators for 5G Applications

Arş.Gör. Duygu Nazan Gençoğlan[1] ,
Dr. Öğretim Üyesi Şule Çolak[1]
[1]*Adana Alparslan Türkeş Bilim ve Teknoloji Üniversitesi*

Özet

Bu makalede, alt tabaka malzemesi olarak FR-4 kullanarak Ayrık Halka Rezonatör (AHR) yüklü mikroşerit yama anteninin tasarımı sunulmuştur. Çalışmada, iki AHR metamalzemesi mikroşerit besleme hattına bakır yollarla entegre edilmiştir. AHR yapılarının dört farklı durumu, 6 GHz altı frekans aralığındaki bakır yol durumları değiştirilerek incelenmiştir. Bakır yolların varlığı ve yokluğu sırasıyla AÇIK ve KAPALI olarak etiketlenmiştir. Durum 1, bakır yolların olmadığı, yani her iki bakır yolun da KAPALI olduğu durumu ifade etmektedir. Bu durumda, anten 2.58 GHz ila 5.06 GHz frekans aralığında ışıma yapar. Bu yapı Havacılık Radyo Seyrüsefer Uygulamaları için kabul edilebilir. Durum 2 (AÇIK ve AÇIK), 3.38 GHz'den 4.46 GHz'e kadar ışımaya izin vermektedir. Durum 3 (AÇIK ve KAPALI) ve Durum 4 (KAPALI ve AÇIK), anten yapısının simetrik yapısı nedeniyle aynı anten performans özelliklerine sahiptir. Bu durumlar için karşılık gelen çalışma frekansı bandı, 3.54 GHz rezonans frekansı ile 3.16 GHz'den 5.29 GHz'e kadardır. Durum-3 ve Durum-4'ün performans özelliklerinden de bu koşulların 5G iletişim sistemleri için kabul edilebilir olduğu sonucuna varılmıştır. AHR bağlantılarının tüm konfigürasyonları, karşılık gelen rezonans frekanslarında yönsüz ışıma modeli karakteristikleri sağlar. AHR bağlantıları ile önerilen anten yapısı CST Microwave Studio programı kullanılarak tasarlanmış ve analiz edilmiştir. AHR yapılarının mikroşerit yama anten üzerindeki etkileri Geri Dönüş Kaybı, Kazanç ve Işıma Modeli açısından incelenmiştir.

Anahtar Kelimeler: *Anten Tasarımı, Ayrık Halka Rezonatörü (AHR), Besleme Hattı, 5G.*

Abstract

This paper presents the design of Split Ring Resonator (SRR) loaded microstrip patch antenna by using FR-4 as the substrate material. In the study, two SRR metamaterials are integrated to the microstrip feed line via copper paths. Four different states of the SRRs are investigated by changing the copper path conditions in the frequency range of sub-6 GHz. The existence and absence of the copper paths are labelled as ON, and OFF, respectively. State 1 refers to the condition when no copper paths exist, that is, both copper paths are in OFF condition. In this state, the antenna radiates in the frequency range from 2.58 GHz to 5.06 GHz. This structure is acceptable for Aeronautical Radio Navigation Applications. State 2 (ON&ON) allows radiation from 3.38 GHz to 4.46 GHz. State 3 (ON&OFF) and State 4 (OFF&ON) have the identical antenna performance characteristics owing to the symmetrical nature of the antenna structure. The corresponding operating frequency band for these states is from 3.16 GHz to 5.29 GHz with resonance frequency of 3.54 GHz. It is also deduced from the performance characteristics of State-3 and State-4 that these conditions are acceptable for 5G communication systems. All configurations of the SRR connections yield omni-directional radiation pattern characteristics at their corresponding resonance frequencies. The proposed antenna structure with SRR connections is designed and analyzed by using CST Microwave Studio program. The effects of the SRR structures on the microstrip patch antenna are examined in terms of Return Loss, Gain, and Radiation Pattern.

Keywords: *Antenna Design, Feed Line, Split Ring Resonator (SRR), 5G.*

Introduction

Metamaterials have been very popular for years due to their glamorous features not found in nature. Investigation of the metamaterial structures has been dated back to the end of the 19th century. The first endeavor for metamaterial structure was in 1898 by Jagadish Chandra Bose. He proposed spearheading study for

millimeter and microwave applications between 1894 and 1900. He also accomplished experiments to illustrate the polarization effects. Addition to these endeavors, he performed the first man-made twisted structure experiment. These twisted structures were compatible with the artificial chiral structure (Bose, 1898). Afterwards, Lindell et al. proposed the artificial chiral medium by using small wire helices (Lindell et al., 1992). In 1968, Veselago theoretically examined the double negative material whose permittivity (ε) and permeability (μ) were negative values (Veselago, 1968). The aforementioned major quantities define the propagation of electromagnetic waves in any media. In that study (Veselago, 1968), the propagation of the electromagnetic waves in the left-handed media was proposed and the crucial electromagnetic wave laws including Snell's law and Cerenkov effects were explained. It was also concluded that the media, whose dielectric constant ε and the magnetic permeability μ were negative, was left-handed system. Pendry et al. focused on the metamaterial structure with metal mesh at ultra-low frequency (Pendry et al., 1996; Pendry et al., 1998; Pendry et al., 1999; Pendry, 2000). On the other hand, they also provided microstructures built on non-magnetic conducting sheets, namely Split Ring Resonators (SRR) whose effective magnetic permeability is less than zero (Pendry et al., 1999). Ziolkowski outlined that a passive, matched-two-time-derivative Lorentz material and its equivalent permittivity and permeability are smaller than their values in free space in the broadband range (Ziolkowski, 2001). After that, Ziolkowski and Heyman introduced the term of Double Negative Metamaterials (DNG) and deliberated over the wave propagation through numeric and analytic methods (Ziolkowski and Heyman, 2001). Shelby et al. verified the negative refractive index at microwave frequency regime experimentally (Shelby et al., 2001). The proposed structure was made up of 2D array of unit cells of copper line and SRR. The effective refractive index ($\boldsymbol{n}_{eff}$) was observed with respect to Snell's law. The experimental results depicted that n was equal to the negative root of ε and μ (NIM). These studies have opened up new era of research for scholars such as cloaks (Silveirinha, 2007), super lens (Fang et al., 2005), absorbers (Landy et al., 2008; Ding et al., 2012), sensors (Elwi, 2018), microwave imaging (Islam et al., 2015), energy harvesting (Karaaslan et al., 2017) and enhancement of antenna structure (Tamrakar and Usha Kiran, 2019; Tütüncü et al., 2018) etc.

In the literature, metamaterial-based structures are generally used for enhancement of gain, directivity, bandwidth and efficiency in antenna applications. Bagmanci et al. presented gain characteristic of the conventional square patch microstrip antenna covered with chiral metamaterial structure (Bagmanci et al., 2018). Return Loss (S_{11}) and radiation pattern characteristics of the antennas with metamaterial and without metamaterial were examined to observe the antenna performance at the frequency of 8.3 GHz. The obtained results outlined that the antennas covered with chiral metamaterial structures had better gain and radiation pattern in the frequency range of interest. Additionally, main lobe magnitude was also increased by chiral metamaterial. Chen examined various metamaterial-based antenna structures to address the improvement of crucial parameters of the antennas including operating bandwidth, gain and efficiency (Chen, 2014).

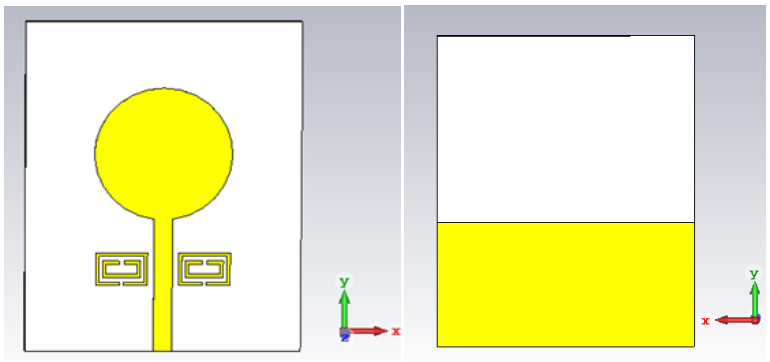
In this study, the effects of the SRRs integrated into the feeding line of the circular patch microstrip antenna are investigated in the 1 GHz - 6 GHz frequency range. Four different states of the SRR connections (ON&ON, OFF&OFF, ON&OFF, OFF&ON) are analysed by using copper paths. Antenna performances of all states are examined in terms of Return Loss, gain, and radiation pattern.

Circular Patch Microstrip Antenna with SRRs Adjacent to Feed Lıne

Antenna And SRR Desıgn

Circular microstrip patch antenna with partial ground plane is designed in order to observe the SRRs effect on antenna performance for 5G Applications. The overall antenna dimension is 50 x 40 x 1.6 mm^3 with the substrate material of FR-4. The FR-4 material has relative permittivity of 4.3 and tangent loss of 0.0025. Two SRR metamaterials are modeled and located adjacent to the feed line symmetrically. The geometries of the antenna and SRR structures are shown in Figure 1 and Figure 2, respectively. Antenna dimensions are given in Table 1 and the dimensions of the SRR structures are listed in Table 2.

Figure 1. a) front and b) back views of the circular patch antenna with two SRR metamaterials loaded adjacent to the feed line



a) b)

Figure 2. Geometry of the Split Ring Resonator (SRR)

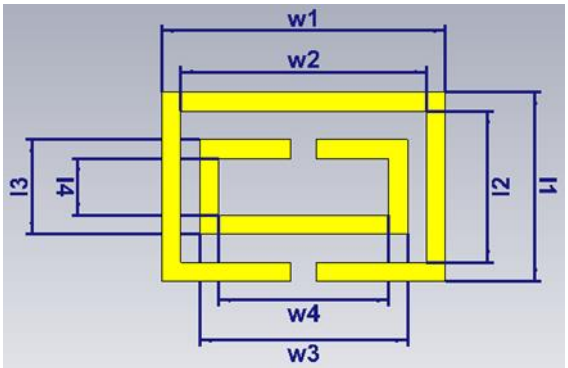


Table 1. Dimensions of Designed Antenna

Parameters	Dimensions	Units
Feed Line Length	20	mm
Feed Line Width	2.7	mm
Substrate Width	40	mm
Metal Height	0.035	mm
Patch Radius	10	mm
Substrate Height (H)	1.6	mm

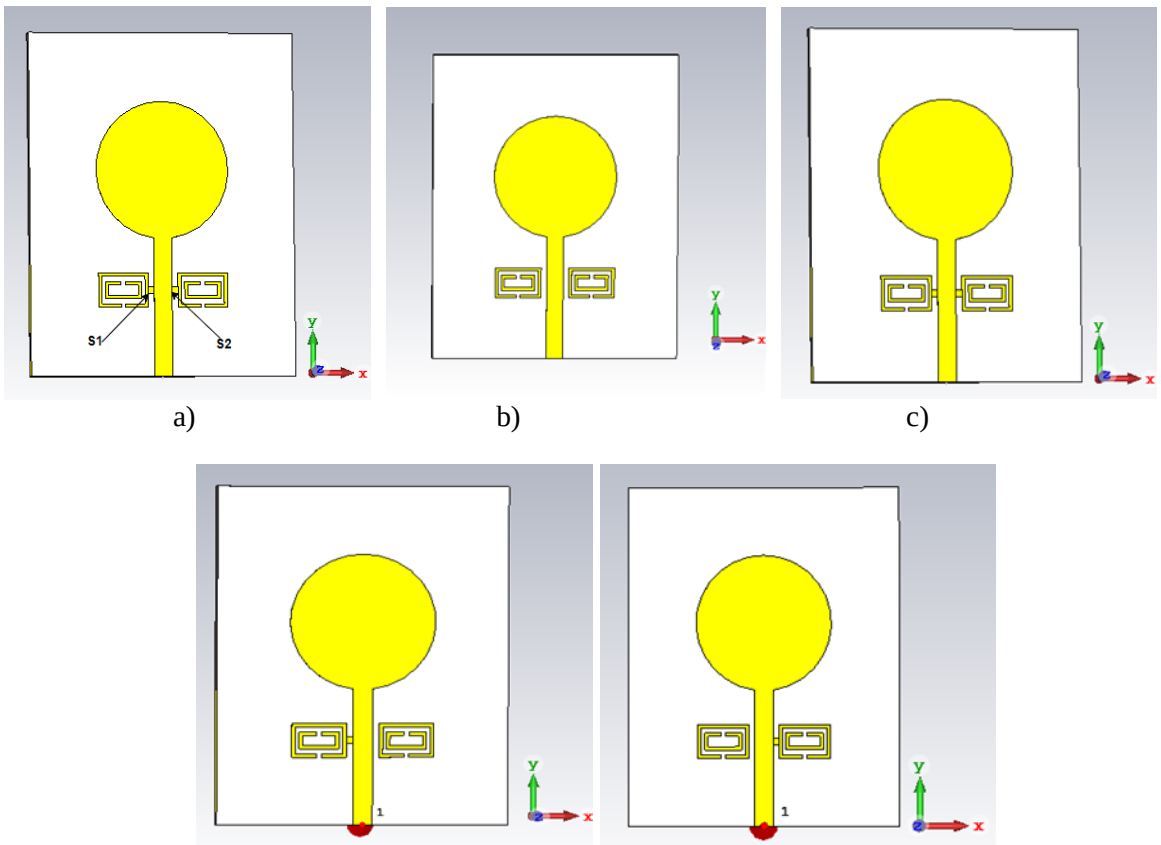
Table 2. Dimensions of the SRR Structures

Parameter	l1	l2	l3	l4	w1	w2	w3	w4	Gap (g)
in (mm)	5	4	2.5	1.5	7.5	6.5	5.5	4.5	0.5

Effect Of SRRs On Circular Patch Microstrip Antenna Performance

The characterization of the states according to copper path existence is illustrated and detailed in Figure 3. The states are accomplished by applying copper paths to observe the effects of SRRs on the antenna performance. Copper paths are labelled as S1 and S2, respectively as shown in Figure 3a. Additionally, states are depicted in Figures 3b-3e.

Figure 3. a) Copper Path Labelling, b) State-1 (OFF&OFF), c) State-2 (ON&ON), d) State-3 (ON&OFF), and e) State-4 (OFF&ON)



a) b) c)

d) e)

Simulation Results of State Configurations

The proposed antenna structure is exploited by using CST MWS program to analyse the effect of SRRs on the antenna performance parameters. Four different states of the SRRs are obtained by changing the copper path conditions. The existence and absence of the copper paths are labelled as ON, and OFF, respectively. The return loss and gain characteristics of all states are illustrated in Figure 4 and Figure 5, respectively. The operating frequency range, bandwidth, resonance frequency, and gain at the resonance frequency are also tabulated in Table-3.

State-1, where both copper tapes S1 and S2 are OFF, provides a 2.48 GHz bandwidth with a 2.58-5.06 GHz frequency range and a 2.66 dB gain at the resonance frequency. The antenna with State-1 operates in Aeronautical Radio Navigation Band. State-2 radiates in the frequency range from 3.38 GHz to 4.46 GHz with 1.08 GHz of bandwidth. It is also observed from the gain plot it has a gain of -0.219 dB at the resonance frequency. Additionally, it is clear from Figures 4 and 5 that State 3 and State 4 have the same antenna performance owing to the symmetrical characteristic of the antenna structure. Both of these states radiate in the frequency range from 3.16 GHz to 5.29 GHz with 2.13 GHz bandwidth. Furthermore, the maximum gains of

2.81 dB at the resonance frequency are identical. It is also deduced from State 3 and 4 that they operate at 3.5 GHz of 5G communication systems.

Figure 4. The Return Loss characteristics of the states in the frequency range of interest

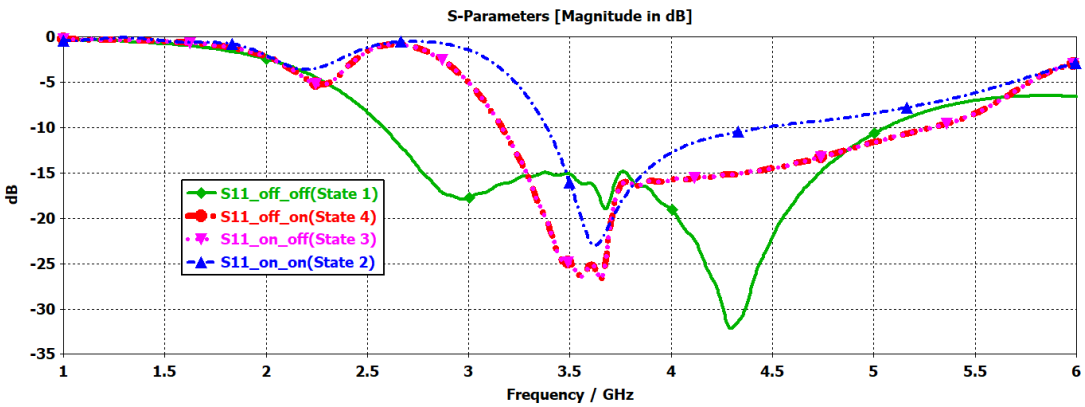


Figure 5. The Gain characteristics of the states in the frequency range of interest

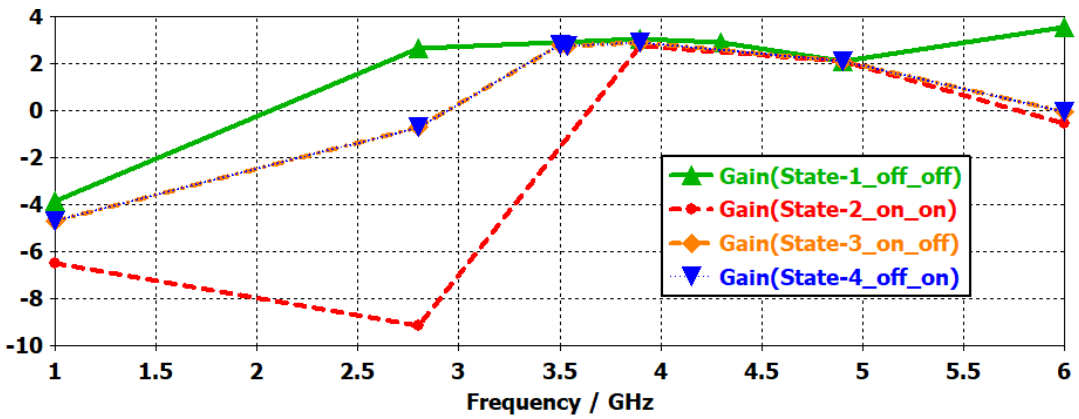
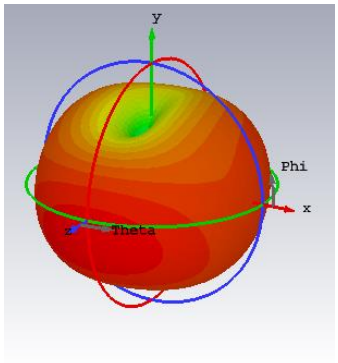


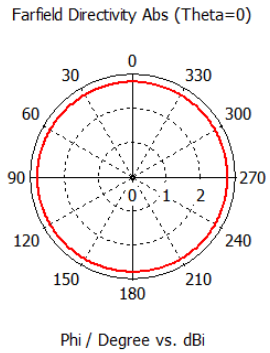
Table 3. Frequency Range, Resonance Frequency, Bandwidth, and Gain of the States

States	Frequency Range	Resonance Frequency	Bandwidth	Gain
State 1 (off & off)	2.58-5.06 GHz	4.29 GHz	2.48 GHz	2.66 dB
State 2 (on &on)	3.38-4.46 GHz	3.62 GHz	1.08 GHz	-0. 219 dB
State 3 (on & off)	3.16-5.29 GHz	3.54 GHz	2.13 GHz	2.81 dB
State 4 (off & on)	3.16-5.29 GHz	3.54 GHz	2.13 GHz	2.81 dB

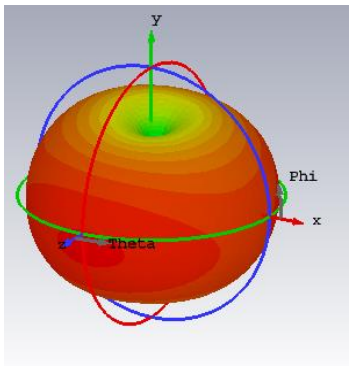
Radiation Patterns of the four states at the corresponding resonance frequencies are illustrated in Figure 6. It is outlined from Figure-6 that all states have omni-directional radiation pattern characteristics.

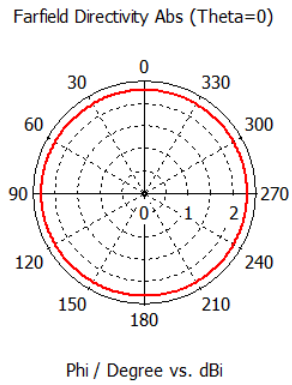
State 1



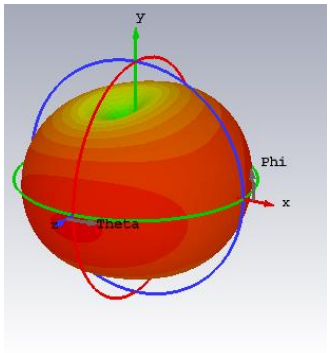


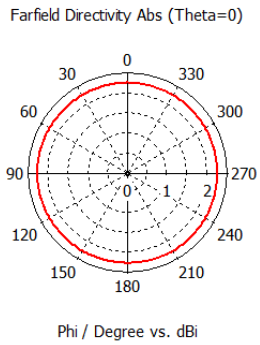
State 2





State 3





State 4

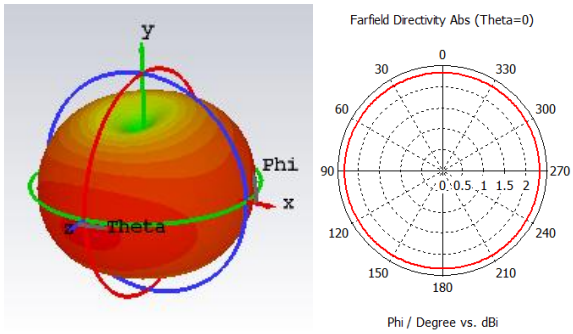


Figure 6. The Radiation Pattern Characteristics of the states at the corresponding resonance frequencies

Conclusion

In this paper, a circular patch antenna with Split Ring Resonators integrated into the feeding line is designed and analyzed in the sub-6 GHz frequency range. The SRR metamaterials are connected to the feed line by means of copper paths. Four different states are examined by changing the copper path conditions. The existence and absence of the copper paths are labelled as ON, and OFF, respectively. State 1 refers to the condition when no copper paths exist, that is, both copper paths are in OFF condition. In State 2, both copper paths exist and hence they are in ON condition. State 3 (ON&OFF) and State 4 (OFF&ON) have symmetry and show the same performance characteristics. Antenna Return Loss, Bandwidth, resonance frequency and gain parameters are analyzed for each state. Depending on the conditions of the SRR connections, the proposed antenna operates for various applications, such as Aeronautical Radio Navigation and 3.5 GHz of 5G Communication systems.

Acknowledgment

This paper was supported by the Scientific Research Projects Unit (BAP) in Adana Alparslan Türkeş Science and Technology University. Project No: 17103020, Project Title: “Metamaterials and Metamaterial Based Antenna Design”.

References

1. Bağmanci, M., Karaaslan, M., Ünal, E., and Karadağ, F. (2018). “Microstrip Patch Antennas Covered with Chiral Metamaterial Structures”, Çukurova Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi, 33 (3): 245-254.
2. Bose, J. C. (1898). “On The Rotation of Plane of Polarization of Electric Wave by a Twisted Structure”, Proceedings of the Royal Society of London, 63(389-400): 146-152.
3. Chen, Z. N. (2014). “Metamaterials and Metamaterial-Based Antenna Technology”, Journal of Shanghai University, 20 (5): 531-540.
4. Ding, F., Cui, Y., Ge, X., Jin, Y., He, S. (2012). “Ultra-Broadband Microwave Metamaterial Absorber”, Applied Physics Letters, 100 (10): 103506.
5. Elwi, T.A. (2018). “Metamaterial Based a Printed Monopole Antenna for Sensing Applications”, International Journal of RF and Microwave Computer-Aided Eng., 28 (7): e21470.
6. Fang, N., Lee, H., Sun, C., Zhang, X. (2005). “Sub–Diffraction-Limited Optical Imaging with a Silver Superlens”, Science, 308 (5721): 534-537.
7. Islam, M., Islam, M., Faruque, M., Samsuzzaman, M., Misran, N., and Arshad, H. (2015). “Microwave Imaging Sensor Using Compact Metamaterial UWB Antenna with a High Correlation Factor”, Materials, 8 (8): 4631-4651.

8. Karaaslan, M., Bağmancı, M., Ünal, E., Akgol, O., and Sabah, C. (2017). "Microwave Energy Harvesting Based on Metamaterial Absorbers with Multi-Layered Square Split Rings for Wireless Communications", Optics Communications, 392: 31-38.
9. Landy, N. I., Sajuyigbe, S., Mock, J. J., Smith, D. R., Padilla, W. J. (2008). "Perfect Metamaterial Absorber", Physical Review Letters, 100 (20): 207402.
10. Lindell, I. V., Sihvola, A. H., Kurkijarvi, J. (1992). "Karl F. Lindman: The Last Hertzian, and a Harbinger of Electromagnetic Chirality", IEEE Antennas and Propagation Magazine, 34(3): 24-30.
11. Pendry, J. B., Holden, A. J., Stewart, W. J., Youngs, I. (1996). "Extremely Low Frequency Plasmons in Metallic Mesostructures", Physical Review Letters, 76 (25): 4773.
12. Pendry, J. B., Holden, A. J., Robbins, D. J., Stewart, W. J. (1998). "Low Frequency Plasmons in Thin-Wire Structures", Journal of Physics: Condensed Matter, 10 (22): 4785.
13. Pendry, J. B., Holden, A. J., Robbins, D. J., Stewart, W. J. (1999). "Magnetism from Conductors and Enhanced Nonlinear Phenomena", IEEE Transactions on Microwave Theory and Techniques, 47 (11): 2075-2084.
14. Pendry, J. B. (2000). "Negative Refraction Makes a Perfect Lens", Physical Review Letters, 85 (18): 3966.
15. Shelby, R. A., Smith, D. R., Schultz, S. (2001). "Experimental Verification of a Negative Index of Refraction", Science, 292 (5514): 77-79.
16. Silveirinha, M. G., Alù, A., Engheta, N. (2007). "Parallel-Plate Metamaterials for Cloaking Structures", Physical Review E, 75 (3): 036603.
17. Tamrakar, M., and Usha Kiran, K. (2019). "Bandwidth Enhancing Method Using Tri-Ring Resonator Metamaterial for Small Devices", Microwave and Optical Technology Letters, 61(4): 886-890.
18. Tütüncü, B., Torpi, H., and Urul, B. (2018). "A Comparative Study on Different Types of Metamaterials for Enhancement of Microstrip Patch Antenna Directivity at the Ku-Band (12 GHz)", Turkish Journal of Electrical Engineering & Computer Sciences, 26 (3): 1171-1179.
19. Veselago, V. G. (1968). "Electrodynamics of Substances with Simultaneously Negative Values of ϵ and μ", Soviet Physics, 10 (4): 509-514.
20. Ziolkowski, R. W. (2001). "Superluminal Transmission of Information through an Electromagnetic Metamaterial", Physical Review E, 63 (4): 046604.
21. Ziolkowski, R. W., and Heyman, E. (2001). "Wave Propagation in Media Having Negative Permittivity and Permeability", Physical Review E, 64 (5): 056625.

Presentation ID/Sunum No= 65

Oral Presentation / Sözlü Sunum

L7e-C Tip Elektrikli Araçların Homologasyonu ve Tip Onayı

Ecem Tuğçe Özbek[1], Dr. Öğretim Üyesi Murat Aydın[1],
Prof.Dr. Kerim Çetinkaya[2]
[1] *Karabük Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Endüstriyel Tasarım Mühendisliği*
[2]*Antalya AKEV Üniversitesi, Sanat ve Tasarım Fakültesi, İç Mimarlık ve Çevre Tasarımı*

Özet

Teknolojinin hızlı bir şekilde gelişmesi, nüfusun artışı, ulaşım sorununu da beraberinde getirmektir. Bununla birlikte, her geçen gün trafiğe çıkan araç sayısında hızla artış meydana gelmekte ve araç sayısındaki artışla beraber zararlı emisyonlarında artmasına neden olmaktadır. Özellikle fosil yakıtları kullanan içten yanmalı motora sahip araçların sayısındaki artış, beraberinde çevreye salınan zararlı gaz miktarlarının hızla artmasını neden olmuştur. Bu nedenle, çevreye duyarlı, temiz enerjili araçlara olan ilgi ve talep gün geçtikçe artmaya başlamış ve son yıllarda üreticilerin elektrikli araçlara yönelmesini sağlamıştır. Homologasyon kavramı üreticilerin araçlarının satışının yapılabilmesi için, aracın satılacağı ülkedeki yetkili kurum ve kuruluşlardan, yasal mevzuatlara uygunluğunun belirlendiği prosedürler bütünüdür. Diğer yandan, tip onayı ise imal edilen bir ürünün, ürünün benzeri veya diğer örneklerinin belirlenerek, standartlara uygunluğunun saptanması, araçların aksam, sistem, parça ve teknik ünitelerinin gerekli olan bütün uygunluk değerlendirmelerinden geçtiğini gösteren belgelendirme sistemidir. Bu çalışmada, L7e-C tip elektrikli araç tasarımı ve bu araç için uygulanacak homologasyon süreci incelenmiştir. Homologasyon işlemi için gerekli olan değerlendirme kriterleri, belgelendirme, belgelendirme kullanılan içerik bilgileri, elektrikli araç için temel tasarım ilkeleri ile belirlenmiştir. Çalışmanın sonucunda L7e-C tip elektrikli bir araç için homologasyon uygulaması ve tip onayı sunulmuştur.

Anahtar Kelimeler: *Homologasyon, Tip Onayı, Bilgisayar Destekli Tasarım, Elektrikli Araç*

Abstract

The rapid development of technology has been bringing the transportation problem of the population. However, it causes an increase in carbon emissions with the increase in the number of vehicles in the traffic. The increment of the amount of fossil-fueled vehicles with internal combustion engines has led to a rapid increase in the number of harmful gases that are harmful to the environment. Therefore, the interest and demand for environmentally friendly, clean energy vehicles has started to rise day by day and manufacturers have turned towards electrical vehicles. Homologation is a set of procedures that determine the compliance of the vehicles with the legal regulations by the authorized institutions and organizations in the country where the vehicle will be sold to sell the vehicles of the manufacturers. On the other hand, type approval is a certification system that indicates that a manufactured product, similar or other samples of the product, is determined to comply with the standards and that the parts, systems, parts, and technical units of the vehicles have passed all the necessary conformity evaluations. In this study, L7e-C type electric vehicle design and the homologation process of this vehicle were examined. The evaluation criteria required for the homologation process, certification, content information used for certification are determined by basic design principles for electric vehicles. As a result, a homologation application and type approval for an L7e-C type electric vehicle was presented.

Keywords: *Homologation, Type Approval, Computer Aided Design, Electrical Vehicle.*

Giriş

Dünya nüfusundaki artış ve gelişen teknoloji, başta fosil yakıtlar olmak üzere yüksek enerjili ve yenilenemeyen enerji kaynaklarının hızla tükenmesine neden olmuştur. Özellikler otomobillerin fosil yakıtları kullanımı, bu enerji kaynaklarının tükenmesinde artışa etki eden en büyük faktördür. Petrol, enerji tüketiminin üçte birini oluşturmakla birlikte, 2017 yılında yapılan araştırmalara göre fosil yakıtlar sektörlere göre tüm enerji tüketiminin %85'ini oluşturmaktadır [1]. Dünya da tüketilen elektrik enerjisinin %82'sinin nükleer

kaynaklardan ve fosil esaslı kaynaklardan, kalanının ise %18 hidrolik ve yenilenebilir enerji kaynaklarından temin edildiği bilinmektedir [2]. Uluslararası analizlerin sonuçlarına bakıldığında, dünyadaki bilinen petrol rezervlerinin bilmeyenlerle birlikte yaklaşık ömrünün 50 yıl olduğu öngörülmektedir [3]. Fosil yakıtların tükenişi, içten yanmalı motorlardan kaynaklı zararlı emisyonlar ve sera gazlarının insan sağlığına zararları, hava kirliliğine sebep oluşu, günümüzde elektrikli araçlara olan talebi arttırmakta, karbon salınımı sıfır olan tam elektrikli araçlar sektörde yerini hızla almaktadır [1]. Tam elektrikli araçların avantajlarının yanı sıra, menzillerinin yeterli miktarda olmaması ve batarya maliyetlerinin fazla olması kullanımlarını sınırlayan faktörlerdir [4]. Ancak, hızla gelişen teknolojiyle birlikte, batarya sistemlerindeki gelişim, bu dezavantajın yakın gelecekte ortadan kalkacağı öngörülmektedir [5]. Çevreye duyarlı olmalarının yanında, hızlanma sürelerinin kısa olması, sessiz çalışmaları, periyodik bakım giderlerinin olmayışı tercih edilmelerinde rol oynayan diğer faktörlerdir [6]. Tahrik sistemleri bakımında, AC motor, DC motor, daimî mıknatıslı motor, anahtarlamalı relüktans motor [7], senkron motor [8] olmak üzere beş farklı motor tipi elektrikli araçlarda kullanılmaktadır.

Dünya genelinde, elektrikli araçlara olan talep satış rakamlarına da yansımaktadır. Nissan Leaf modeli elektrikli aracı 2016 yılına kadar 228.000 adet sattığı görülmekte olup, Tesla, Renault, BMW gibi büyük araç üreticileri de elektrikli araçlara yönelmiştir [9]. Türkiye'de is elektrikli araçların henüz çok yaygın olmamakla birlikte, araç sayısı 2016 yılı sonu itibari ile 426'ya ulaştığı görülmektedir. 2012 yılına kadar 184 araç satılırken, 2013 yılında 31 adet, 2014 yılında 47 adet, 2015 yılında 120 adet satılırken, 2016 yılında bu sayının 44 olduğu bilinmektedir [10]. Bu verilere göre 2030 yılında tüm araçların %20'sinden fazlasının elektrikli araçlardan oluşacağı, 2035 yılında tüm yeni ulaşım araçlarının %5'inde hidrojenin yakıt olarak kullanılacağı ve araçların %50 sinden fazlasının içten yanmalı motor olarak devam edeceği görülmektedir [11].

Elektrikli araçlara olan talebin artması, bu araçların güvenli bir şekilde trafikte kullanılması için bazı düzenlemeleri de beraberinde getirmiştir. Bir aracın, belirli bir pazarda satılabilmesi için, üreticinin geçerli tüm düzenleyici standartları ve koşulları karşıladığını resmi olarak onaylaması gerekmektedir. Bu onay kavramının bütününe homologasyon adı verilmektedir [12]. Homologasyon kavramı, dünyanın birçok ülkesinde, araç ile aracın aksam ve sistemlerinin satış öncesi yasal düzenlemelere uygunluğunu doğrulayan bir işlemdir. Bu işlem, homologasyon sürecinin sonunda tip onayının alınmasıyla sonuçlanmaktadır. Tip onayı kavramı, bir üreticinin aynı anda ve çok fazla sayıda araç üretilmesini planlandığında, her bir araç için ayrı onay alınmasının engellenmesi ve bu amaçta sarf edilecek maddi yükün azaltılması amacıyla geliştirilmiştir [13].

Tip onayı araçların, Motorlu Araçlar ve Römorkları Tip Onay Yönetmeliği, Tarım veya Orman Araçları Tip Onay Yönetmeliği ya da İki veya Üç Tekerlekli Motorlu Araçların ve Dört Tekerlekli Motosikletlerin Tip Onay Yönetmeliği kapsamınca onay kuruluşu tarafından verilen bir belgedir. Belgeyi alabilmek için bir araca ait aksam, ayrı teknik ünite veya sistem ile ilgili Avrupa Topluluğu yönetmeliklerine veya Birleşmiş Milletler Avrupa Ekonomik Komisyonu regülasyonlarına uygun olduğuna dair teknik servisten verilen uygunluk rapordur. Her bir aracın tasarlanıp, üretilip, trafiğe çıkabilmesi için Tip Onay belgesini alması gerekmektedir [14] ve bu doğrultuda zorunlu tutulan kanunlar, Avrupa Topluluğu'nun (AT) resmi yayınında yayınlanmaktadır [15]. Homologasyon sürecinde AT Tip Onay başvurusu, tek aşamalı, kademeli ve karma Tip Onay olmak üzere üç çeşit şeklinde yapılmaktadır [16]. Diğer yandan tüm araçlar, aynı işlevlere ve tasarıma sahip olmadığından dolayı, yönetmelikler özellikle farklı araç türlerinde farklılık göstermektedir [17].

Günümüzde trafikte kullanılan araçlar, tahrik sistemlerine göre, hibrit araçlar, benzinli motor ile tahrik edilebilen araçlar, türbin, benzinli motor ya da döner pistonlu motor ile tahrik edilebilen araçlar, önceden sıkıştırılan hava ile çalışan motor ile tahrik edilebilen ve ortamın havasında bulunandan daha yüksek bir seviye de kirletici veya soy gaz emisyonu yaymayan araçlar ve bir elektrik motoru ile tahrik edilebilen araçlar olmak üzere sınıflandırılmaktadır [18]. Bu kapsamda tüm üreticiler, onaylanan her bir araç tiplerine uygun olarak üretilmiş, tam olan, tamamlanmış veya tamamlanmamış her bir araç ile birlikte, tüketiciye vermek için Uygunluk Belgesi düzenlemekle sorumludur [19]. Uygunluk Belgesi, BM/AEK ülkemizde 30.09.1996 yılında 98/8657 sayılı Bakanlar kurulu kararıyla kabul etmiş olduğu bir teknik düzenleyici kurallar bütünü [20] olup,

Türkiye de TSE Atom üzerinden yapılan başvurular ve Resmi Gazete sayfasından edinilen güncel mevzuatlara uygun olarak yapılmaktadır [21].

Araçların homologasyon süreci ve homologasyon onayları üzerine ulusal ve uluslararası literatürde çalışmalar bulunmaktadır. Günümüzde özellikle elektrikli araçlar ve otonom sürüş üzerine çalışmalar bulunmaktadır. Otomatik sürüş fonksiyonlarının homologasyonunu gerçekleştirmek amacıyla, gerçek ve sanal ortamın birleştirilmesinin gerekliliği üzerine yapılan çalışmalarda, homologasyon kavramı için temel olarak iki yaklaşım vurgulanmıştır. Birinci yaklaşım, ABD ve Kanada'da kullanılan "Kendi Kendine Onay" (KKO) olarak adlandırılan kavramı içermekte olup, ilgili yönetmeliklerin yerine getirilme sorumluluğunun yalnızca üreticiye ait olduğunu belirtmektedir. İkinci yaklaşım ise, ilk olarak Avrupa'da ortaya çıkan ve günümüzde Türkiye'de kullanılan, "Üçüncü Şahıs Sistemi" (ÜŞS) olarak adlandırılan, yetkililerin doğrulamayı (Tip Onayı) üstlendiği ve gerekli testleri yürütmek/belgelendirmek için bağımsız bir üçüncü kişi veya uzmanın (Örneğin, TÜV) görevlendirildiği sistemdir [22]. Diğer yandan, elektrikli araçlarda güç üretimi için "EFOY1600 Pro" pil güvenlik ve uyumluluk değerlendirmesi gerçekleştirmek için, onay kuruluşu tarafından verilen onayları almak için uyulması gereken zorunlu yasal ve teknik gereklilikler üzerine çalışmalar yapılmıştır. Bu çalışmalar, ECE-R10'a göre testi tamamlanmış ve E24 10R-020234-TÜVSÜD tarafından onay alınmıştır [23]. Homologasyon kavramının bazı araçlar için sanal homologasyon kavramı olarak yaygınlaştırma çalışmaları yapıldığı da görülmektedir [24]. ECE 13/11 yönetmeliklerinin gerekliliklerine göre yapılan çalışmalarda, kamyon römorkları için elektronik stabilite işlevlerinin testi sonucunda, ilk başarılı simülasyon tabanlı homologasyon çalışması tamamlanmıştır [25]. 2019 yılında N2 kategorisi bir aracın M2 kategorisine dönüşümü için bir TSE standardı oluşturulması üzerine yapılan çalışmada ise yurt dışından koltuksuz ve aksesuarsız olarak N2 kategorisi ithalatı yapılan aracın, Türkiye pazar ve müşteri beklentilerine doğrultusunda, M2 kategorisi araca dönüşümü incelenmiş ve bu amaçta işleme alınan gerçek bir 16 kişilik bir yolcu taşıma kapasiteli elektrikli araç üzerinden uygunluk belgesi ve tip onay belgesi alınmıştır [20].

Yapılan çalışmalar incelendiğinde, genel olarak homologasyon kavramı, çalışmanın içeriği, yapılan test sonuçları, hangi testlerin kullanıldığı veya Avrupa Standartlarında hangi şartları kapsadığı incelenmiştir. Ancak, uygulamalarda kullanılan araçların hangi mevzuatı kapsadığı, mevzuatların içerikleri, tip onay işlem basamakları ve tip onay belgenin kapsamına yer verilmemiştir. Bu çalışmada, L7e-C tip elektrikli aracın yasal mevzuatlara uygunluğunu tescil eden, homologasyon tescilinin gerçekleştirilmesi amaçlanmıştır. Homologasyon işlemi için gerekli olan değerlendirme kriterleri, belgelendirme, belgelendirmede kullanılan içerik bilgileri, elektrikli araç için temel tasarım ilkeleri ile belirlenmiştir. Bu sayede, tasarımı yapılan elektrikli aracın yasal düzenlemelere uygunluğu, trafiğe çıkacak yeterliliğinin belirlenmesi sağlanmıştır.

Materyal Ve Metot

Mekanik Tasarım

Tasarımı ve homologasyon çalışması yapılan araç, dört tekerli elektrikli araç olup, yolcu taşıması için kullanılması amaçlanmaktadır. Bu nedenle, birinci aşama olarak aracın bağlı olduğu kategori ve alt kategoriler belirlenir. MOTOY yönetmeliği kapsamında, iki veya üç tekerlekli motorlu araçlar ve dört tekerlekli motosikletler, L kategorisi araçlar kapsamına girmektedir. L kategorisinden alt araç kategorisi olarak, L7e kategorisi, ağır dört tekerleği olan motorlu araçları (Motosikletler) ve L7e-C Ağır dört tekerleği olan motorlu araçlar kapsamındadır. Bu sebeple tasarımı yapılan elektrikli aracın homologasyon çalışması için geçerli olan kategori L7e-C olarak belirlenmiştir.

MOTOY yönetmeliği, L7e-C tip aracın taşıması gereken özellikler Çizelge 1'de gösterilmiştir. Homologasyon başvurusu yapılacak olan araç için bu temel kriterler göz önüne alınmış ve bu kriterlere uygun tasarım yapılmıştır.

Çizelge 1. MOTOY yönetmeliğine göre L7e-C tip araç özellikleri [26]

Özellik	Değer
Sürücü Ağırlığı	Maks. 75kg
Uzunluk	< 3700 mm
Genişlik	≤ 1500 mm
Yükseklik	≤ 2500 mm
Azami Net Güç	≤ 15 kW
Azami Tasarım Hızı	≤ 90 km/h

Çizelge 1'deki standart kriterler, müşteri gereksinimleri ve pazar ihtiyaçları göz önünde tutularak tasarımı yapılan Le-C tip aracın genel özellikleri Çizelge 2'de verilmiştir.

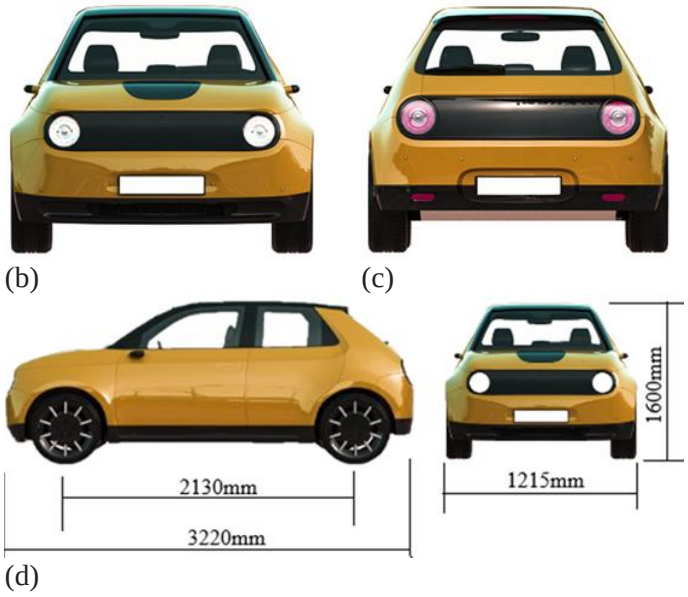
L7e-C tip elektrikli aracında tasarımı iki aşamada gerçekleştirilmiştir. Birinci aşama, dış kabuk geometrisinin oluşturulması, ikinci aşama ise alt mekanik sistem tertibatının tasarımı. Aracın taş tasarımı, yüzey ve kabuk modelleme teknikleri kullanılarak 3DsMAX yazılımı ile yapılmıştır. Şekil 1'de aracın dış tasarım model görünüşü verilmiştir. Dış kabuk tasarımının ardından, aracın mekanik tasarımı yapılmıştır. Mekanik tasarım, şasi tasarımı, tahrik grubu, yönlendirme grubu olarak alt gruplara ayrılmaktadır. Mekanik tasarımın tamamı, SolidWorks programı kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Mekanik tasarım şasi alt grubunda, gövdeyi oluşturan elemanlar profillerden seçilmiş ve bu profiller kaynaklı bağlantı ile birleştirilmiştir. Şekil 2'de L7e-C tip araca ait alt takım, şasi grubu modeli gösterilmiştir.

Çizelge 2. Tasarlanan L7e-C tip aracın teknik genel özellikleri.

Özellik	Değer	Özellik	Değer
Uzunluk	3220 mm	Motor Tipi	Fırçasız DC Motor
Genişlik	1215 mm	Motor Sürücü	Mevcut
Yükseklik	1600 mm	Motor Gücü	5 kW
Tekerlek Sayısı	4	Motor Verimliliği	%85
Şasi	Alüminyum	Motor Ağırlığı	32 kg
Kabuk/Dış Kaplama	Cam Elyaf	Batarya Türü	Lityum İyon
Fren Sistemi	Hidrolik ve Mekanik	Batarya Nominal Voltaj	70.3 V
Ön Lastik Çapı	255 mm	Batarya Maksimum Voltaj	79.8 V
Ön Lastik Genişliği	105 mm		
Arka Lastik Çapı	255 mm	Nominal Batarya Gücü	2890 Wh
Arka Lastik Genişliği	105 mm		

Şekil 7. L7e-C tip araca ait mekanik tasarım model görünüşü, a) Üst görünüş model, b) Üst görünüş teknik resim, c) Perspektif görünüş

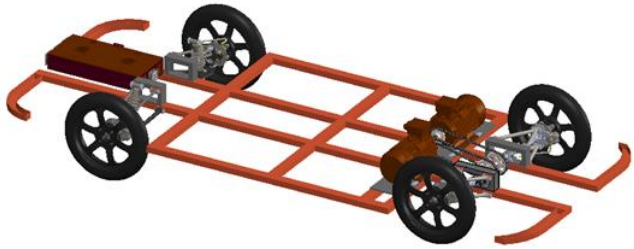
(a)



(b) (c)

(d)

(a) (b)



(c)

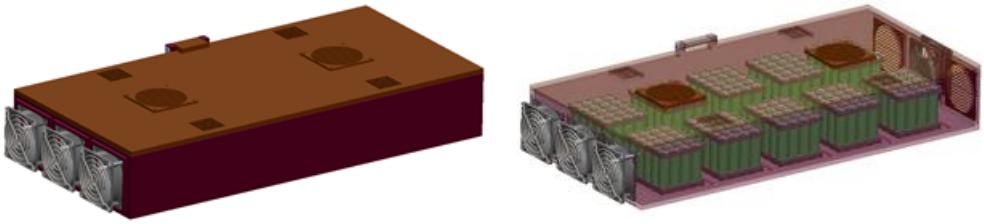
L7e-C tip araç üzerinde konforlu bir yolculuk yapabilmek, bozuk satıh ve yollarda sağlıklı yol alabilmek ve titreşimleri minimuma indirmek için, amortisör, alt salıncak ve üst salıncak tertibatı kullanılmıştır. Şekil 3'te elektrikli araçta kullanılan alt ve üst salıncak, amortisör grubu gösterilmiştir.

Şekil 8. L7e-C tip araca ait amortisör, salıncak grubu, a) Sol teker ve salıncak grubu, b) Sağ teker ve salıncak grubu

(a) (b)

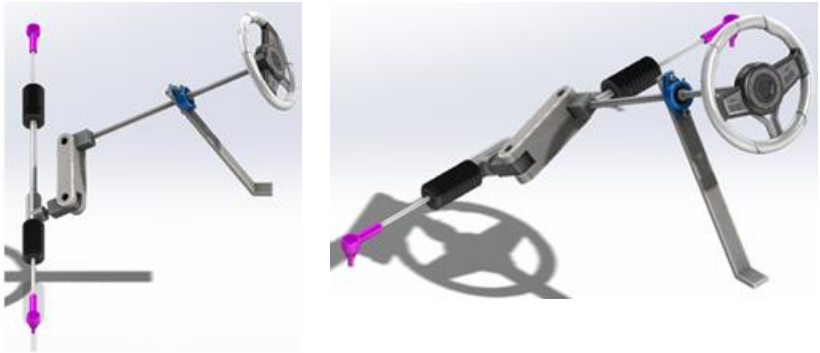
Elektrik araç üzerinde, tahrik sistemini besleyecek ve aracın ihtiyaç duyduğu elektrik enerjisini depolayacak, iki adet nominal voltajı 36 V olan 20 A sabit lityum iyon bataryalar kullanılmıştır. Şekil 4'te tasarımda kullanılan bataryaların modeli gösterilmiştir.

Şekil 9. L7e-C tip araca ait batarya modelleri



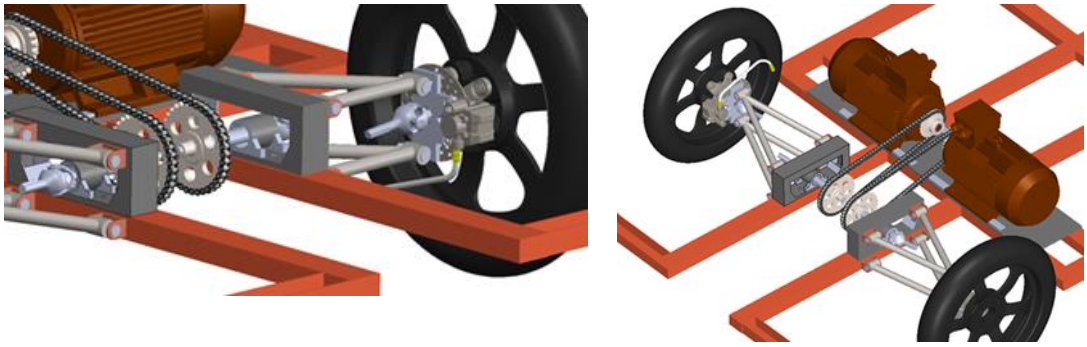
L7e-C tipi elektrik aracın sürüş esnasında yönlendirilmesi için, mekanik direksiyon sistemi kullanılmıştır. Mekanik direksiyon sisteminde, direksiyon simidi, valf, direksiyon dişli kutusu, kremayer, rot başları, uzun ve kısa rot kolları kullanılmıştır. Şekil 5'te tasarımı yapılan araca ait direksiyon sistemi verilmiştir.

Şekil 10. L7e-C tip araca ait direksiyon sistemi modelleri



L7e-C tip elektrikli aracın tasarımında tahrik sisteminde, zincir ve zincir dişli çark mekanizması çifti kullanılmıştır. Kullanılan elektrik motorlarından alınan mekanik hareket, sol ve sağ tekerlek millerine zincir vasıtasıyla aktarılmıştır. Tahrik sisteminde kullanılan zincir dişli çarkların adımı 12,70 mm ve diş sayısı 36 adettir. Ayrıca, motora bağlanan zincir dişli çark ile miller üzerindeki zincir dişli çarklar arasındaki iletim oranı 0,6 olup, motora bağlı zincir dişli çarkın diş sayısı 24'tür. Şekil 6'da tasarımı yapılan araca ait tahrik sistemi gösterilmiştir.

Şekil 11. L7e-C tipi araca ait tahrik sistemi modelleri



Homologasyon Çalışması

L7e-C tipi elektrikli aracın homologasyon çalışması için Tip Onay Belgesi, Deney Sonuç Tablosu, İçerik Çizim Tablosu, Tanıtım Bilgi Dökümanı, Uygunluk Belgesi ve gerekli olan Teknik Resimlerin eklenmesi ile süreç tamamlanmış olmaktadır. Bu belgelerin tamamına 2002/24/EC yönetmeliğine ait, 23/12/2004 tarihli ve 25679 sayılı Resmi Gazeteden ulaşılabilmektedir.

Tip Onay Belgesi

Tip Onay Belgesi, üreticinin araçları için markası, tip onay numarası, tipi, kategorisi, ticari adı, üretici bilgilerinin verildiği, araç için genel özelliklerin belirtildiği bir başvuru formudur. Bu formda önemli başlıklardan biri Tip Onay numarasıdır. Tip onay numarası belirlenirken, ilk olarak küçük harf "e" ile başlanıp, tip onayını veren üye ülkenin ayrım kodu yazılır (Türkiye için e37). Daha sonra ikinci bölümde temel yönetmeliğin numarası, tip onayına uygulanabilir son olarak değiştirilmiş yönetmeliğin numarası atanır (L7e-C tipi araç için 2002/24 MOTOY). Üçüncü bölümde, temel tip onay numarasını göstermek için dört karakterli bir sıra numarası yazılır ve bu sıra 0001'den başlanır (0001). Son bölümde, kapsam genişletme varsa iki karakterli bir sıra numarası verilir. L7e-C tipi araç için kapsam genişletme yapılmadığı için bu bölüm "00" olarak yazılır. Şekil 7'de örnek bir Tip Onay Belgesi verilmiştir.

Şekil 12. Tip Onay belgesi örneği

Örnek

(Azami format: A4 (210 mm x 297 mm))

AT Tip Onay Belgesi

Onay kuruluşunun mührü

2002/24/AT Yönetmeliğine göre bir araç tipinin:

- Tip onayı [1)]
- Tip onayı kapsamının genişletilmesi [1)]
- Tip onayının reddedilmesi [1)]
- Tip onayının geri çekilmesi [1)]

ile ilgili bildirim.

Tip onay numarası: e37*2002/24*0001*00

Kapsam genişletme nedeni:

0. Genel

0.1 Markası (markaları) (imalâtçının ticarî adı): Karabük Üniversitesi

0.2 Tipi : KBÜ-78

0.2.1 Ticarî adı (adları): KBÜ-78

0.3 Araç üzerine işaretlenmişse, tipin tanıtılması yöntemi:

0.3.1 Bu işaretin yeri:

0.4 Kategorisi [2)]: L7e-C

0.5 Araç imalâtçısının adı ve adresi: Karabük Üniversitesi, Merkez/KARABÜK

0.5.1 Montaj tesisinin (tesislerinin) adı (adları) ve adresi (adresleri): Karabük Üniversitesi, Merkez/KARABÜK

Tanıtım Bildirimi (Bilgi Dokümanı)

Tip Onay belgesinden sonra ikinci aşama olarak Tanıtım Bildirimi doldurulmaktadır. Tanıtım bildirimi, araç özelliklerini içeren Kısım 1 ve ayrı yönetmelik onay numaralarını içeren Kısım 2'den oluşmaktadır.

Tanıtım Bildirimi formunda, tip onayı verilecek araçlar veya tip onayı verilecek sistem, ayrı teknik ünite veya aksamlar ile ilgili detaylı bilgiler verilmektedir. Bu bölümde araca ait çizimler, teknik resimler ayrıntılı, uygun ölçekli, fotoğraflar ise ayrıntılı bir şekilde olmalıdır. Araç üzerinde mikro işlemci tarafından kontrol edilen işlevsel sistemler var ise, performansla ilgili uygun bilginin sağlanması gerekmektedir. Bilgi dokümanında, başvuruyu yapan tarafından verilen bir referans numarası taşımalıdır.

Tanıtım Bildirim formu Kısım 1 bölümü, kendi içerisinde üç alt bölümden oluşmaktadır. Bu bölümler sırasıyla, A-Mopetler, motosikletler, üç ve dört tekerlekli motosikletlerle ilgili ortak bilgiler, B-Sadece iki tekerlekli mopet ve motosikletlerle ilgili bilgiler, C-Sadece üç tekerlekli mopetler, motosikletler ve dört

tekerlekli motosikletlerle ilgili bilgiler olarak sıralanmaktadır. L7e-C tipi elektrikli araç için Kısım 1, A alt başlığı altındaki ortak bilgiler ve C alt başlığı altındaki detay bilgiler verilmektedir. A-0 alt kategorisinde araca ait genel bilgiler girilmektedir. Burada 0.7 maddesi, yasal olarak zorunlu olan talimat ve bilgilerin araç üzerinde nerede olduğu ve bu bilgilerin hangi yöntemle araca sabitlendiği girilmelidir. L7e-C tipi araç için bilgiler aracın arka taraf sağ alt köşeye, perçinleme yöntemi ile sabitleneceği bildirilmiştir. 0.7.1 maddesinde, aracın üretim hattında verilen seri numarası bu maddeye girilmelidir. L7e-C tip elektrikli araç için seri numarası 12345 olarak belirlenmiştir. Şekil 8'de Kısım 1 A alt başlığında girilen bilgiler gösterilmiştir.

Şekil 13. Kısım 1 A alt başlığı genel bilgiler

Tanıtım Bildirimi (Bilgi Dokümanı)[a]

(Örnek)

Bu Yönetmelik ve ayrı yönetmeliklerdeki bütün bilgi dokümanları, sadece bu toplam listedeki bilgilerden oluşmalı ve listenin numaralama sistemine sadık kalmalıdır.

Kısım 1

Tip onayı verilecek araçlar veya tip onayı verilecek sistem, ayrı teknik ünite veya aksamlarla ilgili aşağıdaki bilgiler üç kopya hâlinde hazırlanmalı ve bir içindekiler listesi ile birlikte sunulmalıdır. Bütün çizimler yeterince ayrıntılı olmalı ve uygun ölçekte A4 boyutunda veya bu boyutta katlanmış şekilde sunulmalıdır. Fotoğraflar da aynı şekilde ayrıntılı olmalıdır. Fonksiyonların mikro işlemciler tarafından kontrol edildiği durumlarda, performansla ilgili uygun bilginin sağlanması gerekir. Bilgi dokümanında, başvuruyu yapan tarafından verilen bir referans numarası taşımalıdır.

A	**Mopetler, motosikletler, üç ve dört tekerlekli motosikletlerle ilgili ortak bilgiler**
0	**Genel**
0.1	Markası: Karabük Üniversitesi
0.2	Tip (muhtemel varyant ve versiyonu belirtiniz: Her bir varyant ve versiyon numaralardan ya da harfler ve numaraların bileşiminden oluşan bir kodla tanımlanmalıdır):
0.2.1	Ticarî adı (varsa): KBÜ-78
0.3	Araç üzerinde belirtilmişse, araç tipinin tanımlanma şekli [b]:
0.3.1	Bu tanımlama vasıtalarının yeri:
0.4	Araç kategorisi [c]: L7e-C
0.5	İmalâtçının adı ve adresi: Karabük Üniversitesi, Merkez/KARABÜK
0.5.1	Montaj yerinin/yerlerinin adı/adları ve adresi/adresleri: Karabük Üniversitesi, Merkez/KARABÜK
0.6.	Varsa, imalâtçı yetkili temsilcisinin adı ve adresi: Karabük Üniversitesi, Merkez/KARABÜK
0.7	Şasi üzerine iliştirilmesi yasal olarak zorunlu talimatların yeri ve iliştirme yöntemi: Şasi Altı Perçinleme
0.7.1	Tipin "No." İle başlayan seri numaralandırılması: 12345

A alt başlığında, ikinci olarak aracın genel düzeni ve kütle bilgileri girilmektedir. Şekil 9'da L7e-C tipi araca ait olan genel düzen ve kütle özellikleri gösterilmiştir.

Şekil 14. Kısım 1 A alt başlığı genel düzen ve kütle özellikleri

1	**Aracın genel düzeni**
1.1	Tipik bir aracın fotoğrafları ve/veya çizimleri: Ref-No-KBU-00
1.2	Komple aracın boyutlarını gösteren çizim: Ref-No-KBU-01
1.2.1	Dingil mesafesi: 2130 mm
1.3	Dingil ve tekerleklerin sayısı (varsa kayış veya paletlerin sayısı): 2 Dingil ve 4 Tekerlek
1.4.	Motorun konumu ve düzeni: Arka Tekerlek Bağlantılı
1.5	Oturma yerlerinin sayısı: 4
1.6	Trafik seyir yönü – sol veya sağ [1]: Sağ
1.6.1	Araç karayolu trafiğinde sağda veya solda kullanılmak üzere donatılmıştır [1] Sağda
2	**Kütleler** (kg cinsinden) [2]
2.0	Yüksüz kütle [4] [i]: 350± 15kg
2.1	Çalışır durumdaki aracın kütlesi [a]: 365± 15kg
2.1.1	Bu kütlenin dingiller arasında dağılımı: Ön 190kg Arka 175kg
2.2	Çalışır durumundaki aracın sürücüsüyle birlikte kütlesi [a]: 440kg
2.2.1	Bu kütlenin dingiller arasında dağılımı: Ön 230kg Arka 210kg
2.3	İmalâtçı tarafından belirtilen teknik olarak müsaade edilen azami kütle: 565kg
2.3.1	Bu kütlenin dingiller arasında dağılımı: Ön 265kg Arka 300kg
2.3.2	Her bir dingil üzerinde teknik olarak müsaade edilen azami kütle: Ön 285kg Arka 330kg
2.4	İmalâtçı tarafından beyan edilen teknik olarak müsaade edilen azamî kütlede azamî yokuşta çalışma yeteneği: %20
2.5	Çekilebilecek azami kütle (varsa): Uygulanmamaktadır
2.6	Katarın azami kütlesi: Uygulanmamaktadır

Kısım 1, A alt başlığının 3. maddesinde hem içten yanmalı motorlar hem de elektrikli motorların özellikleri girilmektedir. 3. madde altındaki 3.3. alt başlığı ise elektrikli motorlara ait bilgilerin verildiği bölümdür. Şekil 10'da L7e-C tip araca ait elektrik güç motoru özellikleri gösterilmiştir.

Şekil 15. Kısım 1 A alt başlığı elektrik güç motoru özellikleri

3.3	Elektrik güç motoru
3.3.1	Tipi (bobinli, uyarmalı): Bobinli
3.3.1.1	Azamî sürekli anma gücü[k]: 5 kW
3.3.1.2	Çalışma gerilimi: 72 V
3.3.2	Akü
3.3.2.1	Hücre sayısı: 3
3.3.2.2	Kütlesi: 32 kg
3.3.2.3	Kapasitesi: 100 Ah (amper/saat)
3.3.2.4	Yeri: Ref-No-KBU-00
3.4	Diğer motorlar veya motor birleşimleri (bu motorların aksamları ile ilgili özel bilgiler) : .. Uygulanmamaktadır
3.5	İmalâtçı tarafından müsaade edilen soğutma sistemi sıcaklıkları Uygulanmamaktadır
3.5.1	Sıvı soğutma
3.5.1.1	Çıkıştaki azamî sıcaklık: ....°C
3.5.2	Hava soğutma
3.5.2.1	Referans noktası:.....
3.5.2.2	Referans noktasındaki azamî sıcaklık : .....°C

Kısım 1 A alt başlığı 3.maddesinden itibaren, aktarma elemanları, süspansiyon özellikleri, direksiyon sistemi, fren sistemi, aydınlatma ve ışık sinyal cihazları, donanım özellikleri girilmektedir.

Kısım 1 C alt başlığı, üç tekerlekli mopetler, motosikletler ve dört tekerlekli motosikletlerle ilgili bilgilerin girildiği bölümdür. Tasarımı yapılan L7e-C tip elektrikli araç bu sınıfa girdiği için, araç bazında detaylı özellikler bu başlık altında tanımlanmaktadır.

Şekil 16. Kısım 1 C alt başlığı boyutlar ve kütleler özellikleri

C	**Sadece üç tekerlekli mopetler, motosikletler ve dört tekerlekli motosikletlerle ilgili bilgiler**
1	**Boyutlar ve kütleler** (mm ve kg) (gerekirse çizimlere başvurunuz)
1.1	Karoserisiz şasi imalinde uyulacak boyutlar
1.1.1	Uzunluk: 3220 mm
1.1.2	Genişlik: 1215 mm
1.1.3	Yüksüz yükseklik: 1600 mm
1.1.4	Ön dingil çıkıntısı: 520 mm
1.1.5	Arka dingil çıkıntısı: 480 mm
1.1.6	Karoserili araçlar için ağırlık merkezinin sınır konumu: Uygulanmamaktadır
1.2	Kütleler [d]
1.2.1	İmalâtçı tarafından beyan edilen azamî iş kapasitesi: 140 kg

Kısım 1 C başlığının devamında, araca ait donanım özelliklerinin tamamı girilmektedir. Bu bölümde, karoser, ön cam ve diğer cam yüzeyler, ön cam sileceği, rüzgar siperi ve yıkama suyu, buz ve buğu giderici, geri görüş aynası, oturma yerleri, yolcu bölümü ısıtma sistemi, emniyet kemerleri ve bağlantılar özelliklerinin tamamı tanımlanmaktadır.

Kısım 2 bölümü, mevcut sistem, ayrı teknik ünite veya aksam onayları bakımından tip onayı verilecek araç üzerinde sağlanan özelliklerin ayrı yönetmelik onay numaralarının girildiği bölümdür. Burada ilgili özelliğin, onay numarası, kapsam genişletme var ise genişletme tarihi ve kapsanan varyantlar ve versiyonlar tanımlanmaktadır.

Uygunluk Belgesi

Tanıtım Bildirimi (Bilgi Dokümanı) doldurulmasının ardından, üçüncü aşamada Uygun Belgesi hazırlanmaktadır. Uygunluk belgesi, homologasyon süreci boyunca, her şasi için doldurulması gereken bir belge olup, özet şeklinde aracın tüm özelliklerini belirtmektedir. Şekil 12'de L7e-C tip elektrikli araç için hazırlanan uygunluk belgesi gösterilmiştir.

Şekil 17. L7e-C tip aracın uygunluk belgesi özellikleri

Uygunluk Belgesi

A. Onaylanmış tipin serisindeki her bir araçla birlikte bulunacak uygunluk belgesi

(örnek)

(Azami format: A4 (210 mm x 297 mm) veya A4'e katlanmış halde)

AT Uygunluk Belgesi

Sayfa 1

İmza sahibi,
Karabük Üniversitesi ..... (tam adı)

aşağıda ayrıntıları belirtilen aracın AT tip onayında tanımlanan tipe her bakımdan uygun olduğunu belge ile onaylar:

0.1 Markası: Karabük Üniversitesi .....(imalâtçının ticarî adı)

0.2 Tipi: KBÜ-78

Varyantı [1]: -

Versiyonu [1]: -

0.2.1 Ticarî adı (adları) (uygun olduğunda): KBÜ-78

0.4 Araç kategorisi [2] : L7e-C

0.4.1 97/24/AT Yönetmeliğinin Kısım 7'sine göre araç kategorisi (uygulanabildiğinde): A/B/C/D [3]

0.5 İmalâtçının adı ve adresi: Karabük Üniversitesi, Merkez/KARABÜK

0.6 Yasal olarak zorunlu plâkanın yeri [4]: Rx=1580mm, Ry=135mm, Rz=820mm

Araç tanıtım numarası: T85654C545G5

0.7 Araç tanıtım numarasının şasi üzerindeki yeri [4]: Rx=1630mm, Ry=120mm, Rz=650mm

- AT tip onay numarası: e37*2002/24*0001*00

- Onay tarihi: 12/02/2021

Uygunluk belgesinin A başlığı, onaylanmış tipin serisindeki her bir araçla birlikte bulunacak uygunluk belgesi, B başlığı ise tipi onaylanmış tip serilerine orijinal bir donanım olarak takılmayan her bir ayrı teknik ünite veya aksam ile birlikte bulunacak uygunluk belgesi bölümleridir. A başlığının devamında, ilave bilgiler kısmında araca ait genel hatları ile özelliklerin girildiği bölümdür. Bu bölümdeki bilgiler, Tanıtım Bildirimi kısmındaki bilgilerin özet haline getirilmesidir. Ayrıca, bu bölümün doldurulmasında Uygunluk Belgesinin devamında kullanılan kodlar ve kısaltmalar kullanılmaktadır.

Uygunluk Belgesi doldurulduktan sonra, Tip Onay formu, Tanıtım Bildirimi ve Uygunluk Belgesi'nin yanında araca ait olan ve hazırlanmış teknik resimler veya teknik çizimler eklenerek, TSE ATOM'a (Araç Tip Onay Müdürlüğü) başvuru yapılmaktadır.

Sonuçlar

Bu çalışmada, L7e-C kategorisine ait elektrikli bir aracın tasarımı ve homologasyon süreci incelenmiştir. Elektrikli aracın boyutları, güç özellikleri belirlenerek, model tasarımı gerçekleştirilmiştir. Model tasarımı yapılan elektrikli araç için homologasyon sürecinde kullanılacak belgeler, belge tipleri ve belgelerde gerekli olan özellikler belirlenerek başvuru dosyası hazırlanmıştır. Çalışmanın sonucunda, Tip Onay belgesi alabilmek için hangi işlemlerin yapılması gerektiği, kanuni zorunluluk ve yönetmelikler, bu yönetmeliklerin içerikleri ve L7e-C tipi elektrikli aracın Tip Onay belgesi uygulaması gerçekleştirilmiştir.

Kaynaklar

1. Özbay, H., Közkurt, C., Dalcalı, A., Tektaş, M., "Geleceğin ulaşım tercihi: Elektrikli araçlar", Bandırma Onyedi Eylül Üniversitesi, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Ulaştırma Mühendisliği, Bandırma (2017).

2. Energy Information Administration (EIA), “Annual Energy Outlook 2006”.
3. Jannatkhah, J., Najafi, B. & Ghaebi, H., “Energy and exergy analysis of combined ORC–ERC system for biodiesel-fed diesel engine waste heat recovery”. Energy Conversion and Management, 209, 112658 (2020).
4. Gomez, J.C. & Medhat, M.M., “Impact of EV Battery Chargers on the Power Quality of Distribution Systems”, IEEE Transactions on Power Delivery, 18(3), 975- 981 (2008).
5. Özbay, H., “Şebeke Etkileşimli Yenilenebilir Enerji Destekli Hızlı Batarya Şarj Sisteminin Gerçekleştirilmesi”, Karabük Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Elektrik-Elektronik Mühendisliği Anabilim Dalı, Karabük (2017).
6. Bayram, B., “Ulaşımın Geleceği Elektrikli Araçlarda”, EMO Dergisi, 458. Sayı, 2016.
7. Ünlü, N., Karahan, Ş., Tür, O., Uçarol, H., Özsu, E., Yazar, A., Turhan, L., Akgün, F., Tırıs, “Elektrikli Araçlar, TÜBİTAK Marmara Araştırma Merkezi Enerji Sistemleri ve Çevre Araştırma Enstitüsü”, Gebze (2003).
8. Kuşdoğan, Ş., “Elektrikli otomobillerde enerji depolama sistemlerindeki gelişmeler”, Mühendis ve Makine, 50(596):2-11, 2009.
9. The Electric Vehicle World Sales Database, 2016.
10. Kocabey, S., “Elektrikli Otomobillerin Dünü, Bugünü ve Geleceği”, Akıllı Ulaşım Sistemleri ve Uygulamaları Dergisi, 1 (1), 16-23, (2018).
11. Kerem, A., “Elektrikli Araç Teknolojisinin Gelişimi ve Gelecek Beklentileri”, Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi 5 (1): 1-13 (2014).
12. Henrique R. Martins, “Overview of type approval homologation and selfcertification", Ford Motor Company, July (2010).
13. Güler, A. “Araç imalatında homologasyon kavramı ve Türkiye’deki uygulaması”, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul (2002).
14. Özbek, E.T. “Elektrikli araçların homologasyonu ve tip onayı”, Yüksek Lisans Tezi, Karabük Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Karabük (2021).
15. İnternet: CEN, “Eurooean Committe for Standardization”, https://www.cen.eu/P ages/default.aspx (2019).
16. İnternet: T.C. Cumhurbaşkanlığı, “Motorlu Araçlar ve Römorklari Tip Onayı Yönetmeliği (2007/46/AT)”, https://www.mevzuat.gov.tr/Metin.Aspx?Mevzu atKod=7.5.13168&MevzuatIliski=0&sourceXmlSearch=2007/46 (2019).
17. Albert Lutz, Bernhard Schick, Henning Holzmann, Michael Kochem, Harald Meyer-Tuve, Olav Lange, Yiqin Mao & Guido Tosolin, “Simulation methods supporting homologation of Electronic Stability Control in vehicle variants”, Vehicle System Dynamics, 55:10, 1432-1497, (2017).
18. İnternet: T.C. Cumhurbaşkanlığı, “İki veya Üç Tekerlekli Motorlu Araçların ve Dört Tekerlekli Motosikletlerin Tip Onayı ve Piyasa Gözetimi ve Denetimi Hakkında Yönetmelik (AB/168/2013)”, https://www.resmigazete.gov.tr/eskile r/2015/08/20150822-14.htm (2019).
19. İnternet: T.C. Cumhurbaşkanlığı, “Araçlar ve Bunların Aksam, Sistem ve Ayrı Teknik Üniteleri ile İlgili Tip Onayı Yönetmelikleri ve Teknik Düzenlemelerin Uygulama Usul ve Esasları Hakkında Tebliğde (Sgm-2010/1) Değişiklik Yapılmasına Dair Tebliğ”, https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2015/01/201 50107-7.htm (2021).
20. Çeri, A.S., “N2 kategorisi bir aracın M2 kategorisine dönüşümü için bir TSE standardı oluşturulması”, Yüksek Lisans Tezi, Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Makine Mühendisliği Anabilim Dalı, Sakarya (2019).
21. İnternet: TSE, “Tip Onay Belgelendirme”, https://www.tse.org.tr/IcerikDetay? ID=2893 (2021).
22. Düser, T., Abdellatif, H., Gutenkunst, C. et al., “Approaches for the homologation of automated driving”, ATZ Electron World, 14(1): 48-53 (2019).
23. Maury, F., “Bringing electric vehicle (EV) to overseas markets” 3rd International Conference on Power Electronics Systems and Applications (PESA), Hong Kong, 1-2 (2009).
24. Magalhães, H., Madeira, J.F.A., Ambrósio, J. and Pombo, J., “Railway vehicle performance optimisation using virtual homologation”, 1(1): 1177-1207 (2016).
25. Edo Drenth, Haldex Brake Products AB, Sweden, Jim Crawley, Haldex Brake Products Ltd., “First ECE 13/11 homologation of electronic stability control (ESC) by vehicle dynamics simulation challenges: Innovations and benefits", (2011).
26. İnternet: Resmi Gazete, “Araç Sınıflandırması”, https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2015/08/20150822-14-1.pdf (2015).

Presentation ID/Sunum No= 51

Oral Presentation / Sözlü Sunum

Et ve Et Ürünlerinde Nitrozamin Oluşumuna Pişirme Yöntemlerinin Etkileri

Dr. Öğretim Üyesi Selen Sallan
Bandırma Onyedi Eylül Ünversitesi

Özet

Et işlemede formülasyona ve proses şartlarına göre kürleme ajanı olarak nitrat ve/veya nitrit kullanılmaktadır. Nitrat kullanılan proseslerde beklenen etkilerin oluşabilmesi için nitrite dönüşmesi gerekmektedir. Nitrit reaktif bir bileşik olup indirgen veya oksidan madde özelliği gösterebilmesinin yanı sıra nitrozamin oluşumunda da rol oynamaktadır. Bu bileşikler nitrozasyon ajanı ile sekonder aminler arasında gerçekleşen reaksiyonlar sonucunda oluşmaktadır. Et ürünlerinde en sık rastlanan uçucu nitrozaminler NDMA (Nitrozodimetilamin), NPYR (Nitrozopirolidin), NPIP (Nitrozopiperidin) olup NDEA (Nitrozodietilamin), NDBA (Nitrozodibütilamin), NMOR (Nitrozomorfolin) da tespit edilmektedir. Nitrozamin oluşumunda hem kullanılan nitrit seviyesi hem de kalıntı nitrit miktarı oldukça önemlidir. Ürün pH'sı, prekürsorlerin mevcudiyeti, inhibitör ve stimülatör maddeler de nitrozamin oluşumunu etkilemektedir. Ayrıca uygulanan ısıl işlemin yoğunluğu öne çıkan önemli bir faktördür. Haşlama, kızartma, mangalda pişirme, kavurma, fırında pişirme (baking) gibi pişirme yöntemlerinin nitrozamin oluşumuna etkileri oldukça farklılık arz etmektedir. Özellikle kür edilmiş et ürünlerinde kızartma, kavurma gibi kuru sıcaklık uygulamalarının nitrozamin seviyesinin önemli derecede artırdığı ve bu artışta pişirme yoğunluğunun da çok önemli faktör olduğunu ortaya konulmuştur. Kür edilmemiş et ürünleri de doğal nitrat kaynakları sebebiyle nitrozamin oluşumu açısından dikkate alınması gereken ürünlerdir. Mevcut bu çalışmada pişirme yöntemlerinin hem kür edilmiş et ürünlerinde hem de kür edilmemiş et ürünlerinde nitrozamin oluşumuna etkileri derlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: *Pişirme teknikleri, nitrozamin, kür edilmiş et ürünleri, et*

Influence Of Cooking Methods On Nitrosamine Formation In Meat And Meat Products

Abstract

In meat processing, nitrate and / or nitrite are used as curing agent depending on the product formulation and process conditions. To achieve the expected effects, it must be converted to nitrite in processes using nitrate. Nitrite is a reactive compound and plays a role in the formation of nitrosamine as well as being a reducing or oxidant substance. These compounds are formed as a result of the reactions between the nitrosating agent and secondary amines. The most common volatile nitrosamines found in meat products are NDMA (Nitrosodimethylamine), NPYR (Nitrosopyrrolidine), NPIP (Nitrosopiperidine). NDEA (Nitrosodiethylamine), NDBA (Nitrosodibutylamine), NMOR (Nitrosomorpholine) have also been detected. Ingoing nitrite and residual nitrite are very important in the formation of nitrosamine. pH of product, presence of precursors, inhibitors and stimulators also affect nitrosamine formation. In addition to all these, the intensity of the heat treatment applied to the product is an important factor. The effects of cooking methods such as boiling, frying, barbecuing, roasting, baking, on the formation of nitrosamine are quite different. Especially in cured meat products, it has been shown that dry heat applications such as frying and roasting significantly increase the nitrosamine level and the cooking intensity is also a very important factor in this increase. Uncured meat products are also products that should be considered in terms of nitrosamine formation due to their natural sources of nitrate. This study reviews the effects of cooking methods on nitrosamine formation in both cured-meat products and uncured products.

Keywords: *Cooking techniques, nitrosamine, cured-meat products, meat*

Introduction

The conditions during meat processing in meat technology are very suitable for the formation of detrimental compounds to human health (Simko, 2011:478). While heat treatment is effective in increasing the nutritional value and quality of foods, aroma development and shelf life, it also plays an important role in the

formation of contaminants in foods (Li vd., 2020:C560). During the curing process, N-nitrosamines, which are part of contaminants, can also be formed. N-nitrosamines are formed by nitrosation of secondary amines in foods. The main nitrosating agent is nitrous anhydride which consist of nitrite. In foods, especially in meat products, the main sources of nitrosyl donors are sodium nitrite (by curing) and gaseous nitrogen oxides (by smoking) (Kaya, 2019:2; De Mey, 2014:9). Among the amines, only secondary amines form stable N-nitrosamines. Primary amines, however, are immediately broken down into alcohol and nitrogen, which is why they play no role in nitrosamine formation (Honikel, 2008:75). Nitrosamines are generally stable in neutral and strongly alkaline environments and difficult to decompose when formed (Douglass vd., 1978:582; Simko, 2011:491).

In meat products, the most common nitrosamines are NDMA, NPIP, and NPYR. Concern about the presence of N-nitrosamines in meat products arose in the late 1960s to early 1970s when high levels of NDMA and NPYR were noted in fried bacon (Pegg ve Shaidi, 2004:175; Gloria vd., 1997:1817).

Nitrosamine formation is a complex reaction and various factors and compounds affect the nitrosation reaction. Ingoing nitrite level, residual nitrite, pH, moisture, presence of biogenic amine, amino acid decarboxylase activity of microorganisms, presence of inhibitors and catalysts, precursors, storage conditions, spices (especially black pepper), method of heat treatment applied, temperature and time are important factors in the reaction (Gloria vd., 1997:1816; Yurchenko ve Mölder, 2007:1713; Drabik-Markiewicz vd, 2010:123; Simko, 2011:491).

Heat treatment is applied to meat in a number of ways, as mentioned above, such as boiling, grilling and frying in order to increase the hygienic quality by inactivating pathogenic microorganisms, improve the taste and flavor and extend the shelf life (Juárez vd., 2010:145). Dry heating refers to any technique in which heat is transferred to foodstuffs without moisture, while the moist heat method includes any technique that involves heating with moisture (Wang vd., 2019:2).

Cooking temperature, cooking time and dry heating methods such as grilling, frying, roasting have a significant effect on nitrosamine formation, and nitrosamine content generally increases as temperature and cooking time increase (Rywotycki, 2002:335; Sallan vd., 2019:341; 2020:1). However, nitrosamines are formed in smaller quantities during moist heating processes such as boiling (Li vd., 2012:C560). In addition, nitrosamine were detected in fresh meat and meat products subjected to sterilization, pasteurization and microwave applications (Rywotycki, 2002:336; Yurchenko ve Mölder, 2007:1715; Drabik-Markiewicz vd., 2010:126).

This study reviews the effects of cooking methods on nitrosamine formation in both cured meat products such as frankfurter, salami, sucuk, heat-treated sucuk and uncured products such as fresh meat and döner.

Cooking Techniques And Their Effects On Nitrosamine Formation

Since the meat is usually cooked before consumption, some physical-chemical changes in the structure of the meat occur during heating. Certain characteristics related to consumer preferences such as taste, color and appearance can also be affected by cooking of meat to obtain a safe product (Lorenzo vd., 2015:50). Different cooking techniques and the internal temperature during cooking lead to different food qualities. Three main factors differ between the various cooking techniques; the temperature at the surface of the meat, the temperature profile through the meat and the method of heat transfer. The temperature on the surface is important for the odor, taste and color of the meat. A temperature above 110 °C facilitates Maillard reactions, which are important for odor and flavor development. While the temperature gradient affects the rate and extent of change of protein structures in meat, the heat transfer method - especially moist - affects the smell, taste and color of the meat; hence, a high humidity prevents Maillard reactions and dilutes the flavor and aroma components. Increasing the internal temperature of the meat will especially affect the juiciness of the meat.

Therefore, all sensory attributes can be affected by changes in cooking technique (Bejerholm ve Aaslyng, 2003:19).

Cooking technique is divided by two groups as dry heat treatment and moist heat treatment. In dry heat-treatment, food is subjected to heating using a direct flame or indirectly by surrounded with hot air or oil. Both of these processes are performed at a higher temperature, leading to a different organoleptic change. Broiling, grilling, roasting, baking, sautéing, deep-fat frying, and pan-frying are common methods used as dry heat treatment. As for moist heat treatment, it is done by placing foodstuffs or food products in a hot liquid, which can be water, wine, stock or steam. Compared to dry heating, moist heating uses lower temperatures ranging from 60 to 100 °C. Poaching, simmering, boiling, steaming, braising, and stewing are moist heating methods commonly used. Boiling and steaming are generally preferred in the processing of meat and cereal-based products. Steaming, braising and stewing are often used to process poultry products (Wang vd., 2019:2-5).

Cooking procedure is effective in the formation of nitrosamine and cooking type, temperature and time are important factors in regards of magnitude of nitrosamine formed (Lehotay vd., 2015:10341). The reactions between secondary amines and nitrosating agents (nitrate, nitrite and oxides of nitrogen) lead to formation of nitrosamines. Depending on the product type, different cooking techniques affect nitrosamine in different amounts.

Fresh Meat And Non-Cured Meat Products

Fresh meat is subjected to different cooking methods before consumption. Cooked meat may contain different levels of nitrosamine depending on the cooking method and intensity of cooking. In the microwave cooking method, it has been observed that fresh meat and uncured meat products generally have lower nitrosamine content than frying and baking methods. In addition, with decreasing heat treatment time and temperature, the nitrosamine levels of the products decreased in all cooking methods (Table 1). In a study in which different cooking techniques were applied to mutton samples, the highest nitrosamine values were determined when they were cooked in frying pan (150 ºC, 30 min), and this was followed by electrical oven (150 ºC, 30 min) and microwave oven (120 ºC, 30 min) which products cooked with (Yurchenko ve Mölder, 2007:1715) (Table 1).

Effects of various kinds, species and genders of farm animals slaughtered at meat processing on nitrosamine level were investigated. In the study, the lowest values were determined in meat from calve, ewe, wether and ram, and in these fresh meats, NDMA and NDEA contents varied between 3.85-5.91 µg / kg and 3.56-6.65 µg / kg, respectively (Rywotycki, 2007:544).

Spices can also affect the nitrosamine content in fresh meat products. In a study, it has been reported that spices treatment caused a significant increase in NPYR content of grilled pork and pork samples, especially. Similarly, it was found that the frying treatment applied to pork containing paprika caused a higher nitrosamine content. In the same study, higher levels of nitrosamines were found more frequently in fatty parts of pork meat than lean tissue. The nitrosamine content of fried products has also been reported to be higher than that of grilled pork (Yurchenko ve Mölder, 2007:1715).

Nitrosamine has also been determined in doner, which is a fresh processed meat product (Ozel vd., 2010:3272). Similarly, in a study on the nitrosamine content of meatballs, which are a nitrite / nitrate-free product, the nitrosamine content of meatballs cooked in unready charcoal was found to be significantly higher than samples cooked in over ready charcoal (Kocak vd., 2012:2218).

Table 1: The nitrosamine levels formed in meats in relation to different cooking techniques

Product	Treatment	Temperature	Time	NDMA	NDEA	NPYR	NPIP	NDBA	References
Fresh meat (Pork)	Raw meat			12,09	11,81	na	na	na	Rywotycki, 2002
	Pasteurized meat	72ºC	80 min	7,72	7,59	na	na	na	
Fresh meat (Heifer)	Raw meat			8,43	8,04	na	na	na	Rywotycki, 2007
	Baked meat	max 250ºC	85 min	11,44	10,81	na	na	na	
Fresh meat (Cow)	Raw meat			8,13	8,89	na	na	na	
	Baked meat	max 250ºC	85 min	10,33	11,38	na	na	na	
Fresh meat (Bullock)	Raw meat			10,08	9,75	na	na	na	
	Baked meat	max 250ºC	85 min	14,41	13,67	na	na	na	
Fresh meat (Bull)	Raw meat			12,00	12,24	na	na	na	
	Baked meat	max 250ºC	85 min	17,28	16,75	na	na	na	
Fresh meat (Calve)	Raw meat			2,94	2,85	na	na	na	
	Baked meat	max 250ºC	60 min	3,85	3,56	na	na	na	
Fresh meat (Ewe)	Raw meat			3,33	3,21	na	na	na	
	Baked meat	max 250ºC	85 min	4,33	4,01	na	na	na	
Fresh meat (Wether)	Raw meat			3,75	3,63	na	na	na	
	Baked meat	max 250ºC	85 min	4,95	4,33	na	na	na	
Fresh meat (Ram)	Raw meat			3,99	4,32	na	na	na	
	Baked meat	max 250ºC	85 min	5,91	6,65	na	na	na	
Poultry	Grilled			1,23	0,45	8,38	1,69	0,22	Yurchenko ve Mölder, 2007
Poultry with spices	Grilled			1,41	0,64	14,60	1,96	0,26	
Pork	Grilled			1,14	0,34	6,53	1,51	0,19	
Pork with spices	Grilled			1,32	0,52	11,34	1,57	0,21	
Poultry	Fried			1,16	0,71	15,24	1,09	0,32	
Poultry with paprika	Fried			1,30	0,88	20,67	1,14	0,43	
Pork	Fried			1,02	0,66	10,23	1,13	0,29	
Pork (lean only)	Fried			0,41	0,22	2,38	0,33	0,21	
Pork (fat only)	Fried			3,23	0,51	14,11	1,02	0,44	
Pork with paprika	Fried			1,20	0,74	14,65	1,28	0,36	
Pork with paprika (lean only)	Fried			0,61	0,31	3,63	0,51	0,37	
Pork with paprika (fat only)	Fried			4,92	0,79	24,42	1,62	0,71	

Mutton	Microwave oven	120 ºC	30 min	0,48	0,36	0,51	0,19	nd		
Mutton	Electrical oven	150 ºC	30 min	0,71	0,55	0,62	0,22	nd		158
Mutton	Frying pan	150 ºC	30 min	1,16	0,72	3,17	1,14	0,35		
Doner kebap	Gas flame			0,11-0,41	0,10-0,98	0,13-7,72	0,17-7,23	nd	Ozel vd., 2010	
Meatball (lamb meat with %5)	Grilled	unready charcoal*	16 min	9,61	6,76	1,08	1,49	3,47		
Meatball (lamb meat with %5)	Grilled	over ready charcoal	16 min	0,78	1,96	0,98	nd	0,79		
Meatball (lamb meat with %10)	Grilled	over ready charcoal	16 min	0,55	0,77	0,97	nd.	0,81	Kocak vd., 2012	
Meatball (lamb meat with %15)	Grilled	over ready charcoal	16 min	0,67	0,84	0,98	nd.	0,89		
Meatball (lamb meat with %20)	Grilled	over ready charcoal	16 min	0,93	2,05	1,23	nd.	1,09		

Cured Meat Products

Nitrite is added to meat products as a curing agent not only with its antimicrobial and antioxidant properties, but also to contribute to the formation of curing color and flavor. Despite these positive properties, nitrite also plays an important role in the formation of N-nitrosamines. N-nitrosamines are carcinogenic, teratogenic and mutagenic compounds. It occurs in a reaction between a nitrosating agent and a substance having an amino group, and its formation can be the result of a chemical and / or a microbial reaction. The occurrence of these compounds in meat products depends on different parameters related to the conditions for the preparation, storage and / or thermal processing of meat (Drabik-Markiewicz vd., 2010:123).

The nitrosamine levels formed in cured meat products such as salami, sucuk, heat-treated sucuk, bacon, frankfurter in relation to different cooking techniques are given in Table 2.

The cooking method plays an important role in the formation of nitrosamine. However, the amount of nitrosamine depends highly on the cooking time and temperature. Both the cooking temperature and the cooking time are very important factors. However, maximum NDMA and NPYR levels can be reached in applications around 200 °C. However, it is stated that lower nitrosamine levels can be determined in case a further increase in temperature (Hermann vd., 2015a:169). These factors affect the formation of nitrosamine as well as the sensory quality of meat products. Many types of fermented sausage, such as salami and Rohwurst, are not subjected to any heat treatment before consumption in general. On the other hand, in some countries, fermented sausages are generally consumed after being cooked due to consumption habits.

Cooking by deep-frying or pan-frying increased the level of NDMA, NDEA and NPYR compared to boiling or microwave treatments, as reported by Li vd. (2012:C564). In the same study, it was noted that boiling and microwave treatments were more suitable methods for cured meat (Li vd., 2012:C564).

In a study conducted on sucuk, it has been reported that as cooking time increased in a dry heating method (180ºC), nitrosamine amounts increased, however, it has been also emphasized that the effect of cooking intensity on nitrosamine formation varies depending on the type of nitrosamine. While the NDMA level showed a significant increase in 1 minute heat treatment, it increased less in 3 min of cooking. On the other hand, NPYR content did not differ significantly between 1 and 3 minutes of cooking. NPIP showed the highest increase in 3 minutes of cooking (Sallan vd., 2019:344). Similar results were found in a study on another semi-dry fermented sausage, the heat-treated sucuk (Sallan vd., 2020). The researchers stated that both sucuk and heat-treated sucuk should be subjected to a heat treatment of a maximum of 1 minute against the nitrosamine risk (Sallan vd., 2019:344; 2020:6).

Bacon is the most studied product in terms of nitrosamine among cured meat products. The most common cooking method for bacon is frying (Gloria vd., 1997:1816). However, it has been reported that microwave application applied in bacon causes a decrease in nitrosamine level (Lehotay vd., 2015:10348) (Table 2). In cured meat products, changes in nitrosamine formation can be observed depending on the type of product, the raw material used and the cooking method, cooking time and temperature (Yurchenko ve Mölder, 2007:1713).In a study conducted to determine the effect of raw material used in bacon production on nitrosamine, bacon-like product prepared from beef was found to have higher NPYR than bacon-like product prepared from turkey (Gloria vd., 1997:1817).

Many studies have reported that spices play a role in the formation of nitrosamine (Gloria vd., 1997:1817; Herrmann vd., 2015b:526; Sallan vd., 2019:344-345). For example, in a study, more NPIP and lower NPYR were detected in bacon containing pepper compared to the control. In the same study, slightly lower NDMA and NDEA values were found in samples containing peppers (Gloria vd., 1997:1817).

Table 2: The nitrosamine levels formed in cured meat products in relation to different cooking techniques

Product	**Heat treatment**	**Temperature**	**Time**	**NDMA**	**NDEA**	**NPYR**	**NPIP**	**NDBA**	**References**
Traditional pork bacon regular	Fried	177ºC	6 min	1,0	0,2	7,1	nd	0,2	Gloria vd., 1997
Traditional pork bacon regular with pepper	Fried	177ºC	6 min	0,6	0,1	3,3	2,0	0,1	
Bacon-like products (beef)	Fried	177ºC	6 min	0,7	0,2	2,6	nd	nd	
Bacon-like products (turkey)	Fried	177ºC	6 min	0,5	0,2	1,1	nd	0,1	
Fermented sausage	Raw			1,15	0,19	3,97	nd	nd	Li vd., 2012
	Boiling	90 ºC	30 min	1,41	0,2	3,97	nd	nd	
	Pan-frying	150 ºC	10 min	1,64	0,24	5,00	nd	nd	
	Deep-frying	150 ºC	10 min	1,64	0,26	5,02	nd	nd	
	Microwave	89 ºC	4 min	1,02	0,18	3,76	nd	nd	
Bacon	Fried	177 ºC	6 min	0,5	0,25	2,6	0,3	1,1	Lehotay vd., 2015
	Microwaved	177 ºC	6 min	0,4	0,07	0,7	0,15	1,15	
Sucuk	Raw			1,41	nd	9,15	2,01	nd	Sallan vd., 2019
	Cooked (dry heating)	180 ºC	1 min	14,23	nd	15,20	52,61	nd	
	Cooked (dry heating)	180 ºC	3 min	19,70	nd	15,77	159,34	nd	
Heat treated sucuk	Raw			0,05	nd	2,76	1,54	0,06	Sallan vd., 2020
	Cooked (dry heating)	180 ºC	1 min	0,16	nd	4,45	17,21	0,17	

	Cooked (dry heating)	180 ºC	3 min	0,27	nd	5,95	55,29	0,34	

nd: not determined

Conclusion

In addition to the ingoing nitrite level and residual nitrite, some other factors are effective in the nitrosamine content of meat products. Among these factors, temperature, time and consequently the cooking intensity have a greater importance. The nitrosamine level can increase significantly especially at high temperatures. For this reason, fermented sausages such as sucuk and heat-treated sucuk should be consumed without cooking. these products are ready-to-eat meat products. However, cooking intensity should be kept at low levels if heating is to be applied. Because of their carcinogenic, teratogenic, and mutagenic properties, studies are still needed to reduce these contaminants to lower levels.

References

1. Bejerholm, C. ve Aaslyng, M. D. (2003). "The influence of cooking technique and core temperature on results of a sensory analysis of pork—depending on the raw meat quality", Food Quality and Preference, 15, 19–30.
2. De Mey, E. (2014). "N-Nitrosamines in dry fermented sausages: Occurance and nitrosamine formation of N-nitrosopiperidine", Philosophy of Doctorate Thesis, Faculty of Bioscience Engineering, University of KU Leuven, Leuven, Belgium.
3. De Mey, E., De Klerck, K., De Maere, H., Dewulf, L., Derdelinckx, G., Peeters, M-C., Fraeye, I., Heyden, Y.V. ve Paelinck, H. (2014). "The occurance of N-nitrosamines, residual nitrite and biogenic amines in commercial dry fermented sausages and evaluation of their occasional relation", Meat Science, 96, 821-828.
4. Douglass M L., Kabacoff B L., Anderson G A. ve Cheng M.C. (1978). "The Chemistry of nitrosamine formation, inhibition and destruction", Journal of the Society of Cosmetic Chemists
5. , 29, 581-606.
6. Drabik-Markiewicz, G., Van den Maagdenberg, K., De Mey, E., Deprez, S., Kowalska, T. ve Paelinck, H. (2009). Meat Science, 81, 479-486.
7. Drabik-Markiewicz, G., Dejaegherc, B., De Mey, E., Impens,S., Kowalska, T., Paelinck, H. ve Vander Heyden, Y. (2010). "Evaluation of the influence of proline, hydroxyproline or pyrrolidine in the presence of sodium nitrite on N-nitrosamine formation when heating cured meat", Analytica Chimica Acta, 657, 123-130.
8. Gloria, M.B.A., Barbour, J.F. ve Scanlan, R.A. (1997). "Volatile Nitrosamines in Fried Bacon", Journal of Agricultural and Food Chemistry, 45(5), 1816-1818.
9. Juárez, M., Failla, S., Ficco, A., Pen, F., Avilés, C. ve Polvillo, O. (2010). "Buffalo meat composition as affected by different cooking methods", Food and Bioproducts Processing, 88, 145–148.
10. Herrmann, S.S., Duedahl-Olesen, L. ve Granby, K. (2015a). "Occurance of Volatile And Non-Volatile N-nitrosamines in processed meat products and role of heat treatment", Food Control, 48, 163-169.
11. Herrmann, S.S., Granby, K. ve Duedahl-Olesen, L. (2015b). "Formation and Mitigation of N-nitrosamines in nitrite preserved cooked sausages", Food Chemistry. 174, 516-526.
12. Honikel, K-O. (2008). "The use and control of nitrate and nitrite for the processing of meat products, Meat Science, 78, 68-76.
13. Kaya, M. (2019). "N-nitrosamines in Meat Products", 3rd International Conference on Advanced Engineering Technologies, 19-21 September 2019, Bayburt.
14. Kocak, D., Ozel, M. Z., Gogus, F., Hamilton, J. F. ve Lewis, A.C. (2012). "Determination of volatile nitrosamines in grilled lamb and vegetables using comprehensive gas chromatography – Nitrogen chemiluminescence detection", Food Chemistry, 135, 2215-2220.

15. Lehotay, S. J., Sapozhnikova, Y., Han, L. ve Johnston, J. J. (2015). "Analysis of Nitrosamines in Cooked Bacon by QuEChERS Sample Preparation and Gas Chromatography−Tandem Mass Spectrometry with Backflushing", Journal of Agricultural and Food Chemistry, 63 (47), 10341–10351.
16. Li, C., Li, C., Yu, H., Cheng, Y., Xie, Y., Yao, W., Guo, Y. ve Qian, H. (2020). "Chemical food contaminants during food processing: sources and control", Critical Reviews in Food Science and Nutrition, ISSN: 1040-8398 (Print),https://doi.org/10.1080/10408398.2020.1762069
17. Li, L., Wang, P., Xu, X. ve Zhou, G. (2012). "Influence of Various Cooking Methods on The Concentrations of Volatile N-Nitrosamines and Biogenic Amines in Dry-Cured Sausages", Journal Of Food Science, 77 (5), C560-C565.
18. Lorenzo, J. M., Cittadini, A., Munekata, P. E. ve Domínguez, R. (2015). "Physicochemical properties of foal meat as affected by cooking methods", Meat Science, 108, 50-54.
19. Ozel, M. Z., Gogus, F., Yagci, S., Hamilton, J.F. ve Lewis, A.C. (2010). "Determination of volatile nitrosamines in various meat products using comprehensive gas chromatography–nitrogen chemiluminescence detection", Food and Chemical Toxicology, 48, 3268-3273.
20. Pegg, R. B., Shaidi, F. (2004). "Nitrite curing of Meat: The N-nitrosamine problem and nitritealternatives", s.175, Food and Nutriton Press, Trumbull, Connecticut, USA.
21. Rywotycki R. (2007). "The effect of baking of various kinds of raw meat from different animal species and meat with functional additives on nitrosamine contamination level". Food Chemistry, 101, 540-548.
22. Rywotycki, R. (2002). "The effect of selected additives and heat treatment on nitrosamine content in pasteurized pork ham", Meat Science, 60, 335-339.
23. Sallan, S., Kaban, G. ve Kaya, M. (2019). "Nitrosamines in Sucuk: Effects of black pepper, sodium ascorbate and cooking level", Food Chemistry, 288, 341–346.
24. Sallan, S., Kaban, G., Şişik Oğraş, Ş., Çelik, M. ve Kaya, M. (2020). "Nitrosamine formation in a semi-dry fermented sausage: Effects of nitrite, ascorbate and starter culture and role of cooking", Meat Science, 159, 107917, 1-7.
25. Simko, P. (2011). "Heat and processing generated contaminants in processed meats", s:478-507, (eds) J. P. Kerry ve J. F. Kerry, Processed Meats, Improving Safety, Nutrition and Quality, Woodhead Publishing Series in Food Science, Technology and Nutrition, Philadelphia, USA.
26. Wang, S., Xu, H., Luan, H. ve Cai, J. (2019). "Brief Introduction of Food Processing Methods and Chemical Hazards Formed during Thermal Processing", pp:1-18, S. Wang (ed.), Chemical Hazards in Thermally Processed Foods, Springer Nature Singapore Pte Ltd., https://doi.org/10.1007/978-981-13-8118-8
27. Yurchenko S. ve Mölder, U. (2007). "The Occurance of volatile N-nitrosamines in Eastonian meat products", Food Chemistry, 100, 1713-1721.

Presentation ID/Sunum No= 49

Oral Presentation / Sözlü Sunum

Bir Gıda Üretim Tesisindeki Operasyonel Nakit Akışlarının Sistem Dinamik Model İle Simülasyonu

Araştırmacı Merve Vural[1] ,
Dr. Öğretim Üyesi Emin Başar Baylan[1]
[1]*İstanbul Ticaret Üniversitesi*

Özet

Nakit akışı analizleri, işletmelerin finansal performanslarının ölçümünde kullanılırlar. Temel olarak üç tür nakit akışı vardır. Bunlar Operasyonel nakit akışları (işletme faaliyetlerinden kaynaklanan nakit akışları), yatırım faaliyetlerinden kaynaklanan nakit akışları(işletmenin duran varlık alım satımlarından kaynaklanan kazanç ve giderleri) ve finansman faaliyetlerinden kaynaklanan(işletmenin finansal yatırımlarından kaynaklanan kazanç ve kayıpları) nakit akışlarıdır. Operasyonel nakit akışları, işletmenin ana faaliyet konusu ile ilgili en önemli nakit giriş ve çıkışlarını temsil eder. Operasyonel nakit akışlarının analizi, işletmelere dış kaynak kullanmadan piyasada tutunabilme, karşılaşacakları fırsatları değerlendirebilme, oluşacak riskleri önleme olanakları sağlamaktadır. Bu nedenle işletmeler, üretim tesisinin sürekliliğinin sağlanması için çeşitli faktörlerin beklenen nakit akışı üzerindeki etkisini tahmin etmek istemektedirler. Bunun için talep tahmininden satışa kadar olan tüm süreçlerdeki parametreleri değerlendirmeleri gerekmektedir. Bu faktörler; değişken talep, girdi maliyeti, üretim miktarı, ürün kalitesi ile ilgili maliyetler, stok maliyeti, satış miktarlarıdır. Bu çalışmada, değişken talepler ve satışlar karşısında operasyonel nakit akışlarının tahmini için sistem dinamiği kullanılarak bir simülasyon modeli geliştirilmiştir. Çalışmada temel alınan nakit akış tablosu Sermaye Piyasası Kurulu ve Kamu Gözetimi, Muhasebe ve Denetim Standartları Kurumu tarafından belirlenen operasyonel nakit akış tablosudur. Bu simülasyon ile nakit akışlarının beş yıllık süreçte tahmin edilmesi sağlanmaktadır. Geliştirilen simülasyon, stokastik özelliğe sahip olması nedeniyle her çalıştırmada gelecekte oluşabilecek farklı senaryolara uygun tahminler yapabilmektedir. Simülasyon modelinin uygulamasını göstermek için, bir gıda üretim tesisindeki operasyonel nakit akışlarının tahmini yapılmıştır. Bu uygulama çalışmasında simülasyon 500 defa çalıştırılarak her beş yıl sonu için yapılan indirgenmiş birikimli nakit akışı tahminlerinden veri kümesi oluşturulmuştur. Son aşamada veri kümesinin histogramı oluşturulup, ortalaması ve standart sapması bulunarak şirketin gelecek beş yılki nakit akışlarıyla ilgili çıkarımlarda bulunulmuştur.

Anahtar Kelimeler: *Sistem Dinamiği, Nakit Akış Analizi, Nakit Akış Tahmini, Operasyonel Nakit Akışları, Gıda Endüstrisi, Maliyet Analizi*

Abstract

Cash flow analysis is used to measure the financial performance of businesses. There are basically three types of cash flows. These are operational cash flows (cash flows from operating activities), cash flows from investing activities (gains and expenses from purchases and sales of fixed assets) and cash flows from financing activities (gains and losses from financial investments of the enterprise). Operational cash flows represent the most important cash inflows and outflows related to the core business activities. Analysis of operational cash flows provides businesses with the opportunity to hold on to the market without outsourcing, to evaluate the opportunities they will encounter, and to prevent the risks that may arise. Therefore, enterprises want to estimate the impact of various factors on expected cash flow in order to ensure the continuity of the production facility. For this, it is necessary to evaluate the parameters in all processes from demand forecasting to sales. These factors are; variable demand, input cost, production capacity, costs related to product quality, inventory cost, sales quantities. In this study, a simulation model is developed by using system dynamics to predict operational cash flows against variable demands and sales. The cash flow table based on the study is the operational cash flow table determined by the Capital Markets Board and the Public Oversight, Accounting and Auditing Standards Authority of Turkey. With this simulation, cash flows are predicted over a five-year period. The developed simulation can

make predictions for different scenarios that may occur in the future at each run due to its stochastic feature. In order to demonstrate the application of the simulation model, operational cash flows in a food production facility have been estimated. In this case study, the simulation was run 500 times and a dataset was created from the discounted cumulative cash flow estimates made for each five years. In the last stage, the histogram of the data set was drawn, and the average and standard deviation were calculated, and comments were made about the cash flows of the company for the next five years.
Keywords: *System Dynamics, Cash Flow Analysis, Cash Flow Forecast, Operational Cash Flows, Food Industry, Cost Analysis*

Giriş

Nakit, finansal terim olarak nakit ve nakit benzeri ürünleri ifade etmektedir. Tanımda geçen nakit benzeri ürünler nakde dönüştürülebilen varlıklardır. Nakit akışı ise, işletmelerin nakit giriş ve çıkış döngüsünü tanımlamaktadır. İşletmelerde nakit terimi ve nakit akışları finansal istikrarlarını sağlamaları için oldukça önemlidir. Sürekli olarak analiz edilmesi ve incelenmesi gereken nakit akışları, işletmelerin gelecekteki nakit akış tahminlerini yapabilmeleri, riskli durumlara karşılık almaları gereken önlemler açısından önem taşımaktadır. İşletmeler, oluşacak fırsatları tespit edebilmeleri, piyasada rekabet ederek tutunabilmelerini sağlamak için nakit akışlarına gereken önemi vermeleri gerekmektedir.

İşletmelerde nakit akış analizi üç sınıfta değerlendirilmektedir. Bunlar operasyonel(işletme) faaliyetlerden kaynaklanan nakit akışları, finansman faaliyetlerden kaynaklanan nakit akışları, yatırım faaliyetlerinden kaynaklanan nakit akış akışlarıdır. İşletme faaliyetlerinden kaynaklanan nakit akışları, işletmelerin ana faaliyet konuları ile ilgili nakit akış döngülerini oluşturmaktadır. İşletmenin satışa dönüştürdüğü hizmet veya ürünlerden elde edilen nakit girişleri, stok fazlası olan ürünler için stokta kalma maliyetleri, ürünlerin veya hizmetlerin kalitesinden kaynaklanan nakit çıkışları bu grupta değerlendirilmektedir. İşletmelerin çalışanlarına ve çalışanlar adına yapmış olduğu ödemeler, faiz, komisyon giderleri, verilen temettüler, verilen vergiler nakit çıkışı olarak değerlendirilmekte iken, alınan temettüler, alınan vergi, komisyon, faiz gibi kalemler de nakit girişlerini oluşturmaktadır. Operasyonel nakit akışları genel olarak durağan olmayan nakit akışları olması sebebiyle işletmenin büyüklüğünü ve kazancını etkileyen en önemli nakit akışlarıdır. Ana faaliyet konusu ile ilgili olması sebebiyle de üretim planlaması operasyonel nakit akışlarında en önemli faktördür. İşletmeler genellikle siparişe dayalı ya da stoka dayalı üretim yöntemini tercih etmektedirler. Stoka dayalı üretim sistemlerinde oluşan talep dalgalanmalarından dolayı gerçeğe yakın bir talep tahmini yapmaları gerekmektedir. Finansman faaliyetlerinden kaynaklanan nakit akışları ise hisse, bono, tahvil satışlarından elde edilen gelirler, alınan borçlar gibi nakit girişleri ile verilen borçlar, kâr payı ödemeleri gibi nakit çıkışlarından oluşmaktadır. İşletmelerin duran varlıkları olarak değerlendirilen fabrika, makine-teçhizat gibi yatırımlarından kaynaklı nakit çıkışları, uzun vadeli varlıkların satışından kaynaklı nakit çıkışları vb. faaliyetler yatırım faaliyetlerinden kaynaklanan nakit akışlarıdır.

Literatür Taramasi

Literatür taramasında nakit akışları ile ilgili gıda sektöründe yapılan çalışmaların yetersiz olduğu görülmüştür. Genel itibariyle diğer endüstri kollarında sistem dinamik modelin daha yaygın olarak çalışıldığı gözlemlenmiştir. Gıda endüstrisinde yapılan nakit akış analizlerinin çoğunun ise istatistiksel olarak değerlendirildiği, modellemelerin yapılmadığı görülmüştür.

Kaya (2000), stok seviyesi değişkenliğinin belirsiz olması sebebiyle talebin deterministik ve stokastik yöntemlerle tahmin edilemeyeceğini öne sürmüştür. Bu nedenle rassal sayı türetim yöntemiyle simülasyon modeli kurmuştur. Farshadfar ve Reza Monemb (2008), 348 firmanın verilerini regresyon analizi ile incelemişlerdir. Yaptıkları değerlendirmede, tahmin verilerinin dört yıla kadar güvenilir olduğunu öne sürmüşlerdir. Nakit akış tahmini için Lorek ve Willinger(2010) ise zaman serilerini kullanmışlardır. 1111 adet gıda firmasının nakit akış verilerini kullanarak işletmenin beş yıllık süreçte nakit akışlarını analiz etmişlerdir. Haahtela(2010) bir diğer istatistiksel model olan regresyon analizini kullanarak nakit akış tahminlerinde duyarlılık çalışması ile araştırmalarını güçlendirmişlerdir. Belirsiz değişkenler üzerinde duran araştırmacı birim

maliyet, talep miktarı gibi parametrelerin nakit akış tahmini üzerindeki etkisini incelemiştir. Literatürdeki çalışmalarda genel olarak nakit akış tahminin doğruluğunu etkileyen parametreler üzerinde yoğunlaşıldığı gözlemlenmiştir. Bu etkiyi inceleyen Yoo ve Pae(2011), çalışmalarında Anchar ve Pastacc metotlarını birleştirerek entegre bir model oluşturmuşlardır. Nakit akışların işletme performansına olan etkisini incelemişlerdir. Çok daha büyük bir örneklem kullanarak tahminlerinin doğruluğunu artırmaya çalışan Ahmed ve Ali(2011), işletmenin 1993-2003 yılları arasındaki verilerini kullanarak nakit akış tahmininde bulunmuşlardır. 2656 işletmenin verilerini kullandıkları çalışmalarında işletmeleri kapasite, ürün çeşitliliği ve risk gibi parametrelerde gruplandırmışlardır. Nakit akış analizlerinde kantitatif analizlerin çok daha yaygın olduğu gözlemlenmiştir. Aynı şekilde kantitatif ampirik çalışmaların yapılması gerektiğini öne süren Pacheco ve Morabito(2011), konsantre meyve suyu üretimi yapan bir gıda işletmesinde şebeke modeli ile nakit akış analizi tahmininde bulunmuşlardır. Amortisman ve finansal kazanç kavramlarını da tahmin çalışmalarında ekleyerek modelin güvenilirliğini artırdıklarını vurgulamışlardır.

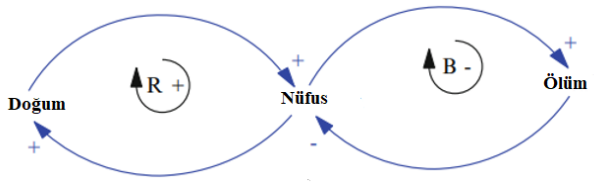
Maliyet ve karlılık tahmini yapan Mihalachey ve Pantazi(2014), çalışmalarında basitleştirilmiş maliyet yöntemi ile turizm sektöründeki bir gıda işletmesi verilerini kullanarak gelecekteki maliyetleri minimize edip karlılığı artırmayı hedeflemişlerdir. Tangsucheeva ve Prabhu(2014) 'de Markov Zinciri Modeli ve Bayes Modelini entegre ederek verilerini excelde analiz etmişlerdir. Operasyonel faaliyetlerden kaynaklanan nakit çıkışlarının en önemli kalemleri üretim ve stok maliyetleridir. Bu doğrultuda çalışmalarına yön veren Durmaz ve Erbulak(2018), işletmelerde üretim- stok dengesini dinamik programlama modelini ile analiz etmişlerdir. Teknolojinin gelişmesi işletmeleri etkileyen en önemli kriterlerden biridir. Tkachenko vd. (2018), teknolojik gelişmelerin maliyet üzerindeki etkisini ve maliyetin minimize edilmesi için gereken koşulları analiz etmişlerdir. Benzer bir bakış açısı ile Erkli (2018), işletmenin fiziksel yapısının teknoloji ile birlikte değişiminin maliyete etkisini incelemiştir. Kayıpları en aza indirgemeyi hedefleyerek, gıda ve içecek sektöründeki bir işletmeninin verilerini SPSS ile analiz etmiştir. Günümüze yakın çalışmalarda sistem dinamik model uygulamalarının daha yaygın olduğu gözlemlenmiştir. Sistem dinamik model ile Hazra vd. (2019), Hindistan'daki bir maden yatağının gerçek opsiyon değerlemesi üzerine çalışmışlardır. Çalışmalarında birim üretim maliyeti, işletme maliyeti üzerinde durarak proje değerleme yöntemini güçlendirdiklerini öne sürmüşlerdir. Dengler vd. (2019) ise ürün ve hizmetin üretilmesi sürecindeki tüm parametrelerin önemli olduğunu ve nakit akış tahmininde etkilerinin incelenmesi gerektiğini öne sürmüşlerdir. Örneklem büyüklüğünün yapılan tahminlerde sonuçların gerçekliğe yakınlığı açısından önemli olduğu gözlemlenmiştir. Akyüz vd. (2019) 14 işletmenin ve Garcia (2020) ise 15 işletmenin nakit akışlarını tahmin etmeyi hedeflemişlerdir. Akyüz vd. (2019), ürünlerin stokta kalma ve satışa dönüşme sürelerinin arasında doğrusal bir ilişki olduğunu öne sürmüşlerdir. Garcia (2020), 10024 veriden oluşan örneklem üzerinde regresyon modeli ile firmaların nakit akış tahminlerini karşılaştırmıştır.

Literatür çalışmalarına bakıldığında genel olarak gıda sektöründe nakit akış analizi ile ilgili çok az çalışma olduğu gözlemlenmiştir. Diğer sektörlerde daha yaygın olarak nakit akış analizleri mevcuttur. Yapılan bu çalışmalarda ise üretimden satışa kadar olan tüm süreçlerin analizinin yapılmadığı gözlemlenmiştir. Bir üretim tesisinde talep yönetimi ile başlayıp satış ile sonlanan bu döngüde tüm girdiler ayrı ayrı öneme sahip olup, her aşamada yönetim oldukça önemlidir. Literatürde tüm aşamaların değerlendirmeye alınmadığı bilhassa birkaç basamağın değerlendirildiği gözlemlenmiştir. Gıda sektöründe yapılan çalışmaların azlığı ve süreçlerin tamamına yönelik çalışmaların yetersiz olması nakit akış analizlerinin yalnızca belli bir noktasına değinildiğini göstermektedir. Oysa ki gıda ürünleri raf ömrü, stoklama ve nakliye gibi aşamalarda oldukça risklidir. Ürünlerin bu aşamalarda kalite, hijyen ve bozulma gibi konularda negatif yönde etkileri bulunabilmektedir. Bu nedenle araştırmamızda hedeflediğimiz, sürekli sistemler üzerinde daha sonraki çalışmalara ışık olacak kanıtlar elde etmektir. Benzer şekilde sistem dinamik modelinin de çok yaygın bir metot olarak kullanılmadığı, genellikle istatistiksel çalışmaların yapıldığı gözlenmiştir. Bu nedenle sistem dinamik modelin kullanıldığı çalışmaların artırılmasına yönelik bu çalışmamızda hem gıda sektörü hem de bu modelin kullanımını artırmayı amaçlamaktayız.

Sistem Dinamik Model

Sistem, birbiri ile etkileşimleri olan birden fazla alt sistem ya da parçanın belirli bir amacı gerçekleştirmek için bir araya gelen fiziksel veya kavramsal bileşenlerden oluşan bir bütün olarak tanımlanabilir. Dinamik sistemler ise doğrusal olmayan sistem davranışları gösteren yapılardır. Bu durum daha çok kaotik yapılarda görülmektedir (Detay,2011:77). Dinamik sistemlerin modellenmesi olarak adlandırılan sistem dinamik modelin amacı, sistemi oluşturan değişkenlerin veya etkenlerin tüm sistem üzerindeki etkisinin incelenmesini sağlamaktır. Sistem dinamik modelleri genellikle iki yapıdan oluşur. Biri nedensel döngü diyagramı, diğeri stok akış diyagramıdır (Coyle, 1996). Nedensel döngü diyagramı, belirli bir sistemin ana çalışma felsefesini göstermektedir. Olumlu veya olumsuz etkiler veya bağımlılıklar gibi mantıksal kuralları göstermektedir.

Şekil 1. Nedensel -Döngü Diyagramı Örneği



Yukarıdaki nedensel döngü diyagramı doğum, ölüm ve nüfus arasındaki mantıksal ilişkiyi göstermektedir. Modelin kuralları aşağıdaki gibi özetlenebilir;

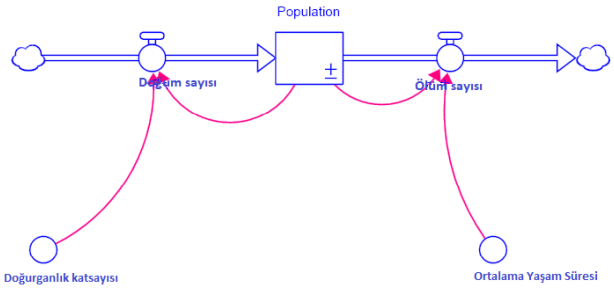
• Doğumlar artarsa nüfus olumlu yönde etkilenir.

• Nüfus artışı doğumları olumlu yönde etkiler.

• Nüfus artışı ölümleri olumlu yönde etkilerse, ölümler artar ve nüfus olumsuz yönde etkilenir.

Bu modelde, doğum-nüfus döngüsü bir pekiştirme döngüsü, nüfus-ölüm döngüsü ise bir dengeleme döngüsü oluşturur; her ikisi de diyagramda kendi sembolü ile belirtilmektedir. (Bala vd. 2017).

Şekil 2. Stok Akış Diyagramı Örneği



Stok – akış diyagramı sıradan bir stokun ana unsurlarını göstermektedir. Aşağıdaki gibi tanımlanırlar;

• Dönüştürücü: Dönüştürücüler sabitlerin değerlerini tutar, modele dış girişleri tanımlar, cebirsel ilişkileri hesaplar ve grafiksel işlevler için depo görevi görür. Nüfus stok– akış modelinde; doğum oranı katsayısı ve ortalama yaşam süresi dönüştürücü değişkenlerdir.

• Stok: Stok- akış diyagramının temel unsurlarıdır. Sistemin şu anki durumunu veya belirli bir zamandaki durumunu açıklarlar. Sistem elemanlarından gerekli öğelerinin birikmesi için de kullanılabilirler. Nüfus stok – akış modelinde; nüfus stok değişkenidir.

• Akışlar: Akış değişkenleri stokların ne kadar hızlı değiştiğini göstermektedir. Giriş ve çıkışlar olmak üzere iki ana akış türü vardır. Nüfus stok – akış modelinde; doğum oranı giriş ve ölüm oranı çıkış değişkenleridir (Bala vd. 2017).

Stok- akış diyagramı nedensel döngü diyagramı ile ilişkili olarak tasarlanmaktadır. Bu diyagram, simülasyonun oluşturulmasını ve aynı zamanda tutarlı olmasını sağlamak için oluşturulmaktadır. Bazı formül veya sabitler bu sistem öğelerinin içerisinde yer almaktadır. Bu formüller sistem analizi yapmak için kullanılacağından uzmanlar tarafından tasarlanmalıdır.

Simülasyon Modelinin Geliştirilmesi

Nakit akışları, işletmeler tarafından finansal tablolar aracılığıyla analiz edilmektedir. Nakit akışlarının durumu ve gelecekteki nakit akışlarının tahmini bu tablolar aracılığıyla değerlendirilmektedir. Nakit akış tablosu, nakit esasına ve Uluslararası Muhasebe Standartlarına göre düzenlenmektedir. Standartlara göre nakit akış tabloları iki yöntemle; direkt (brüt) ve endirekt (net) olarak düzenlenebilmektedir. Direkt yöntemde brüt esasına göre satışlar ve alışlar raporlanmaktadır. Endirekt yöntemde ise net olarak kar ve zarar raporlanmaktadır. Sermaye Piyasası Kurulu ve Kamu Gözetimi, Muhasebe ve Denetim Standartları Kurumu tarafından bu tablolarla ilgili uygun formatlar düzenlenmiştir. Çalışmamızda direkt yöntem ile SPK formatını esas alınmıştır. Bu yönteme göre düzenlenecek olan nakit akış tablosu çizelge 3'te gösterilmiştir. (SPK, 2013)

Çizelge 3. Doğrudan Yöntem Nakit Akış Tablosu

A. İŞLETME FAALİYETLERİNDEN NAKİT AKIŞLARI
İşletme Faaliyetlerinden Kaynaklanan Nakit Girişi Sınıfları
Satılan Mallardan ve Hizmetlerden Elde Edilen Nakit Girişleri Faiz, Ücret, Prim, Komisyon ve Diğer Gelirlerden Nakit Girişleri Alım Satım Amaçlı Elde Bulundurulan Sözleşmeler ile İlgili Nakit Girişleri İşletme Faaliyetlerinden Kaynaklanan Diğer Nakit Girişleri
İşletme Faaliyetlerinden Kaynaklanan Nakit Çıkışı Sınıfları
Mal ve Hizmetler İçin Tedarikçilere Yapılan Ödemeler Faiz, Ücret, Prim, Komisyon ve Diğer Giderlerden Nakit Çıkışları Alım Satım Amaçlı Elde Bulundurulan Sözleşmeler ile İlgili Nakit Çıkışları Çalışanlara ve Çalışanlar Adına Yapılan Ödemelerden Kaynaklanan Nakit Çıkışları İşletme Faaliyetlerinden Kaynaklanan Diğer Nakit Çıkışları
Faaliyetlerden Net Nakit Akışları Ödenen Temettüler* Alınan Temettüler* Ödenen Faiz* Alınan Faiz* Vergi Ödemeleri/İadeleri Vergi Ödemeleri/İadeleri Diğer Nakit Girişleri/Çıkışları

Çalışmamızda yalnızca operasyonel faaliyetlerden kaynaklanan nakit akışları kullanılarak nakit akış tahmini yapıldığından tablonun bu başlığını ele alacağız.

İşletme Faaliyetlerinden Kaynaklanan Nakit Giriş ve Çıkış ve Çıkış Sınıfları

İşletmenin ana faaliyet konusu ile ilgili alışlar ve satışlarla ilgili kalemlerden oluşmaktadır.

Satılan Mallardan ve Hizmetlerden Elde Edilen Nakit Girişleri ve Tedarikçilere Yapılan Ödemelerden Kaynaklı Nakit Çıkışları

Bu sınıf işletmelerin üretmiş olduğu mal veya hizmetlerin satışlarından sağlanan nakit girişlerinden oluşmaktadır. İşletmenin sucuk ürününün satışlarından elde ettikleri gelirler bu sınıfta değerlendirilmektedir. Üretim esnasında kullanılan hammaddeler, yardımcı malzemeler, ambalaj gibi maliyet kalemleri ise nakit çıkışları olarak değerlendirilmektedir. Talep tahminindeki sapmalardan dolayı ürünlerin stokta kalması işletmeye eksi yönde bir etki göstererek maliyet kalemine eklenmektedir. Bu da işletmelere nakit çıkışı olarak yansımaktadır.

Faiz, Ücret, Prim, Komisyon ve Diğer Gelirlerden Nakit Giriş ve Çıkışları

İşletmeler, bayilik, distribütörlük gibi hizmetler sağlayabilmektedir. Bu hizmetler karışığında elde ettikleri gelirler nakit girişi olarak değerlendirilmektedir. Aldıkları kredi ve ödemelerin gecikmesinden dolayı oluşan faizler nakit çıkışı sınıfında yer almaktadır.

Alım Satım Amaçlı Elde Bulundurulan Sözleşmeler ile İlgili Nakit Giriş ve Çıkışları

İşletmelerin alım ya da satış durumlarında yapmış oldukları sözleşmelerden kaynaklanan nakit giriş ve çıkışları bu sınıfta yer almaktadır.

İşletme Faaliyetlerinden Kaynaklanan Diğer Nakit Girişleri ve Çıkışları

İşletmenin ana faaliyet konusu ile ilgili diğer sınıflarda değerlendirilmeyen kalemler bu grupta yer almaktadır.

Çalışanlara ve Çalışanlar Adına Yapılan Ödemelerden Kaynaklanan Nakit Çıkışları

İşletmelerin en önemli girdilerinden birisi de emek gücüdür. Özellikle teknolojik yetersizliklerden dolayı tam otomasyona geçilemeyen ya da bunun mümkün olmadığı durumlarda insan gücü en önemli maliyet kalemidir. Çalışmamızda yer alan sucuk üretim tesisi için de insan gücü kullanımı çok fazladır. Bu nedenle çalışanlar ve çalışanlar adına yapılan ödemeler giderleri oluşturan en önemli bir nakit çıkışıdır. Çalışanlar adına yapılan sigorta, vergi, tazminat vb. ödemelerde bu sınıfta değerlendirilmektedir.

Alınan ve Ödenen Temettüler

İşletmelerde gider ve gelirlerin hesaplanmasından sonra elde edilen kârın, temettü olarak dağıtımı yapılmaktadır.

Alınan ve Ödenen Faizler

İşletmelerin ödeme, prim veya vergilerin gecikmesi durumlarındaki faizleri nakit çıkışı olarak, alım satışlarından elde ettikleri faizler ise nakit girişleri olarak değerlendirilmektedir.

Vergi Ödemeleri ve İadeleri

İşletmelerin yapmış olduğu vergi ödemeleri nakit çıkışı olarak, kazanç üzerinden alınan vergiler de nakit girişi olarak değerlendirilmektedir.

Karmaşık yapının olması sebebiyle işletmeler tüm bu parametreleri değerlendirerek, gelecek nakit akışlarının tahminini yapmaları gerekmektedir. Bu, finansal istikrar ve pazarda tutunabilmek için gerekli bir husustur. Nakit akış analizlerinde maliyet süreçlerinin tamamına yönelik çalışmaların azlığı olması sebebiyle araştırmamızda talep yönetimi, üretim, stok, satış basamaklarının tamamını içeren girdiler kullandık. Çizelge 3'teki tüm bu parametreler sistem dinamik simülasyonumuza girdi veya çıktı olarak simüle ettik. Her bir basamağın operasyonel nakit akışlarına olan etkilerini ve kontrol edilebilir sonuçlarını analiz ettik. Böylelikle işletmelerin üretim maliyetlerini minimize etmek için yapmış oldukları çalışmaları değerlendirerek işletmelerin

nakit akış tahminlerini yapmasına kolaylık sağlamayı hedefledik. Nakit akış analizinin ve gelecek nakit akış tahminin zorluğu sebebiyle farklı işletmelerin de kullanabileceği bir simülasyon tasarladık.

Uygulama

Sucuk üretimi yapan Baymer işletmesi operasyonel nakit akışlarını analiz ederek gelecek 5 yıl için nakit akış tahminlerini yapmak istemektedir. Baymer işletmesi gibi seri üretim yapan gıda işletmelerinin faaliyetleri ve nakit akışı tahmin dinamikleri risk seviyeleri açısından proje tipi üretim faaliyetlerinden farklıdır. Seri üretim faaliyetleri rutin faaliyetlerden oluştuğu için daha az risklidir ve üretim tesisleri gibi daha korunaklı bir ortamda da yürütülmektedir. Bu temel özellikler, nakit akışı tahmini ve üretim tesisi değerlemesi açısından daha öngörülebilir bir ortam sağlamaktadır. Üretim tesisinin daha az riskli doğasından faydalanmak ve aynı zamanda nakit akış tahminleri konusunda literatüre katkıda bulunmak için, gelecekteki nakit akışlarını tahmin çalışması yaptık. Stoka dayalı üretim tesisi için nakit akışını temsil eden bir sistem dinamik modeli oluşturmak için bir grup üretim uzmanı oluşturulmuştur. Üretim uzmanları ile nakit akışının etkenlerini ve ilişkilerini belirlemek için beyin fırtınası şeklinde çalıştaylar gerçekleştirildi. Çalıştaylar doğrultusunda sistem dinamik model unsurlarının nakit akışı dinamiklerini etkileyen basit üretim planlama faktörlerinden oluşması gerektiği konusunda fikir birliğine varıldı. Bu faktörlerin öngörülebilir, maliyet veya gelir üzerinde etkili, kontrol edilebilir veya yarı kontrol edilebilir olması gerektiğine karar verildi. Simülasyonun hem üretim mühendisleri hem de finansal analistler tarafından algılanacak kadar basit olması gerektiği düşünüldü. Sürecin sonunda, aşağıdaki unsurların üretim tesisi nakit akışının etkili faktörleri olduğuna karar verildi.

• Talep ve satışlar

• Stok

• Stoktaki artış- azalış

• Üretim kapasitesi

• Verimlilik oranı

• Kaliteli- kalitesiz ürün

Bu planlama faktörlerinin birbirleri arasındaki polarite ilişkileri belirlenerek nedensel-döngü diyagramı oluşturuldu. Stok akış modeli oluşturmak için nedensel döngü diyagramına göre bazı alt modüller tasarlandı. Bu alt modüller, sistem dinamiklerinin maliyet ve gelir yönlerini etkileyen bölümlerden oluşturuldu.

Talep tahmin modülü: Talep tahmini simülasyonun tetikleyicisidir. Modelin varsayımı olarak, taleplerin belirli üst ve alt sınırlar arasında talepler yaratılarak üstel düzgünleştirme yöntemiyle tahmin edilmesi tasarlandı. Üstel düzeltme yöntemi simülasyon kısmına entegre edildi. Talep miktarları, üretim kapasitesinin tahmin edilen talep düzeyine göre ayarlanması için kullanıldı.

Üretim modülü: Üretim modülü, talep modülü ile envanter modülü arasındadır ve her ikisinden de veri alır. Bu modülde, geçerli üretim kapasitesi talep tahminine göre ve stokta kalan ürün miktarına göre belirlenir. Üretim kapasitesi üretim miktarını belirler ve verimlilik oranına göre kaliteli ve kalitesiz ürünler üretir.

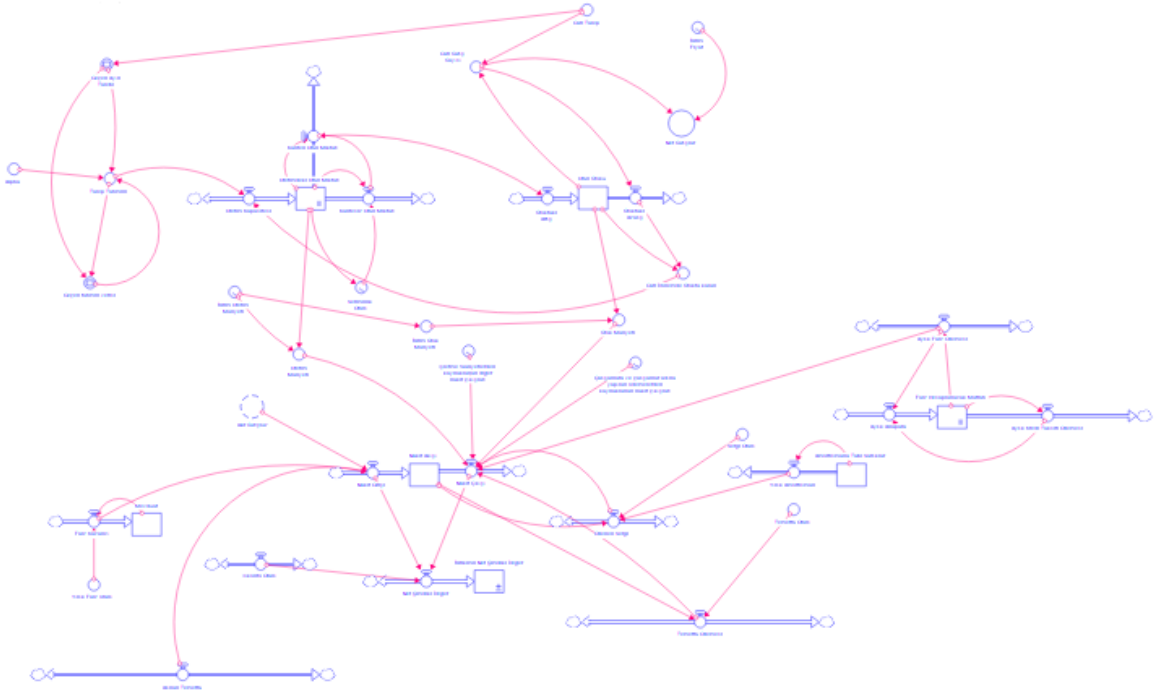
Stok modülü: Stok modülü üretim modülünden veri girişi alır. Stoka yalnızca yüksek kaliteli ürünler girebilir. Mevcut stok düzeyi, satışları da etkiler ve işletme stoktaki üründen daha fazlasını satamaz.

Nakit Akışı Modülü: Nakit akışı modülü simülasyonun sonuç modülüdür. Tüm nakit giriş ve çıkışlarını toplar. Üretim modülünden üretim maliyeti ve stok modülünden de stok maliyeti nakit çıkışı olarak bu modülde yer alır. Nakit girişi yapılan net satışlardan gelir. Bunun yanı sıra nakit akışı modülünde amortisman, vergi vb.

giderler nakit çıkışı olarak yer alır. Sistem dinamik model sonuç olarak indirgenmiş birikimli nakit akış değerini sunar.

Tüm bu modüller göz önünde bulundurularak Şekil 4'teki gibi kapsamlı bir stok – akış diyagramı oluşturuldu.

Şekil 4. Nakit Akış Tahmini Sistem Dinamik Model Simülasyonunun Stok- Akış Diyagramı



Stok akış diyagramındaki sistem öğelerine göre formüller aşağıda listelenmiştir;

Akış

- Kalitesiz ürün miktarı
- Kaliteli ürün miktarı
- Stoktaki artış
- Stoktaki azalış
- Nakit girişi
- Nakit çıkışı
- Ödenen vergi
- Temettü ödemesi
- Faiz kazancı
- İskonto oranı
- Yıllık amortisman
- Net şimdiki değer

Dönüştürücü

- Geçen ayın talebi
- Cari talep
- Alpha
- Talep tahmini
- Geçen tahmin verisi
- Verimlilik oranı
- Cari satış sayısı
- Net satışlar
- Birim fiyat
- Cari dönemde stokta kalan
- Birim üretim maliyeti
- Üretim maliyeti

Stok

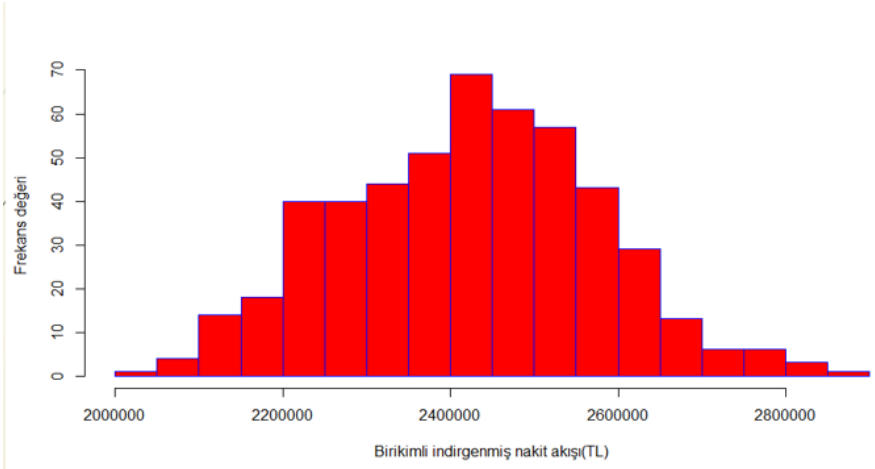
- Ürün stoku
- Üretimdeki ürün miktarı
- Nakit akışı
- Faiz hesaplanacak matrah
- Amortismana tabii varlıklar
- Birikimli net şimdiki değer
- Mevduat

- Aylık kredi taksit ödemesi
- Aylık faiz ödemesi
- Aylık anapara
- Alınan temettü
- Birim stok maliyeti
- Stok maliyeti
- İşletme faaliyetlerinden kaynaklanan diğer nakit çıkışları
- Çalışanlara ve çalışanlar adına yapılan ödemeler
- Yıllık faiz oranı
- Vergi oranı
- Temettü oranı

Sonuçlar

Oluşturulan sistem simülasyonu 500 defa çalıştırılarak her beş yıl için indirgenmiş birikimli nakit akışı tahminlerinden veri kümesi oluşturulmuştur. Elde edilen veri kümesinin histogramı oluşturulup, ortalaması ve standart sapması bulunarak şirketin gelecek beş yıl için nakit akışlarıyla ilgili tahminlerde bulunulmuştur. Çalışma sonucundaki nakit akış değerleri, enflasyon oranına göre düzeltilmiş şimdiki net değerlerdir.

Tablo 5: Sucuk Üretim Tesisi İçin Nakit Akış Simülasyon Sonuçları



Elde edilen verilere göre ortalama indirgenmiş birikimli nakit akış değeri 2.421,273 TL'dir. Birikimli nakit akış değerleri minimum 2.037,650, maksimum 2.863,160 TL olarak tespit edilmiştir. Simülasyonda elde edilen verilerin standart sapması oldukça düşük olup, 153.023 TL'dir. Bu da çalışmada elde edilen verilerin tutarlı olduğunu göstermektedir. Çalışmada elde edilen histogram ile normal dağılım grafiği elde edilmiştir, çalışma sayısı artırılarak gerçeğe daha yakın sonuçlar elde edilebilir.

Nakit akışların tahmin zorluğu yalnızca operasyonel nakit akışları için olmayıp, diğer faaliyetlerden kaynaklanan nakit akışları için de aynı şekildedir. İleriki çalışmalarda finansman ve yatırım faaliyetlerinden kaynaklanan nakit akışları da modele ilave edilerek nakit akış tahminleri geliştirilebilir. İşletmelerin ya da girişimcilerin yatırım ile ilgili fikirlerini hayata geçirebilmeleri için yapılan bu çalışma ışık tutabilir. Nakit akış analizlerinde maliyet süreçlerinin tamamına yönelik çalışmaların azlığı olması sebebiyle araştırmamızda talep yönetimi, üretim, stok, satış basamakların tamamını girdi olarak kullandık. Her bir basamağın nakit akışlarına etkisini inceledik. Operasyonel nakit akışlarının nakit akışlarına olan etkilerini ve kontrol edilebilir sonuçlarını analiz ettik. Böylelikle işletmelerin üretim maliyetlerini minimize etmek için yapmış oldukları çalışmaları da değerlendirerek işletmelerin nakit akış tahminlerini yapmasına kolaylık sağlamayı hedefledik. Maliyetle ilgili parametre sayısı artırılarak çalışma geliştirilebilir.

Not

"Bu yayın Merve VURAL isimli öğrencinin İstanbul Ticaret Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Endüstri Mühendisliği Anabilim dalında yaptığı yükseklisans tezinden üretilmiştir."

Kaynaklar

1. Ahmed K. ve Ali M. (2013)."Determinants and usefulness of analysts' cash flow forecasts: evidence from Australia" International Journal of Accounting and Information Management,2013, (21): 4-21.
2. Anita Mihalache A. ve Pantazi P. (2014). "Simplified Direct – Costing Method Applied in Hotel Industry", George Bacovia University, Economy. Transdisciplinarity. Cognition,2014,(17):90-97.
3. Akyüz vd. (2019), "Kağıt ve Kağıt Ürünleri Sanayi Alanında Faaliyet Gösteren Firmaların Nakit Dönüş Süreleri Analizi",Bartın Orman Fakültesi Dergisi,2019(2): 445-457.
4. Bala B., Arshad F., Noh K. (2017), "System Dynamics", Springer, Singapore.
5. Coyle R. (1996),"System Dynamics Modelling", Springer, United Kingdom.
6. Çelik B., Erkenekli M.,Şeşen H.,Polat M.,Yılmaz C.,Sığrı Ü.,Tabak A.(2011)"Sistem Dinamikleri",Detay, Ankara.
7. Dengler vd.(2019), "Modeling and Analyzing Cycle Networks in Product-Service System
8. Development using System Dynamics", 11th CIRP Conference on Industrial Product-Service Systems,2019,38-43.
9. Durmaz ve Erbulak A. (2018). " Deterministik Dinamik Programlama İle Bir Gıda İşletmesinin Üretim-Stok Problemine Çözüm", Manisa Celal Bayar Üniversitesi Soma Meslek Yüksekokulu Teknik Bilimler Dergisi, 2018,(25):33-41.
10. Erkli Y.(2018). Profitability And Cost Analysis of Food & Beverage in Service Industry, Yüksek Lisans Tezi, Marmara Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü,İstanbul.
11. Farshadfar S. ve Monemb R. (2008). "Further Evidence on the Usefulness of Direct Method
12. Cash Flow Components for Forecasting Future Cash Flows",The International Journal of Accounting, 2013, (48): 111-133.
13. Garcia vd.(2020), "The effects of operating cash flow disclosure on earnings comparability, analysts' forecasts, and firms' investment decisions during the Pre-IFRS era", The British Accounting Review, 2020, (52).
14. Haahtela T. (2010)." Regression sensitivity analysis for cash flow simulation based real option valuation", Procedia Social and Behavioral Sciences,2010, (2):7670–7671.
15. Hazra vd.(2019)."Real option valuation of an Indian iron ore deposit through system dynamics model", Resources Policy, 2019,(60):288–299.
16. Kaya, M. (2000)." Bir Üretim Sürecinin Simülasyon Yaklaşımı ile Çözümü Üzerine Araştırma", Dokuz Eylül Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi,2000, (15):115-123.
17. Lorek K. ve Willinger G. (2010)." Time series versus cross-sectionally derived predictions of future cash flows",Advances in Accounting, incorporating Advances in International Accounting 26 (2010) 29-36.
18. Pacheco J. ve Morabito R.(2011)."Application of network flow models for the cash management of an agribusiness company", Computers & Industrial Engineering, 2011,(61): 848-857.
19. Sermaye Piyasası Kurumu (2013), Finansal Tablo Ve Dipnot Formatları Hakkında Duyuru, https://www.spk.gov.tr/Sayfa/Dosya/925 .
20. Tangsucheeva R ve Prabhu V.(2014)." Stochastic financial analytics for cash flow forecasting", International Journal of Production Economics, 2014,(158):65-76.
21. Tkachenko vd. (2018)." Influence of The Technological Factors of Breeding on The Cost Management Efficiency of Specialized Poultry Enterprises", Management Theory and Studies for Rural Business and Infrastructure Development,2018,(40): 91–102.
22. Yoo C. ve Pae J.(2011)."Estimation and Prediction Tests of Cash Flow Forecast Accuracy",Journal of Forecasting, J. Forecast.,2013, (32):215–225 .

Presentation ID/Sunum No= 38

Oral Presentation / Sözlü Sunum

Yüksek Hızlı Elektronik Devre Kartlarında Emı ve Emc

Osman Yazıcı[1] ,
Dr. Öğretim Üyesi Özcan Çetinkaya[1]
[1]Trakya Üniversitesi

Özet

Teknolojinin gelişimi ile birlikte birçok bilim dalı da yeni buluşlar ile gelişimine devam etmiştir. Özellikle elektronik, yüksek ivmeli bir şekilde gelişimini sürdürerek hem kendi sınırlarını zorlamış hem de başka bilim dallarını da farklı alanlarda çalışmasına da olanak kılmıştır. Elektronik, serüvenin en başında elektrik olarak bilinmesine rağmen günümüzde farklı alanlara hizmet edebilmek adına telekomünikasyon, elektromanyetik alanlar, biyomedikal, mekatronik ve daha birçok farklı alt dala ayrılmıştır. Farklı alt dallara ayrılmasındaki en önemli unsurlardan biri olan kullanıcı ve tasarımcılardan gelen isterilerdir. Bu isteriler doğrultusunda elektronik devre elemanları yeni özellikler kazanmış lakin daha hassas hale gelmişlerdir. Sadece eleman seçmekle kalmayıp, elemanların kullanıldığı devre kartlarının da tasarımının öneminin artmasına sebebiyet vermiştir. Bu seminerde dış faktörlere karşı eskiye nazaran daha az direnç gösterebilen elektronik devre elemanlarının ve elektronik devre kartlarının nasıl bu istenmeyen gürültülerden korunulacağı ve nasıl bu elektromanyetik gürültülerin indirgenebileceği konuşulacaktır.

Anahtar Kelimeler: *Yüksek Hızlı, PCB, EMI, EMC*

EMI and EMC in High Speed Electronic Circuit Boards

Abstract

Along with the development of technology, many branches of science have continued to develop with discoveries. Especially electronics, by continuing its development with high acceleration, both pushed its limits and enabled it to work in other fields of science. Although electronics were known as electricity at the very beginning of the adventure, today it is divided into telecommunications, electromagnetic fields, biomedical, mechatronics and many other sub-branches to serve different fields. Requests from users and designers are one of the most important factors in dividing it into different sub-branches. In line with these requirements, electronic circuit elements have acquired new features, but have become more sensitive. It has not only selected elements but also increased the importance of the design of the circuit boards using the elements. In this seminar, it will be discussed how electronic circuit elements and electronic circuit boards, which are less resistant to external factors than before, can be protected from these unwanted noises and how these electromagnetic noises can be reduced.

Keywords*: High Speed, PCB, EMI, EMC*

Giriş

20. Yüzyılın en önemli buluşlarından olan ve 1947 yılında ilk defa yapımı tamamlanan transistörün buluşu ile beraber insanoğlu teknolojideki bir sonraki basamağı tırmanmış hatta gelecek için yeni bir perde aralamış oldu. Elektroniğin en temel taşı olan transistörün bulunması ile manuel olarak yapılan tüm işlemler yavaş yavaş otomatik hale geçmeye başlamıştır. Bununla beraber bu işlemlerin gerçekleşme süreleri sadece kısalmakla kalmayıp, oluşan hatalar da teknolojinin ilerlemesiyle beraber yüksek bir ivme ile azalmaya başlamıştır.

Transistörün icadı tek başına tüm sorunların çözülmesine tabii ki yetemiyordu. Bununla beraber direnç, kapasitör ve bobin gibi diğer devre elemanları da zamanla beraber elektronik dünyasına kazandırılıyordu. Ama en önemli yapı taşlarından bir diğeri olan baskı devre kartı, transistörün icadından 17 sene önce tamamlanmış, ardından 1936 senesinde ise Avusturyalı Paul Eisler'in radyo sistemi ile hayat bulmuştur.

Bu projenin amacı, tasarımı gerçekleştirilen herhangi bir yüksek hızlı elektronik devre kartının bu

gürültülerden nasıl muhafaza edileceğini ve kendisinin de yaydığı gürültü sinyalinin nasıl azaltılabileceği konuşulacaktır. Yapılan çalışma sadece diferansiyel haberleşme gerçekleştiren yüksek hızlı elektronik devre kartları için değil, ayrıca kart içerisinde I2C, I2S, UART, SPI gibi sinyal haberleşmesi yapan tüm elektronik kartlarda da EMI ve EMC 'den nasıl korunulması gerektiğine ışık tutacaktır.

Materyal

Elektronik, sözlük karşılığında "elektrik kullanarak bilgi işleyen, taşıyan veya depolayan elemanları ve sistemleri inceleyen bilim dalıdır." olarak geçse de bu anlamdan daha fazlasını taşıdığı herkesçe bilinmektedir. İnsanoğlunun teknolojik olarak hala emeklemenin bile başında olduğu bu süreçte elektronik, daha önce göremediğimiz bir açıdan bize geleceği ve bu gelecekte nasıl bir yol izleyebileceğimizi göstermekle kalmayıp, hızlanmanın nasıl olabileceğini, insan gücü ve insandan kaynaklanabilecek hataların nasıl indirgenebileceği hatta nasıl yok edebileceğini gösteren bir bilim dalıdır.

Elektronikte Kullanılan Başlıca Malzemeler

Transistör

20.Yüzyılın en önemli buluşlarından biri olarak kabul edilen ve elektronik devreler için en önemli malzeme olan transistörler, 1947 yılında Bell kuruşuna ait laboratuvarlarda ince bir germanyum tabakası kullanılarak William Shockley, John Bardeen ve Walyer Brattain tarafından gerçekleştirildi. Yıllar boyunca yapılan çalışmalar sonucunda transistörler, kullanılan alan ve kontrol sistemine göre farklı dallara ayrılmıştır. Transistörler tasarım amacı gereği hem anahtarlama elemanı hem de kuvvetlendirme elemanı olarak kullanılabilmektedir.

Mikroişlemciler

Ana işlem biriminin fonksiyonlarını tek bir yarı iletken tüm devrede birleştiren programlanabilir bir sayısal elektronik bileşendir. Yapılarında CPU, ön bellek ve giriş-çıkış birimlerinin bulundururlar. Veri işleme ve veri akışı bu birim üzerinden sağlanır. Veri işleme sayısal ve lojik işlemlerin gerçekleştirildiği CPU içerisinde yer alan aritmetik mantık birimi üzerinden gerçekleştirilir.

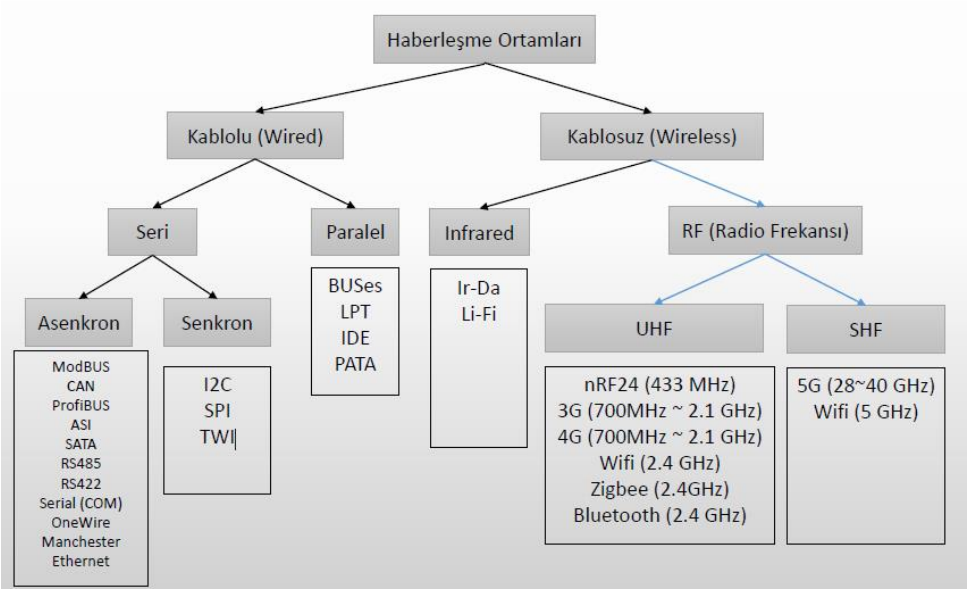
Mikrodenetleyiciler

Mikrodenetleyiciler, dışarıdan gelen veya beklenen veriyi içerisinde bulunan hafıza alanına kaydeden, üzerinde barındırdığı gömülü olan yazılım ile gelen bilgileri derleyen ve çıktı elde eden elektronik bir devre elemanıdır. Mikrodenetleyiciler çoğu zaman mikroişlemciler ile karıştırılmaktadır. Lakin mikroişlemciler içerisinde CPU, ön bellek ve I/O portlarını barındırırken, mikrodenetleyiciler ise içerisinde mikroişlemci, RAM, ROM, hafıza alanı, I/O portları, seri ve paralel portlar, sayıcılar, analog-digital çeviriciler barındırmaktadır. İçerisinde bulundurduğu bir sürü opsiyon sayesinde mikrodenetleyiciler hem gerçek zamanlı uygulamalarda daha başarılı sonuçlar sergilemekte hem de maliyet açısından daha uyguna gelmektedir.

Haberleşme Protokolleri

Mikroişlemci veya mikrodenetleyici sistemlerin, sistemden istenilen işlevi yerine getirebilmesi için bir takım bilgileri harici çevrebirimlerinden edinmesi gerekmektedir. Seçilen çevre birimlerine girdilere göre mikroişlemci/denetleyici seçiminden sonra kullanılması tercih edilen haberleşme sistemi seçilmelidir. Haberleşme yöntemleri başta kablolu ve kablosuz olarak ayrılmakta olup alt dallarında senkron, asenkron, paralel, infrared, UHF ve SHF olarak ayrılmaktadır.

Şekil 1 Haberleşme Yöntemleri



Seri Haberleşme Protokolleri

Mikroişlemci/denetleyiciler istenilen durumlarda seri veri iletim yöntemini kullanırlar. Seri haberleşme yönteminde iletilecek sinyallerin tek hat üzerinden art arda gönderilir. Mikroişlemci/denetleyicini transferi gerçekleşecek olan veriye göre verici veya alıcı olarak görev üstlenebilmekte, gerçekleştirmekte olduğu veriyi ise senkron veya asenkron olarak alabilmektedir.

Paralel Haberleşme Protokolleri

Mikroişlemci/denetleyici ve veri transferi yapacağı çevrebiriminin, gerçekleştirecekleri veri transferini aynı anda sekiz farklı bağlantı üzerinden yapmasına paralel haberleşme denir. Paralel haberleşmede alıcı taraf, karakterin uzunluğunu, başlangıç ve bitiş bitlerini ve iletim hızını bilmek zorunda değildir. Çünkü her bir biti aynı anda gönderdiği için buna ihtiyaç uymaz. Haliyle doğru veri iletimi oranı da daha yüksektir.

Infrared Haberleşme Prokolleri

Yakın mesafe kablosuz haberleşme için geliştirilmiş olan bu protokol, kablosuz veri transferleri için elektromanyetik dalgaları kullanmaktadır. IR ile gönderilen bilgi sıklıkla ikili diziler halindedir. Genellikle iletişim için tek kanal kullanılır ve seri iletişim gerçekleştirilir. Bunun için çeşitli metot ve protokoller geliştirilmiştir. Özellikle ucuz olması sebebiyle tercih edilir.

RF Haberleşme Protokolleri

Radyo frekansı, haberleşmede kablosuz veri iletişiminde en çok kullanılan yöntemlerden biri olmakla beraber elektromanyetik dalgalar yoluyla gerçekleştirilir. RF haberleşme için kullanılacak olan frekans telekomünikasyon kurumunun belirlediği frekans tablosuna göre seçilmelidir. Genellikle uzak mesafe veri transferinin gerçekleştirileceği alanlarda tercih edilir.

Metod

Teknolojinin ara vermenden ilerlemesi ile beraber, elektronik bilim dalı ve buna bağlı diğer bilim dallarının da gelişmesi, kullanıcıların taleplerini artırmakla kalmayıp ayrıca bu sektöre cevap veren alanında uzman elektronik devre elemanı üreticilerini de gelişmeye zorlamıştır. Üreticiler ve tasarımcılar piyasanın talep ettiği bu istemleri karşılamak adına her geçen gün daha karışık lakin daha fazla alana cevap verebilen mikroişlemci/denetleyicileri talepler doğrultusunda kullanıma sunmuştur. Mikroişlemci/denetleyiciler her ne kadar daha kullanışlı hale gelse de bununla beraber bir o kadar da kırılgan hale gelmektedirler. Tasarımcı

oluşabilecek bu tarz sorunları göz önüne alarak, tasarımını bu kapsamda yapmalı, gereken önlemleri almalı ve bu önlemler ile alakalı gerekli bilgilendirme ve dokümantasyonunu sade, anlaşılır bir şekilde hazırlamalıdır. Bu kapsamda tasarımcı belirli adımları takip etmelidir.

Ürünün Standart ve Sınırlarının Belirlenmesi

Talep edilen ürünün çok iyi bir şekilde analiz edilmesi ve bu kapsamda isterilerin anlaşılır bir şekilde açıklanması gerekmektedir. Öncelikli olarak ürünün hangi fonksiyonlara sahip olacağı, hangi koşullar altında çalışacağı, besleme türü, haberleşme çeşidi gibi birçok girdi kesin şekilde belirlenmelidir. Bu basamakta tam anlaşılmayan veya belirlenmeyen bir ister, ilerideki süreçlerde aksamalara ve bazı durumlarda en baştan başlamalara kadar sorunlar oluşturabilmektedir.

Her ülkenin kendi isterilerine göre belirlemiş olduğu bir takım standartları bulunmaktadır. Bu standartlar iklim koşulları, haberleşme, garanti şartları gibi çeşitlilikler gösterebilmektedir. Dışarıdan gelen isterilere göre yapılan ön çalışma sonrası, ürünün kullanılacağı alan, kullanım şartları ve girdileri, ürünün kullanılması planlanan ülkenin standartlarına göre revize edilmelidir. Ülkemizde bu standartları Türk Standartları Enstitüsü(TSE) belirlemektedir.

Ürünün uyması gereken standartlar belirlendikten sonra elektronik devre kartının kullanılacağı ve/veya koyulacağı alanın mekanik şartlarının belirlenmesi gerekmektedir. Bu şartlar elektronik kart boyutu, bağlantı eleman çıkışları, elektronik kartı sabitleme için vida delikleri gibi mekaniksel olarak elektroniksel tasarımın kısıtlarını belirleyen şartlardır.

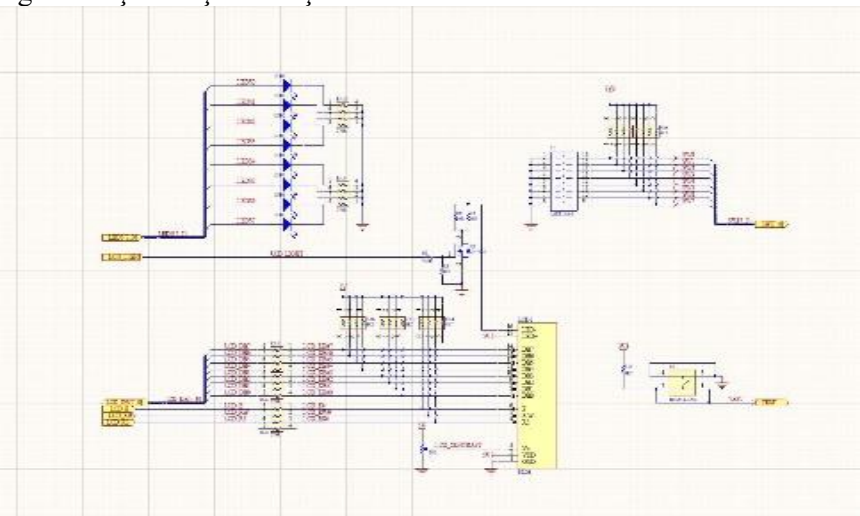
Araştırma

Tasarlanacak ürünün isterileri standartlara uygun olacak şekilde kesin olarak belirlendikten sonra elektronik devre elemanı araştırmasının standartlara göre yapılması gerekmektedir. Donanım tarafında, tasarımcı isterilere göre kullanacağı veya kullanabileceği elektronik devre malzemelerinin araştırmasını yapıp, hangi malzemelerin bu isteriler için uygun olacağını kalite-maliyet ölçeğini de göze alarak karar vermelidir.

Şematik Hazırlanması

Tasarımcı tarafından seçilen, hem isterilere hem de ülke standartlarına da uygun olacak elektronik devre malzemeleri bir bilgisayar destekli tasarım programı yardımıyla dijital ortama dökülür. Tasarımcı CAD programı olarak Altium Designer, Fusion 360, KiCad EDA, Autodesk Eagle, DipTrace, EasyEda, Solidworks PCB, OrCAD PCB Designer, Allegro PCB Designer gibi kendi tasarım stiline uygun veya kullanılması istenen programlardan herhangi birini kullanabilir.

Şekil 2 Altium Designer ile Çizilmiş Örnek Şematik



Tasarımcı, tasarımına başladıktan sonra yaptığı tasarımın anlaşılabilir olması büyük önem arz etmektedir. Tasarlanması istenen donanımın özelliği ve yetileri çoğaldıkça, şematik tasarım daha da karmaşık hal alacaktır. Bu yüzden bu tasarımın mümkün olduğunca sade ve anlaşılabilir olması, tasarım sayfası üzerinde kullanıcı notlarının bulunması, gelecek süreçler ve revizeler için önemlidir.

Devre Kartının Hazırlanması

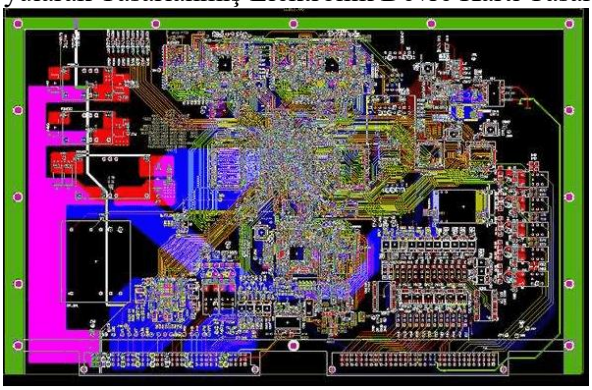
Şematik tasarımının ana hatları tamamlandıktan sonra tasarımcı, asıl ürün üzerinde kullanılacak olan elektronik devre kartının tasarımına başlamalıdır. Tasarımcı, tasarıma başlamadan önce daha önceden belirlenen mekanik kısıtlamaları kendi elektronik devre kartı üzerinde uygulamalıdır. Bu kısıtlamalara ve şartlara göre elektronik devre malzemelerini elektronik devre kartı üzerinde yerleşimini gerçekleştirmelidir. Tasarımcı, malzemeleri yerleştirmeden önce bir takım temel noktaları dikkate almalıdır;

- Elektronik devre kartının kaç katmanlı olacağı belirlenmelidir. Elektronik kartın fiziksel boyutlarına ve isterilerin sayısına göre değişiklik gösterebilir.
- Elektronik devre kartının boyutlarına göre malzeme boyutları seçilmelidir.
- Üretim esnasında montaj kolaylığı ve hızı kazandırması amacıyla elektronik kart üzerine yerleştirilen elektronik devre elemanlarının hepsinin mümkün olduğunca aynı yöne yerleştirilmesine dikkat edilmelidir.
- Maliyet ve zamana açısından kazanmak amacıyla kullanılacak tüm elektronik devre elemanlarının tek bir yüzeye dizilmesi tavsiye edilmektedir.
- Tasarım isterilerinde bulunan batarya gerilim ve akım değerlerine göre, elektronik kart üzerine yerleştirilen ve birbirleri ile bağlantısı yapılacak olan elektronik devre elemanlarını birbirine bağlayan iletken bakır yolların kalınlıklarının doğru seçilmesi gerekmektedir.
- Doğru seçilmeyen iletken bakır yollar ve regülatör, sürücü gibi malzemeler devrenin ısınmasına yol açacaktır. Bu da sistemin zamana bağlı olarak bozulmasına olanak sağlayacaktır. Isı üreten malzemelere fan ve soğutma plakaları gibi önlemler alınabilir. Eğer bu önlemler yetersiz geliyorsa ısı üreten malzemelerin elektronik devre kartı üzerinde farklı noktalarda bulundurulması ve eğer ısınan malzeme uygun ise altlarına termal vialar atılması önerilir. Yine soruna çözüm olmuyorsa farklı bir elektronik devre elemanı ile devam edilmesi gerekmektedir.
- Elektronik devre kartında katmanlar arasında geçişi sağlamakta kullanılan via deliklerini daha sağlam ve güvenilir hale getirmek için teardrop kullanılmalıdır.
- Via ve viapad'leri arasında 1:2 gibi bir oran bulunmaktadır. Bu oran hem viaların daha mukavemetli olmasını sağlamakta hem de elektronik devre kartı üretimi esnasında oluşabilecek hataları azaltılmasında yardımcı olacaktır.
- Özellikle yüksek güç girişlerinin yapılacağı bağlantı elemanları ve bu elemana bağlı olan elektronik devre elemanları, devre kartının uç kısımlarına yerleştirilmelidir.
- Elektronik devre elemanları arasında çizilecek olan iletken bakır yollar mümkün olduğunca uçtan uca hatlar şeklinde çizilmelidir.
- Devre üzerinde paraziti ve gürültüyü azaltmak amacıyla güç ünitesinin topraklamasının, sistemin geri kalan topraklamasından ayrı tutulduğundan emin olunması gerekilmektedir.
- Önemli veri taşıyıcı iletken bakır hatlar mümkün olan en az via ile TX-RX hattı arasında taşınmalıdır (Ardizzoni, 2005).
- Yüksek frekanslı iletken bakır hatları T-Cross şeklinde çizimini yapmak sinyal gürültüsüne neden olur. Teardrop eklenerek bu gürültünün önüne geçilebilir.
- Yüksek frekanslı iletken bakır hatların geçtiği alanlardan toprak ve güç hatları geçirçek empedans sorunlarına yol açmaktadır. Eğer yapılması gerekiyorsa 90º olacak şekilde hatlar çekilmelidir (Brooks, 2003).
- Yüksek frekanslı hatlar mümkün olduğunca kısa tutulmalıdır(Ott, 1998).
- Çizimi gerçekleştirilen iletken bakır yolların 90º keskin dönüş yapmaktan kaçınılması gerekmektedir. Bu tarz bir dönüş yapmak EMI sıkıntıları çıkartacaktır. Mümkünse 45º veya açısal dönüşler gerçekleştirilmelidir.

• Tasarımı gerçekleştirilen elektronik devre kartı üzerine kart ile ilgili model, revizyon numarası, tarih, üretici bilgileri gibi bilgilerin yazılması takip konusunda kolaylık sağlaması açısından tavsiye edilmektedir.

• Tasarım için kullanılan CAD programına ait DRC özelikleri kullanılarak tasarıma başlamadan önce belirtilen kurallara uymayan veya hata oluşabilecek alanların kontrol edilmesi ve düzeltilmesi gerekmektedir.

Şekil 3 Tasarım Kurallarına Uyularak Tasarlanmış Elektronik Devre Kartı Tasarımı

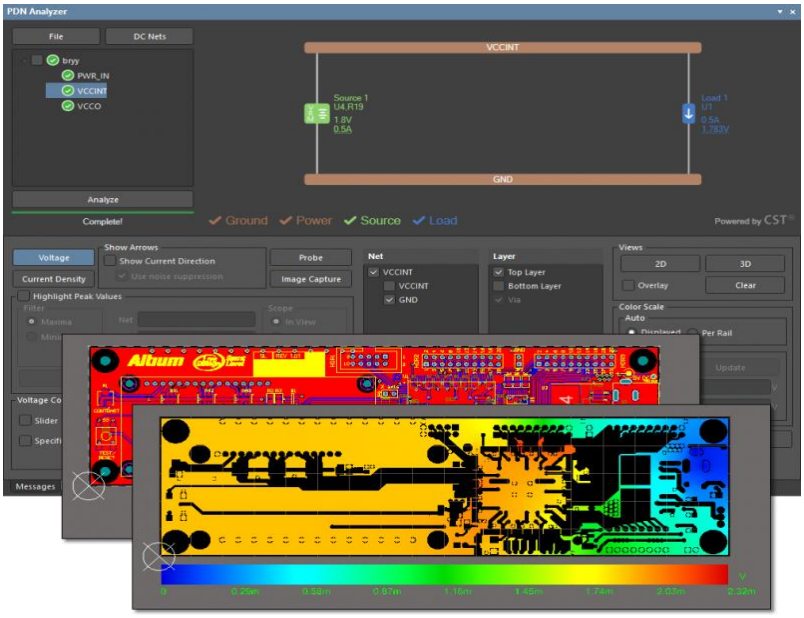


Simülasyon ve Testler

Tasarımcı tarafından tasarımı biten ve kontrolleri tamamlanan elektronik devre kartı için varsa eğer tasarımın gerçekleştirildiği CAD programı üzerinde, yok ise 3.parti bir simülasyon programı ile gerçek zamanlı olarak simüle edilmesi gerekmektedir. Simülasyon sonuçlarına göre gerekli revizyonlar ve önlemler alınmalıdır.

Simülasyondan başarılı şekilde geçen elektronik devre kartları, mikroişlemci/denetleyicisine atılan gömülü yazılım ile beraber fonksiyonel, ömürsel, elektriksel ve standartlara uygun bir takım EMI-EMC testlerine alınmalıdır.

Şekil 4 Altium Designer ile Gerçekleştrilmiş Isı Simülasyonu



EMI ve EMC

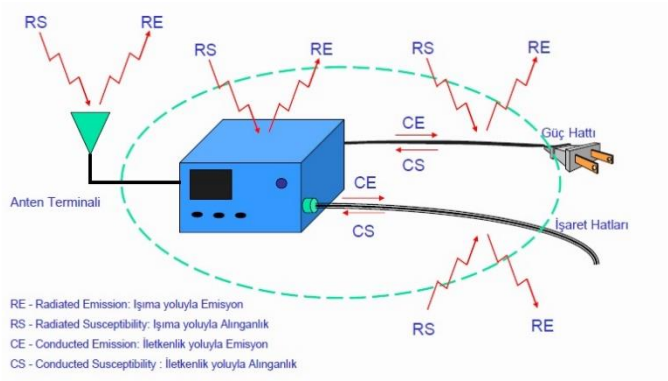
Elektrik ve özellikle elektronik tasarımlarda, gelişen teknoloji ile beraber elektronik devre elemanlarında da talep edilen isteriler doğrultusunda bir takım güncellemelere gidilmiştir. Bu güncellemeler ve gelişmeler sonucunda özellikleri artan elektronik malzemelerin bir taraftan da çevredeki başka cihazlardan yayılan elektromanyetik gürültülere karşı dayanımı azalmaktadır. Güç geçtikçe elektronik malzemelerin yaydığı elektromanyetik gürültüler güçlenmekte, dayanımları ise aynı oranda azalmaktadır. Bu kapsamda kontrol altına alınmak istenen bu istenmeyen gürültü, bir takım standartlar altında takip edilip kontrol edilmeye ve azaltılmaya başlandı. Bu standartların oluşturulması esnasında iki farklı bakış açışıyla oluşturulan iki terim meydana geldi. Bunlardan ilki elektronik devre kartının doğal yollar ile veya başka elektronik cihazlar üzerinden oluşan elektromanyetik gürültüden etkilenmesini inceleyen EMI ve yine aynı elektronik devre kartının, çalışması istenilen ortamda doğru şekilde çalışmasını ve çalışırken de başka elektronik cihazları etkilememesini inceleyen EMC. Bu sorunlar ile alakalı 1979 yılında Amerika'da kurulan FCC kuruluşu, bu sorunları kontrol altında almak için bir takım standartlar yayınladı.**EMI**

EMI, elektronik bir cihazın çalışmasını etkileyen elektromanyetik enerji olarak tanımlanabilir. EMI kaynakları bazen doğal fırtınalar ve güneş radyasyonu gibi çevresel olayları meydana getirebilir. Başak bir deyişle, elektrik ve elektronik cihazların performansında azalmalara, bozulmalara veya hatalı işlemesine yol açan radyo frekanslarında doğal veya insan kaynaklı her türlü bozucu etki veya işaret olarak tanımlanabilmektedir. Ancak çoğu kez, EMI kaynağı başka bir elektronik cihaz veya elektrik sistemidir. EMI herhangi bir elektronik cihazdan üretilebilmesine karşın, cep telefonu, kaynak makinesi, motor ve LED ekran gibi bazı donanım ve bileşenlerin, diğerlerinden daha fazla rahatsızlık yaratması daha olasıdır.

EMI ilk olarak 1800'lü yıllarda yapılan deneyler ile fark edilmiştir. Ardından 1920 yıllarından konu hakkında ilk teknik makaleler yazılmaya başlandı lakin 1930'lu yıllarda motorlar, demiryolları gibi sistem ve cihazlarda radyo frekansları önemli bir sorun haline gelmeye başladı. Özellikle 2.Dünya Savaşı sırasında, EMI büyük sorun haline gelmekle kalmayıp, yıllar geçtikçe transistorun, bütünleşmiş devrelerin, mikroişlemcilerin ve mikrodenetleyicilerin de yaygınlaşması ile sorun her geçen gün daha da büyümüştür(Grasso, 1989).

Elektronik devre elemanlarının tamamen izole edilmiş bir ortamda çalışması gerçek hayat şartlarında ne yazık ki mümkün değil. Bu sebepten ötürü tasarımı gerçekleştirilen elektronik devre kartlarının bir miktar EMI varlığından işlev görebilecek şekilde tasarlanması gerekmektedir.

Şekil 5 Test Cihazındaki EMI Tespit Noktalar



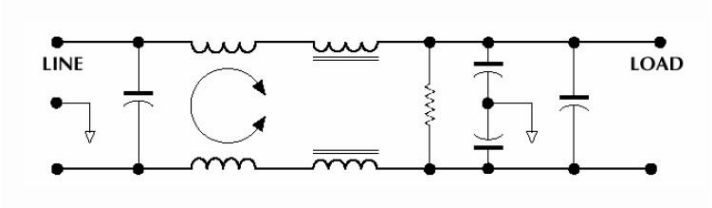
Tasarımı gerçekleştirilen elektronik devre kartının elektromanyetik uyumlu olarak kabul görülebilmesi için üç şart vardır:

- Kendi içinde uyumsuzluğa ve gürültüye yol açmamak
- Çalıştığı çevrede bulunan başka elektronik devre kartlarında gürültüye sebebiyet vermemek

- Başka elektronik devre kartlarının yaymış olduğu elektromanyetik gürültüye karşı dirençli olmak

EMI durumuna karşı alınabilecek en önemli tedbir elektronik devre kartını tasarımı esnasında topraklamasının çok güzel bir şekilde yapılmasıdır. Güzelce yapılan topraklama sayesinden elektromanyetik gürültüye yol açabilecek istenmeyen radyo frekansı gibi manyetik radyasyonların oluşumu azaltılmaktadır(Walter, 1986).

Şekil 6 Örnek Filtreleme Devresi



Alınabilecek bir başka önlem ise filtreleme devreleridir. Filtreler, iletken üzerinden yayılan elektromanyetik gürültüleri engellemek veya aza indirgemek amacıyla tasarlanmış elektronik devre elemanları ve bu elemanların bütünüdür.

EMC

EMC, tasarımı gerçekleştirilen elektronik devre kartının başka elektronik devre kartları ile paylaşılan çalışma ortamında amaçladığı şekilde çalışabilme yeteneğinin bir ölçüsüdür. Aynı zamanda, aynı ortam içerisinde diğer elektronik devre kartlarının da çalışmasını etkilememesi gerekmektedir(Paul,2006).

Tasarlanan elektronik devre kartının, EMC değerini düzgün bir şekilde öngörememek, güvenlik riskleri, ürün arızası ve veri kaybı dâhil olmak üzere bir dizi olumsuz sonuçlar doğurabilir(Montrose, 2004). Tasarımcı, ürün tasarımını gerçekleştirirken bu sorunları göz önünde bulundurmalıdır(Montrose, 1996).

FCC ve TSE tarafından oluşturulan standartlar sonucunda bir elektronik devre kartının pazarlanabilmesi açısından elektronik uyumluluk sağlayabilmesi çok önemli bir ölçüt haline gelmiştir. 1996 yılında zorunlu hale gelen EMC standartlarından geçemeyen elektronik devre kartları veya ürünler istenilen şartları sağlayamadığı için çoğu ülkede satılmasına izin verilmez.

EMC için yapılar testler ortak bir test şeklinde değildir. Her ürün ve tasarım farklı alana hitap ettiği için bu kapsamda yapılan testlerde farklı girdiler ve çıktılar dikkate alınarak yapılır.

Sonuç

Görüldüğü üzere Yüksek Hızlı PCB tasarımı dikkat edilmesi gereken bir sürü girdi ile uğraştırıcı lakin bir o kadar da başarılı sonuçların elde edilebileceği araştırmaya ve pratiğe sürükleyen bir tasarım dalıdır. Günümüzde kullanılan CAD programları sayesinde mühendislik tasarımının daha da kolaylaştığından da bahsedebiliriz.

İyi bir şematik tasarım ile PCB tasarımı gerçekleştirilebilmek ve başta elektronik malzemelerin yerleşimi ile bunların arasındaki bağlantıların düzgün bir şekilde yapılması büyük önem taşımaktadır.

PCB üzerindeki yerleşimi ve bağlantıları düzgün gerçekleştirilmeyen malzemelerin EMI ve EMC konularından tasarımcıya ve ürüne sorun çıkartacakları ise su götürmez bir gerçek lakin bu sorunlardan kaçınmak, kaçınamasak bile minimize etmek için almamız gereken önlemler de sorunlar kadar ulaşılabilir bir mesafede.

Kaynaklar

1. Ardizzoni, J. (2005). A practical guide to high-speed printed-circuit-board layout. *Analog Dialogue*, 1--6.
2. Brooks, D. (2003). *Signal integrity issues and printed circuit board design.* Prentice Hall Professional.
3. Grasso, C. (1989). Printed circuit board design concepts for the control of EMI. *Proc. EMC EXPO 89* (s. C1--1). içinde
4. Montrose, M. I. (1996). *Printed circuit board design techniques for EMC compliance*. IEEE press Piscataway, NJ.
5. Montrose, M. I. (2004). *EMC and the printed circuit board: design, theory, and layout made simple*. John Wiley \& Sons.
6. Ott, H. W. (1998). *Noise reduction techniques in electronic systems.* Wiley New York.
7. Paul, C. R. (2006). *Introduction to electromagnetic compatibility*. John Wiley \& Sons.
8. Walter, R. (1986). Identifying EMI parameters on printed circuit boards. *Proc. EMC EXPO 86* (s. T18--12).

Presentation ID/Sunum No= 35

Oral Presentation / Sözlü Sunum

Maritime Investigation Reports: the Necessity of Revision and Renewal of the Imo's Code for Incident Investigation

Öğr.Gör. Orhan Gönel[1] ,
Dr. Öğretim Üyesi İsmail Çiçek[1]
[1]İTÜ Denizcilik Fakültesi

Özet

Farklı uluslararası anlaşma ve organizasyonlar tarafından gemilerde yaşanan kazalar ile ilgili 'Kaza İnceleme Raporu' hazırlanması ve yayınlanması konusunda kurallar ve tavsiyeler bulunmaktadır. Kaza raporlarının hazırlanmasında ve yayınlanmasında amaç; bu kazaların kök sebeplerinin tespit edilmesi ve buna bağlı olarak dersler çıkarılmasıdır. Böylelikle aynı tehlikelere maruz kalan diğer denizcilerin bu derslerden çıkarım yaparak aynı sebeplerden dolayı aynı kazaları yaşamasının engellenmesi hedeflenmiştir. Konu ile ilgili uluslararası mevzuatların en önemlisi; Uluslararası Denizcilik Örgütü (International Maritime Organization, IMO) tarafından hazırlanan 'Deniz Kazası veya Deniz Olayına Yönelik Emniyet Araştırması için Uluslararası Standartlar ve Önerilen Uygulamalar Kodu' dur. Bu kod tarafından kaza inceleme raporlarında mutlak olarak bulunması gereken kısım ve bilgiler genel olarak belirtilmiştir. Ancak farklı ülkeler tarafından yayınlanan kaza raporları incelendiğinde raporlar arasında çok büyük farklılıklar olduğu, bazılarının genel içerikli, bazlarının detay içerikli, bazılarında ise mutlak olarak olması gereken kısımların olmadığı görülmüştür. İlgili kodun tekrar gözden geçirilmesi, güncellenmesi ve raporların içermesi gereken bilgilerin net bir şekilde belirtilmesi gerekmektedir. Bu amaçla, bu çalışma ile kaza raporlarının nasıl hazırlanması konusunda mevcut raporlar kullanılarak örnekler verilmiş, raporların analiz edilebilir, kök sebebi anlaşılabilir ve faydalı dersler çıkartılabilir olması için çalışma sonuçları gösterilmiştir.

Anahtar Kelimeler: *Deniz Kazaları, Kaza İncelemesi, Kaza İnceleme Raporu, Büyük Veri*

Abstract

There are rules and recommendations regarding the preparation and publishing "Accident Investigation Report" for the investigation and reporting the accidents caused by ships. The main purpose of publishing the maritime incident reports is to determine the root causes of these accidents and draw lessons leant items. Lessons learnt items pose ideas for developing innovative equipment or material, improving the governing laws and operational procedures, and training contents for accident prevention. The most important international legislation on the subject is the "Code of the International Standards and Recommended Practices for a Safety Investigation into a Marine Casualty or Marine Incident", which is prepared by International Maritime Organization (IMO). The parts and information that must be included in the accident investigation reports are generally specified by this code. However, when the various published reports are examined, it shows differences between the report contents; some with limited to general information, some including details, and some with missing information which is required to capture the root cause of the incident. The relevant code should be reviewed, updated, and a specific guidance should be provided for what type of information should be detailed in the investigation reports. For this purpose, this study includes the demonstration of preparing reports that can allow for analysis, in which root causes could be determined; and provides lessons learnt items with several examples using existing reports.

Keywords: *Maritime Accidents, Accident Investigation, Accident Investigation Reports, Big Data*

Introduction

One of the main objectives of accident investigation is prevention. Finding the causes of an accident and taking steps to control or eliminate help prevent similar accidents from happening again (URL 1). Maritime Accident Investigation (MAI) is the process of systematically examining and investigating marine accidents relating to marine vehicles, in order to determine the root causes of the accident (collision, fire/explosion, grounding, foundering, and other) and suggest recommendations to avoid accidents in the future (URL 2). A 'Maritime Accident Investigation Report' is a final report prepared and published as a result of an investigation carried out after a maritime event.

Different international conventions such as Safety of Life at Sea (IMO, 2019), Maritime Pollution Act (IMO, 2019), Load Line Convention (Contracting Governments, 1966), Maritime Labor Convention (ILO, 2006) introduce liability and responsibility of casualty investigations assumed by the flag states (Gonel and Cicek, 2019:141-170). Although these conventions impose obligations on the preparation of accident reports, the most important work on how to prepare accident reports has been prepared by IMO. In year 2008 IMO launched 'Code of the International Standards and Recommended Practices for a Safety Investigation into a Marine Casualty or Marine Incident' (IMO, 2008).

In this study, maritime accident investigation reports were examined in detail. Our study indicates that the relevant code has deficiencies in some areas and need improvements. In addition, although the minimum information required in accident reports is clearly stated, this study shows that many reports do not contain enough information to carry out a root cause analysis. This study examines the relevant IMO code and shows areas for improvements.

Methodology

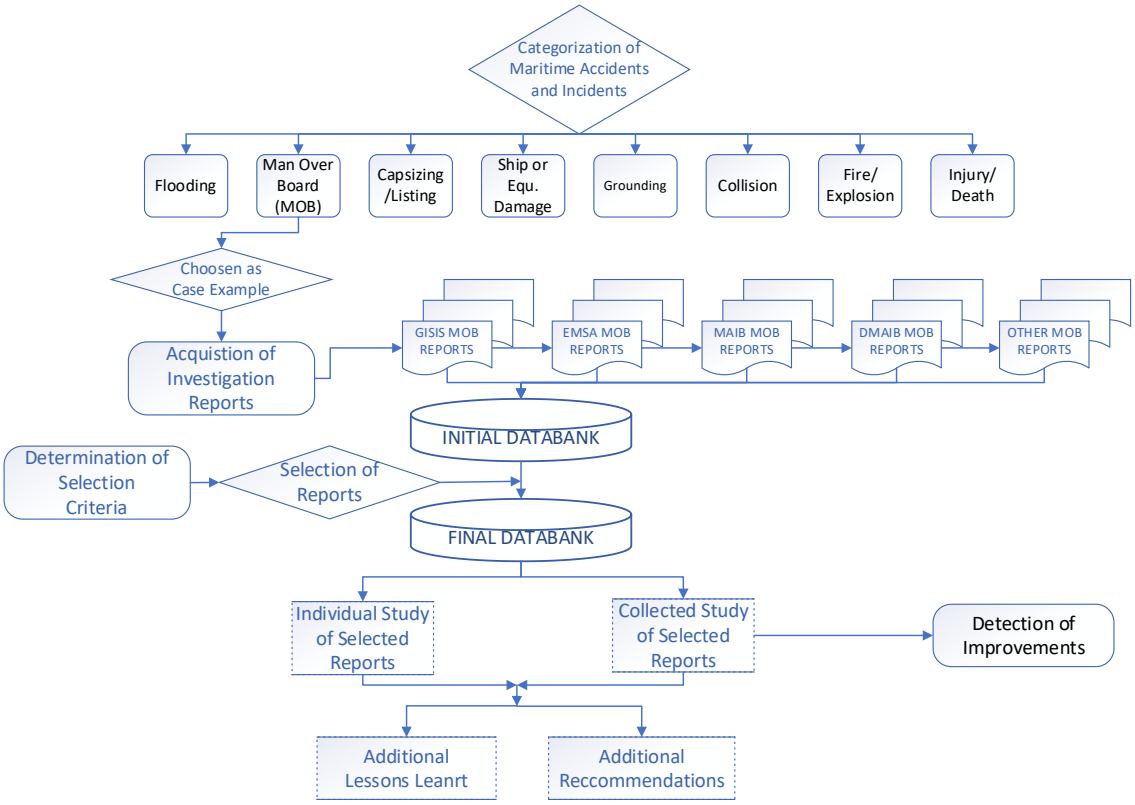
This study methodology includes, in summary, report acquisition, selection of reports, analysis, and results steps. Results contain example lessons learnt items that are drawn from the root cause analysis. Figure 1 shows the overview of the methodology of this study.

All reports shared by different international, regional and local sources such as GISIS, EMSA, MAIB, DMAIB have been collected. Later, these reports were studied according to predetermined criteria. In this study, maritime incidents/accidents are divided into eight (8) groups and each incident or accident is called as a maritime event, which are the following:

- Group 1: Fire/Explosion
- Group 2: Flooding
- Group 3: Capsizing/Listing
- Group 4: Ship or Equipment Damage
- Group 5: Grounding
- Group 6: Collision
- Group 7: Man Over Board (MOB)
- Group 8: Injury/Death

Among these groups, MOB events are selected as case example in this study. Among the studied reports containing MOB events, 100 accident investigation reports with the most information were selected for the final examination. During the last detailed examination, 100 accident investigation reports were examined with 114 different information. 114 parameters are selected such that similar Maritime Accident Investigation Reports can be expressed with these parameters. During the examination, many missing information items and deficiencies that will be explained in detail in the following sections were identified in these reports.

Figure 1. Methodology of the Study



Some of the existing reports contain information such as "Lessons Learnt" and "Recommendations" specially prepared by the investigators. In our study, there are two types of lessons learnt items, therefore pertaining recommendations, can be obtained, which are the following:

- For each report exclusively
  - existing recommendations are kept, and
  - additional lessons learnt items are obtained with a detailed examination.
- With parametric analysis and evaluation of all reports collectively, additional lessons learnt items are obtained.

The second item above is the potential outcome of this study. When 100 accident investigation reports were analyzed collectively, much more important "Lessons Learnt" and "Recommendations" information was obtained. In the current database systems and processes, "Lessons Learnt" and "Recommendations" information obtained as a result of collective analysis are not provided. Following subsections provide examples and outcomes of the aforementioned collective analysis.

Current Maritime Accident Investigation and Reporting Systems and Proposed Improvements

The authors of this article have studied in detail many accident investigation reports on man overboard accident reports obtained from different sources. 100 accident investigation reports carefully selected among these reports and studied with 114 items. During this process, many improvement areas are observed and shown as proposal for improvements, which may be realized with update or renewal of the current regulations or legislations.

Missing Information

A maritime accident investigation report has to include required parts, such as 'summary', 'identity', 'details', 'narrative', 'casual factors', 'safety issues and conclusions' and 'recommendations' as clearly stated in IMO code (IMO, 2008). Table 1. shows some randomly chosen accident investigation reports, which do not include necessary parts they must include (Gonel and Cicek, 2019:141-170). Number of pages and words employed between reports also show a noticeable difference.

Table 1. Review Results of Several Accident Investigation Reports According to Requirements of RESOLUTION MSC.255(84)

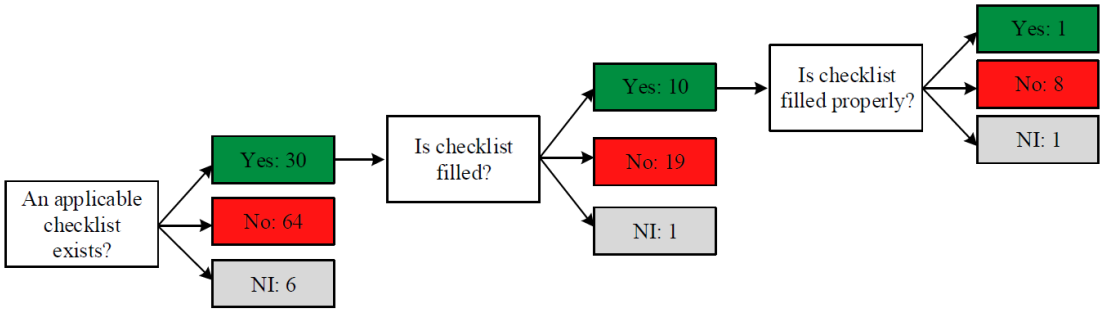
Report Number	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**
Summary	√	-	-	√	√	√	√
Identities	√	√	√	√	√	√	√
Details	√	√	-	√	-	√	√
Narrative	√	√	√	√	√	√	√
Casual Factors	√	√	√	√	√	√	√
Discussions	√	√	-	√	√	√	√
Recommendations	-	√	-	√	√	√	√
Total Pages	8	8	4	17	35	33	11
Total Pages Without Cover Page	8	4	4	14	31	31	11
Total Number of Words (estimate)	3806	1738	1317	2433	12305	10468	4221
Percent Field Complete (estimate)	85,70%	85,70%	42%	100%	85,70%	100%	100%

Root Cause

There are proven methods for root cause analysis. 'Pareto Chart' 'The 5 Whys' 'Fishbone Diagram' and 'Scatter Diagram' are some example analysis methods used by any authors not only for investigation of maritime accidents but also for accidents occurring in other sectoral operations. Mostly these methods are chosen according to their purpose of use and other factors. Adekitan used Ishikawa (Fishbone) diagram and developed a fault tree for the chain of events that culminated in the accident (Adekitan, A., I., 2017). Park and others used 'Incidence Rate Ratio Analysis' method analysis of pilotage marine accidents in Korea (Park vd., 2019). While there are many root cause analysis methods exists and used, yet no specific method for defining the root causes of the marine accidents or incidents are defined in current systems. Besides, there is no information regarding to how root cause information is acquired in any reports.

The authors, in a previous study (IMO, 2008), described the methodology of root cause analysis for MOB group of event investigations. Their methodology included a form, called MOB Event Investigation (MEI) Report or MEI Form, associated with a total of 114 parameters. Using MEI report format, one can extract all information required to perform root causes (Gonel and Cicek 2020a). Figure 2 shows an example for using some of the parameters included in final reports and provide a collective result from 100 reports.

Figure 2. An Example of Information Acquisition Using MEI Form and Finding the Root Cause.



Recommendations Extracted from Existing Reports

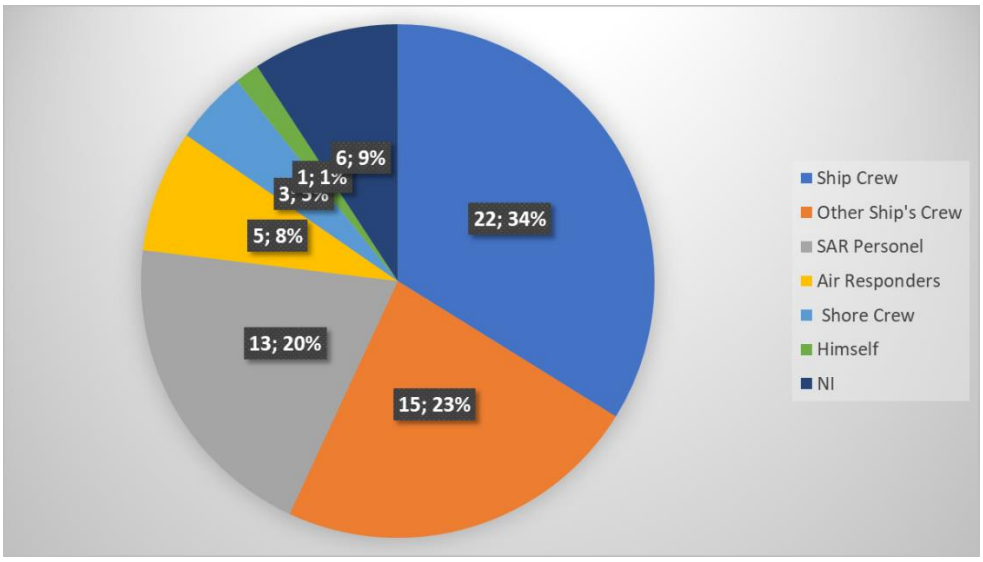
While examining different investigation reports, it was noted that recommendations were made to different parties such as;

- Fishing vessel crews
- Exclusively to company of the vessel that accident happened
- Exclusively to specific ship that accident happened
- To all seafarers
- To ministry of health
- IMO

Above mentioned recommendations are so much different such that the addressed stakeholders have no relations between them. Seafarers related recommendations may be benefited by the Ministry of Transportation of a Flag State whereas some recommendations could only be benefited by the health departments of countries or non-governmental global health agencies. Observation herein has shown that the recommendations made by the current reporting systems does not consider to whom the recommendation could be useful or addressed to.

When reports are studied collectively, additional recommendations information can be driven out. As an example, there are equipment, procedures and training already identified for transfer a patient from a ship to a helicopter. Our study indicates that the percentage of the casualties rescued by other marine crafts are much higher than transferring a patient to a helicopter (see Figure 3). Yet, there is no equipment, procedures and training identified for transferring a patient from one vessel to another.

Figure 3. Percentage of the MOB Accident Rescuers from Water (Gonel and Cicek, 2020a).



Lessons Learnt Items

Lessons learnt items are collection of experiences obtained from past activities and those should be considered in future maritime operations. Acquisition, categorization and usage of 'Lessons Learnt' information has to be carried out under carefully chosen methods. Goffin and Koners initial coding (categorization), a re-coding, and independent reliability checks only for analyzing lessons learnt (URL 3).

Although the lessons learned are so important, a great difference was noted during examination of investigation reports. Lessons learnt items were;

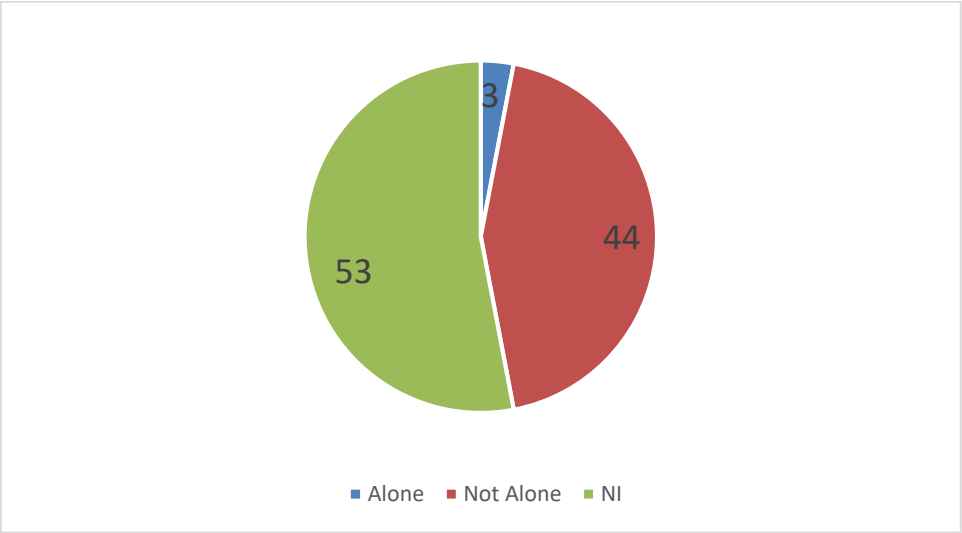
- Very generic (extra caution has to be paid)
- Very specific (while bunkering, hose should not to be secured to railings)

Some random lessons learnt information driven from examination off all accidents collectively are shown, as part of this study. Some examples are:

Example 1: While the general belief among seafarers is that inexperienced seafarers are more likely to fall overboard, our study indicates that average overall work experience of all casualties is found as 8 years. Meanwhile, our study also showed that the average work duration of all casualties working onboard ships where accident occurred is 8.6 months (Gonel and Cicek 2020b). Comparing these numbers show that more experienced personnel will more likely face to falling overboard that the newcomers.

Example 2: Another assumption in maritime community is that the seafarers could more likely experience falling into the sea when they are alone. However, the rate of falling into sea is 45.4 percent when a seafarer is alone while this rate is 54.6 percent when the seafarers are in a group activity. See Figure 4 for this result obtained (Gonel and Cicek 2020b).

Figure 4. Number of MOB Casualties According to Their State of Being Alone



Both of these two example lessons learnt items are obtained using the statistical analysis results and both shows that these types of lessons learnt items may not be driven by investigation of one report only.

Inadequate Timing Information

Some of the accident investigation reports do not contain any timing information. Use of timing information is numerous but some examples are;

- Simulation of 'accident'
- Better understanding of the 'accident'
- Training
- Improvement of procedures and laws

As an example; 65 accident investigation reports with timing information available (related to man overboard events) examined. Timing for removal of the casualty from water (Gonel and Cicek 2020a):

Minimum : 0

Maximum : 3667 minutes

Average : 214,2 minutes

Unsuitability for Cross Correlation

Because data in different accident investigation reports are different and some of them do not contain timing information; **Cross Correlation** studies cannot be carried out.

Related to man overboard investigation reports. Data mined from 100 accident investigation reports, circumstances of accident as an example to cross correlation study;

- Ship is underway
  - Bad weather conditions
    - Mortality rate: 92,6%
- Ship is not underway
  - Good weather conditions
    - Mortality rate: 22,2%

Conclusions and Recommendations

More than three hundred maritime accident investigation reports are studied. There were many inconsistencies between reports or reports had missing information for considering to analyze them collectively. 100 of which are included in this study for that they include enough information to carry out a root cause analysis and therefore lessons learnt items are obtained. Although the current codes and systems does not provide tools or process guidance for performing parametric root cause analysis, the authors went through the steps described in this study to populate the data and analyze for obtaining the lessons learnt items. The main purpose for doing so was to drive the recommendations as proposal to submit to international agencies to consider. Following describes the resulting proposed recommendations. The content of this study as well as referenced studies provide important examples and aspects for these recommendations.

Code for preparing accident investigation reports must be revised and include following improvements;

- Root cause analysis method should be provided as guidance, with examples, as shown in this study.
- Specific list of minimum information must be listed whereas the current systems provides general guidance.
- Aim and scope of lessons learnt information; main idea of lessons learnt information has to be identified clearly. Guidance with examples should be included for describing lessons learnt items more specifically and with categorizations.
- Timing information of a maritime accident/incident event is important for both understanding the responsible parties and providing enough data for reanimation or simulation purposes.
- Reports should be standardized for each type of events such that digital forms could be developed
- Digitized reports could be interfaceable to commonly described platforms for submitting and analyzing the information parametrically. This last recommendation perhaps is the most crucial among others to help progress the improvement of the maritime safety community operations and accommodate the digital transformation activities around the globe.

References

1. Adekitan, A., I., (2017). 'Root Cause Analysis of a Jet Fuel Tanker Accident', International Journal of Applied Engineering Research 2017 (12) 14974-14983
2. Gonel, O., and Cicek, İ., (2019). 'Maritime Investigation Reports Involving Man-Over-Board (MOB) Casualties: A Methodology for Evaluation Process', Turkish Journal of Maritime and Marine Sciences 2019 (2) 141-170
3. Gonel, O., and Cicek, İ., (2020a). 'Statistical Analysis of Man Overboard (mob) Incidents' s. 146-173, (Ed.) Kuyrukçu, E., Y., Engineering and Architecture Sciences Theory, Current Research and New Trends/2, IVPE, Cetinje
4. Gonel, O., and Cicek, İ., (2020b). 'Investigation of Man Over Board (Mob) Incidents: Findings and Discussions' s. 174-189, (Ed.) Kuyrukcu, E., Y., Engineering and Architecture Sciences Theory, Current Research and New Trends/2, IVPE, Cetinje
5. IMO, (2008). Code of the International Standards and Recommended Practices for a Safety Investigation into a Marine Casualty or Marine Incident. MSC-MEPC.3/Sirküler.2, Londra.
6. Park, Y., A., Yip, T., L., Park, H., G., (2019) 'An Analysis of Pilotage Marine Accidents in Korea' The Asian Journal of Shipping and Logistics 2019 (1) 049-054
7. <URL 1> https://www.ihsa.ca/resources/accident_investigation.aspx
8. <URL 2> https://en.wikipedia.org/wiki/Marine_accident_investigation
9. <URL 3> https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/j.1540-5885.2010.00798.x?casa_token=FIhCeMX6AdMAAAAA%3AawsDWtqGRmVIJJLLIb1XGsAbWasg2M2VNjJanZuYz6-X0Bv2VHn78dbB25yIKdTmfKcQ1eSVp2_Irw

Presentation ID/Sunum No= 32

Oral Presentation / Sözlü Sunum

Çalışma ve Tasarım Parametrelerinin Doğrudan Metanol Yakıt Hücresi Performansına Etkisinin Hesaplamalı Akışkanlar Dinamiği Yöntemiyle İncelenmesi

Arş.Gör. Şeyda Yegenoğlu[1] ,
Prof.Dr. İmdat Taymaz[1]
[1]Sakarya Üniversitesi
**Corresponding author: Şeyda Yegenoğlu*

Özet

Artan enerji tüketimi, yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımını kaçınılmaz kılmaktadır. Bu enerji kaynakları arasında yakıt hücreleri yüksek verimliliği ile dikkat çekmektedir. Doğrudan metanol yakıt hücresi yüksek enerji yoğunluğu ve kolay depolama gibi özellikleri nedeniyle umut vericidir. Bu çalışmada; üç boyutlu, tek hücreli, izotermal doğrudan metanol yakıt hücresi modeli oluşturularak yakıt hücresi geometrik parametreleri ve çalışma koşullarının yakıt hücresi performansı üzerine etkileri incelenmiştir. Modeli oluşturmak için sonlu elemanlar analizi ile çözüm yapan COMSOL Multiphysics yazılımı kullanılmıştır. Oluşturulan matematiksel modelden elde edilen sonuçlar ile referans alınan literatürdeki deneysel veriler karşılaştırılmış olup geliştirilen model doğrulanmıştır. Modellenen yakıt hücresinin çalışma koşulları ve geometrik parametreleri değiştirilerek optimum güç yoğunluğunu sağlayan değerler belirlenmiştir. Çalışma sonucunda; hücre sıcaklığının, metanol ve oksijen akış hızının, anot gaz difüzyon tabakası gözenekliliğinin, katot basıncının arttırılmasının güç yoğunluğunu arttırdığını, katot katalizör tabakası kalınlığının, membran kalınlığının azaltılmasıyla da hücre performansının önemli ölçüde arttığı görülmektedir. Yakıt hücresinde elde edilen en uygun güç yoğunluğu değeri olan 73.8 mW/cm^2 değerine; metanol akış hızının 6 ml/dk, hücre sıcaklığının 70 °C ve katot katalizör kalınlığının 19 µm değerlerinde ulaşılmıştır.

Anahtar Kelimeler: *Doğrudan metanol yakıt hücresi, COMSOL Multiphysics, Matematiksel modelleme, Üç boyutlu model*

Abstract

Increasing energy consumption makes the use of renewable energy sources inevitable. Among these energy sources, fuel cells are interesting due to their high efficiency. Direct methanol fuel cell is promising due to its properties such as high energy density and easy storage. In this study, three-dimensional, single-cell, isothermal direct methanol fuel cell model is constituted and effects of working conditions and geometric parameters on the performance of the fuel cell were studied. COMSOL Multiphysics software, a finite element analysis solver, was used to develop the model. The results obtained from mathematical model and the experimental data in the referenced literature were compared and the developed model was confirmed. By changing the operating conditions and geometric parameters of the modeled fuel cell, values that provide optimal power density were determined. As a result of the study, DMFC performance increases significantly with an increase in cell temperature, methanol and oxygen flow rate, anode gas diffusion layer porosity, cathode pressure and with a decrease in cathode catalyst layer thickness, membrane thickness. The optimum power density value obtained 73.8 mW/cm^2 in fuel cell, was reached at 6 ml/min of methanol flow rate, 70 °C of cell temperature and 19 µm of cathode catalyst thickness.

Keywords: *Direct methanol fuel cell, COMSOL Multiphysics, Mathematical modelling, Three-dimensional model*

Giriş

Teknolojik gelişmeler ve dünya nüfusunun artmasıyla birlikte enerji kullanımı dünya çapında önemli ölçüde artmaktadır. Fosil yakıtlardaki azalma ve bu yakıtların oluşturduğu çevresel sorunlardan dolayı artan enerji taleplerini karşılamak için yenilenebilir enerji kaynakları büyük önem taşımaktadır (Dorian ve ark., 2006). Son yıllarda, çeşitli yenilenebilir enerji uygulamaları için yakıt hücresi sistemlerine ilgi artmaktadır. Yakıt hücresi sistemlerinin faydaları arasında artan güç ve enerji yoğunluğu, daha yüksek verimlilik, sessiz çalışma, düşük emisyonlar ve hücrenin modülerliği sayılabilir (Mench ve ark., 2001).

Yakıt hücreleri arasında proton değişim membranlı yakıt hücreslerinin yüksek verimliliği gibi birçok avantajı olmasına rağmen depolanması ve dağıtımı konusunda zorluklar yaşandığı için araştırmacılar sıvı yakıt hücrelerine yönelmiştir. Aynı zamanda doğrudan metanol yakıt hücresi için kullanılan metanolün gaz olan hidrojenden daha az tehlikeli olması metanol yakıt hücresini ön plana çıkarmıştır (Brouzgou ve ark., 2011). Doğrudan metanol yakıt hücresinin gelişimini engelleyen en temel sorunlardan biri "kimyasal kısa devre" benzetmesi yapılan metanol geçişidir (Takmeel, 2016). Bu geçişi etkileyen çalışma parametreleri; hücre sıcaklığı, metanol konsantrasyonu, metanol akış hızı, oksijen akış hızıdır. Tasarım parametreleri olarak ise membran kalınlığı ve katalizör yapısıdır. Özellikle yüksek metanol konsantrasyonlarında metanol geçişi miktarını azaltmak için membranın kalınlığını arttırmak ve gaz difüzyon tabakasının yapısını optimize etmek gibi birçok yaklaşım değerlendirilmiştir (Gogel ve ark., 2004 ; Casalegno ve ark., 2014). Bir diğer sorun ise, anottaki metanol oksidasyon reaksiyonunun yavaş gerçekleşmesidir. Bu olay katalizör yüzeyinin zehirlenmesinden kaynaklanmaktadır. Bu nedenle reaksiyon hızını arttıran, zehirlenmeyi baskılayan katalizörler geliştirilmektedir (Seo ve Lee, 2010 ; Hu ve ark., 2020 ; Kaur ve ark, 2021). Doğrudan metanol yakıt hücresinin performansını arttırmak için hem deneysel hem de matematiksel modelleme çalışmalarında tasarım parametreleri ve çalışma koşulları incelenmiştir (Matar, 2012 ; Yu ve Zhao, 2012 ; Boni ve ark., 2019)

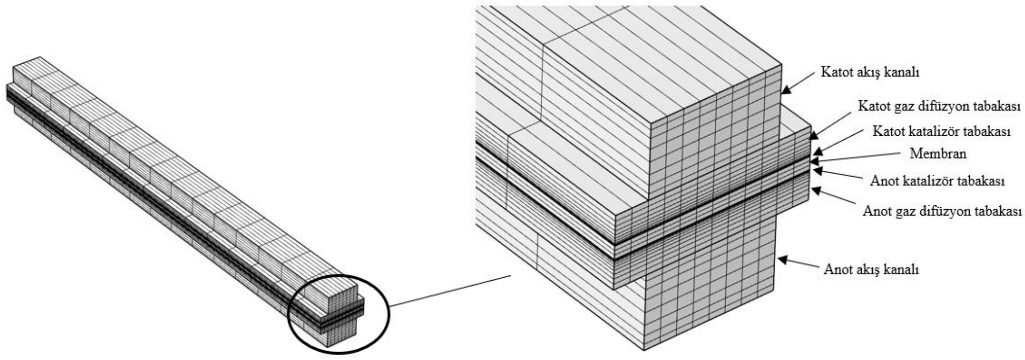
Bu çalışmada, parametrelerin referans alındığı S.S. Matar tarafından yapılan katot katalizör tabakası kalınlığının ve metanol akış hızının incelenmesine ek olarak oksijen akış hızının, katot basıncının, anot gaz difüzyon tabakası kalınlığının, membran kalınlığı değişiminin hücre performansını nasıl etkilediği incelenmiştir.

Modelleme

Doğrudan metanol yakıt hücresi (DMYH), düşük sıcaklıkta çalışan proton değişim membranlı (PEM) yakıt hücresinin bir alt grubu olarak değerlendirilmektedir. Bir doğrudan metanol yakıt hücresinin temel işlevi metanolün oksidasyonu yoluyla elektrik enerjisi üretmektir (Das ve ark., 2020). Şekil 1.'de doğrudan metanol yakıt hücresinin ağ yapısı (mesh) oluşturulmuş üç boyutlu geometrisi gösterilmektedir. Matematiksel model; anot ve katot akış kanalları, gaz difüzyon tabakaları (GDT), katalizör tabakaları (KT) ve membrandan oluşmaktadır. Modelleme için kullanılan COMSOL Multiphysics programında hesaplamalı akışkanlar dinamiği (HAD) yöntemi kullanılarak çözümlemeler gerçekleştirilmiştir.

Anot tarafında, metanol ve su, akış kanalına girer ve difüzyon yoluyla gaz difüzyon tabakasından denklem (1) 'deki reaksiyonun gerçekleşmesi için katalizör tabakasına geçer. Katot tarafında ise oksidan (hava veya oksijen), difüzyon ve konveksiyon yoluyla denklem (2)'deki reaksiyonun gerçekleştiği katalizör tabakasına geçer. Burada oksijen, dış devreden gelen elektronlar ve memrandan gelen protonlar ile reaksiyona girer. Sonuç olarak oluşan tüm reaksiyon ise denklem (3) 'te verilmiştir (Das ve ark., 2020).

Şekil 1. Çalışmada Kullanılan Üç Boyutlu Model



$$\boldsymbol{Anot}: \quad \boldsymbol{CH_3OH + H_2O \rightarrow CO_2 + 6H^+ + 6e^-} \tag{1}$$

$$\boldsymbol{Katot}: \quad \boldsymbol{3/2O_2 + 6H^+ + 6e^- \rightarrow 3H_2O} \tag{2}$$

$$\boldsymbol{Toplam}: \quad \boldsymbol{CH_3OH + 3/2O_2 \rightarrow CO_2 + 2H_2O} \tag{3}$$

Bu modelleme çalışmasında kullanılan geometrik, fiziksel ve kimyasal parametreler referans alınan deneysel çalışmaya dayanmaktadır ve bu parametreler Tablo 1.'de verilmiştir.

Tablo 1. Model Parametreleri (Matar, 2012)

Parametre	**Değer**
Akış kanalı uzunluğu	30 mm
Akış kanalı genişliği	2 mm
Akış kanalı yüksekliği	1 mm
Gaz difüzyon tabakası genişliği	3 mm
Gaz difüzyon tabakası kalınlığı	0.381 mm
Membran kalınlığı	0.1778 mm
Katalizör tabakası kalınlığı	19 µm
Gaz difüzyon tabakası gözenekliliği	0,8
Gaz difüzyon tabakası geçirgenliği	$1{,}18 \times 10^{-11}$ m^2
Gaz difüzyon tabakası elektrik iletkenliği	222 S/m
Katalizör tabakası gözenekliliği	0,4
Katalizör tabakası geçirgenliği	$2{,}36 \times 10^{-12}$ m^2
Katalizör tabakası elektrik iletkenliği	222 S/m
Anot reaksiyon katsayısı	1
Katot reaksiyon katsayısı	1
Anodik spesifik yüzey alanı	8×10^4 1/m

Anot viskozitesi	$1{,}19 \times 10^{-5}$ Pa.s
Katot viskozitesi	$2{,}46 \times 10^{-5}$ Pa.s
Hücre sıcaklığı	343,15 K
Referans basınç	1 atm
Metanol giriş debisi	6 ml/dk
Oksijen giriş debisi	600 ml/dk

Doğrudan metanol yakıt hücresi modellemesinde hız ve basınç için akış kanallarında Navier-Stokes denklemi, gaz difüzyon tabakası ve katalizör tabakalarında Brinkman denklemleri kullanılmıştır. Gaz difüzyon tabakalarında ve katalizör tabakalarındaki elektrik potansiyeli ile membran ve katalizör tabakalarındaki iyonik potansiyeli hesaplamak için Ohm kanunundan yararlanılmıştır. Daha sonra tür denklemleri, Navier-Stokes ve Brinkman denklemleri, Tafel denklemleri tarafından tanımlanan elektrokimyasal hesaplamalar ile birleştirilmiştir.

Doğrudan metanol yakıt hücresi modellemesinde aşağıda verilen belli varsayımlar kabul edilmiştir:

- Akış laminer, tam gelişmiş ve sıkıştırılamazdır.
- Membran sulu haldedir.
- Karbondioksit anot tarafında gerçekleşen reaksiyonun sonucu oluşur.
- Yakıt hücresi izotermaldir.
- Metanol sadece anot tarafına yayılabilir.
- Tek fazlı olarak kabul edilip iki fazlı etkiler dikkate alınmamıştır.

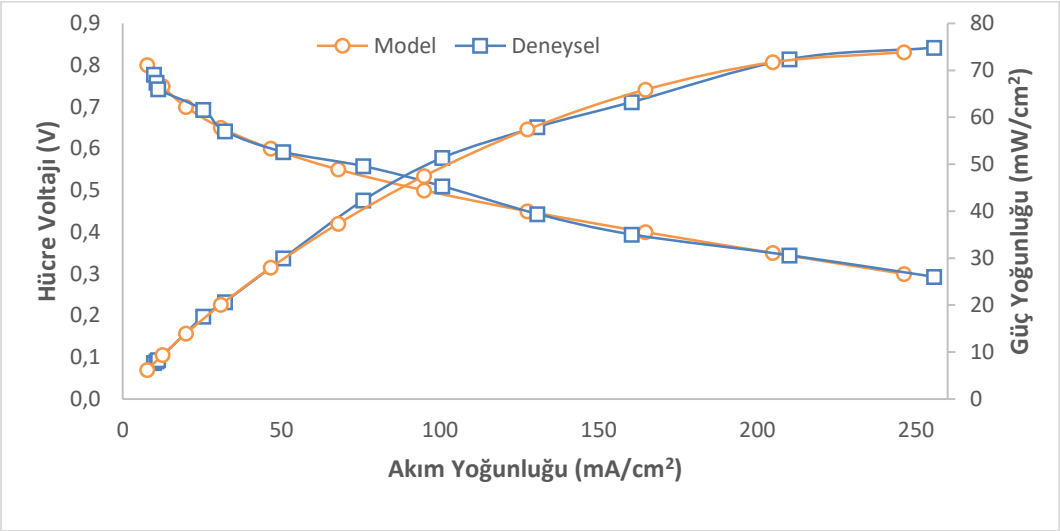
Analiz Sonuçlari ve Değerlendirme

S.S. Matar tarafından yapılan deneysel çalışmalarda kullanılan parametreler bu modelleme çalışmasının temelini oluşturmaktadır. Modelin doğrulanması sonrası çalışma ve tasarım parametrelerinin farklı değerlerinin akım ve güç yoğunluğuna etkisi incelenmiştir.

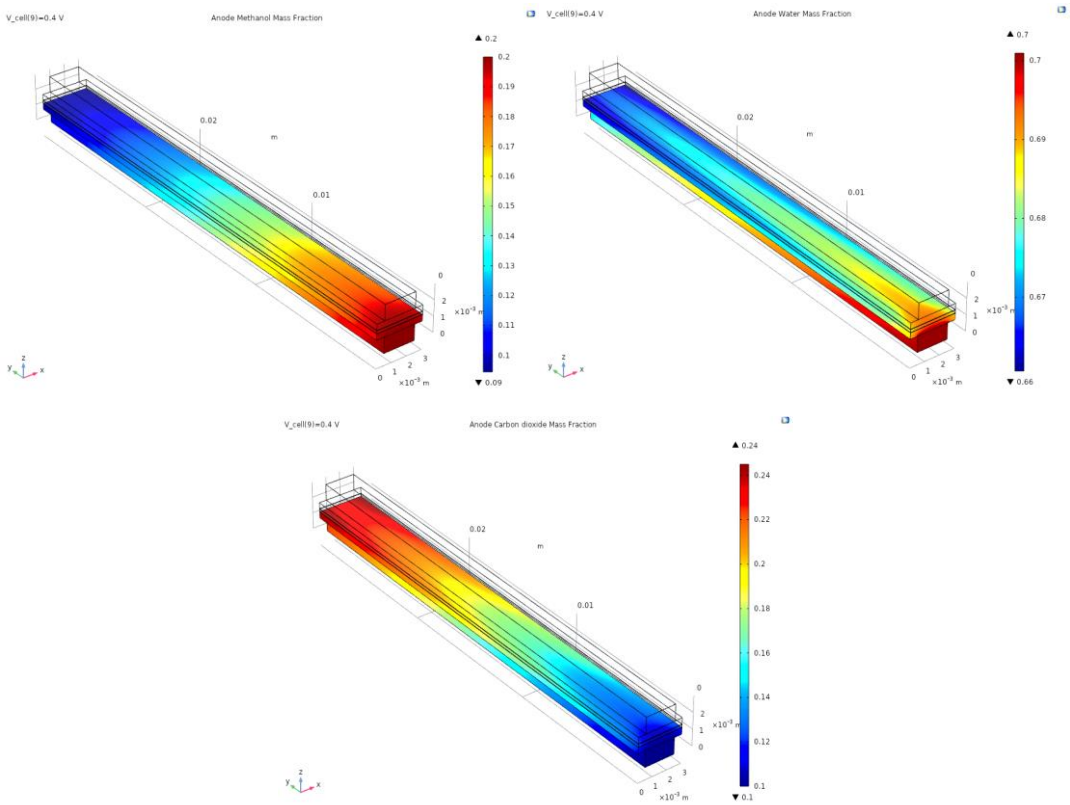
Modelin Doğrulanması

Bu çalışmada kullanılan üç boyutlu model S.S. Matar tarafından yapılan deneysel çalışmanın sonuçları ile karşılaştırılmıştır ve aralarında iyi bir uyum olduğu Şekil 2.'te gösterilmiştir. Model simülasyon programında 0,3 V ile 0,8 V aralığında çalıştırılmıştır. Şekil 3. ve Şekil 4.'te ise gerçekleşen reaksiyon boyunca reaktantların ve ürünlerin kütle fraksiyonlarının değişimi gösterilmiştir.

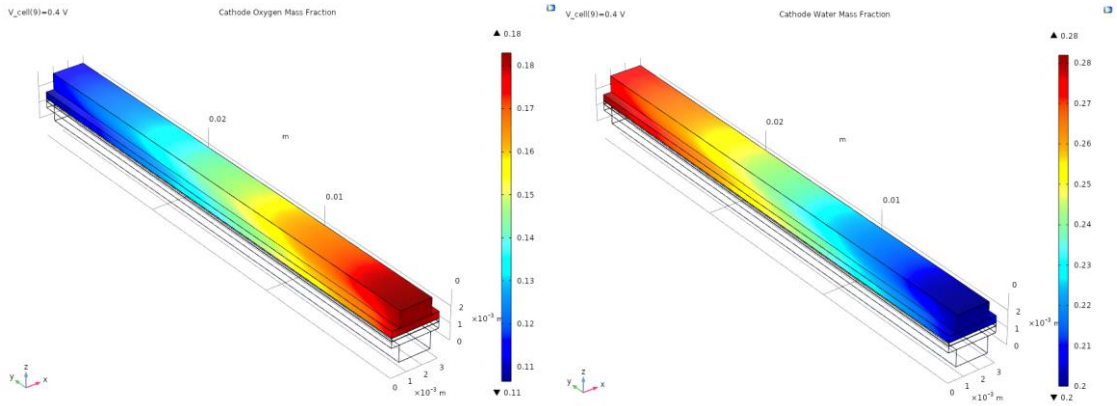
Şekil 2. Modelin doğrulanması



Şekil 3. Anot tarafındaki reaktantlar ve ürünlerin kütle fraksiyonları



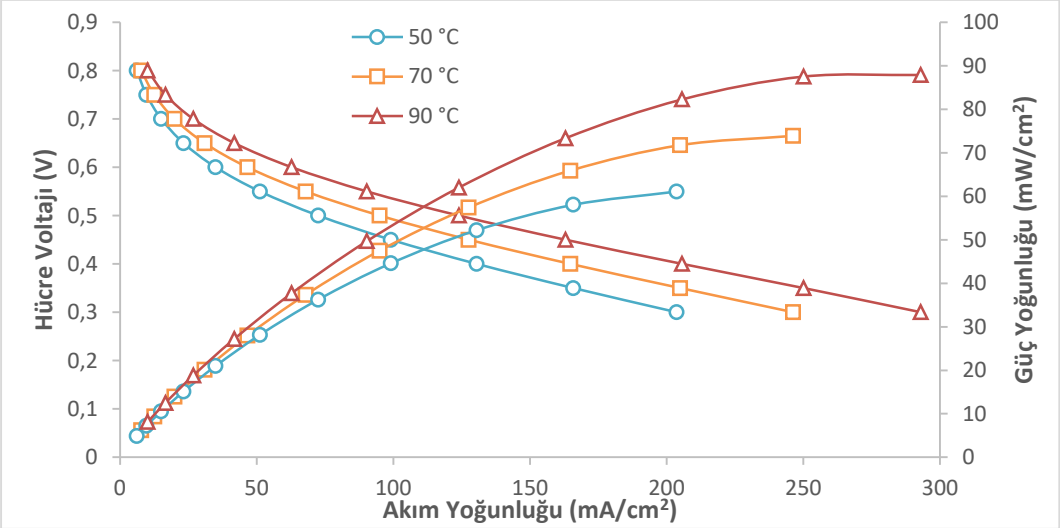
Şekil 4. Katot tarafındaki reaktantlar ve ürünlerin kütle fraksiyonları



Hücre Sıcaklığının Etkisi

Şekil 5.' de oluşturulan model için farklı hücre sıcaklığında polarizasyon ve güç yoğunluğu eğrileri gösterilmektedir. Yakıt hücresi performansının hücre sıcaklığındaki artışla önemli ölçüde arttığı görülmektedir. Bunun nedeni, hücre sıcaklığı arttığında reaktantların difüzyon hızı ile ürünlerin uzaklaştırılma hızının artması yani elektrokimyasal reaksiyonun daha hızlı gerçekleşmesidir. Bununla birlikte sıcaklıktaki artış sınırlıdır, çünkü yüksek sıcaklık daha az yakıt kullanımına ve metanol geçişi oranlarında artışa neden olmaktadır. Sonuç olarak, yakıt hücresinin düşük sıcaklıkta çalışmasıyla belirlenen sıcaklığa ulaşmak için geçen sürenin az olmasından dolayı güç yoğunluğu ile yakıt hücresi verimi arasında optimum değer belirlenmelidir.

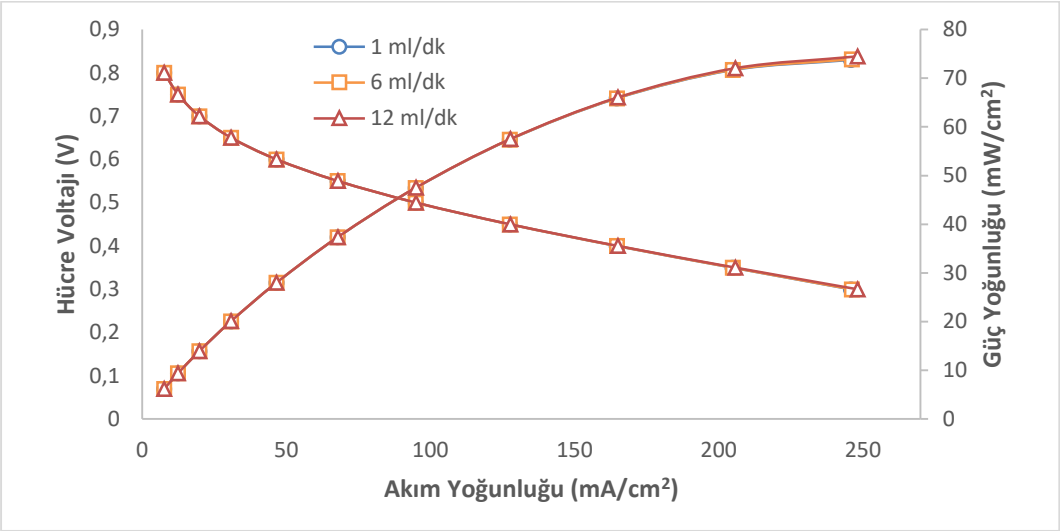
Şekil 5. Hücre Sıcaklığının DMYH Performansı Üzerine Etkisi



Metanol Akış Hızının Etkisi

Oluşturulan model için Şekil 6.'da farklı metanol akış hızlarındaki polarizasyon ve güç yoğunluğu eğrileri gösterilmiş olup metanol akış hızının artmasıyla yakıt hücresi performansının arttığı görülmüştür. Bunun sebebi, artan metanol akış hızının anot katalizör tabakasına ulaşan metanol miktarını arttırarak reaksiyonun hızının da artmasına neden olmasıdır. Bununla birlikte metanolün katoda geçişi de artmaktadır. Bunun için akış hızının diğer parametrelerle birlikte uygun bir aralığının bulunması gerekmektedir.

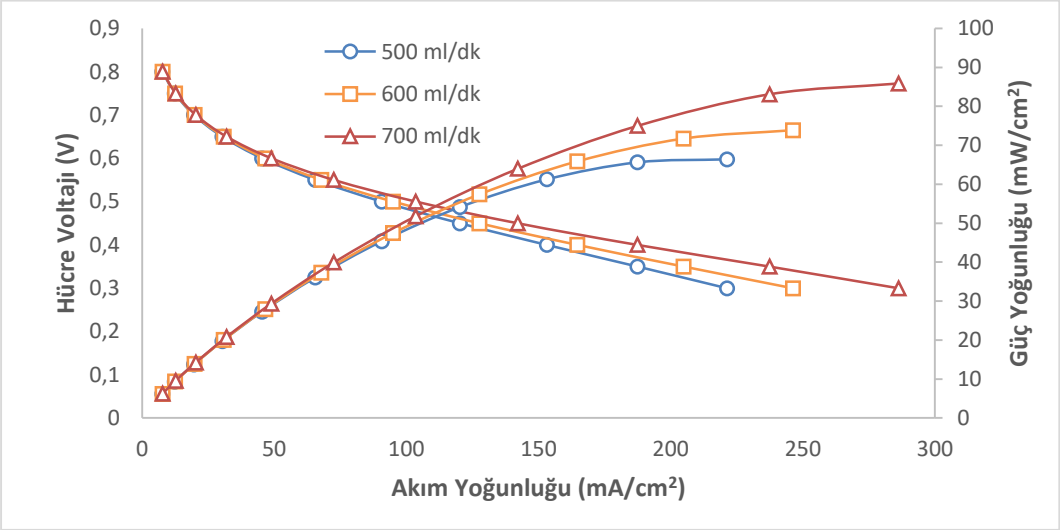
Şekil 6. Metanol Akış Hızının DMYH Performansı Üzerine Etkisi



Oksijen Akış Hızının Etkisi

Şekil 7.'de, oluşturulan model için farklı oksijen akış hızlarındaki polarizasyon ve güç yoğunluğu eğrileri gösterilmektedir. Katottaki oksijen akış hızı, oksidanın taşınımında ve suyun dışarıya atılmasında rol oynadığı için yakıt hücresi performansına etki eden bir parametredir. Oksijen akış hızındaki artış güç yoğunluğunu arttırmaktadır. Bunun nedeni, oksijen akış hızının artmasıyla birlikte oksijenin redüksiyon aktivitesinin artmasıdır. Bununla birlikte, oksijen fazlalığı ise membranın proton taşıma kabiliyetinde azalmaya neden olmaktadır. Şekil 7.'de en uygun oksijen akış hızı aralığının 600 -700 ml/dk olduğu görülmektedir.

Şekil 7. Oksijen Akış Hızının DMYH Performansı Üzerine Etkisi

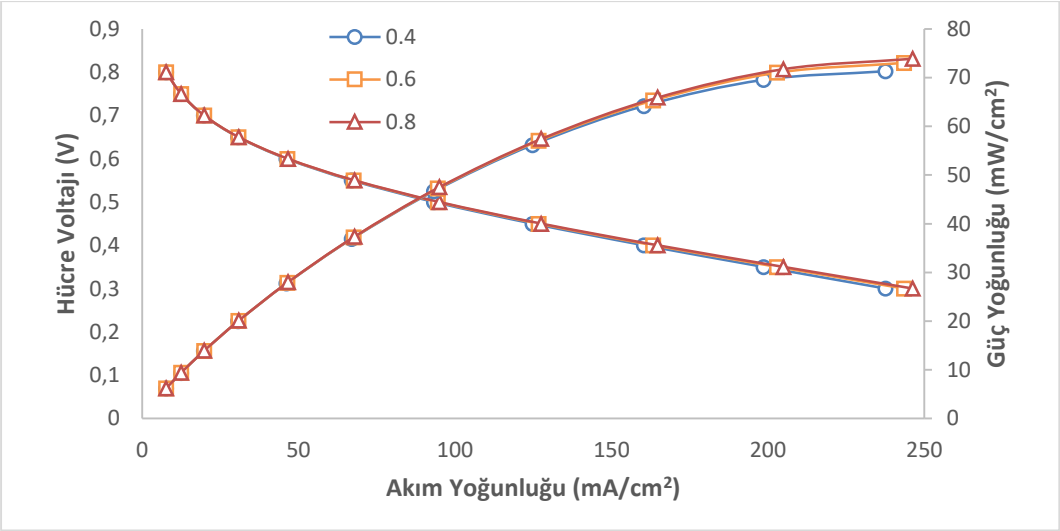


Anot Gaz Difüzyon Tabakası Gözenekliliğinin Etkisi

Şekil 8.'de, oluşturulan model için farklı anot gaz difüzyon tabakası gözenekliliklerinde polarizasyon ve güç yoğunluğu eğrileri gösterilmiştir. Gözenekliliğin artmasıyla hücre performansı artmaktadır. Bunun nedeni anot gaz difüzyon tabakası gözenekliliği arttıkça metanolün aktif alanı artmakta ve anot gaz difüzyon tabakası

boyunca metanol akışına etki eden direnç azalmaktadır. Böylece reaksiyonun gerçekleştiği anot katalizör tabakasına daha fazla metanol akışı ile hücre performansı artmaktadır.

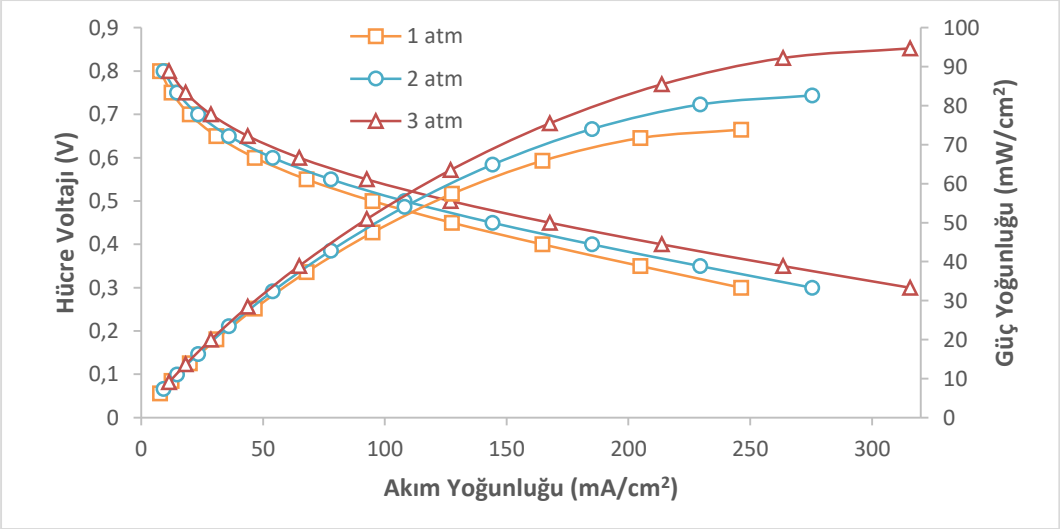
Şekil 8. Anot Gaz Difüzyon Tabakası Gözenekliliğinin DMYH Performansı Üzerine Etkisi



Katot Basıncının Etkisi

Şekil 9.'da, oluşturulan model için farklı katot basınçlarında polarizasyon ve güç yoğunluğu eğrileri gösterilmektedir. Eğrilerde, katot basıncındaki artışın güç yoğunluğunu arttırdığı görülmektedir. Bunun nedeni, oksijenin basıncının metanol geçişini zorlaştırması ve oksidanın difüzyon etkilerini arttırmasıdır. Anot tarafındaki metanol miktarının artması sonucu, yakıt hücresinin performansı, düşük akım yoğunluklarında artmaktadır. Katot tarafındaki oksijen giriş basıncının yükselmesiyle anoda verilen suyun, katoda nüfuz etmesi daha fazla önlenmiş olur

Şekil 9. Katot Basıncının DMYH Performansı Üzerine Etkisi

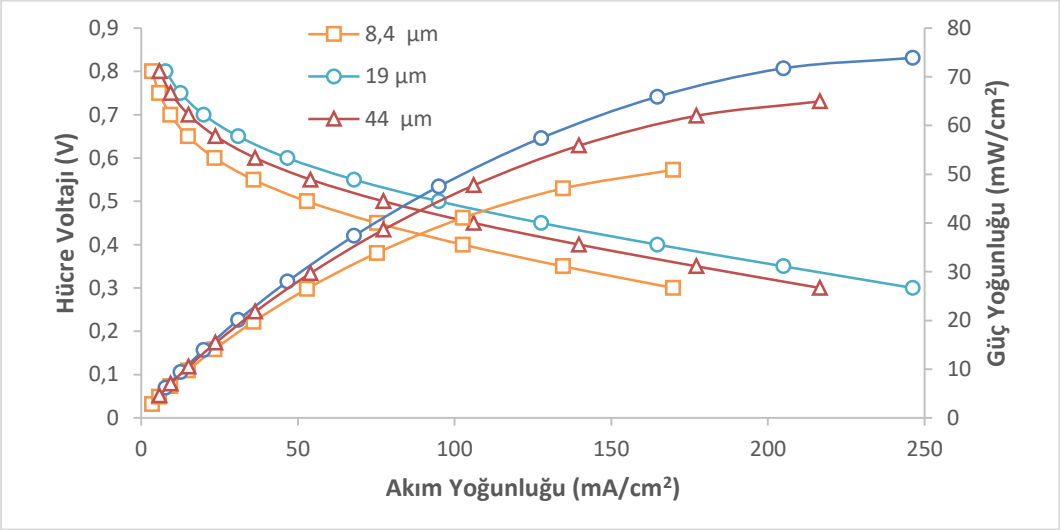


Katot Katalizör Tabakası Kalınlığının Etkisi

Şekil 10.'da, oluşturulan model için farklı katot katalizör tabakası kalınlıklarındaki polarizasyon ve güç yoğunluğu eğrileri gösterilmektedir. Katalizör tabakası, reaksiyonun gerçekleştiği yer olduğu için performansı

doğrudan etkilemektedir. 8,4 µm, 19 µm ve 44 µm değerlerinde katot katalizör tabakası kalınlıkları incelenmiştir. Diğer iki kalınlık ile karşılaştırıldığında 19 µm kalınlıktaki katot katalizör tabakasında en yüksek güç yoğunluğu elde edilmiştir. Bunun nedeni, 19 µm kalınlığına kıyasla 8,4 µm kalınlığındaki katot katalizör tabakası kalınlığının çok ince olması ve suyun taşmasına yol açmasıdır. 44 µm kalınlıkta ise katot katalizör tabakası kalınlığının normalden fazla olması sebebiyle elektron ve iyon iletkenliğini azalmasıdır.

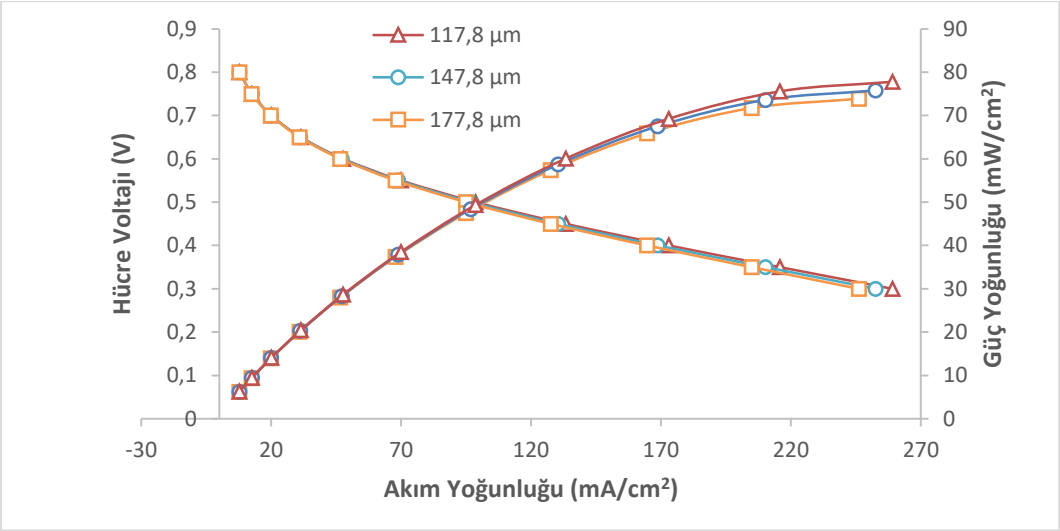
Şekil 10. Katot Katalizör Tabakası Kalınlığının DMYH Performansı Üzerine Etkisi



Membran Kalınlığının Etkisi

Şekil 11.'de, oluşturulan model için farklı membran kalınlıklarında polarizasyon ve güç yoğunluğu eğrileri gösterilmektedir. Membran kalınlığının azalmasının performans üzerine olumlu etkisi olduğu gösterilmiştir. Aynı çalışma koşulları altında daha ince membran kullanıldığında DMYH performansının artış göstermesinin nedeni, proton geçişindeki direncin azalmasıdır. Fakat, daha ince membranın metanol geçişine neden olma riski bulunduğu için diğer parametrelere göre kalınlığın optimize edilmesi gerekmektedir.

Şekil 11. Membran Kalınlığının DMYH Performansı Üzerine Etkisi



Sonuçlar

Bu çalışmada, giriş parametrelerinin ve geometrik parametrelerin hücre performansı üzerine etkisini incelemek için üç boyutlu, tek fazlı, çok bileşenli bir doğrudan metanol yakıt hücresi modeli geliştirildi. COMSOL Multiphysics programı süreklilik, momentum, reaksiyonun gerçekleşmesini sağlayan türlerin taşınımı ve elektrokimyasal süreçler için gerekli denklemleri çözmek için kullanılmıştır. Çalışma koşulları ve tasarım parametreleri için verilen 3 farklı değerde simülasyonu yapılan modelin polarizasyon ve güç yoğunluğu eğrileri oluşturulmuştur. Modellemede elde edilen sonuçlar şu şekildedir:

- Anot tarafında metanolün ve suyun kütle oranının reaksiyon sonucu azaldığı ve bir miktar karbondioksit oluştuğu, katot tarafında ise oksijenin azalıp suyun kütle oranının arttığı görülmüştür.
- Hücre sıcaklığının, metanol akış hızının, oksijen akış hızının, katot basıncının ve anot gaz difüzyon tabakası gözenekliliğinin arttırılması, akım ve güç yoğunluğunu arttırmaktadır.
- Katot katalizör tabakası kalınlığının ve membran kalınlığının azaltılması da akım ve güç yoğunluğunu arttırmaktadır.

Sonuç olarak; modellenen doğrudan metanol yakıt hücresinin optimum performansına, metanol akış hızının 6 ml/dk, hücre sıcaklığının 70 °C olduğu çalışma koşullarında ulaşılmıştır.

Kaynakça

1. Boni, M. et al. (2019) ‘Effect of Anode Gas Diffussion Layer Thickness and Porosity on the Performance of Passive Direct Methanol Fuel Cell’, Chemical Product and Process Modeling, 14(4).
2. Brouzgou, A., Tzorbatzoglou, F. and Tsiakaras, P. (2011) ‘Direct Alcohol Fuel Cells: Challenges and future trends’, in Proceedings of the 2011 3rd International Youth Conference on Energetics (IYCE), pp. 1–6.
3. Casalegno, A. et al. (2014) ‘Nanostructured Pd barrier for low methanol crossover DMFC’, International Journal of Hydrogen Energy, 39(6), pp. 2801–2811.
4. Das, S. et al. (2020) ‘1 - Introduction to direct methanol fuel cells’, in Dutta, K. B. T.-D. M. F. C. T. (ed.). Elsevier, pp. 1–12.
5. Dorian, J. P., Franssen, H. T. and Simbeck, D. R. (2006) ‘Global challenges in energy’, Energy Policy, 34(15), pp. 1984–1991.
6. Gogel, V. et al. (2004) ‘Performance and methanol permeation of direct methanol fuel cells: dependence on operating conditions and on electrode structure’, Journal of Power Sources, 127(1), pp. 172–180.
7. Hu, Q.-Y. et al. (2020) ‘Hydrothermal synthesis of complex morphological bimetal PdRh nanocatalysts for methanol oxidation’, Journal of Alloys and Compounds, 818, p. 152886
8. Kaur, A. et al. (2021) ‘Supported bimetallic nanoparticles as anode catalysts for direct methanol fuel cells: A review’, International Journal of Hydrogen Energy.
9. Matar, S. S. (2012) Methanol crossover in direct methanol fuel cells, ProQuest Dissertations and Theses. University of Miami.
10. Mench, MM, Wang, ZH, Bhatia, K & Wang, C 2001, 'Design of a micro direct methanol fuel cell (μDMFC)', American Society of Mechanical Engineers, Heat Transfer Division, (Publication) HTD, vol. 369, no. 4, pp. 317-324.
11. Seo, S. H. and Lee, C. S. (2010) ‘The Effects of Membrane Thickness on the Performance and Impedance of the Direct Methanol Fuel Cell’, Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part C: Journal of Mechanical Engineering Science, 224(10), pp. 2211–2221.
12. Takmeel, Q. (2016) 3D anodes for direct methanol fuel cells: Science and synthesis, ProQuest Dissertations and Theses. University of Florida.
13. Yu, B. and Zhao, H. (2012) ‘Study on Influence of Geometric Parameters on DMFC Performance Based on Experiments and CFD Simulations’, Applied Mechanics and Materials, 217–219, pp. 754–758.

Presentation ID/Sunum No= 26

Oral Presentation / Sözlü Sunum

Kartela Üretim Sürecinin İş Örneklemesi İle İncelenmesi

Prof.Dr. Can Ünal[1] , Nuray Yılmaz Tomris[2] ,
Aynur Şahin[3]
[1]Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi, Çorlu Mühendislik Fakültesi, Tekstil Mühendisliği Bölümü
[2] Almodo Altunlar Tekstil San. ve Tic. A.Ş., Tasarım Merkezi
[3]Almodo Altunlar Tekstil San. ve Tic. A.Ş., Tasarım Merkezi

Özet

Bu çalışmada, kumaş üretim ve boyama fabrikasının tasarım bölümünde çalışanların performansını belirlemek amacıyla kartela üretimi sürecinde iş örneklemesi yapılmıştır. Kartela üretimi kumaş seçimi, kumaşların sıralanması, sabitlenmesi ve başlıkların takılarak kartela oluşturma işlemleri incelenmiştir. Toplamda 11 çalışan için gerçekleştirilen iş örneklemesi sonucunda verimli, yardımcı ve verimsiz olarak sınıflandırılan faaliyetlerin yüzdeleri hesaplanmıştır. En çok rastlanan verimsiz faaliyet etrafa bakınma ve tuvalet kullanımı olarak tespit edilmiştir. Verimsiz faaliyetlerin düzeltilmesi için çeşitli tavsiyelerde bulunulmuştur. Ayrıca saat bazında verimlilik değişimleri kontrol kartları yardımıyla incelenmiştir.
Anahtar kelimeler: *verimlilik, iş etüdü, iş örneklemesi, kartela üretimi*

Abstract

In this study, work sampling was carried out during the hanger production process in order to determine the performance of the employees in the design department of the fabric production and dyeing factory. Hanger production, fabric selection, sorting and fixing of the fabrics, and the processes of creating a color chart by attaching the headers were examined. As a result of the work sampling performed for 11 employees in total, the percentages of the activities classified as efficient, auxiliary and inefficient were calculated. The most common inefficient activity was determined as looking around and using the toilet. Various recommendations have been made to correct inefficient activities. In addition, productivity changes on hourly basis were analyzed with the help of control charts.
Keywords: *productivity, work study, work sampling, hanger production*

Giriş

Günümüzün rekabetçi piyasa koşullarında hiçbir şirket ya da örgüt, verimlilik konusunu dikkate almadığı ve bu konuda belirli bir düzeye ulaşamadığı sürece varlığını sürdüremez. Bu gerçeğin farkına varamayan şirketler ise önce durgunluğa daha sonra da iflasa mahkûmdurlar. Verimlilik, sadece örgütlerin ve bireylerin başarısı için değil, ulusal ekonomi ve toplumsal kalkınma için de uzun dönemde en önemli kaynaklardan biridir. Ayrıca verimlilik kavramı, oldukça geniş bir kapsama sahip olan ve bir işletmede her türlü alanda karşımıza çıkan bir başarı ölçütüdür (Proctor, 1997).

Verimlilik denince, elde edilen ürün ve hizmetin kalitesini yükseltme, çevreyi ve doğal yapıyı koruma, çalışanlara en iyi yaşam ve çalışma koşullarını sağlama ve bu arada birim girdi başına üretim miktarını artırma çabaları birlikte düşünülmektedir. Toplam verimlilik anlayışı içinse verimliliği, çeşitli üretim ve çevre faktörleriyle teknolojik, ekonomik ve örgütsel yeteneklerin bir bileşimi olarak tanımlamak mümkündür. Verimlilik çoğu işletmede kullanılabilme kolaylığından ve basit bir ölçüt olması nedeniyle yaygın şekilde kullanılan bir performans ölçütüdür (Akdeniz & Durmaz, 2016).

Verimliliğin tanımı, üretim tipinin farklı olmasına veya sistemin politik, ekonomik ya da sosyal sistem olmasına göre değişmez. Bu bağlamda bazen farklı kişiler için farklı anlamlar ifade etse de, verimlilik kavramı, daima üretilen mal ve hizmetin miktar ve kalitesiyle, bunları üretmek için kullanılan kaynaklar arasındaki ilişki olarak kalır. Ancak geçmişe göre önemli bir farklılık, verimlilik kavramının her gün artan bir şekilde kaliteyle ilişkilendirilmesidir. Günümüz verimlilik anlayışında çıktının, girdinin ve sürecin kalitesi önemlidir. Daha da önemlisi işgücünün, yönetimin ve çalışma koşullarının kalitesidir. Böyle olunca verimlilik karşımıza sosyal ve ekonomik kavramlarla birlikte ele alınması gereken oldukça geniş bir kavram olarak çıkmaktadır (Ramsay, 2008).

Düşük verimliliğin sebep olacağı olumsuz sonuçlardan uzak durabilmek için pek çok verimlilik artırıcı yöntem geliştirilmiştir. Farklı kapsamda ve çok sayıda teknik vardır.

İş etüdü tekniği, insanların çalışmasını incelemek ve verimi etkileyen faktörleri belirlemek için kullanılan iki grup tekniğin; metot etüdünün ve iş ölçümünün bileşimidir. İş etüdü çok az bir sermaye ile veya hiç sermaye yatırımı yapmaksızın, belirli miktardaki kaynaklardan elde edilecek çıktı miktarını artırmaya yönelik çalışmalar için kullanılmaktadır.

Metot etüdü, insanın performans ve gereksinimlerini de dikkate alarak, iş sistemlerinin amaca uygun organizasyonu yoluyla, insan, üretim aracı ve üzerinde çalışılan nesne arasında göreve uygun bir ortak etkimenin sağlanmasıdır. İş ölçümü ise; nitelikli bir işçinin, belli bir işi, standart bir çalışma hızıyla yapması için gereken zamanı saptamak amacıyla geliştirilmiş tekniklerin uygulanmasıdır. İş ölçümünde kullanılan başlıca teknikler: “Zaman Etüdü”, “İş Örneklemesi” ve “Önceden Belirlenmiş Zamanlar Sistemi”dir. Bu çalışmada incelenecek olan yöntem “İş Örneklemesi” dir.

Literatürde iş örneklemesi ile ilgili birçok çalışma incelenmiş, bazılarına burada yer verilmiştir;

Barnes (1980), Brock (1978), Stohlman (1978) giyim endüstrisindeki operatörlerin aktivitelerini ve operasyonların dağılım yüzdelerini araştırmış ve kişisel araları ve boş zamanları; bir üretim sürecindeki operasyonları gözlemleyerek ve oranları belirleyerek analiz etmiştir. Sonuç olarak; genel bir dikimhanede çalışma zamanlarının %72,7’sinin üretim faaliyetlerine, %23,2’sinin ise kişisel aralara ve önlenemeyen boş zamanlara harcandığı tespit edilmiştir. (Barnes, 1980), (Brock, 1978) (Stohlman, 1978).

Kiremitçi ve Meriç (2001) bayan üst giyim çalışan iki farklı konfeksiyon işletmesinde iş örneklemesi etüdü yapmışlardır. İş örneklemesi uygulaması dikimhane bölümünde, üretim araçları olan dikiş makineleri ve ütüler üzerinde yapılmıştır. Sonuçların beklenen oldukça farklı çıkması, örnek alınan işletmelerde ürün miktarının az, buna karşılık üretim miktarının fazla olmasına ve iş akışı organizasyonun yetersizliğine bağlanmıştır (Kiremitçi & Meriç, 2001).

Karyağdı (2001) vergi dairelerinde genel amaçlı iş örneklemesi çalışması yaparak vergi dairesi personelinin çalışan-çalışmayan analizini yapmıştır (Karyağdı, 2001).

McNiven vd. (1992) çalışan hemşirelerin faaliyetleri üzerine bir iş örneklemesi çalışması yapmışlardır (McNiven vd., 1992).

Öncer ve Asil (1992) ahşap mobilya üreten işletmelerdeki işgücü verimliliğini etkileyen ve engelleyen bir faktör olan ve gerek organizasyondan gerekse işgücünden kaynaklanan kayıp zamanları belirlemek, nedenlerini ortaya koymak ve çözüm önerilerini geliştirmek için iş örneklemesi çalışması gerçekleştirmişlerdir (Öncer & Asil, 1992).

Timur (2005) iki tane iş örneklemesi çalışması gerçekleştirmiştir. Bunlardan ilki Ankara’daki Kurtuluş basımevinin makine bölümünde, ikincisi ise aynı basımevinin ciltleme bölümünde yapılmıştır (Timur, 2005).

Bu çalışmada yukarıdaki çalışmalardan farklı olarak, bir tekstil firmasındaki kartela üretim süreci ele alınarak, buradaki çalışanların iş örneklemesi yöntemiyle zaman kayıplarının sebepleri belirlenmiş ve çözüm önerileri geliştirilmiştir.

Materyal ve Metot

Bu bölümde uygulama yapılan firma hakkında genel bilgi ve iş örneklemesi metodolojisi hakkında bilgi verilmiştir.

Çalışmanın gerçekleştirildiği firma bir kumaş üreticisi olarak 1995 yılında kurulmuştur. Yıllık 20 milyon metreden fazla üretim kapasitesine sahip, iplik büküm/eğirme, dokuma, boyahane ve terbiye bölümleri yer almaktadır. İş örneklemesi uygulamasının yapıldığı tasarım merkezinde toplamda 13 çalışan mevcuttur. Gerçekleştirilen uygulama sırasında 11 çalışanın verimlilikleri gözlemlenmiştir.

İş örneklemesi ilk olarak 1935 yılında bir İngiliz İstatistikçi olan L.H. C. Tippett- tarafından geliştirilmiştir (Rogge & Tucker, 1982). O zamanlarda bu yöntem yalnızca makinelerin üretim dışı zamanlarını ölçmek için kullanılırken, günümüzde kişilerin ve makinelerin aktif olmama sebeplerini belirlemek ve bunlar üzerinde iyileştirme yapabilmek için de kullanılmaktadır.

İş örneklemesi, çeşitli faaliyetleri yaparken harcadıkları zaman yüzdesini belirlemek için, çalışanların tesadüfü olarak gözlenmesi esasına dayalı bir iş ölçüm tekniğidir. Grup faaliyetlerinin ve uzun süreli faaliyetlerin incelenmesinde özellikle yararlı bir yöntemdir. İş örneklemesi istatistiksel bir örnekleme tekniğidir. İş örneklemesinde kronometre ile zaman ölçümü yapılmaz. Örneklemede amaç, çalışanların çalışma sürelerinin, faaliyet sürelerindeki payının ne olduğunun belirlenmesidir. İnsanların zamanlarını ne yaparak ve ne kadar süre harcadıklarının belirlenmesinde kullanılır.

Örnekleme çalışması yapılırken incelenecek tüm iş ve işlemleri ifade eden ana kütle (popülasyon) hakkında bir sonuca varmak veya bir sonuca varılmasına yardımcı olmak amacıyla dikkat edilmesi gereken en önemli nokta örneklemin ana kütleyi en iyi şekilde temsil edebilmesidir. Saha çalışmasında bilgi ve belgelerin tümünü incelemek uygulamada çoğu zaman mümkün veya etkin olmadığından, araştırmanın ana kütle büyüklüğü, bütçesi ve zaman kısıtları da düşünüldüğünde örnekleme yöntemiyle güvenilir sonuçlara ulaşılabilmektedir (Robinson, 2010). Teknik çok sayıda rasgele gözlem yapılmasını gerektirir. Gözlemler rasgele yapılmaz ise ortaya çıkan sonuçların istatistiksel güvenilirliği düşecektir. Örneğin, günün son saatlerinde veya haftanın belirli günlerinde rasgele olmayacak şekilde yapılan gözlemler, tekniğin teorisine uygun değildir (Kanawaty, 2004).

İş örneklemesi, sekiz basamaklı bir iş sırası esas alınarak gerçekleştirilmektedir.

Hedef Belirleme: Öncelikle iş örneklemesi ile ulaşılmak istenen amaç tanımlanmalıdır. Amacın belirlenmesi ile bağlantılı diğer işlemler, iş sistemlerinin seçilmesi ve gözlemlenecek insan ve üretim araçlarının saptanmasıdır.

İş Akışı Türlerinin Tanımı ve Tespiti: Bu aşamada etüdün kullanım amacına uygun olarak iş akışı türleri tespit edilerek yapılacak gözlemin daha sağlıklı gerçekleşmesi sağlanmaktadır. Bunun yanında ayırt edilecek akış türlerinin adı ile asla yetinilmemeli, ek olarak ayrıca basit ve yanlış algılanmayacak tanıtıcı özellikler de belirtilmelidir.

Tur Planının Belirlenmesi: Yapılacak gözlem için, üçüncü adımda etüt yerinin krokisi üzerinde bir dolaşma planının belirlenmesi gerekmektedir. Bu dolaşma planına uygun olarak gözlemler yapılmaktadır.

Gözlem Sayısının Tespiti: Bir örnekleme çalışması ile belli bir hata düzeyine razı olmak durumunda kalınmaktadır. İş ölçümü amacıyla örnekleme çalışması yapılabilmesi için yöneticilerden arzuladıkları güven düzeyini ve kabul edebilecekleri hata derecesini belirlemeleri istenmektedir. Daha sonra örnek büyüklüğü Formül 1 ile hesaplanmaktadır.

$$n = \frac{z^2 pq}{l^2} \qquad (1)$$

n=gerekli gözlem sayısı

z= güven aralığı için öngörülen değer (%99 için 2,58; %95 için 1,96; %90 için 1,645)

p=incelenmek istenilen olayın olma sıklığı

$q=1-p$

l= kabul edilebilir hata limiti

Arzulanan güven düzeyi arttıkça ya da kabul edilebilir hata derecesi azaldıkça daha büyük örneklerle çalışmak gerekmektedir. Bu istatistiksel yöntem dışında, iş örneklemesinde örnek büyüklüğünün hesaplanması amacıyla belli güven ve doğruluk düzeyleri için hazırlanmış nomogram ve tablolardan da yararlanılmaktadır.

Tur Zamanlarının Belirlenmesi: Bu aşamada her turun başlangıç zamanı saptanmaktadır. Burada önemli olan bu anların rastsal bir biçimde elde edilmesidir. Böylece hem istatistiksel koşullar yerine getirilmekte hem de gözlemcinin sonuçları bilinçsiz de olsa etkileyebilme olasılığı ortadan kalkmaktadır. Geçmişte rastsal sayılar tablosundan yararlanılarak yapılan seçimler günümüzde Excel ve İstatistik Paket programlarının yardımıyla kolaylıkla yapılabilmektedir. Tur zamanlarının belirlenmesinde bu yol izlenmektedir;

$n = N / t$

n = Günlük gözlem sayısı

N = Gerekli gözlem sayısı

t = İş örneklemesinin uygulanma süresi

Etüdün Uygulanması: Gözlemler planlanan şekilde yapılır.

Ara Değerlendirme: Yapılan gözlemler sonucunda bir ara değerlendirme yapılarak kontrol edilmektedir. İstenen güvenlik seviyesine ulaşılamamış ise yeni p değeri ile Formül (1) kullanılarak yeni gözlem sayısı (N) belirlenir.

Son Değerlendirme: Son değerlendirme, şu aşamalardan oluşmaktadır;

Her akış türü ile ilgili toplam gözlem sayısının hesaplanması, her akış türünün toplam gözlem içerisindeki p payının hesaplanması, ulaşılan mutlak güven aralığının her akış türü için hesaplanması, sonuçların, sonuç formunda üzerinde akış türleri profili biçiminde bir araya getirilmesi, her akış türünün pay değerine ait güven aralığının iş örneklemesi sırasında daralmasını belgeleyebilmek amacıyla kontrol kartlarının hazırlanması, iş örneklemesi verilerinin kullanılabilirliği konusunda karar verilmesidir.

Çalışma sırasında herhangi bir günde aksaklık işe gelmeme, iş bekleme, eleman eksikliğinden dolayı işin duraksaması söz konusu olabilir. Bu durum elde edilen bazı dataların kontrol limitleri dışında yer almasına neden olmaktadır. Eğer bir nokta kontrol limitlerinin dışında yer alırsa bu çalışmada normal olmayan bir durumun gerçekleştiği düşünülür. Böyle bir durumda, duraksama süresince elde edilen datalar kullanılmaz ve çalışma sonuçları elde kalan diğer datalar yardımıyla hesaplanır.

Alt ve üst limitlerin hesaplanması şu Formül 2 kullanılmaktadır.

Kontrol limitleri; $p \pm 3 \times \sqrt{\frac{p(1-p)}{N}}$ (2)

Araştırma Bulguları ve İrdeleme

Yapılan uygulamamın temel amacı tasarım merkezinin kartela bölümünde faaliyet gösteren çalışanların genel durumuna ilişkin sayısal verilerin elde edilmesi, verimi düşüren faktörleri ve çalışanların faaliyetlerini tespit etmek ve işgücünün iyi planlanıp planlanmadığı hakkında fikir edinmek, öğleden önce ve sonraki verim değişimlerinin incelenmesidir. Her bir operasyon için %95 güven aralıklarına uyacak miktarlarda gözlem yapılmıştır.

Üretim Akış Şemaları

Kartela üretim süreci MS Visio programıyla üretim akış şemaları oluşturulmuştur. Çıkarılan bu üretim akış şemaları Şekil 1'de gösterilmektedir.

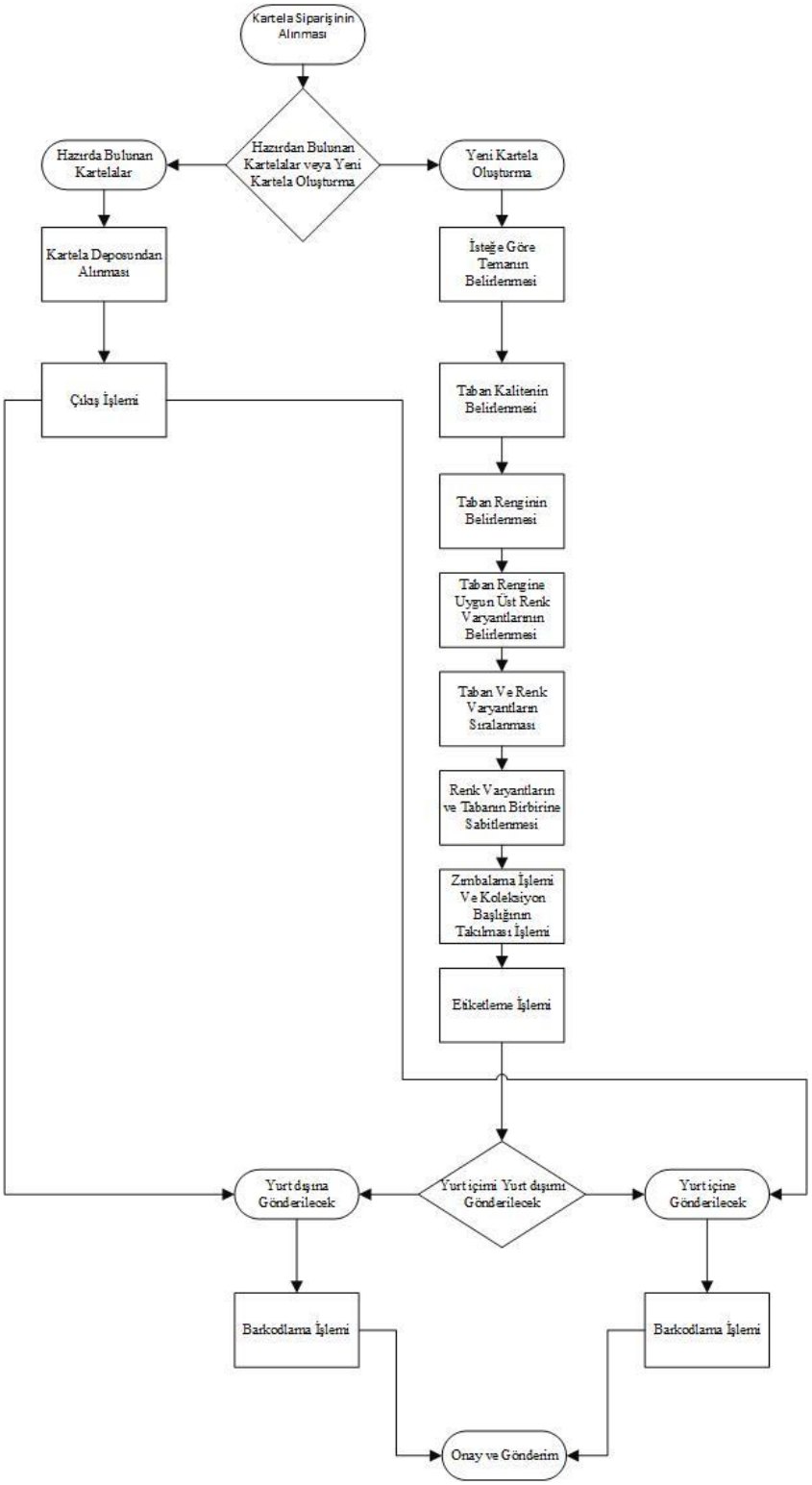
Elde Edilen İş Akış Faaliyetleri

Çalışma sırasında, iş akış faaliyetleri oluşturulmuştur. Tablo 1'de iş akış faaliyetleri verimli, yardımcı ve verimsiz başlığı altında sıralanmıştır.

Tablo 1. İş Akış Türleri

Verimli	No
Kartela listelerinin alınması	1
Etiket oluşturması	2
İçliğin takılması (şerit kağıt)	3
Zımbalama işlemi	4
Başlıkların takılması	5
Oluşturulan kartelanın etiketlenmesi	6
Renk varyantlarına göre sıralanması	7
Listelerin durumunun kontrol edilmesi	8
Mesai saatlerinin yazılması ve onaylatılması	9
Başlığın kaşelenmesi	10
Yardımcı	
Örnek kartelanın askıdan alınması ve asılması	11
Kumaş numunelerinin getirilmesi	12
Parça numunelerin masaya serilmesi	13
Varyantların düzeltilmesi	14
Kartelaların etiket masasına bırakılması	15
Etiketlenen ürünün tekrar etiket masasından alınması	16
Eski kalite kartelaların depoya taşınması	17
Verimsiz	
İş bekleme	18
Konuşma	19
İşe geç gelme	21
Etrafa bakınma	22
Wc	23
Revir	24

Şekil 1. Kartela Üretim Şeması



Tur Zamanlarının Belirlenmesi

Excel üzerinden rastgele saat atamaları yapılıp çakışan saatler silinip ona göre atama yapılmıştır. İsimler ve saatler Tablo 2'de verildiği gibi rastgele seçimlerden oluşmaktadır.

Tablo 2. Rastgele isim ve saat atama örneği

Gözlenen	Saat	Gözlenen	Saat	Gözlenen	Saat
Nurcan	08:30:00	Nurcan	11:06:30	Nurcan	14:31:00
Selen	08:30:30	Selen	11:07:00	Şenay	14:31:30
Rukiye	08:31:00	Selen	11:07:30	Şenay	14:32:00
Kadir	08:31:30	Şenay	11:08:00	Kadir	14:32:30
Sevil	08:32:00	Kadir	11:08:30	Kadir	14:33:00
Kadir	08:32:30	Kadir	11:09:00	Kadir	14:33:30
Rukiye	08:33:00	Sevil	11:09:30	Sevil	14:34:00
Şenay	08:33:30	Sevil	11:10:00	Selen	14:34:30
Sevil	08:34:00	Selen	11:10:30	Sevil	14:35:30
Şenay	08:34:30	Sevil	11:11:00	Nurcan	14:36:00
Selen	08:35:30	Selen	11:11:30	Nurcan	14:37:00
Selen	08:36:00	Rukiye	11:12:00	Kadir	14:37:30
Selen	08:36:30	Kadir	11:13:00	Rukiye	14:38:00
Selen	08:37:30	Kadir	11:13:30	Rukiye	14:38:30

Gözlem Sonuçları

Üç ay boyunca yapılan gözlemler sonucunda Tablo 3'deki sonuçlar elde edilmiştir. Verimli faaliyetlerden en çok tekrar edilenin kartelaların renk varyantlarına göre sıralanmasıdır. Yardımcı faaliyetlerden en dikkat çekenler ise getir/götür işlemleridir. Kumaş numunelerin getirilmesi ve eski kartelaların depolara taşınması çalışan faaliyetlerinin %28'ini oluşturmaktadır. Verimsiz faaliyetlerin en çok çalışanların etrafa bakınması ve tuvalete gitmelerinden kaynaklandığı gözlemlenmiştir.

Tablo 3. Gözlem sonuçları

Verimli	%
Kartela listelerinin alınması	4,80
Etiket oluşturması	9,45
İçliğin takılması (şerit kağıt)	3,49
Zımbalama işlemi	2,47
Başlıkların takılması	6,98
Oluşturulan kartelanın etiketlenmesi	9,74
Renk varyantlarına göre sıralanması	10,32
Listelerin durumunun kontrol edilmesi	8,43
Mesai saatlerinin yazılması ve onaylatılması	8,87
Başlığın kaşelenmesi	0,87
Yardımcı	
Örnek kartelanın askıdan alınması ve asılması	0,58
Kumaş numunelerinin getirilmesi	19,91
Parça numunelerin masaya serilmesi	2,62
Varyantların düzeltilmesi	1,31
Kartelaların etiket masasına bırakılması	1,02
Etiketlenen ürünün tekrar etiket masasından alınması	0,15
Eski kalite kartelaların depoya taşınması	7,70
Verimsiz	

İş bekleme	0,00
Konuşma	0,15
İşe geç gelme	0,00
Etrafa bakınma	0,44
Wc	0,44
Revir	0,29

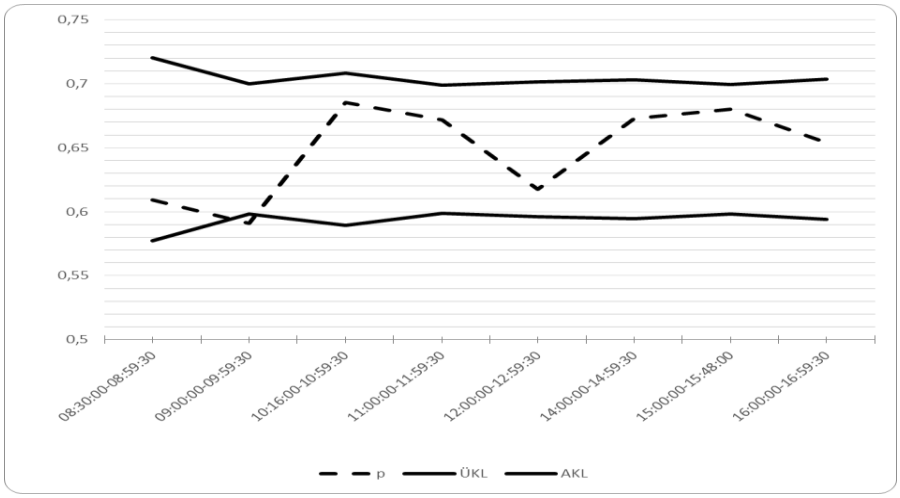
Saat Bazında Üst ve Alt Kontrol Limitlerinin Belirlenmesi

Tasarım bölümünde kartela oluşturma kısmında iş örneklemesine göre gözlem yapılmış olup işletme genelinde akışların değerlendirilmesi Tablo 4'te belirtilmektedir. Toplam gözlem sayısı 5505 adettir. Tablo 4'deki verilere göre oluşturulan Şekil 2'de görüldüğü üzere Saat 09:00-10:00 arasında çalışan performansı alt limitinde altında bir değer aldığı tespit edilmiştir.

Tablo 4. Gözlemler ve Verimli Faaliyet Sayıları

Saatler	Örneklem	Verimli	p	ÜKL	AKL
08:30:00-08:59:30	399	243	0,60902	0,72055	0,57718
09:00:00-09:59:30	792	468	0,59091	0,69975	0,59798
10:16:00-10:59:30	575	394	0,68522	0,70858	0,58915
11:00:00-11:59:30	816	548	0,67157	0,69899	0,59874
12:00:00-12:59:30	732	452	0,61749	0,70179	0,59594
14:00:00-14:59:30	700	471	0,67286	0,70299	0,59474
15:00:00-15:48:00	803	546	0,67995	0,6994	0,59833
16:00:00-16:59:30	688	450	0,65407	0,70346	0,59427
	5505	3572			
	p	0,64887			

Şekil 2. Alt ve Üst Kontrol Limitleri Grafiği



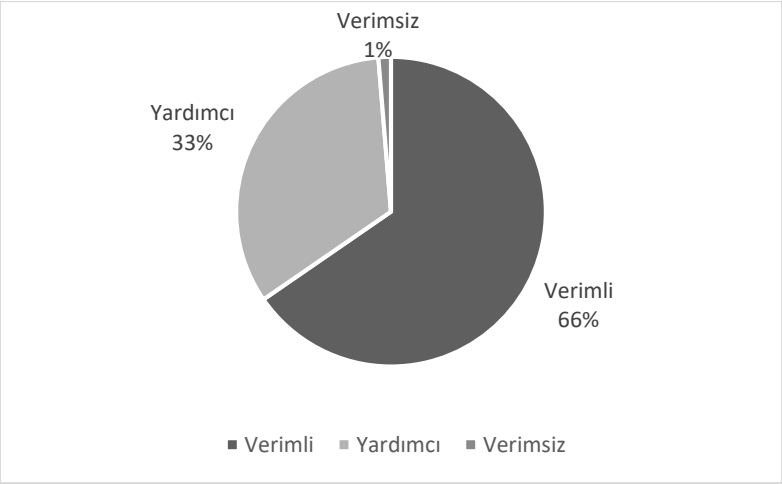
Sonuç

Dünya'da tekstil sektöründe rekabet edebilirliğin en önemli unsurları; üretimi yapılan ürünün pazara hızlı ve uygun maliyetle sunulmasıdır. Burada dikkat edilmesi gereken nokta iş gücünü etkin ve verimli bir şekilde kullanmaktır. Çalışanların zamanı verimli ve aktif bir biçimde kullanmasının sağlamak ve bunu kontrol etmek için ''iş örneklemesi'' yönteminden yararlanılmaktadır. Yapılan çalışma ile verimi düşüren faaliyetler tespit edilmiş ve iş gücünü planlı kullanmak amacıyla güven aralığına dayalı sonuçlara ulaşılmıştır.

Üretimin son aşaması olan ve müşteriye servisin yapıldığı kartela biriminde gerçekleştirilen iş örneklemesi yöntemine göre elde edilen sonuçlar Şekil 3'te incelendiğinde, verimli faaliyet oranı %66, yardımcı faaliyet oranı %33 ve verimsiz faaliyet oranı %1 olarak ede edilmiştir. Verimsiz faaliyetler göz ardı edilebilir nitelikte olduğu için, işletmenin ilk yapması gereken yardımcı faaliyetlere odaklanarak, buradaki aksaklıkları gidermektir. Çünkü yardımcı faaliyetler genellikle kısa süreli metot etüdü uygulamaları ile düzeltilebilir. Örneğin, yapılan gözlemlerde en fazla dikkat çeken yardımcı faaliyetin getir/götür işlemleri olduğu saptanmıştır. Verimliliği sağlamak ve iş akışının düzenli bir şekilde gerçekleşmesi için şu önlemler alınmalıdır:

- Kartela oluşturmak için depolanan kumaşlara ait kutuların, sistematik bir şekilde numaralandırılarak sıralanması gerekmektedir.
- Mamül edilen kalitelere ait kartela kumaşları, zaman kaybetmeden yerlerine yerleşmelidir.
- Güncel ürün listesinden çıkan eski kumaşların kutuları, haftalık ve doğru bir şekilde depolama alanına götürülmesi gerekmektedir.
- Çalışanların, yeni kartela yapmak yerine fazlalık kartelaların bulunduğu alanı düzenleyerek kartela eksiklerini buradan temin etmesi sağlanmalıdır.

Şekil 3. Verimli Yardımcı ve Verimsiz Faaliyet Yüzdeleri



Son olarak bu çalışmanın diğer departmanlarda da periyodik olarak uygulanması işletmenin verimliliği açısından tavsiye edilmektedir. Böylelikle personel değerlendirilmesi için bir başlangıç noktası oluşacaktır.

Teşekkür

Çalışmanın uygulanması sırasında, veri toplama aşamasında sağladığı destek için Esra TANIDIR'a teşekkürü bir borç biliriz.

Kaynakça

Akdeniz, H., & Durmaz, F. (2016). Verimliliğin Genel Performans Üzerindeki Yansımalarının Uygulaması. *Dokuz Eylül Üniversitesi İktisadi İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 85-99.

Barnes, R. (1980). *Motion and Time Study Design and Measurement of Work.* New York, Wiley.

Brock, H. (1978). *Work Measurement Technique in the Apparel Distribution Center.* (Agra, Dü.) JSN International.

Kanawaty, G. (2004). *İş Etüdü* (Cilt 29). (Z. Akal, Çev.) Ankara: MPM Yayınları.

Karyağdı, N. (2001). *Toplam Kalite Yönetimi ve Türk Vergi İdaresi.* Ankara: Ankara Sanayi Odası.

Kiremitçi, S., & Meriç, B. (2001). Konfeksiyon İşletmelerinde Dağılım Zamanları Üzerine Bir Araştırma. *Tekstil ve Konfeksiyon, 1*, 44-56.

McNiven vd. (1992). Supporting woman in labor: a work sampling study of the activities of labor and delivery nurses. *19*(1), 3-8.

Niebel, B. W. (1976). *Motion and Time Study* (s. 510-541). içinde İllinois: Richard D. Irwin Inc.

Öncer, M., & Asil, N. (1992). *İş Örneklemesi Yöntemiyle Dört Modern Mobilya Fabrikasında Kayıp Zamanların Saptanması ve Önleme Yolları* (Cilt 458). Ankara: MPM Yayınları.

Pohl, H. (1979). *Aufbau und Höhe von Verteil und Erholunszeiten für Arbeitsverrichtungen der Bekleidungsfertigung.* Bekleidung und Waesche.

Proctor, T. (1997). Simulation in the office. *Work Study*, *46*(1), 20-24. doi:10.1108/00438029710155807

Ramsay, M. (2008). *İşletme Verimliliği Ölçümü ve Uluslararası İş Gücü Verimliliği* (Cilt 705). Ankara: MPM.

Robinson, M. (2010). Work Sampling:Methodological advances and new applications. Human Factors and Ergonomics in Manufacturing&Service Industries. *20*(1), 42-60.

Rogge, D., & Tucker, R. (1982). Work Sampling and Output. *Journal of the Construction Division, 108*, 592-604.

Stohlman, D. (1978). *Work Sampling-What is and How to Use it in the Sewn Products Industry.* (D. Agra, Dü.) JSN International.

Timur, H. (2005). *İş Ölçümü, İş Planlaması, Verimlilik (Kurumsal ve Örnek Uygulamalı).* Ankara: Siyasal Kitapevi.

1.

Presentation ID/Sunum No= 15

Oral Presentation / Sözlü Sunum

Uzaktan Eğitim Sürecinin Akademisyenler Üzerindeki Fiziksel Etkisinin Ergonomik Açıdan Değerlendirilmesi

Dr. Öğretim Üyesi Fikri Ege[1] , Arş.Gör. Nur Selin Özen[1] , Arş.Gör. Selin Saraç[1]
[1]Toros Üniversitesi
**Corresponding author: Selin Saraç*

Özet

COVID-19 pandemisi bireylerin pek çok alışkanlığını değiştirdi. Eğitim dahil pek çok kurum ve sektör bir yıla yakın bir süredir uzaktan ve/veya dönüşümlü çalışma modeline geçmiştir. Bu süreçten en çok etkilenen çalışan gruplardan biri de hiç kuşkusuz öğretmenler ve akademik personellerdir. Akademik personeller ve öğretmenler hem ders verme süreçlerini ve sistemini hızlı bir şekilde öğrenmek hem de en verimli şekilde bu süreci yürütmeye çalışmıştır. Bu süreçte bireyleri zorlayan önemli faktörlerden birisinin de evdeki çalışma ortamının fiziksel olarak yetersiz olmasıdır. Bu çalışma, akademik personelin uzaktan çalışma ortamının ergonomik açıdan yeterli olup olmadığını ve akademik personelin fiziksel olarak bu durumdan nasıl etkilendiğini ortaya koymak için yapılmıştır. Veriler anket toplama yöntemi ile derlenmiş ve çalışmaya katılan akademik personelin demografik özellikleri, ölçek güvenilirliği ve madde analizi sonuçları paylaşılmıştır. Sonuç olarak, pandemi döneminde uzaktan eğitim yapan akademisyenlerin faktör analizi sonucunda üst vücudun daha fazla kullanılması sebebiyle omuz, boyun ve sırt bölgesi problemlerinin bir bileşende toplandığı görülmüştür. Bu kapsamda, uzaktan çalışma ortamlarının özellikle omuz, boyun ve sırt bölgesini koruyacak şekilde ergonomik kurallara olarak düzenlenmesi önerilmektedir.

Anahtar Kelimeler: *Genişletilmiş Nordic Kas İskelet Sistemi Anketi, Ergonomi, Uzaktan Eğitim, Eğitimde Ergonomi*

Abstract

The COVID-19 pandemic has changed many habits of individuals. Many institutions and sectors, including education, have switched to a distance and / or rotational working model for almost a year. Some of the working groups most affected by this process are undoubtedly teachers and academicians. Academic staff and teachers tried to learn both the lecturing processes and the system. One of the important factors that strains individuals in this process is that the distance working environment is physically inadequate. This study was conducted to reveal whether the distance working environment of academic staff is ergonomically adequate and how academicians are physically affected by this situation. The data were compiled using a questionnaire collection method, and the demographic characteristics, scale reliability and factor analysis results of the academicians participating in the study were shared. As a result of the factor analysis of the academicians doing distance education during the pandemic period, it was seen that shoulder, neck and back problems were gathered in one component due to more use of the upper body. In this context, it is recommended that distance working environments should be arranged according to ergonomic rules, especially to protect the shoulder, neck and back area.

Keywords: *Extended Nordic Musculoskeletal Questionnaire, Ergonomics, Distance Education, Ergonomics in Education*

Giriş ve Literatür

Fiziksel aktivitesi düşük meslek gruplarında veya iş ortamında çalışan bireylerin uzun süre değişmeyen duruşları ve pozisyonları kas-iskelet sisteminde çeşitli problemler yaratmaktadır. Kas ağrıları ve yorgunluk genel olarak karşılaşılan ve halk sağlığı açısından yaşam kalitesini düşüren faktörlerdendir. Özellikle günlük hayatlarında yeteri kadar aktif olmayan bireyler, bu problemlerle daha sık ve uzun süreli olarak yüzleşmektedir.

Literatürde çalışma ortamlarının, meslek gruplarının, insan yaşamındaki yeni gelişmelerin (COVID-19 gibi) ve alışkanlıkların insan faktörü ele alınarak sağlık ve ergonomi açısından incelendiği birçok çalışma yapılmıştır.

Hastane ortamında çalışan kişilere sıklıkla yapılan Genişletilmiş Nordic Kas İskelet Sistemi Anketi eğitim alanında birçok çalışma için kullanılmıştır. Karaca ve Aydın (2019) çalışmalarında, hastane çalışanlarında sıklıkla görülen kas iskelet sistemi bozukluklarını analiz etmek için Genişletilmiş Nordic Kas İskelet Sistemi Anketi ile ameliyathane ve yoğun bakım çalışanlarında eklem, kol, bacak ve omurga bozukluklarını değerlendirmiştir. Hastanede çalışan bireylerin günlük yaşam aktivitelerini, ilaç kullanım sıklıklarını ortaya koymayı amaçlamıştır.

Özellikle öğrencilerin ders dinlerken ve/veya ders çalışırken uzun süre korudukları duruş pozisyonları yönleriyle incelenen çalışmalar da çeşitli bulguları ortaya koymuştur. Aytar ve ark. (2020), 202 adet lisans öğrencisini dahil ettikleri çalışmada, öğrencileri eğitim grubu ve kontrol grubu olarak rastgele iki gruba ayırmıştır. Eğitim grubuna bir fizyoterapist tarafından 60 dakika boyunca uzaktan eğitim yoluyla duruş (postür) ve ergonomi ile ilgili bir eğitim verilirken kontrol grubuna herhangi bir eğitim verilmemiştir. Genişletilmiş Nordic Kas-İskelet Sistemi anketi kas-iskelet sistemi bozukluklarını değerlendirmek, Uluslararası Fiziksel Aktivite anketi ise egzersiz davranışına karar verme dengesini ve fiziksel aktivite düzeyini değerlendirmek amacıyla kullanılmıştır. Sonuç olarak, COVID-19 pandemisi süresince uzaktan eğitim alan öğrenciler için duruş ve ergonomi ile ilgili belirli eğitim programlarının ergonomik farkındalığı arttırarak fiziksel aktivite düzeylerini arttırırken kas iskelet sistem ağrılarını azaltacağını ve egzersiz davranışına karar verme dengesi tutumlarına katkıda bulunacağını vurgulamışlardır.

Eğitim alanında kas ağrıları ile ilgili diğer bir çalışma, Naz ve ark. (2020) tarafından farklı öğrenme stillerine sahip üniversite öğrencilerinde fiziksel aktivite, yorgunluk ve kas ağrısını karşılaştırma amacıyla gerçekleştirmişlerdir. 125 öğrencinin katılımıyla gerçekleşen analizde öğrenciler, Öğrenme Stilleri Envanteri ile sahip oldukları öğrenme stillerine göre bedensel, işitsel ve görsel olmak üzere üç gruba ayrılmıştır. Fiziksel aktivite değerlendirilmesi için Uluslararası Fiziksel Aktivite Anketi Kısa Formu, yorgunluk düzeylerinin değerlendirilmesi için Yorgunluk Şiddet Ölçeği, kas-iskelet ağrısının değerlendirilmesi için İskandinav Kas İskelet Sistemi Sorgusu kullanılmıştır. Çalışmada, farklı öğrenme stillerine sahip öğrencilerin fiziksel aktivite ve yorgunluk düzeylerinin benzer olduğu ancak görsel öğrenme stiline sahip öğrencilerde bel ve boyun ağrılarının daha fazla görüldüğü sonucuna ulaşmıştır.

COVID-19 pandemisi başladıktan sonra ülkelerin karantina, sokağa çıkma yasağı ve periyodik yasaklar gibi uyguladıkları politikalar, halkın fiziksel aktivitesini düşürmekle birlikte çoğu işletme ve kurum için uzaktan veya dönüşümlü çalışma kararları alınmıştır. Bu dönemde bir kamu kurumu olan üniversiteler de ilk olarak 23 Mart 2020 tarihinde yüz yüze eğitime ara vererek uzaktan eğitim sistemine geçiş yapmıştır. Uzaktan eğitimle birlikte teknolojik cihazların kullanımında ve ekran başında olma süresinde (screen time) ciddi bir artış olması öngörülen bir durumdur. Bu durum uzun süre masa başında ders dinleyen öğrenciler ve ders veren akademisyenler için fiziksel olarak kas ağrısına, duruş bozukluğuna ve yorgunluğa sebebiyet verirken, pandemi sürecinde ergonomi hakkında yeterli bilgiye sahip bireyler, çalışma ortamlarını kas ve iskelet sağlıkları için mümkün olduğu kadar ergonomik hale getirmeye çalışmıştır. Diğer yandan, ergonomi hakkında bilgi sahibi olmayan insanların şikayetleri çalışma ortamlarında herhangi bir değişiklik, iyileştirme yapmadıkları sebebiyle gün geçtikçe artmaktadır.

Çalışmada, ankete katılan 45 akademik personelin uzaktan eğitim süresince karşılaştığı kas-iskelet problemlerini analiz etmek ve ergonomi ile ilişkisini ölçmek amacıyla oluşturulan "Genişletilmiş Nordic Kas İskelet Sistemi Anketi" baz alınarak yapılmıştır. Uzaktan eğitime bağlı olarak fiziksel ağrı durumlarını değerlendiren anketin verdiği çıktılara göre demografik özellikler tablolaştırılmış, güvenilirlik analizi çeşitlerinden biri olan Cronbach's Alpha değeri bulunmuş, faktör ve madde analizi yapılmış, Kaiser-Mayer-

Olkin ve Barlett's örneklem uygunluk ölçüleri bulunmuş, döndürülmüş bileşenler matrisi oluşturulmuşur. Sonuç olarak, kullanılan istatistiksel yöntemlere göre analizlerde ve yorumlarda bulunulmuştur.

Materyal Metot

Akademisyenlerin uzaktan eğitim sürecinin ergonomiye olan etkisinin analiz edilmesi için ankete katılan öğretim elemanlarına fiziksel özellikleri, fiziksel aktivite seviyesi, kronik kas rahatsızlıkları, uzaktan eğitimde kullanılan araçlar, ekran başında geçirilen süre, "Genişletilmiş Nordic Kas-İskelet Sistemi Anketi" soruları, uzaktan eğitimin ergonomideki etkilerini ve memnuniyetini 5-Likert şeklinde ortaya koyan bir anket uygulanmıştır ve bu anketin analizleri iki bölüm olarak yapılmıştır.

Ankete katılım gösteren 45 akademisyenin ağrı bölgelerini daha iyi saptayabilmesi için 9 anatomik bölgeyi gösteren bir şekille anket soruları desteklenmiştir. Ankette boyun, omuz, sırt, dirsek, el/el bileği, bel, kalça/uyluk, diz, ayak/ayak bileği bölgelerinde ağrının olup olmadığına, varsa hangi periyotlar içinde (Son 24 ay içinde acı/ağrı veya rahatsızlık, son 12 ay içinde acı/ağrı veya rahatsızlık, geçen ay içinde acı/ağrı veya rahatsızlık, bugün içinde acı/ağrı veya rahatsızlık) ağrı olduğuna dair sorular sorulmuştur. Ankette bu 9 bölgenin ağrıması ya da ağrımaması durumunda öğretim elemanlarının ne gibi önlem (fizyoterapiye gitmek, ağrı kesici/kas gevşetici almak, rapor almak) aldığına dair sorular mevcuttur.

Elde edilen veriler IBM SPSS 22.0 paket programı yardımıyla istatistiksel analizleri gerçekleştirilmiştir. Verilerin istatistiksel analizlerinde, çalışmaya katılan akademisyenlerin demografik özellikleri sıklık analizi ile ortaya konulmuş, soruların bir bütün oluşturup oluşturmadıklarına dair iç tutarlığı ölçen güvenirlik analizi Cronbach's Alpha iç tutarlılık katsayısı ile ölçülmüş; keşfedici faktör analiziyle ölçeğin boyutları belirlenmiş, verilerin faktör analizine uygunluğunu ölçmek için Kaiser-Mayer-Olkin ve Bartlett'in küresellik testi yapılmış, döndürülmüş bileşenler matrisi oluşturulmuştur.

Bulgular

Pandemi başlangıcından yaklaşık 1 yıl sonrası olan Şubat 2021'de yürütülen bu çalışmada akademik personelin fiziksel olarak uzaktan eğitim sürecinden nasıl etkinlendiği belirlenmeye çalışılmıştır. Bu bölümde çalışmaya katılan akademik personelin demografik özellikleri, ölçek güvenilirliği ve madde analizi sonuçları paylaşılmıştır.

Betimleyici İstatistikler

Araştırmaya katılan 45 akademik personelin cinsiyet, yaş, çalışma yılı, akademik unvanı, uzaktan eğitimde hangi eğitim programı kullandıkları, fiziksel aktivite seviyeleri ve kronik kas rahatsızlığı özellikleri demografik özellik Tablo 1'de paylaşılan sıklık tablosunda yer almaktadır.

Tablo 1. Katılımcıların Demografik Özellikleri

Demografik Değişkenler		Frekans	Yüzde	Kümülatif Yüzde
Cinsiyet	**Kadın**	23	51,1	51,1
	Erkek	22	48,9	100,0
Yaş	**23-30**	16	35,6	35,6
	31-50	22	48,8	84,4
	50+	7	15,6	100,0
Çalışma Yılı	**1-5**	17	37,8	37,8
	6-10	11	24,4	62,2
	11-15	4	8,9	71,1
	15+	13	28,9	100,0
Akademik Unvan	**Arş. Gör.**	14	31,1	31,1
	Öğr. Gör.	13	28,9	60,0

	Dr. Öğr. Üyesi	11	24,4	84,4
	Doçent	6	13,3	97,8
	Profesör	1	2,2	100,0
Kullanılan Program	**Zoom**	5	11,1	11,1
	Teams	3	6,7	17,8
	Perculus	25	55,6	73,4
	Classroom	8	17,8	91,2
	Diğer	4	8,8	100,0
Fiziksel Aktivite Seviyesi	**Yeterli**	15	33,3	33,3
	Düşük	25	55,6	88,9
	İnaktif	5	11,1	100,0
Kronik Kas Rahatsızlığı	**Evet**	5	11,1	11,1
	Hayır	40	88,9	100,0

Katılımcılar sırasıyla %51,1 ve %48,9 olmak üzere kadın ve erkeklerden oluşmuştur. Katılımcıların neredeyse yarısı (%48,8) 31-50 yaş aralığındadır ve yarısından fazlası (%55,6) Perculus uzaktan eğitim sistemini kullanmıştır. Çalışma yılı ve akademik unvan olarak sırasıyla 1-5 yıl (%37,8) ve araştırma görevlisi (%31,1) çoğunluğu oluşturan gruplardır. Katılımcıların %55,6'sı haftalık aktivitesini düşük olarak tanımlamıştır ve sadece %11,1'i kronik kas rahatsızlığı olduğunu bildirmiştir.

Güvenilirlik, Faktör ve Madde Analizleri

Katılımcıların uzaktan eğitime bağlı olarak yaşadıkları fiziksel problemleri ifade eden ve "Genişletilmiş Nordic Kas İskelet Sistemi Anketi" baz alınarak hazırlanmış anketin faktör ve madde analiz sonuçları paylaşılmaktadır. Anket; son 12 ayda boyun, omuz, sırt, dirsek, el/el bileği, bel, kalça/uyluk, diz, ayak/ayak bileği bölgelerinde yaşadığı ağrı şiddetini (bölüm 1) ve 0-24 ay içerisinde boyun, omuz, sırt, dirsek, el/el bileği, bel, kalça/uyluk, diz, ayak/ayak bileği bölgelerinde yaşadığı ağrı durumu (bölüm 2) olarak cevaplandırdığı iki bölüm olarak analiz edilmiştir.

Tablo 2. Anket Bölümlerinin Güvenilirlik Analizi

Güvenilirlik Analizi (Cronbach's Alpha Değeri)	
Bölüm 1	0,825
Bölüm 2	0,743

İç tutarlılığı ölçen Cronbach's Alpha değerleri Tablo 2'deki gibi 0,825 ve 0,743 olarak hesaplanmış ve bölüm 1'in yüksek derecede, bölüm 2'nin ise oldukça güvenilir seviyede olduğu sonucu bulunmuştur.

Tablo 3. Cronbach's Alpha Değeri Kriterleri (Özdamar, 1997)

Cronbach's Alpha Değeri	**Güvenilirlik Derecesi**
$0,00 \leq \alpha \leq 0,40$	Güvenilir Değil
$0,40 \leq \alpha \leq 0,60$	Düşük Güvenilirlikte
$0,60 \leq \alpha \leq 0,80$	Oldukça Güvenilir
$0,80 \leq \alpha \leq 1,00$	Yüksek Derecede Güvenilir

Bölüm 1 ve bölüm 2'nin düzeltilmiş madde korelasyonları Tablo 4 ve Tablo 5'te incelendiğinde; her bir madde silindiğinde bölüm 1 için 0,797 ve 0,831; bölüm 2 için 0,674 ve 0,763 değerleri arasında değiştiği görülmektedir. Bu her iki bölümde de tüm maddelerin gerekli olduğu ve hiç bir maddenin çıkartılmasına gerek olmadığını göstermektedir. Düzeltilmiş madde korelasyonunda ise; hem bölüm 1 hem de bölüm 2'den elde edilen sonuçlara göre; bölüm 2'de madde 9 dışında tüm değerler 0,25'ten büyüktür ve ifadelerin birbiriyle ilişkili olduğunu göstermektedir.

Tablo 4. Bölüm 1 Madde Toplam İstatistikleri

Madde	Madde Silindiğinde Ölçek Ortalaması	Madde Ölçek Varyansı Ortalaması	Düzeltilmiş Madde Toplam Korelasyon	Madde Silindiğinde Cronbach's Alpha Değeri
M1	11,71	17,165	0,602	0,798
M2	11,98	18,704	0,414	0,824
M3	11,89	17,328	0,606	0,798
M4	12,62	20,604	0,647	0,810
M5	12,24	17,462	0,607	0,797
M6	12,07	19,291	0,354	0,831
M7	12,44	19,207	0,596	0,802
M8	12,51	19,437	0,578	0,805
M9	12,58	18,977	0,621	0,799

Tablo 5. Bölüm 2 Madde Toplam İstatistikleri

Madde	Madde Silindiğinde Ölçek Ortalaması	Madde Ölçek Varyansı Ortalaması	Düzeltilmiş Madde Toplam Korelasyon	Madde Silindiğinde Cronbach's Alpha Değeri
M1	15,93	31,973	0,654	0,674
M2	16,27	36,973	0,365	0,729
M3	15,82	33,695	0,538	0,697
M4	17,24	37,916	0,433	0,719
M5	16,64	33,098	0,593	0,687
M6	16,11	33,374	0,555	0,694
M7	16,96	38,998	0,301	0,737
M8	17,02	40,022	0,206	0,752
M9	17,33	42,909	0,075	0,763

Tablo 6 ve **Tablo 7**'de iki bölümünde madde açıklamaları gösterilmektedir.

Tablo 6. Bölüm 1 İfadelerinin Açıklaması

Madde	Açıklama
M1	Son 12 ayda boyun bölgesinde ağrı yaşama durumunuz nedir?
M2	Son 12 ayda omuz bölgesinde ağrı yaşama durumunuz nedir?
M3	Son 12 ayda sırt bölgesinde ağrı yaşama durumunuz nedir?
M4	Son 12 ayda dirsek bölgesinde ağrı yaşama durumunuz nedir?
M5	Son 12 ayda el/el bileği bölgesinde ağrı yaşama durumunuz nedir?
M6	Son 12 ayda bel bölgesinde ağrı yaşama durumunuz nedir?
M7	Son 12 ayda kalça/uyluk bölgesinde ağrı yaşama durumunuz nedir?
M8	Son 12 ayda diz bölgesinde ağrı yaşama durumunuz nedir?
M9	Son 12 ayda ayak/ayak bileği bölgesinde ağrı yaşama durumunuz nedir?

Tablo 7. Bölüm 2 İfadelerinin Açıklaması

Madde	Açıklama
M1	Boyun bölgesinde en son ne zaman ağrı yaşadınız?
M2	Omuz bölgesinde en son ne zaman ağrı yaşadınız?
M3	Sırt bölgesinde en son ne zaman ağrı yaşadınız?
M4	Dirsek bölgesinde en son ne zaman ağrı yaşadınız?
M5	El/el bileği bölgesinde en son ne zaman ağrı yaşadınız?
M6	Bel bölgesinde en son ne zaman ağrı yaşadınız?
M7	Kalça/uyluk bölgesinde en son ne zaman ağrı yaşadınız?
M8	Diz bölgesinde en son ne zaman ağrı yaşadınız?
M9	Ayak bölgesinde en son ne zaman ağrı yaşadınız?

Keşfedici faktör analizi yapılarak ölçek boyutları belirlenmiştir. Yapılan Kaiser-Mayer-Olkin (KMO) ve Barlett's örneklem uygunluk ölçüsüne göre; bölüm 1 için 0,755; bölüm 2 için 0,626 hesaplanmıştır ve Tablo 8 ve Tablo 11'de gösterilmiştir. Her iki bölüm içinde Kaiser-Mayer-Olkin ölçütü 0,5'ten büyük olduğu için faktör analizi yapılabilir (Çokluk ve ark., 2012)

Tablo 8. Bölüm 1 için KMO ve Barlett Testi

Kaiser-Mayer-Olkin (KMO) örneklem uygunluk ölçüsü		0,755
Barlett'in küresellik testi	**Yaklaşık ki-kare**	173,848
	Serbestlik derecesi	36
	Anlamlılık düzeyi	0,000

Tablo 9. Bölüm 1 İçin Döndürülmüş Bileşenler Matrisi

	Bileşen	
	1	**2**
Ayak	0,894	0,059
Diz	0,844	0,051
Dirsek	0,714	0,303
El/El bileği	0,687	0,289
Kalça/Uyluk	0,686	0,283
Bel	0,338	0,320
Omuz	-0,008	0,898
Boyun	0,251	0,798
Sırt	0,476	0,572

Tablo 9 incelendiğinde; son 12 ayda ayak, diz, dirsek, el/el bileği, kalça/uyluk ve bel bölgesinde yaşanan problemler bir boyutta, kalan omuz, boyun ve sırt bölgeleri ise diğer boyutta yer almıştır. Uzaktan eğitim sürecinde omuz, boyun ve sırt problemleri birbirleriyle bağlantılı olarak bir grup oluşturduğu yorumu yapılabilir. Bölüm 1 için tespit edilen iki bileşenin varyans açıklama yüzdesinin %61,125 olduğu hesaplanmış ve Tablo 10'da ayrıntılı sonuçlar paylaşılmıştır.

Tablo 10. Bölüm 1 Toplam Açıklanan Varyans

Bileşen	Başlangıç Özdeğerler			Yüklenen Faktörlerin Kareleri Toplamı			Döndürülmüş Yüklenen Faktörlerin Kareleri Toplamı		
	Toplam	Yüzde Varyans	Kümülatif	Toplam	Yüzde Varyans	Kümülatif	Toplam	Yüzde Varyans	Kümülatif
1	4,169	46,325	46,325	4,169	46,325	46,325	3,366	37,401	37,401
2	1,332	14,800	61,125	1,332	14,800	61,125	2,135	23,724	61,125
3	0,935	10,389	71,514						
4	,842	9,354	80,868						
5	0,548	6,094	86,962						
6	0,428	4,750	91,712						
7	0,369	4,101	95,813						
8	0,213	2,372	98,185						
9	0,163	1,815	100,00						

Tablo 11. Bölüm 2 için KMO ve Barlett Testi

Kaiser-Mayer-Olkin (KMO) örneklem uygunluk ölçüsü		0,626
Barlett'in küresellik testi	**Yaklaşık ki-kare**	121,506
	Serbestlik derecesi	36
	Anlamlılık düzeyi	0,000

Tablo 12. Bölüm 2 için döndürülmüş bileşenler matrisi

	Bileşen		
	1	**2**	**3**
Sırt	0,820	0,104	0,027
Bel	0,788	0,195	-0,002
Omuz	0,686	-0,025	0,050
Boyun	0,663	0,545	-0,201
Dirsek	0,155	0,814	-0,186
Diz	-0,276	0,739	0,439
El/El bileği	0,349	0,692	0,205
Ayak/Ayak bileği	-0,062	0,018	0,898
Kalça/Uyluk	0,415	0,061	0,456

Bölüm 2 için oluşturulan döndürülmüş bileşenler matrisine göre; maddeler üç bileşene ayrılmıştır. 0-24 ay içerisinde sırt, bel, omuz, boyun problemleri yaşayanlar ilk, dirsek, diz, el/el bileği problemleri yaşayanlar ikinci ve ayak/ayak bileği, kalça/uyluk problem yaşayan bireyler üçüncü bileşeni oluşturmuştur. Tablo 12'deki bileşenler dikkatli incelenirse, birbiriyle bağlantılı bölgelerin aynı bileşende toplandığı görülmektedir. Bu da tutarlılığı destekleyen bir başka unsur olarak yorumlanabilir. Bölüm 2 için tespit edilen üç bileşenin varyans açıklama yüzdesinin %66,309 olduğu hesaplanmış ve Tablo 13'te ayrıntılı sonuçlar paylaşılmıştır.

Tablo 13. Bölüm 2 Toplam Açıklanan Varyans

Bileşen	Başlangıç Özdeğerler			Yüklenen Faktörlerin Kareleri Toplamı			Döndürülmüş Yüklenen Faktörlerin Kareleri Toplamı		
	Toplam	Yüzde Varyans	Kümülatif	Toplam	Yüzde Varyans	Kümülatif	Toplam	Yüzde Varyans	Kümülatif
1	3,150	35,001	35,001	3,150	35,001	35,001	2,601	28,899	28,899
2	1,645	18,374	53,276	1,645	18,274	53,276	2,039	22,659	51,558
3	1,173	13,033	66,309	1,173	13,033	66,309	1,328	14,752	66,309
4	0,875	9,726	76,035						
5	0,674	7,484	83,519						
6	0,561	6,231	89,750						
7	0,434	4,819	94,568						
8	0,308	3,420	97,989						
9	0,181	2,011	100,00						

Sonuç ve Öneriler

Bu çalışma akademisyenlerin uzaktan eğitime bağlı olarak fiziksel ağrı durumlarını değerlendirdiği anket çerçevesinde yapılmıştır. 5-Likert tipi 9 maddeden ve iki bölümden oluşan anketin ilk bölümünde son 12 ayda yaşanan fiziksel ağrılar, ikinci bölümünde ise genel olarak yaşanan ağrı durumları sorulmuştur. Yapılan anketin güvenilirliği faktör analizi için uygun bulunmuştur. Yapılan faktör analizi sonucunda, genel yaşanan ağrı sonuçları üç bileşene ayrılarak daha çeşitliyken, son 12 ayda yaşanan fiziksel problemler omuz, boyun, sırt bir bileşen, geri kalan altı vücut bölgesi (el, bel, kalça diz, ayak, dirsek) olmak üzere iki bileşene dönüştüğü tespit edilmiştir. Özellikle uzaktan eğitim süresince üst vücudun daha fazla kullanılması sebebiyle omuz, boyun ve sırt bölgesi problemlerinin bir bileşende toplanması sonucuyla tutarlı gözükmektedir. Uzaktan çalışma ortamlarının özellikle omuz, boyun ve sırt bölgesini koruyacak şekilde ergonomik kurallara uygun olarak düzenlenmesi önerilmektedir. Bireylere ergonomic eğitimi verilerek bu konuda bilinçli olmaları sağlanabilir.

Gelecekte benzer bir çalışma örneklem sayısı arttırılarak tekrarlanabilir. Ayrıca uzaktan eğitim alan öğrenci gruplar için de benzer çalışma yürütülerek uzaktan eğitimin fiziksel olarak etkisi incelenebilir.

Kaynakça

1. ÇOKLUK, Ö., ŞEKERCİOĞLU, G., ve BÜYÜKÖZTÜRK, Ş. (2012). Sosyal Bilimler İçin Çok Değişkenli İstatistik: SPSS ve Lisrel Uygulamaları. Pegem Akademi Yayıncılık.
2. KARACA, Ş. B., ve AYDIN, G. (2019). "Yoğun Bakım ve Ameliyathane Çalışanlarında Kas İskelet Sistem Ağrıları", Ankara Eğitim ve Araştırma Hastanesi Tıp Dergisi. 52(3): 196-200.
3. NAZ, İ., KÖPRÜLÜOĞLU, M., TAŞKIN, Z., ERKAN, P., & ŞAHİN, M. (2020). Farklı Öğrenme Stillerine Sahip Üniversite Öğrencilerinde Fiziksel Aktivite, Yorgunluk ve Muskuloskeletal Ağrının Karşılaştırılması. İzmir Kâtip Çelebi Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi Dergisi. 5(3): 243-248.
4. ÖZDAMAR, K. (1997). Paket Programlar ile İstatistiksel Veri Analizi I. Anadolu Universitesi Fen Fakultesi Yayınları, Eskişehir.
5. AYTAR, A., ALTINTAŞ, A., ve AYTAR, A. (2020). Effects of posture and ergonomics training for students receiving distance education during the COVID-19 pandemic on musculoskeletal pain, exercise behavior decision-making balance, and physical activity level. Journal of Exercise Therapy and Rehabilitation. 7 (2): 137-144.

Presentation ID/Sunum No= 63

Oral Presentation / Sözlü Sunum

Hastaliklarin Tedavisinde Crispr Teknolojisinin Rolü

Araştırmacı Raihana Halım[1] , Araştırmacı Ziauddin Azımı[2] ,
Okutman Mohammad Asef Sultanı[3]
[1]Çukurova Üniversitesi
[2]UiTM, Selangor/
[3]Maihan Institute of Higher Education, Kabul/
**Corresponding author: Raihana HALIM*

Özet

Bazı hastalıkların ve sakatlıkların genetik bir bileşeni olmasına rağmen, bu durumlar için ortak tedavi çözümleri yoktur. Orak hücre anemisi, G6PD enzim eksikliğin sendromu, vb. ilaçlar veya cerrahi ile tedavi edilemez, ayrıca kemoterapi de kanserlerin tedavisi için etkili bir yol değildir. Bugün, Clustered Regularly Interspaced Palindromic Repeats (CRISPR) teknolojisinin geliştirilmesiyle, büyük bir tıbbi devrim gerçekleşti. Bu teknolojinin temel amacı, çeşitli hastalıkların tedavisini kolaylaştırmaktır. Bu teknoloji, insanların DNA zincirlerinin genetik yapılarına müdahale etmesini ve DNA'daki kusurları değiştirmesini ve düzeltmesini sağlamıştır. Aynı şekilde, bu teknoloji, bilim insanının DNA zincirine belirli bir geni yerleştirmesini veya çıkarmasını sağlar. CRISPR teknolojisi, genetik mühendisliği, mikrobiyal mühendislik, tarım ve biyoteknoloji gibi çeşitli alanlarda kullanılabilir. Alternatif olarak, bu teknolojinin ekonomisi ve hızı bilim adamlarının ve araştırmacıların dikkatini çeken bir konudur. Dahası, bu teknoloji sürekli geliştiği için potansiyeli iyimser olarak görülebilir. Bununla birlikte, CRISPR teknolojisinin çeşitli hastalıkları tedavi etmek için daha iyi bir seçenek olması beklenmektedir.

Anahtar Kelimeler: *DNA, İnsan Geni, CRISPR, Cas9*

Role of CRISPR Technology in Treatment of Diseases

Abstract

Despite the fact that certain illnesses and disabilities have a genetic component, there are no common treatment solutions for these conditions. Sickle cell anemia, lack of G6PD enzyme deficiency syndromes, etc. cannot be treated using drugs or surgery, whereas chemotherapy is also not an effective way for the treatment of cancers. Today, with the development of Clustered Regularly Interspaced Palindromic Repeats (CRISPR) technology, a major medical revolution has taken place. The main purpose of this technology is to facilitate the treatment of various diseases. This technology has enabled humans to intervene in the genetic structures of DNA strands and to modify and correct defects in DNA .Likewise, this technology enable scientist to insert or remove a specific gene in the strand of DNA. CRISPR technology can be used in various fields including, genetic engineering, microbial engineering, agriculture and biotechnology. Alternatively, the economics and rapidity of this technology are attractive issue for the attention of scientists and researchers. Furthermore, since this technology is constantly evolving, its potential can be viewed as optimistic. However, it is expected that CRISPR technology could be a better option for treating various diseases.

Keywords: *DNA, Human Gene, CRISPR, Cas9*

Introduction

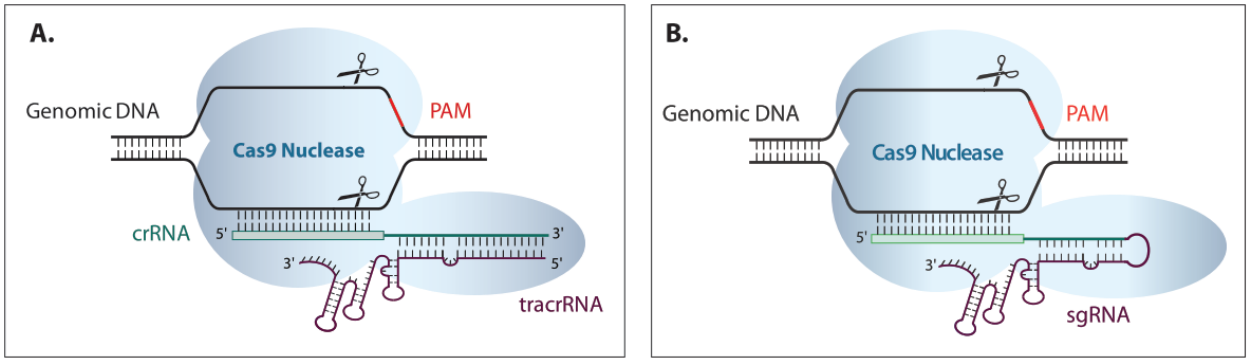
CRISPR derived from the phrase "Clustered Regularly Interspaced Palindromic Repeats", which had been designated in 1987 by Japanese researchers as a series of short direct repeats interspaced with tiny sequences in the genome of Escherichia coli (YOSHIZUMI ISHINO, 1987). CRISPRs were observed in various bacteria and archaea as their adaptive immune system (J. & Charpentier, 2014; Murshed, Khaldun Islam, Ashraf, & Chandra Barman, 2020). Through the years, this system becomes as one of the most important tools for modifying and editing genes and has enabled scientists and researchers in the field of medicine to intervene in the sequence of living cell DNA and modify or edit it. Or even scientists are able to add or remove a specific gene in a sequence of DNA (Mali et al., 2013; Rodolphe Barrangou, 2007).

Cas9 protein, which was first derived from Streptococcus pyogenes (Strep P) and a guide RNA or single guide RNA are two necessary components for CRISPR technology. These are among the basic components of this technology. As In the first step, the Cas9 protein and gRNA insert inside the organism or cell, and with the intervention of the Cas9 protein (endonuclease enzymes), the DNA sequence is cut and then the sequence is changed by adding a specific gene (Cong et al., 2013). The human genome is made up of non-coding large area, which can play a major role in many biological processes such as risk of diseases and therapeutic outcomes. While manipulation and editing in non- coding areas in DNA sequence is a major challenge for scientists and researchers. Nevertheless, researchers are trying to edit and modify non- coding areas with the intervention of CRISPR technology to demonstrate the precision of CRISPR technology and expand its widespread application in other cases (Shukla & Huangfu, 2018).

Mechanism of CRISPR system in gene editing

As mentioned earlier, CRISPR technology uses a protein called Cas9, an endonuclease which is responsible for cutting DNA, and a guide RNA (or single guide RNA) which consists of a 20 nucleotides guide sequence complementary to the target DNA to correct and alter DNA sequencing (Murshed et al., 2020). In this system, the sgRNA forms a complex with Cas9 guided by nuclear proteins and its extremely high specificity, the genome of eukaryotic cells and performs like gene expression, which occurs naturally in a living organism. This system, with the Cas9 protein, has the power to change specific functions of the genome or the ability to change the expression of the genie, and is used in many cases of modern genetic theory (Jinek, East, et al., 2012).

Figure 1. Illustration of CRISPR⁄Cas9 system (Discovery, 2018)



CRISPR system, with its unparalleled power of specificity, specifically modifies DNA, such as inserting specific genes, deleting specific genes, or repairing specific genes that fertilize specific proteins. This facility allows researchers, scientists and cell engineers to use the technology in both practical and therapeutic dimensions, but despite all the advances in technology, the system still needs to design a protein that defines a specific sequence of DNA. Slowly in this regard, the Cas9 bacterial protein has provided the power to approach

the hypothesis, and the use of short-chain endonuclease enzymes from RNAs is used to identify specific DNA sequences. However, it should not be overlooked that in order to change the target region or specific sequences of DNA are needed to design a specific protein to identify the relevant region (Bhaya, Davison, & Barrangou, 2011).

Jinek et al. (2012) state that they used the RNA-programmed Cas9 system to target human DNA in such a way that the system produced a double-strand break or cut in the human DNA sequence by breaking the genome of the target area, and then by placing specific genes, made changes to the sequence by placing a specific gene. The Cas9 protein combines with the guided single RNA to form a complex of RNA and Cas9, which is then placed in the complementary part of the gRNA strand, and makes a double-strand-break (DSB) of DNA. The double strand break created by Cas9 then repaired by the own cell repair mechanism and there are two common repair mechanisms (Jinek, East, et al., 2012). There are two principals of repairing: endogenous pathways used for repair after a double stranded DNA break (DSB). Homology Directed Repair (HDR); occurs when the break is repaired using a homologous sequence, or in the case of directed gene editing, a custom template containing the desired sequence (Christian et al., 2010). Alternatively, Non-Homologous End Joining (NHEJ) occurs in the absence of a homologous sequence, when the two broken ends are joined together inaccurately. This method frequently results in insertion and deletions (indels), leading to frameshift mutations that can be used to effectively create gene knockouts. CRISPR/Cas can capitalise on HDR to edit genomes by providing a repair template containing the desired sequence to be inserted into the genome (Hung, Caughey, Swann, Pebay, & Hewitt, 2016).

The researchers believe that CRISPR technology is a progressive way to introduce changes in specific genetic regions in human cells, and in the near future this technology could lead to a series of new experiences in genetic engineering for humans and other types of genomes (Jinek, Chylinski, et al., 2012).

Applications of CRISPR/Cas9

CRISPR/Cas9 technology has a very wide range of applications, that initial applications of this technology simply focused on gene editing by DNA double-strand break repair mechanisms. Nowadays the next generation CRISPR-Cas9 technologies allow non-destructive modifications of the host genome, such as site-specific single-nucleotide editing (Gaudelli et al., 2017) or manipulation of gene expression levels. Although CRISPR-Cas systems is currently used as a research tool, applications of this system as novel diagnostic tools have been reported and are now rapidly progressing and is still important in targeting genetic diseases. (Hartz, Gehl, Konig, Bernhardt, & Hannemann, 2021). The application of CRISPR-Cas9 system in disease treatments, including the generation of cellular, organoid, and animal models, the treatment of genetic and infectious diseases shown in Figure 2 (Guan, Han, Zhu, & Lin, 2016). This technology is commonly used to edit the genome of genetic diseases, in which it is important even if an allele needs to be edited (Cong et al., 2013). Genetic diseases most amenable for CRISPR-Cas9 editing are those in which a single allele needs to be targeted, as biallelic targeting has much lower efficiency (Ye et al., 2014). Complex diseases may yet be too difficult to treat using CRISPR-Cas9, because multiple mutations are often involved which may be difficult to target simultaneously. However, the unique multiplexing ability of CRISPR-Cas9 may make simultaneous targeting a possibility in the near future (Cong et al., 2013). Diseases targeted so far using CRISPR-Cas9 are summarized in Table 2 (Lockyer, 2016).

Figure 2. Application of CRISPR-Cas9 technology in gene therapy (Guan et al., 2016)

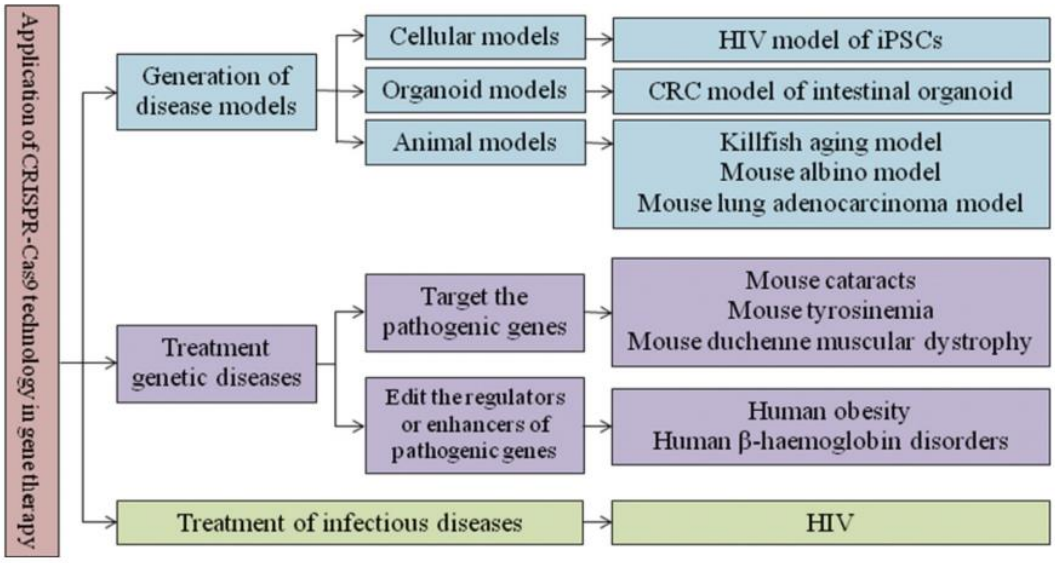


Table 1.

Summary of genetic diseases which successfully corrected by using CRISPR-Cas9 technology (Lockyer, 2016)

The role of CRISPR technology in gene silencing

Disease	Mutation target	Delivery method	Target cells	Correction efficiency	References
β-Thalassaemia	Deletion in *HBB*	Electroporation	Human iPSCs	17.6%	Xie *et al.* (2014b)
		Intracytoplasmic injection	Human triponuclear zygotes	14.3%	Liang *et al.* (2015)
Cystic fibrosis	Deletion in *CFTR*	Lipofection	Human intestinal organoids	Unknown-edited cells were selected	Schwank *et al.* (2013)
Hereditary tyrosinemia	Point mutation in *FAH*	Hydrodynamic injection	*in vivo* mice hepatocytes	0.40 ± 0.12%	Yin *et al.* (2014)
HIV-1	CCR5Δ32	Electroporation	Human iPSCs	100%	Zhu *et al.* (2015)
	Inactivation of proviral DNA	Nucleofection	JLat10.6 cells	30%	Ye *et al.* (2014)
Duchenne muscular dystrophy	Exon deletion in dystrophin gene	Electroporation	Human iPSCs	50%	Li *et al.* (2015)
α1-Antitrypsin deficiency	Point mutation in *SERPINA1*	Electroporation	Human iPSCs	18.8%	Smith *et al.* (2014a)
Polycythaemia vera	Point mutation in *JAK2*	Electroporation	Human iPSCs	9.15%	Smith *et al.* (2014a)
Cataracts	Deletion in *Crygc*	Electroporation	Mouse spermatogonial stem cells	29.7%	Wu *et al.* (2014)
Epstein-Barr virus	Inactivation of viral promoter	Electroporation	Human epithelial cell lines	94.2%	Yuen *et al.* (2015)
LDL-C	Disruption of *Pcsk9*	Adenovirus	*in vivo* mice hepatocytes	50%	Ran *et al.* (2015)

CRISPR is one of the most helpful methods in today's technology for gene editing and genetic engineering, which can add or delete a specific gene in or out of a living organism and, as a result silencing a particular gene. Recently scientists using this technique to combine crRNA, trancrRNA, and a sgRNA to target the mammalian genome. The Cas9 endonuclease nicks and cleaves the double-strand DNA; after that, this cleave would be edit with a self-repair mechanism named NHEJ (none homologous end joining) repair. This mechanism is considered a genomic error and leads to adding or delete a specific gene that results in gene silencing in a genome. Here, the NHEJ technique is occurring randomly to add or delete a gene, and it would differ from one cell to another cell (Mali et al., 2013).

To understand whether the Cas9 protein along the DNA can place the same genes into its sequences or not, scientists designed a sgRNA along with the Cas9 protein to target the human (CLTA) gene. However, this (CLTA) gene targets the ZFNs technique. Scientists manipulate Strep Pyogen using Cas9 protein and sgRNA Codon in (HEK239T) human cells; as a result, the Cas9 protein achieved an antigenic receptor as a binding protein on its surface and, according to the figure, bound to a green protein on the C terminal (Doyon et al., 2011).

The western blotting technique is postulated briefly in Figure 3 that indicates Cas9 protein expression is happening broadly from the cells extraction to program the mentioned protein precisely. On the other hand, it should arrange the complementary role of sgRNA and Cas9 protein with 20 nucleotides on the 5' terminal and 42 nucleotides on the 3' terminal, clearly expressed in figure C. The expression of sgRNA is carried out by human U6 promoter and RNA Polymerase III (Joshi, 1999).

CRISPR and its role in combating viruses

CRISPR is a Eukaryotic immune system that exists as RNAi and resists extracellular genetic materials. Bacteria have a DNA phage system. After the first encounter with the virus, the CRISPR system hydrolysis the gene of the invidious virus and then placed the hydrolyzed genes (containing 11 nucleotides) into its genomic locus, which will force the bacteria CRISPR system in the second encounter to recognize the gene from the virus and destroy that. Still, scientists identified three types of the CRISPR system among bacteria and archaebacteria. Type II is more common in usage because it is simple and has molecular tools such as the Cas9 enzyme and two RNA segments (crRNA and trancrRNA). Scientists designed a single guide RNA to function the role of both RNA components at the same time. The part that targets the gene is complementary to the virus gene that will bind to the virus sequence and neutralize them. In the subsequent encounter, when the bacteria face the same virus, they will activate the CRISPR system. The Cas9 protein comes close to the single guide RNA and forms a complex. The complex will be bind to the complementary sequence on the virus genome, and therefore the nucleasic domain will function their nuclease action against the virus genome. As a result, the bacteria will resist the virus and break the double-strand bond of virus DNA; therefore, virus will lose its ability to survive. Cas9 enzyme is much simpler than other CRISPR nucleases due to its action and structure mechanism; scientists selected this for genomic manipulation (Reis, Bio, Hornblower, Robb, & George, 2014). CRISPR virus exemption system in prokaryotes ilustrated in Figure 3.

.

Figure 3. Chemistry of different methods of targeting human codon (Jinek, East, et al.,2012)

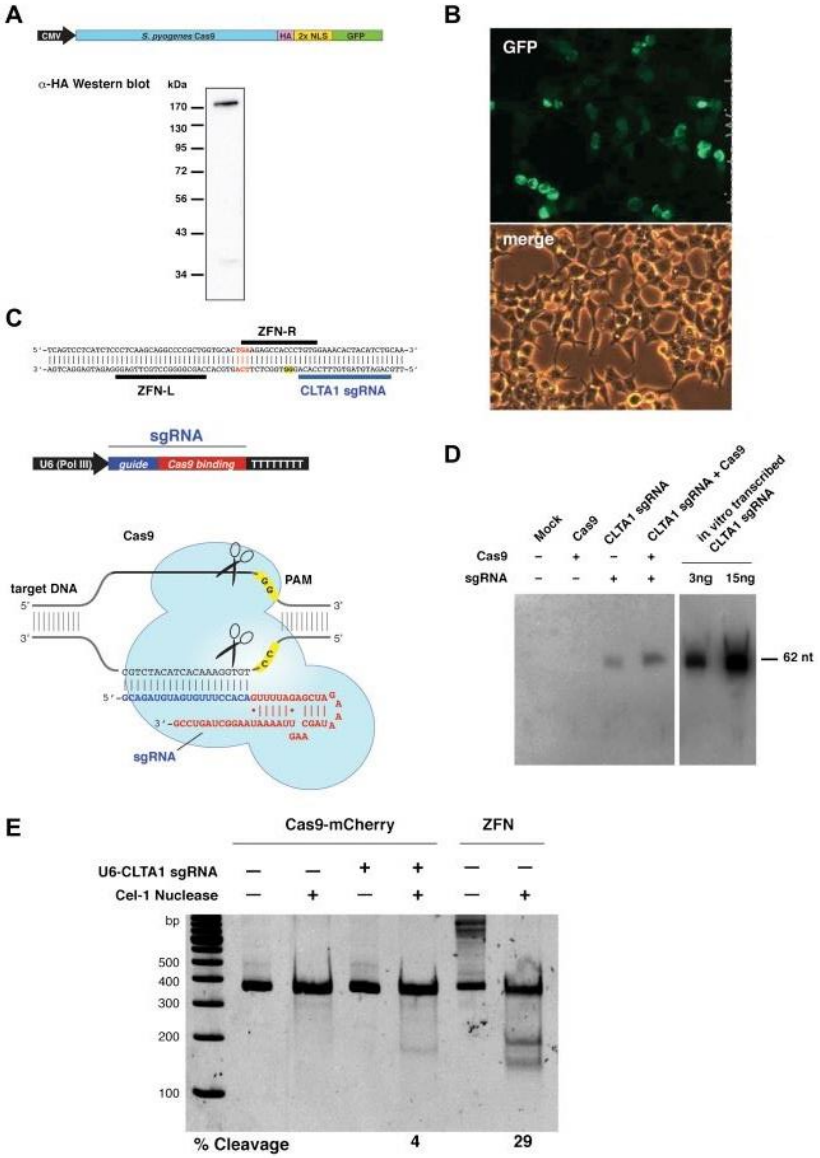
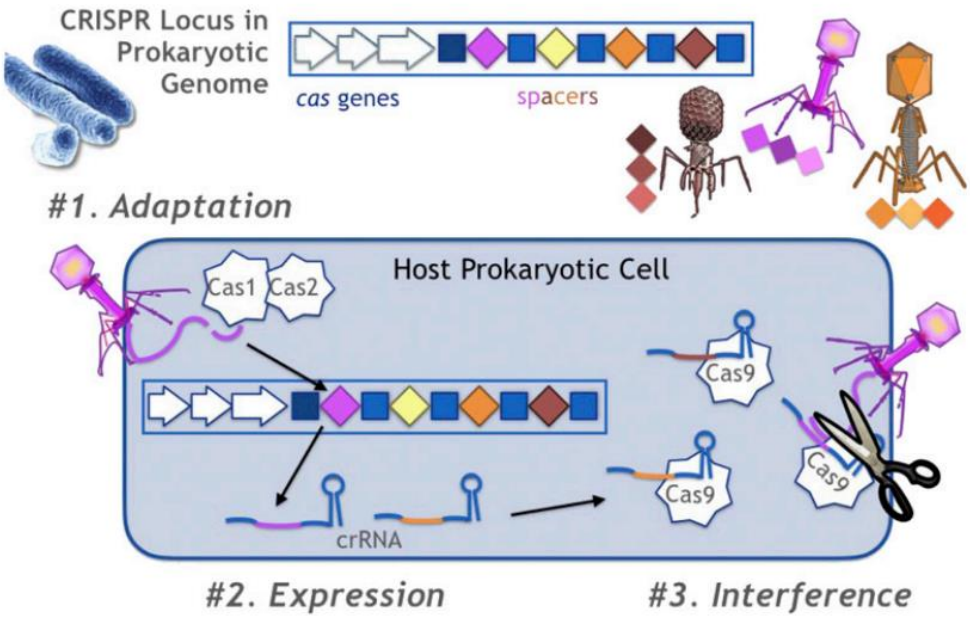


Figure 4. Performance of CRISPR virus exemption system in prokaryotes)Deem, 2020)



Role of CRISPR in treatment of lung cancer

China was the first country which undergone lung cancer genetic manipulation with CRISPR technology earlier in 2016. Firstly, scientists extracted the cancerous WBCs from the lung cancer patient, manipulated them through CRISPR technology, and injected these manipulated WBCs again into the patient. Results were close and similar to the research did in America. Earlier scientists have researched to enter DNA sequences using a virus now identical to today's CRISPR technique which is about to change the biology era research (Lander, 2016). This technique acts as bacteria immune system that Cas9 combines the guide RNA with the foreign genetic material from the outside and finally neutralized them. CRISPR technique is copied from type II bacteria immune system and targets a specific sequence in a genome. Cas9 acts as a nuclease that breaks double-strand of DNA; after that, a particular series will be added or omitted from the genome through non-homologous end-joining repair. If there is a template present, it will be repaired through the Homologous directed repair (HDR) mechanism. Today CRISPR technology is considered one of the most critical and valuable genetic engineering techniques and gene therapy due to its high specificity and simplicity. It would pave the way to cure any incurable diseases and genetic disorders in the coming future (Pellagatti, Dolatshad, Valletta, & Boultwood, 2015).

Treatment of sickle cell anemia by CRISPR technology

In a research that scientists worked on and used CRISPR technology to cure Sickle Cell Anemia was widely influential. They looked for the genetic disorder in blood and specifically defected stem cells, leading to Sickle Cell Anemia. They found the same gene and manipulated a ratio of stem cells, which was sufficient for the treatment of the diseases, and considered a vast decrease in the sign & symptoms of the illnesses (Hsu, Lander, & Zhang, 2014).

Sickle Cell Anemia occurs genetically in the hemoglobin chain. Instead of glutamine, valine amino acid occurs and results in abnormal blood cell production, so scientists named this Sickle Cell Anemia. In this condition, the cells lose their elasticity and cannot pass capillaries easily, and even hemoglobin cannot transfer oxygen to the other cells and tissues In some cases, these sickle-like cells aggregates and form clusters, interrupting veins and arteries and leading to atherosclerosis (Frangoul et al., 2021). In another research done

on mice, their stem cells were aggregate after three months, which was a key point for the researchers to take precautions after the treatment and pretreatment with CRISPR technology. In the coming future, this CRISPR Cas9 technique is going to make us able to treat and cure diseases such as HIV, Beta-thalassemia, and different genetic disorders (Modell & Darlison, 2008).

Conclusion

Although CRISPR technology is one of the most important tools for targeting genomes, genetically engineered cells and living organisms; it could create another huge revolution in therapeutic medicine, agriculture, microbial engineering, genome modification methods, genes, and DNA self-repair pathways.

As mentioned repeatedly, the results of studies conducted by related scientists shows that advanced CRISPR technology is used to modify and edit genes using its basic components. One of the memorable masterpieces of CRISPR technology is being able to program and design the Cas9 protein along with different types of sgRNAs in the cell.

It is done either to stimulate the target or to increase the effectiveness. Thus, such solutions in the field of experimental researches, anatomical models of diseases, and large-scale experimental challenges, can reveal the wide application of this technology. One of its incomparable advantages is its low price and fastness, which allows the target region of DNA to be edited in a short time.

References

1. Bhaya, D., Davison, M., & Barrangou, R. (2011). CRISPR-Cas systems in bacteria and archaea: versatile small RNAs for adaptive defense and regulation. *Annu Rev Genet, 45*, 273-297. doi:10.1146/annurev-genet-110410-132430
2. Christian, M., Cermak, T., Doyle, E. L., Schmidt, C., Zhang, F., Hummel, A., . . . Voytas, D. F. (2010). Targeting DNA double-strand breaks with TAL effector nucleases. *Genetics, 186*(2), 757-761. doi:10.1534/genetics.110.120717
3. Cong, L., Ran, F. A., Cox, D., Lin, S., Barretto, R., Habib, N., . . . Zhang, F. (2013). Multiplex genome engineering using CRISPR/Cas systems. *Science, 339*(6121), 819-823. doi:10.1126/science.1231143
4. Deem, M. W. (2020). CRISPR recognizes as many phage types as possible without overwhelming the Cas machinery. *Proc Natl Acad Sci U S A, 117*(14), 7550-7552. doi:10.1073/pnas.2002746117
5. Discovery, H. (2018). Dharmacon™ Edit-R™ HDR plasmid donor kit for fluorescent reporter knock-in. *Horizon Discovery Group Company*.
6. Doyon, J. B., Zeitler, B., Cheng, J., Cheng, A. T., Cherone, J. M., Santiago, Y., . . . Drubin, D. G. (2011). Rapid and efficient clathrin-mediated endocytosis revealed in genome-edited mammalian cells. *Nat Cell Biol, 13*(3), 331-337. doi:10.1038/ncb2175
7. Frangoul, H., Altshuler, D., Cappellini, M. D., Chen, Y. S., Domm, J., Eustace, B. K., . . . Corbacioglu, S. (2021). CRISPR-Cas9 Gene Editing for Sickle Cell Disease and beta-Thalassemia. *N Engl J Med, 384*(3), 252-260. doi:10.1056/NEJMoa2031054
8. Gaudelli, M., Komor, C., Rees, A., Packer, M., Badran, H., Bryson, D., & Liu, R. (2017). Programmable base editing of A•T to G•C in genomic DNA without DNA cleavage.
9. Guan, L., Han, Y., Zhu, S., & Lin, J. (2016). Application of CRISPR-Cas system in gene therapy: Pre-clinical progress in animal model. *DNA Repair (Amst), 46*, 1-8. doi:10.1016/j.dnarep.2016.07.004
10. Hartz, P., Gehl, M., Konig, L., Bernhardt, R., & Hannemann, F. (2021). Development and application of a highly efficient CRISPR-Cas9 system for genome engineering in Bacillus megaterium. *J Biotechnol, 329*, 170-179. doi:10.1016/j.jbiotec.2021.02.006
11. Hsu, P. D., Lander, E. S., & Zhang, F. (2014). Development and applications of CRISPR-Cas9 for genome engineering. *Cell, 157*(6), 1262-1278. doi:10.1016/j.cell.2014.05.010

12. Hung, S., Caughey, T., Swann, O., Pebay, A., & Hewitt, A. (2016). Genome engineering in ophthalmology: Application of CRISPR/Cas to the treatment of eye disease. *Prog Retin Eye Res, 53*, 1-20. doi:10.1016/j.preteyeres.2016.05.001
13. J., D., & Charpentier, E. (2014). The new frontier of genome engineering with CRISPR-Cas9. doi:10.1126/science.1258096
14. Jinek, M., Chylinski, K., Fonfara, I., Hauer, M., Doudna, J. A., & Charpentier, E. (2012). A programmable dual-RNA-guided DNA endonuclease in adaptive bacterial immunity. *Science, 337*(6096), 816-821. doi:10.1126/science.1225829
15. Jinek, M., East, A., Cheng, A., Lin, S., Ma, E., & Doudna, J. (2012). RNA-programmed genome editing in human cells. *Elife, 2*, e00471. doi:10.7554/eLife.00471
16. Joshi, M. F. C. M. a. S. (1999). Design, characterization and testing of tRNA3Lys-based hammerhead ribozymes. *Nucleic Acids Research*.
17. Lander, E. S. (2016). The heroes of CRISPR.
18. Lockyer, E. J. (2016). The potential of CRISPR-Cas9 for treating genetic. doi:10.1093/biohorizons/hzw012/2562795
19. Mali, P., Yang, L., Esvelt, K. M., Aach, J., Guell, M., DiCarlo, J. E., . . . Church, G. M. (2013). RNA-guided human genome engineering via Cas9. *Science, 339*(6121), 823-826. doi:10.1126/science.1232033
20. Modell, B., & Darlison, M. (2008). Global epidemiology of haemoglobin disorders and derived service indicators. *Bull World Health Organ, 86*(6), 480-487. doi:10.2471/blt.06.036673
21. Murshed, N., Khaldun Islam, K., Ashraf, A., & Chandra Barman, N. (2020). A_REVIEW_ON_GENOME_EDITING_BY_CRISPR_CAS.
22. Pellagatti, A., Dolatshad, H., Valletta, S., & Boultwood, J. (2015). Application of CRISPR/Cas9 genome editing to the study and treatment of disease. *Arch Toxicol, 89*(7), 1023-1034. doi:10.1007/s00204-015-1504-y
23. Reis, A., Bio, B., Hornblower, B., Robb, B., & George, T. (2014). CRISPR/Cas9 & Targeted Genome Editing: New Era in Molecular Biology.
24. Rodolphe Barrangou, C. F., Hélène Deveau, Melissa Richards, Patrick Boyaval, Sylvain Moineau, Dennis A. Romero, Philippe Horvath. (2007). CRISPR provides acquired resistance against viruses in prokaryotes.
25. Shukla, A., & Huangfu, D. (2018). Decoding the noncoding genome via large-scale CRISPR screens. *Curr Opin Genet Dev, 52*, 70-76. doi:10.1016/j.gde.2018.06.001
26. Ye, L., Wang, J., Beyer, A. I., Teque, F., Cradick, T. J., Qi, Z., . . . Kan, Y. W. (2014). Seamless modification of wild-type induced pluripotent stem cells to the natural CCR5Δ32 mutation confers resistance to HIV infection. *Proc Natl Acad Sci U S A, 111*(26), 9591-9596. doi:10.1073/pnas.1407473111
27. YOSHIZUMI ISHINO, H. S., KOZO MAKINO, MITSUKO AMEMURA, AND ATSUO NAKATA. (1987). Nucleotide Sequence of the iap Gene, Responsible for Alkaline Phosphatase Isozyme Conversion in Escherichia coli, and Identification of the Gene Product.

Presentation ID/Sunum No= 47

Oral Presentation / Sözlü Sunum

Kokunun Mekân Algısı ve Kullanıcı Değerlendirmeleri Üzerindeki Etkileri*

Ceylan Şentürk[1],
Prof.Dr. Mehmet Lütfi Hidayetoğlu[1]
[1]Selçuk Üniversitesi
**Corresponding author: Ceylan Şentürk*

Özet

Bu çalışmada, iç mekânda kullanılan koku değişkenin kullanıcı üzerindeki etkileri ve kullanım mekanları ile ilgili literatür çalışmaları incelenmiştir. Yapılan literatür araştırmasında sağlık, tüketim ve eğitim alanlarındaki koku çalışmalarına rastlanmıştır. Bu çalışmalarda kokunun kullanıcıların mekân algısı ve davranışlarını etkilediği tespit edilmiştir. Eğitim alanında, diğer alanlara kıyasla daha az çalışmaya rastlanmıştır. Ancak kokunun, eğitim mekanlarında da algılanan mekânsal kaliteyi ve eğitim faaliyetlerini arttırabileceği düşünülmektedir. Çalışmanın amacı, ortaya atılan düşünce doğrultusunda literatürü analiz ederek, kaynaklardaki eksikliği kanıtlamak ve gelecek çalışmalara referans sağlamaktır. Bu doğrultuda literatürde mevcut olan 52 makale/teze başvurulmuştur. Koku algı araştırmaları, koku sınıflandırmaları, koku araştırma yöntemleri, araştırma bulguları ve bağımsız değişkenlere göre dört başlık altında incelenmiştir. Koku araştırma yöntemleri de yine kendi içinde beyin görüntüleme teknikleri, öz bildirim ve otonomik ölçümler olmak üzere alt başlıklara ayrılmıştır. Bağımsız değişkenler ise; cinsiyet, yaş ve kültür olarak ele alınmıştır. İncelenen tüm yayınlar, sonuçlarıyla birlikte çalışmada yer almaktadır. Araştırma sonucunda ortaya çıkan bulgular, iç mekân çevresel faktörlerinden kokunun, eğitim mekanlarında kullanımına yönelik çalışmaların yetersiz olduğunu ortaya koymaktadır.

***Anahtar kelimeler**: Mekân, mekân algısı, mekânsal kalite, koku, kullanıcı, eğitim mekânları*

Abstract

In this study, the literature on the effects of the odor variable used in interior spaces and the spaces that it is used is analyzed. The literature research has showed studies on the odor in the fields of health, consumption and education. These studies have showed that the odor effects the space perception and behavior of users. Fewer studies have been found in the field of education related to other fields. However, it is thought that the odor can increase the spatial quality and the quality of educational activities. The aim of this study is to prove the lack of literature in this field by analyzing the literature and to provide reference for future studies. Within this scope, 52 articles and thesis in the literature have been reviewed. They have been analyzed under 4 categories; sense of smell research, smell categorization, smell research methods, research findings and independent variables. Smell research methods have also been divided into sub-categories as neuroimaging methods, self-report and autonomous measurements. Independent variables have been determined as gender, age and culture. All the publications that have been analyzed and their results are included in this study. Findings of the study show a lack of research in odor in educational spaces.

***Keywords**: space, perception of space, spatial quality, odor, user, educational spaces*

Giriş

Canlılar çevreyi duyuları sayesinde algılamaktadır. Her bir duyunun çevreyi algılama sürecinde farklı bir görevi bulunmaktadır. Mekân tasarımı yapılırken, iç mekân çevresel faktörleri göz önünde bulundurularak bir tasarım yapılmaktadır. Ancak, koku duyusu çoğu zaman diğer duyuların ardında kalmaktadır. Bir mekânın

---

* *Bu çalışma; Ceylan Şentürk'ün Selçuk Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İç Mimarlık ve Çevre Tasarımı Yüksek Lisans programında yürütülen yüksek lisans tezinden türetilmiştir.*

doğru algılanabilmesi için tüm çevresel faktörlerin eksiksiz yerine getirilmesi gerekmektedir. Baker, iç mekân çevresel faktörlerini üç grupta incelemiştir; ortam faktörleri (sıcaklık, ses, koku vb.), tasarım faktörleri (plan, renk, malzeme, mobilya düzeni vb.) ve sosyal faktörler (yaş, cinsiyet, eğitim vb.) (Baker, 1986: 79-84). Mekanların doğru algılanması ve kullanıcı performansının artması, bu faktörlerin doğru şekilde yerine getirilmesine dayanmaktadır.

Koku, çok küçük konsantrasyonda çözünmüş olarak havada bulunan kimyasal maddeler olarak tanımlanmaktadır ve koku alma duyusu ile gerçekleşmektedir. (Kandemir ve Muluk, 2016). Bir mekân özel olarak kokulandırılmış olmasalar dahi, o mekânda bulunan her madde havaya kimyasal moleküller bırakmaktadır. Tüm bu maddelerin molekülleri birleştiğinde bir ortam kokusu oluşmaktadır. Oluşan bu ortam kokusu kullanıcıyı farkında olmasa da etkilemektedir. Koku konsantrasyonun, kullanıcının koku eşiğinin altında olduğu durumlarda da kullanıcının ruh halini yada mekân algısını etkilediği bilinmektedir (Cain vd., 1990), (Gottfried vd., 2007).

Koku faktörü sağlık alanı başta olmak üzere tüketim ve eğitim mekanlarında da kullanılmıştır (Deecke vd., 2005), (Backer vd., 2013), (Eujean vd., 2016). Kokunun, kullanıcının mekânı daha olumlu algılamasında ve ruh halinde iyileşmeye neden olduğu bilinmektedir (Lorik ve Schwartz, 1988), (Diego vd., 1998), (Cisneros vd., 2009).

Bu çalışma, literatürde yer alan, iç mekân çevresel faktörlerinden kokunun ele alındığı 52 çalışmanın analizinden (Çizelge 1) oluşmaktadır. Çalışma koku algı araştırmaları, koku sınıflandırmaları, koku araştırma yöntemleri, araştırma bulguları ve bağımsız değişkenlere göre dört başlık altında incelenmiştir. Koku araştırma yöntemleri de yine kendi içinde beyin görüntüleme teknikleri, öz bildirim ve otonomik ölçümler olmak üzere alt başlıklara ayrılmıştır. Bağımsız değişkenler ise; cinsiyet, yaş ve kültür olarak ele alınmıştır. İncelenen tüm yayınlar, sonuçlarıyla birlikte çalışmada yer almaktadır.

Çizelge 1. Koku Algı Araştırmaları Analizi

Yazar	Kokular	Yöntem	Denek Grubu	Görev
Ahmady vd., (2019)	Lavanta ve portakal	Deneysel	Hemodiyaliz hastaları	Yorgunluk
Alani vd., (2007)	Lavanta	Deneysel	Bebekler	Stres, ağlama ve uyku
Almeida vd., (2004)	Gül	Deneysel	Sıçan	Anksiyete
Anderson vd., (2018)	Lavanta	Deneysel	Yarış atları	Stres
Antonelli vd., (2019)	Lavanta	Kavramsal	-	Stres
Araghchian vd., (2014)	Lavanta	Deneysel	Baypas hastaları	Stres ve vital bulgular
Atsumi ve Tonosaki, (2005)	Lavanta & biberiye	Deneysel	Sağlıklı gönüllü	Stres (kortizol miktarı)
Aydın, (2005)	Gül, lavanta ve limon	Deneysel	Öğrenci (ilk öğretim)	Öğrenme, dikkat ve hafıza
Backer vd., (2013)	Çikolata	Deneysel	Tüketici	Uyarılma & satın alma
Bioos vd., (2017)	Gül	Deneysel	Gebeler	Gebeliğe bağlı bel ağrısı
Blache vd., (2011)	Lavanta	Deneysel	Koyun	Kaygı
Bradley vd., (2007)	Gül	Deneysel	Sıçan	Anksiyete
Brand vd., (2002)	Lavanta & piridin	Deneysel	Öğrenci	Uyarılma süresi & görev performansı
Browning vd., (2013)	Lavanta	Deneysel	At	Stres
Cain vd., (1990)	Lavanta & baharatlı elma	Deneysel	Gönüllü	Beyin aktivitesi & ruh hali
Cisneros vd., (2009)	Lavanta	Deneysel	Öğretim üyesi ve personel	Uyarıcılık, ruh hali ve matematiksel hesaplama

Cook vd., (2009)	Lavanta ve biberiye	Deneysel	Öğrenci ve gönüllüler	Bilişsel performans ve ruh hali
Deecke vd., (2005)	Lavanta & portakal	Deneysel	Diş hastaları	Anksiyete, ruh hali, uyanıklık ve sakinlik
Dember vd., (1991)	Müge & Nane	Deneysel	Gönüllüdür	Uyanıklık
Diego vd., (1998)	Lavanta ve biberiye	Deneysel	Yetişkin bireyler	Uyanıklık ve ruh hali
Duluklu, (2018)	Lavanta	Deneysel	Kalıcı Kolostomisi Olan Hastalar	Kokunun Giderilmesi ve Yaşam kalitesine etkisi
Eren vd., (2016)	-	Kavramsal	Sağlık çalışanları	Stres ve anksiyete
Esmaeili vd., (2018)	Gül	Deneysel	Baypay hastaları	Stres & kaygı
Eujean vd., (2016)	Gül & orkide	Deneysel	Üniversite öğrencileri	İnsan beyin dalgaları & ruh halleri
Genç, (2017)	Lavanta	Deneysel	Benign Prostat Hiperplazili Hastaları	Kaygı düzeyi ve yaşam bulguları
Gottfried vd., (2007)	Limon & anizol & valerik asit (ter)	Deneysel	Öğrenci	Sosyal beğenilirlik
Gueguen ve Petr, (2005)	Lavanta & limon	Deneysel	Tüketici	Kalış süresi & harcanan miktar
Hao vd., (2013)	Limon	Deneysel	Sıçan	Antidepresan özellik
Harada vd., (2006)	Lavanta, gül ve limon	Deneysel	Sıçan	Stres
Haydari vd., (2017)	Gül yağı	Deneysel	Migren hastaları	Migren baş ağrısı için etkisi
Hongratanaworakit, (2009)	Gül	Deneysel	Gönüllü denekler	Rahatlatıcı etki
Ikei vd., (2014)	Gül & portakal	Deneysel	Üniversite öğrencisi	Fizyolojik & psikolojik gevşeme
Isabel vd., (2019)	Lavanta	Deneysel	Sıçan	Depresyon davranışları
Jang vd., (2016)	Gül & orkide	Deneysel	Gönüllü	Beyin aktivitesi & ruh hali
Karakuş vd., (2013)	Gül	Deneysel	Sıçan	Stres
Kavak vd., (2018)	Lavanta	Deneysel	Laparoskopik kolesistektomi hastaları	Kaygı
Kavaklı vd., (2007)	Gül	Deneysel	Sıçan	Öğrenme
Leslie vd., (2011)	Lavanta	Deneysel	Sıçan	Anksiyete
Lorik ve Schwartz, (1990)	Baharatlı elma, okaliptüs, lavanta	Deneysel		İnsan performansı ve ruh hali
Marlier vd., (2000)	Anason	Deneysel	Bebek	Hafıza
Mattila ve Wirtz, (2001)	Lavanta & greyfurt	Deneysel	Tüketici	Satın alma & tüketici davranışı
Morimoto ve Toda, (2008)	Lavanta	Deneysel	Öğrenci	Stres

Morrin ve Ratneshwar, (2000)	Sardunya	Deneysel	Öğrenci	Hafıza & dikkat
Motomura vd., (2001)	Lavanta	Deneysel	Üniversite öğrencisi	Zihinsel stres & uyarılma
Muz ve Taşçı, (2015)	Tatlı portakal ve lavanta	Deneysel	Hemodiyaliz tedavisi alan bireyler	Uyku kalitesi ve yorgunluk düzeyi
Nasiri ve Mahmodi, (2017)	Lavanta	Deneysel	Diz osteoartriti hastaları	Yaşam kalitesi
Özdemir, (2012)	Lavanta, ylang-ylang, bergamot	Deneysel	Hipertansiyonlu kadın hastalar	Kan basıncı, nabız ve kaygı
Pirak ve Yazdkhasti, (2016)	Lavanta	Deneysel	Gebeler	Doğum sancı şiddeti ve doğum süresi
Pirak ve Yazdkhasti, (2016)	Lavanta	Deneysel	Gebeler	Doğum sancı şiddetine & süresine etkisi
Şentürk, (2015)	Lavanta	Deneysel	Hemodiyaliz Hastaları	Anksiyete ve uyku kalitesi
Yayla, (2016)	Lavanta	Deneysel	Hasta Bireyler	Ağrı ve anksiyeteye etkisi

Koku Algı Araştırmaları

Bu bölümde literatürdeki koku algı araştırmaları koku sınıflandırmaları, koku araştırma yöntemleri ve bağımsız değişkenler olmak üzere alt başlıklar halinde bölümlendirerek analiz edilmektedir.

Koku Sınıflandırmaları

Koku sınıflandırmalarının ilk örnekleri botanik alanında tecrübeli olan Linnaeus' a kadar uzanmaktadır (Stanton ve Zarzo, 2006: 713-724). Bitkiler kokulandırma amacı ile kullanımdan önce sağlık alanında ilaç olarak kullanılmaktaydı. Bu nedenle kokular Linnaeus tarafından farmakolojik özelliklerine göre sınıflandırılmıştır. Bu sınıflandırmada kokusuz bitkiler yararsız, yoğun kokulu bitkiler yararlı, kötü kokular ise zararlı olarak sınıflamaya dahil edilmiştir. Linnaeus' un sınıflandırması; hoş kokulu, baharatlı, miskli, keçimsi, sarımsaklı, iğrendirici ve kirli olmak üzere yedi sınıfa ayrılmıştır (Uçar, 2013: 53).

20. yüzyılın başlarında Hans Henning koku sınıflandırmasını koku prizması şeklinde ortaya koymuştur. Blumig (çiçeksi), Faulig (kokuşmuş), Fruchtig (meyvemsi), Würzig (baharatlı), Brenzlich (yanık), Harzig (reçineli). Henning prizmanın her bir köşesine bir koku tanımlamıştır, prizma üzerine koyulacak bir koku yüzeyde hangi köşeye hareket ederse Henning' e göre o koku grubuna ait olacaktır (Uçar, 2013: 54).

Koku Araştırma Yöntemleri

Kokular, her birey tarafından farklı yoğunlukta algılanabilmektedir. Bunun nedeni, her bireyin koku alma eşiğinin farklı olmasından kaynaklanmaktadır. Kokular, her bireyde aynı duyguyu uyandırmayabilir. Bunun sebebi kişilerin kokularla bütünleştirdiği iyi yada kötü anılarıdır. Bazı çalışmalar koku konsantrasyonun çok düşük olduğu, hatta kullanıcı tarafından fark edilmediği durumlarda bile bireyin beyin dalgalarında değişimler tespit edildiğini bildirmiştir. Her iki durum için de farklı analiz teknikleri kullanılmaktadır. Koku araştırma yöntemleri arasında; öznel bildirim, otonomik bildirim ve beyin görüntüleme teknikleri yer almaktadır.

Beyin Görüntüleme Teknikleri

Beyin görüntüleme yöntemleri, kişinin oto kontrolü dışında gelişen tepkilerini belirlemek amacı ile kullanılmaktadır. Sinirbilim alanından uyarlanan bu teknik, uzmanlık gerektirmektedir ve uygun laboratuvar ortamında gerçekleştirilmektedir. Beyin görüntüleme yöntemleri pahalı ve uzmanlık gerektirmektedir ancak deneysel çalışmalar için olumlu sonuçlar vermektedir. Beyin görüntüleme yöntemleri arasında bulunan Elektroensefalografi (EEG) yöntemi, öznel sonuçlara mahal vermemesi nedeniyle deneysel çalışmalarda sıklıkla kullanılmaktadır. (Uçar, 2013: 32-34)

Elektroensefalografi (EEG)

Elektroensefalografi kelimesi, elektro, ensefalo ve gram (elektriklsel-beyin-kayıt) kelimelerinin birleşmesinden oluşmaktadır. Bu yöntem ile beyinde oluşan elektrik akımları, elektrotlar yardımı ile ölçülmektedir. İlk ölçüm hayvanlar üzerinde gerçekleştirilmiştir daha sonra insanlar üzerindeki kullanımına başlanmıştır. Elektroensefalografi yöntemi kullanılarak ölçülen elektrik akımlarına EEG işaretleri adı verilmektedir. EEG işaretleri; delta, teta, alfa, beta ve gama olmak üzere, frekans değerlerine göre ayrılmaktadır (Bekiryazıcı, 2020: 7-8). Delta derin uyku halindeyken, teta rüyalı uyku esnasında, alfa dalgaları beden ve zihin tam dinlenme halindeyken ve beta dalgaları uykunun hızlı göz hareketi sırasında kaydedilmektedir (Altun, 2018: 10-11). EEG yöntemine, çoğunlukla sağlık alanındaki koku algı çalışmalarında başvurulduğu görülmektedir.

Öz Bildirim

Öz bildirim yöntemi ucuz ve profesyonel bir kontrol gerektirmediği için çok sık tercih edilmektedir. Bu yöntem, duyguların somutlaştırılarak ifade edilmesi anlamına gelmektedir. Ancak duyguların oto kontrol dışında ortaya çıkması nedeniyle tanımlanması da güçleşmektedir. Duyguları ölçme skalası sözel yada görsel olabilmektedir. Öz bildirim yöntemi üç şekilde gerçekleştirilmektedir; sözel öz bildirim, görsel öz bildirim ve hareketten harekete puanlama. Sözel öz bildirim, kişinin duygularını kendi kelimeleriyle ifade ettiği yada skaladan puanlama vererek somutlaştırdığı bir yöntemdir. Görsel öz bildirim yönteminde katılımcılar, duygularını resimlerle yada animasyonlarla ifade etmektedir. Sözel öz bildirime benzemekle birlikte daha hızlı, ekonomik ve daha az sıkıcıdır. Genel kullanım alanı çocukların dahil edildiği çalışmalardır. Hareketten harekete puanlama yönteminde ise, katılımcılar duygularını kâğıt üzerinde bulunan kaleme bakarak ifade etmektedir. Bu teknik tek boyutlu olması sebebiyle kullanım alanı sınırlıdır (Uçar, 2013: 29-32)

Otonomik Ölçümler

Bu yöntemde katılımcıların, kısmen kontrollerinin dışında gelişen fiziksel tepkileri ölçülmektedir. Otonomik ölçüm yöntemini öz bildirim yönteminden ayıran en belirgin fark, bilinçli ön yargıların konu dışı kalmasıdır ayrıca bu yöntem öz bildirimden farklı olarak kontrollü laboratuvar ortamlarında gerçekleşmektedir. Otonomik ölçüm yöntemi dört şekilde gerçekleşmektedir; yüz ifadeleri, elektrodermal tepki, kardiovasküler tepkiler ve göz izleme. Otonomik ölçüm yöntemlerinde, yapılacak olan çalışmanın amacına en uygun olan yöntem çalışma yöntemine dahil edilmektedir (Uçar, 2013: 29-32).

Koku ve Bağımsız Değişkenler için

Literatürdeki koku ve mekân algısı üzerine yapılan çalışmalarda bağımsız değişkenlerin cinsiyet, yaş ve kültür alt başlıkları altında incelendiği görülmektedir.

Cinsiyet

Anne ve çocuk kokusunun özellikle bebeklik döneminde birbirine oldukça yakın olduğu bu sayede birbirlerini kokularından tanıyabildikleri bilinmektedir. Bu biyolojik ayrıcalık sayesinde kadınların koku alma duyusunun erkeklere kıyasla daha iyi olduğu düşünülmektedir.

Eş seçimi söz konusu olduğunda koku ve cinsiyetin sonuçları nasıl etkileyeceğini görmek için deneysel bir çalışma yürütülmüştür. Çalışmaya erkek ve kadınlardan oluşan toplam180 denek katılmıştır. Çalışma sonuçlarına göre, kokunun etkisi hoşluk hariç diğer tüm sosyal faktörleri geride bırakmıştır. Bu bulgular vücut kokusunun kadınların eş seçiminde belirleyici bir unsur olduğu sonucunu desteklemektedir. Erkelerin ise kadınlara kıyasla, kokudan daha az etkilendiklerini göstermektedir (Herz ve Inzlicht ,2002).

Bir başka çalışmada erkek ve kadın üniversite öğrencilerinden oluşan bir grup ile kişilerin kendi vücut kokularını tanıyıp tanıyamadıkları sorgulanmıştır. Çalışmanın sonucuna göre kadınların yarısından çoğu kendi vücut kokusunu tanırken, erkek deneklerden yalnızca biri kendi vücut kokusunu tanıyabilmiştir (Ozan, 2014: 55)

Yaş

Gozu ve arkadaşları (2001) çalışmalarında yaşlanmaya bağlı vücut kokusunu araştırmıştır. Denek grubunu 26-75 yaş aralığına sahip kişiler oluşturmuştur. Her bireyin belli prosedürler sonucu vücut kokusu toplanmıştır. Elde edilen vücut kokuları incelendiğinde 40 yaş ve üzeri grupta nonenal' e rastlanırken 40 yaşın altındaki grupta nonenal' e rastlanmamıştır. Ayrıca orta yaş ve yaşlı grupta cilt yüzey lipitlerinde omega-7 doymamış yağ asidine rastlanmıştır. Omega-7 doymamış yağlarının giderek artması ve okside olması vücutta nonenal' e sebebiyet vermektedir (Gozu vd., 2011: 520-524).

Christensson ve arkadaşlarının (1997) çalışmasında, yeni doğan bebeklerin amniyotik sıvı kokusundan ve anne meme kokusundan uzaklaştıklarında ağlamalarının nasıl etkilendiği araştırılmıştır. Çalışma sonuçlarına göre amniyotik sıvı kokusuna maruz bırakılan bebeklerin, meme kokusu ve kokusuz gruptaki bebeklere göre ağlama süreleri önemli ölçüde düşük bulunmuştur (Christensson vd., 1997: 47-55).

Kültür

Bir kokunun hoş yada hoş olmayan olarak adlandırılması, kişinin yaşadığı coğrafyaya, ait olduğu toplumun yemek kültürüne ve toplumun inanışlarına bağlı olarak değişim gösterebilmektedir.

Çınar ve arkadaşları (2015) çalışmalarında, Türk toplumunun sosyokültürel yapısına uygun ve tanıdık kokuları belirlemek amacı ile insanların günlük hayatta karşılaştıkları 20 ayrı koku kullanarak bir çalışma yürütmüştür. Çalışmanın sonucuna göre Türk toplumda uygulanacak koku testlerinde; çilek, muz, gül, nane, karanfil, tarçın, limon, portakal, lavanta ve sarımsak kokuları tercih edilmelidir (Çınar vd., 2015: 91-96).

Kokular birçok kültürde dinsel törenlerde yada festivallerde de kullanılmaktaydı. Örneğin Hint kültüründe kutsal cenaze törenlerinde kokulu bitkiler yakılmaktaydı. Budistler ölümden sonraki yaşama geçiş olayına "gandhamadana" (kokulu dağ) adını vermektedir. Ayrıca bahar aylarında eğlence amaçlı düzenlenen holi festivalinde de koku kullanımına rastlanmaktadır. Tüm bu törenler için koku hazırlayan parfümörlere ise "gandhika" adı verilmektedir (Ozan, 2016: 98-99).

Araştırma Bulguları

Literatürdeki çalışmalara bakıldığında koku sağlık, eğitim ve tüketim alanında sıklıkla yararlanılmış bir uyaran olarak karşımıza çıkmaktadır. Literatürde koku duyusu ile ilgili, diğer duyulara kıyasla daha az çalışma mevcuttur. Buna karşın, insan koku algılama süreci henüz anne karnındayken başlamaktadır (Marlier vd., 2000). Ayrıca düşük konsantrasyondaki fark edilemeyen kokuların dahi, beyin aktivitesi ve ruh hali üzerinde etkileri olduğu gözlenmiştir (Cain vd., 1990). Yapılan çalışmalar sonucunda, her kokunun farklı beyin bölgesini aktive ettiği bilinmektedir. Gül ve portakal yağı koku maruziyetinin, oksihemoglabin konsantrasyonunu ve sağ prefrontal korteks aktivitesini (Ikei vd., 2004) azalttığı, biberiye yağının, frontal alfa ve beta gücünde azalma, uyanıklık halinde ise artış yarattığı gözlenmiştir (Diego vd., 1998). Bunun yanı sıra lavanta uçucu yağı solunumunun, kortizol seviyesinde azalmaya sebep (Morimoto ve Toda, 2008) olduğu, lavanta ve biberiye kokularının, tükürükteki kortizol seviyesini önemli ölçüde düşürdüğü tespit edilmiştir (Atsumi ve Tonosaki, 2005). Lavanta esansiyel yağının sakinleştirici, biberiye yağının uyandırıcı özelliği olduğunu düşünülmektedir (Cook vd., 2009).

Bilişsel performans yada dikkat gerektiren alanlarda da kokunun olumlu etkilerinden yararlanılmaktadır. EEG yönteminin kullanıldığı bir deneyde, gül kokusunun zihin konsantrasyonunu arttırabileceği, orkide kokusunun ise rahat ve ferah hissettirebileceği sonucu ortaya çıkmıştır (Jang vd., 2016). Başka bir çalışmada nane ve müge kokularının uyanıklık görevi sırasında deneklerin performansı üzerinde olumlu etkileri olduğu bildirilmiştir (Dember vd., 1991). Lavanta aromasına maruz bırakılan denekler, matematik hesaplarını daha hızlı ve daha doğru bir şekilde tamamlamıştır (Diego vd., 1998). Hoş ortam kokusu tanıdık olmayan marka isimlerinin hatırlanmasında hafızayı ve dikkati arttırmıştır ayrıca değerlendirmeleri iyileştirmiştir (Morrin ve Ratneshwar, 2000). Koku çalışmaları, kimi zaman gönüllü bireylerle kimi zaman da hayvanlarla yürütülmektedir. Sıçanlarla yürütülen deneysel bir çalışma sonucu, gül esans yağının, öğrenme ve hafızada etkili olduğu ortaya çıkmıştır (Kavaklı vd., 2017).

Tüketim alanında da kokunun olumlu etkilerinden yararlanıldığı görülmektedir. Lavanta aroması ile kokutulan bir pizzacıda, müşterilerin kalış süresinde ve buna bağlı olarak harcadıkları para miktarında artış

gözlenmiştir (Gueguen ve Patr, 2005). Çikolata kokusu, tematik uyumun bulunduğu kitap türlerine yaklaşımı ve satın alma oranını arttırmıştır (Backer vd., 2013). Koku ve müzik uyumu sağlandığında, tüketicinin genel yaklaşımının daha olumlu olduğu ve satın alma isteğinin arttığı gözlenmiştir (Mattila ve Wirtz, 2001). Başka bir çalışmada ise bilinçaltı kokuların kişilerin sosyal beğenilirliğini etkilediği tespit edilmiştir (Gottfried vd., 2007).

Kokular, kültürel sebeplere bağlı olarak her toplumda farklı kullanım alanına sahip olabilmektedir. Türk toplumu için önerilen kokuların başında lavanta, gül, portakal, limon, karanfil, nane ve tarçın gelmektedir (Çınar vd., 2015). Lavanta rahatlatıcı bir koku olarak kabul edilmekteyken, limon uyarıcı bir koku olarak kabul edilmektedir (Diego vd., 1998).

Sonuç ve Öneriler

Mekân algısını etkileyen bir çok çevresel faktör mevcuttur. Her bir faktör mekânların algılanmasında rol oynamaktadır. Bu çalışmada iç mekân çevresel faktörlerinden biri olan kokunun, mekân algısı ve kullanıcı değerlendirmeleri üzerindeki etkileri incelenmiştir. Literatürdeki koku algı çalışmaların sayısının tatmin edici olduğu ancak çalışıldığı alan bakımından sınırlı kaldığı görülmektedir. İncelenen koku algı çalışmaları, deneysel çalışmaları kapsamaktadır. Bu çalışmalarda çoğunlukla EEG ve öz bildirim araştırma teknikleri kullanılmıştır. Özellikle sağlık alanındaki koku araştırma çalışmalarında EEG yöntemine sıkça başvurulmuştur. Tüketim alanındaki çalışmalara bakıldığında öz bildirim tekniğinden yararlanıldığı görülmektedir. Bunun yanı sıra tüketim alanındaki çalışmalarda kokunun etkileri, kullanıcın mekânda kalış süresi ve satın alma eğilimi ile ölçülmüştür. Eğitim alanındaki koku algı çalışmalarında ise EEG ve öz bildirim tekniklerinin her ikisinin de kullanıldığı görülmektedir.

Yapılan literatür araştırmasında, koku faktöründen çokça yararlanılmış olmasına rağmen eğitim mekanlarında yapılmış koku algı çalışmalarının sayısı sınırlı kalmaktadır. İncelen tüm çalışmaların sonuçlarının pozitif yönde olmasına karşın, eğitim mekanlarında koku faktörünün olumlu katkılarından yeterince yararlanılmadığı görülmektedir. Bu bilgiler ışığında eğitim mekanlarında, iç mekân çevresel faktörlerinden koku ile ilgili daha fazla araştırma yapılması önerilmektedir.

Kaynakça

1. Ahmadi, S., Khatony, A. and Rezaei, M. (2019). “Comparing Effects of Aromatherapy With Lavender Essential Oil and Orange Essential Oil on Fatigue of Hemodialysis Patients: a Randomized Trial”, Complementary Therapies in Clinical Practice, 2019 (36): 64-68.
2. Almeida, R. N., Catallani, B., Faturi, C. B., Leite, J. R. and Motta, S. C. (2004). “Anxiolytic-like Effects of Oil İnhalation on The Elevated Plus-maze Test in Rats”, Pharmacology Biochemistry and Behavior, 2004 (2): 361-364.
3. Altun, H. (2018). Bazı Baharat Kokularının Koklanması Sırasında Oluşan EEG İşaretlerinin İncelenmesi ve Sınıflandırması, Yüksel Lisans Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
4. Anderson, P., Heitman, E., Heitman, K., Rabquer, B. and Streu, C. (2018). “The Use of Lavander Aromatherapy to Relieve Stress in Trailered Horses”, Journal of Equine Veterinary Science, 2018 (63): 8-12.
5. Antonelli, M., Bellinazzi, C., Donelli, D., Frienzuoli, F. and Gensini, G. F. (2019). “Effects of Lavander on Anxiety: a Systematic Review and Meta-analysis”, Phytomedicine, 2019 (65): 2-31.
6. Araghchian, M., Bikmoradi, A., Oshvandi, K., Poorolajal, J., Safiaryan, R. and Seifi, Z. (2015). “Effect of İnhalation Aromatherapy WithLavander Essential Oil on Stress and Vital Signs in Patients Undergoing Coronary Artery Bypass Surgery: a Single-blinded Randomized Clinical Trail”, Complementary Therapies in Medicine, (2015 3): 331-338.
7. Atsumi, Toshiko ve Tonosaki (2005). “Smelling Lavender and Rosemary Increases Free Radical Scavenging Activity and Decreases Cortisol Level In Saliva”, Psychiatry Research, 2005 (1): 89-96.
8. Aydın, K (2006). İlköğretim Birinci Kademe IV. Sınıf Öğrencilerinin İngilizce Dersindeki Öğrenmeleri Üzerine Aromanın Etkileri, Yüksek Lisans Tezi, Fırat Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Elâzığ.

9. Baker, J., (1986). “The Role Of The Environment İn Marketing Services: The Consumer Perspective”, American Marketing Association, 1986, 79-84.
10. Barış Eren, N. ve Öztunç, G. (2016). “Sağlık Çalışanlarında Aromaterapinin Stres ve Anksiyete Üzerine Etkisi”, Gümüşhane Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi, 2016 (4): 107-111.
11. Bekiryazıcı, Ş. (2020). Elektroensefalografi İşaretlerinin Makine Öğrenmesi Algoritmaları ile İncelenmesi ve Sınıflandırılması, Yüksek Lisans Tezi, Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Bursa.
12. Bioos, S., Malekshahi, F., Mohebitabar, S., Nejatbakhsh, F., Rahimi, R., Shirazi, M., Shahpiri, Z. and Yakaninejad, M. S. (2017). “The Effect of Topical Rosa Damascena (Rose) Oil on Pregnancy-Related Low Back Pain: a Randomized Controlled Clinical Trail”, Journal of Evidence-Based Complementary & Alternative Medicine, 2017 (1): 120-126.
13. Blache, D., Fiol, C. and Hawken, P. A. R. (2012). “Genetic Differences in Temperament Determine Whether Lavander Oil Alleviates or Exacerbates Anxiety in Sheep”, Physiology and Behavior, 2012 (5): 1117-1123.
14. Bradley, B. F., Brown, S. L., Lea, R. W. and Starkey, N. J. (2007). “The Effects of Prolonged Rose Odor İnhalation in Two Animal Models of Anxiety”, Physiology and Behavior, 2007 (5): 931-938.
15. Brand, Gerard, Millot, Jean ve Morand, Nadege (2002). “Effects 0f Ambient Odors on Reaction Time in Humans”, Neuroscience Letters, 2002 (2): 79-82.
16. Browning, J., Ferguson, C. E. and Kleinman, H. F. (2013). “Effect of Lavander Aromatherapy on Acute-Stresses Horses”, Journal of Equine Veterinary Science, (2013 1): 67-69.
17. Cain, W.S., Herman, K.B., Lorig, T.S. and Schwartz, G.E. (1990). “EEG Activity During Administration Of Low-Concentration Odors”, Bulletin of Psychonomic Society, 1990 (5): 405-408.
18. Chow, J. K. W., Fung, T. K. H., Lau, B. W. M., Lau, W.K. W., Po, K. K. T., Sanchez Vidana, D. I., So, P. K. and Tsang, H. W.H. (2019). “Lavander Essential Oil Ameliorates Depression-Like Behavior and Increases Neurogenesis and Dendritic Complexity in Rats”, Neuroscience Letters, 2019 (701): 180-192.
19. Christensson, K., Porter, R., Varendi, H. Ve Winberg, J (1997). “Soothing Effect Of Amniotic Fluid Smell In Newborninfants”, Early Human Development, 1998 (1): 47-55.
20. Cook, J., Duckett, P., Moss, M. and Wesnes, K. (2009). “Aromas of Rosemary and Lavander Essential Oils Differentially Affect Cognition and Mood İn Healthy Adults”, International Journal of Neuroscience, 2009 (1): 15-38.
21. Cullen, C., Diego, M., Field, T., Field, T., Kuhn, C., Largie, S. and Schanberg, S. (2008). “Lavander Bath Oil Reduces Stress and Crying and Enhances Sleep in Very Young İnfants”, Early Human Development, 2008 (6): 399-401.
22. Çınar, F., Evren, C., Özdemir, Y., Uğur, M. ve Yiğit, V. (2015). “Türk toplumu için koku tanımlama testi”, Kulak Burun Boğaz Uygulamaları Dergisi, 2015 (3): 91-96.
23. Deecke, Lueder, Jörhen, Peter, Lehrner, Johann, Lehr, Stephan ve Marwinski, G (2005). “Ambient Odors Of Orange And Lavender Reduce Anxiety And İmprove Mood In A Dental Office”, Physiology & Behavior, 2005 (1-2): 92-95.
24. Dember, W., Parasuraman, R. ve Warm, J. (1991). “Effects of Olfactory Stimulation on Performance and Stress in a Visual Sustained Attention Task”, Society of Cosmetic Chemist, 1991 (42): 199-210.
25. Diego, M.A., Field, T., Galamaga, M., Hernandez-reif, M., Galamaga, R., Jones, N. A., Kuhn, C., McAdam, V. And Schanberg, S. (1998). “Aromatherapy Positively Affects Mood, Eeg Patterns Of Alertness And Math Computations”, International Journal of Neuroscience, 1998 (3-4): 217-224.
26. Duluklu, B. (2018). Kalıcı Kolostomisi Olan Bireylerde Stoma Torbasına Konulan Lavanta Esansiyel Yağının Kokunun Giderilmesine, Yaşam Kalitesine ve Stoma Uyumuna Etkisi, Doktora Tezi, Hacettepe Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
27. Esmaeili, R., Fazlollahpour-Rokni, F., Ghafari, R., Mousavinasab, N. and Shorofi, S. A. (2019). “The Effect of Inhalation Aromathherapy With Rose Essential Oil on The Anxiety of Patients Undergoing Coronary Artery Bypass Graft Surgery”, Cpmplementary Therapies in Clinical Practice, 2019 (34): 201-207.
28. Genç, H. (2017). Lavanta Yağının Benign Prostat Hiperplazili Hastaların Ameliyat Öncesi Yaşam Bulguları ve Kaygı Düzeyine Etkisi, Yüksek Lisans Tezi, İnönü Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Malatya.

29. Gottfried, J.A., Li, W., Moallem, I. and Paller, K.A. (2007). "Subliminal Smells Can Guide Social Preferences", Association for Psychological Science, 2007 (12): 1044-1049.
30. Gozu, Y., Haze, S., Kohno, Y., Nakamura, S., Ohta, H., Sawano, K. Ve Yamazaki, K. (2001). "Nonenal Newly Found in Human Body Odor Tends to Increase with Aging", Journal Of Investigative Dermatology, 2001 (4): 520-524.
31. Gueguen ve Petr (2005). "Odors and Consumer Behavior in a Restaurant", Hospitality Management, 2005 (2): 335-339.
32. Harada, E., Komiya, M. and Takeuchi, T. (2006). "Lemon Oil Vapor Causes an Anti-Stress Via Modulating The 5-HT and DA Activites in Mice", Behavioural Brain Research, 2006 (2): 240-249.
33. Hashempur, M. H., Heydari, M., Niazi, M., Shariat, A. and Taghizadeh, M. (2017). "Efficacy of Topical Rose (Rosa Damascena Mill) Oil for Migraine Headache: a Randomized Double-Blinded Placebo-Controlled Cross-Over Trail, Complementary Therapies in Medicine, 2017 (34):35-41.
34. Herz, R. S. and Inzlicht, M. (2002). "Sex Differences In Response To Physical and Social Factors Involved In Human Mate Selection: The İmportance Of Smell For Women", Evolutıon and Human Behavior, 2002 (5): 359-364.
35. Ho Pak, C., Jean Jang, E., Min Kim, S., Park, S. and Won Hong, J. (2016). "Psychophysiological Effects of Orchid and Rose Fragrances on Humans", Korean Journal of Horticultural Science & Technology, 2016 (3): 472-487.
36. Ho, C. T., Hao, C. W., Lai, W. S. and Sheen, L. Y. (2013). "Antidepressant-like Effect of Lemon Essential Oil is Through a Modulation in the Levels of Norepinephrine, Dopamine and Serotonin in Mice: Use of the Tail Suspension Test", Journal of Functional Foods, 2013 (1): 370-379.
37. Hongratanaworakit, T. (2009). "Relaxing Effect of Rose Oil on Humans", Natural Product Communications, 2009 (2): 291-296.
38. Igarashi, M., Ikei, H., Miyazaki, Y., and Song, C. (2014). "Effects of Olfactory Stimulation With Rose and Orange Oil On Prefrontal Cortex Activity", Complementary Therapies in Medicine, 2014 (6): 1027-1031.
39. Kandemir, S. ve Muluk, B.N. (2016). "Koku fizyolojisi ve Koku Testleri: Derleme", Turkish Journal of Clinics and Laboratory, 2016 (2): 48-53.
40. Kavak, F., Savaş, B. and Sarıtaş, S. (2018). "The Effect of Lavander Oil on Anxiety Levels of Patients Before Laparoscopic Cholecystectomy", Complementary Therapies in Clinical Practice, 2018 (32): 51-54.
41. Kavaklı, A., Köse, E., Kuş, İ., Ögetürk, M., Sarsılmaz, M. ve Zararsız, İ. (2017). "Öğrenme Davranışlarında Gül Esans Yağ Aromasının Rolü: Deneysel Bir Çalışma", Fırat Tıp Dergisi, 2017 (3): 159-162. Gueguen ve Petr (2005). "Odors and Consumer Behavior in a Restaurant", Hospitality Management, 2005 (2): 335-339.
42. Marlier, Luc, Schall, Benoist ve Soussignan, Robert (2000). "Human Foetuses Learn Odours From Their Pregnant Mpther's Diet", Chemical Senses, 2000 (6): 729-737.
43. Mattila, A. S. and Wirtz, J. (2001). "Congruency of Scent and Music as a Driver of in-Store Evaluations and Behavior", Journal of Retailing, 2001 (77): 273-289.
44. Morimoto, K. and Toda, M. (2008). "Effect of Lavander Aroma on Salivary Endocrinological Stress Markers", Archives of Oral Biology, 2008 (10): 964-968.
45. Morrin, M. And Ratneshwar, S. (2000). "The Impact of Ambient Scent on Evaluation, Attention and Memory for Familiar and Unfamiliar Brands", Journal of Bussiness Research, 2000 (2): 157-165.
46. Motomura, N., Sakurai, A. and Yotsuya, Y. (2001). "Raducation of Mental Stress with Lavander Odorant", Perceptual and Motor Skills, 2001 (3): 713-718.
47. Mutluay Yayla, E. (2016). İnhaler Yolla Uygulanan Aromaterapinin İmplante Edilebilir Venöz Port Kateter İğne Girişine Bağlı Prosedürel Ağrı ve Anksiyete Üzerine Etkisi, Doktora Tezi, Hacettepe Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
48. Muz, G. ve Taşcı, S. (2015). "Hemodiyaliz Tedavisi Alan Bireylerde İnhalasyon Yoluyla Uygulanan Aromaterapinin Uyku Kalitesi ve Yorgunluk Düzeyine Etkisi", İntegratif Tıp Dergisi, 2015 (2): 110-111.

49. Nasiri, A. and Mahmodi, M. A. (2018). "Aromatherapy Massage with Lavander Essential Oil and the Prevention of Disabilit in ADl in Patients with Osteoarthritis of the Knee: a Randomized Controlled Clinical Trail", Complementary Therapies in Clinical Practice, 2018 (30): 116-121.
50. Nazıroğlu, M., Karakuş, K., Kozlu, S., Uğuz, A. C. ve Yorgancıgil, E. (2013). "Gül Yağı (Rosa Damascena Mill'den) Buharı, Sıçan Beyninde Depresyonun Olduğu Oksidatif Toksisiteyi Zayıflatır", Doğal İlaçlar Dergisi, 2013 (67): 152-158.
51. Ozan, V. (2014). Kokular, Everest Yayıncılık, İstanbul.
52. Ozan, V. (2016). Kokular Kitabı III: Kültürler, Everest Yayıncılık, İstanbul.
53. Özdemir, H. (2012). Esansiyel Hipertansiyonlu Kadınlara İnhalasyon Yoluyla Uygulanan Aromaterapinin Arteriyel Kan Basıncı, Nabız ve Kaygı Düzeyine Etkisi, Doktora Tezi, Erciyes Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Kayseri.
54. Pirak, A. and Yazdkhasti, M. (2016). "The Effect of Aromatherapy With Lavander Essence on Severity of Labor Pain and Duration of Labor in Primparous Women, Complementary Therapies in Clinical Practice, 2016 (25): 81-86.
55. Shaw, D., Leslie, J. C., Norwood, K. and Shaw, D. (2011). "Chlordiazepoxide and Lavander Oil Alter Unconditioned Anxiety-induced c-fos Expression in the Rat Brain", Behavioural Brain Research, 2011 (1): 1-7.
56. Stanton, D.T. ve Zarzo, M. (2006). "Identification of Latent Variables In A Samantic Odor Profile Database Using Principal Component Analysis", Chemical Senses, 2006, (8): 713-724.
57. Şentürk, A. (2015). Hemodiyaliz Hastalarına İnhalasyon Yolu ile Lavanta Yağı Uygulamasının Anksiyete Düzeyi ve Uyku Kalitesine Etkisi, Yüksek Lisans Tezi, Erciyes Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Kayseri.
58. Uçar, Ö. (2013). Ankara İli Üniversite Öğrencileri Koku Profilinin Belirlenmesi, Doktora Tezi, Gazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
59. Zarzo, M. and Stanton, D.T. (2006). "Identification of Latent Variables in a Semantic Odor Profile Database Using Principal Component Analysis", Chemical Senses, 2006 (31): 713-724.

Presentation ID/Sunum No= 92

Oral Presentation / Sözlü Sunum

Mardin-Savur Eski Cami Mimari Özellikleri ve Geçirdiği Onarımların Değerlendirilmesi

Restoratör Yüksek Mimar Gamze Kuzu
**Corresponding author: Gamze Kuzu*

Özet

Mardin İli Savur İlçesi'nde Kaplan Mahallesi'nde bulunan cami harim, son cemaat yeri, medrese ve minareden oluşmaktadır. Kagir yapının, yapım malzemesi kalker ve moloz taştır. Avlunun kuzeyinde cami, güneyinde son cemaat yeri güneybatısında minare, doğusunda medrese odaları ve odaların bitiminde abdesthane bulunur. Yapıda toplam beş kitabe ve batı cephesinde devşirme bir mezar taşı bulunur. Harim içinde bulunan kitabeden yola çıkılarak yapı 827/1414 yılıyla tarihlendirilmektedir. Avlunun güney duvarında bulunan kitabede eserin Hasan Bey tarafından 1155/1742 yılında onarım gördüğü daha sonra da doğu duvarında bulunan kitabeden yapının 1258/ 1842 tarihinde Emir Abdullah Bey tarafından onarıldığı bilgileri vardır. Bu araştırmada yapının mevcut durumu, kitabeleri, yapı üzerindeki izler incelenmiş ve yazılı ve görsel kaynaklardan yararlanılarak geçirdiği dönemler değerlendirilmiştir.

Anahtar Kelimeler: *Cami, Medrese, Minare*

Mardin-Savur Eski Cami Archıtectural Features And Consideration Of Renovation

Abstract

Located in the Kaplan distinction of Mardin Province Savur District, the mosque consists of a narthex, last congregation place, a madrasa and a minaret. The construction material of the masonry structure is limestone and rubble stone. There is a mosque in the north of the courtyard, the last congregation place in the south, a minaret in the southwest, madrasah rooms in the east and an ablution room at the end of the rooms.There are five epitaphs totally in the building and a spolia tombstone on the west side. Based on the inscription found in the narthex, the building is dated to 827/1414. In the inscription on the south wall of the courtyard, it is revealed that the building was repaired by Hasan Bey in 1155/1742 and then the inscription on the east wall was repaired by Emir Abdullah Bey in 1258/1842.). In this research, the current state of the building, its inscriptions, and the traces on the building were examined and the restitution periods were evaluated using written and visual sources.

Keywords: *Mosque, Madrasah, Minaret*

Mardin-Savur Eski Cami Mimari Özellikleri ve Geçirdiği Onarımların Değerlendirilmesi

Mardin İli Savur İlçesi'nde Kaplan Mahallesi'nde yer alan eserin mülkiyeti Diyarbakır Vakıflar Bölge Müdürlüğü'ne aittir. Kareye yakın bir alan kaplayan yapı harim, son cemaat yeri ve iki oda olarak inşa edilmiştir. Avlunun kuzeyinde cami, güneyinde son cemaat yeri güneybatısında minare, doğusunda medrese odaları ve odaların bitiminde abdesthane bulunur. Yapıda toplam beş kitabe ve batı cephesinde devşirme bir mezar taşı vardır. Caminin özgün biçimlenişi daha iyi anlamak için kaynak taraması yapılmış, eski resimleri, arşiv kayıtları ve kitabeleri itinalı bir şekilde okunmuş ilave olarak güncel rölöve çizimleri de incelenmiştir. Anıtın geçmişten günümüze geçirdiği değişimler araştırılarak yapım tekniği ve malzemeleri bu araştırmada irdelenmiştir. Diyarbakır vakıflar bölge müdürlüğünün 2008 yılında yaptığı onarım ilk defa bu araştırma da ele

alınmış ve daha önce tespit edilemeyen ve okunmayan kitabeler okunmuştur. Bu araştırmada anıtı geçmişte çalışan araştırmacıların bilgileri yapının mevcut durumuyla karşılaştırılmıştır.

1. Savur Eski Cami'nin Tarihsel Gelişimi

Caminin ne zaman ve kim tarafından yapıldığına ilişkin en önemli bilgileri yapı üzerinde bulunan kitabelerden almaktayız. Yapı üzerinde toplam beş kitabe ve batı cephesinde devşirme bir mezar taşı bulunur. Bu kitabelerden en çok harap olan okunamayan ve en eski yazım tekniğine sahip olan kitabe avlu doğu duvarı giriş kapısının solunda alt kotta yan yatmış şekildedir. Caminin özgün biçimlenişi daha iyi anlamak için kaynak taraması yapılmış, yazılı ve görsel kaynaklarda Savur Eski Camiye ait bilgiler ayrıştırılmıştır.

Akyüz'ün 1998 tarihli 'Mardin ilinin merkezi ve civar köylerinde ve ilçelerinde bulunan kiliselerin ve manastırların tarihi' adlı kitabında yapıyı adı ve inşa tarihi bilinmeyen bir Süryani kilisesi olduğunu yazmıştır.

Yıldız'ın 2003 yılına ait 'Savurdaki Mimari Eserler' adlı yayınında Savur Eski Cami için: *'.... -caminin XII. yüzyılda Artuklular tarafından inşa edildiği ve daha sonraki dönemlerde 1155/1742'de Hasan Bey, 1258/ 1842' Emir Abdullah Bey tarafından eklemeler yapıldığını ve bu tarihte caminin bitişiğindeki medresenin inşa edildiğini söylemek uygun görünmektedir.'* İfadelerini kullanmıştır.

Halifeoğlu 2008 tarihli 'Geleneksel Konu-Aile İlişkisinin Sürdüğü Yerleşmeler İçin Bir Koruma Model Önerisi: Mardin – Savur Örneği' çalışmasında Savur Eski Camiyi : '*Eski Cami olarak adlandırılan cami M.S. 364 yılında Sasani Kralı 'Melik Şeydal' tarafından yapıldı. Sonra kilise olarak kullanıldı, yanındaki medrese ile birleştirilerek manastıra dönüştürüldü. 668 yılında da yöneticisi olan Metropolit Mar Gabriel el Bakıstani'nin adına sunuldu. 11. Yüzyılda da Artuklular tarafından camiye çevrildi. 1958 yılında minare olarak kullanılan kulesinin tepesi yıktırılarak sivri hale getirildi ve daha sonraki bilinçsiz eklemeler ile…'* şeklinde tanımlamıştır.

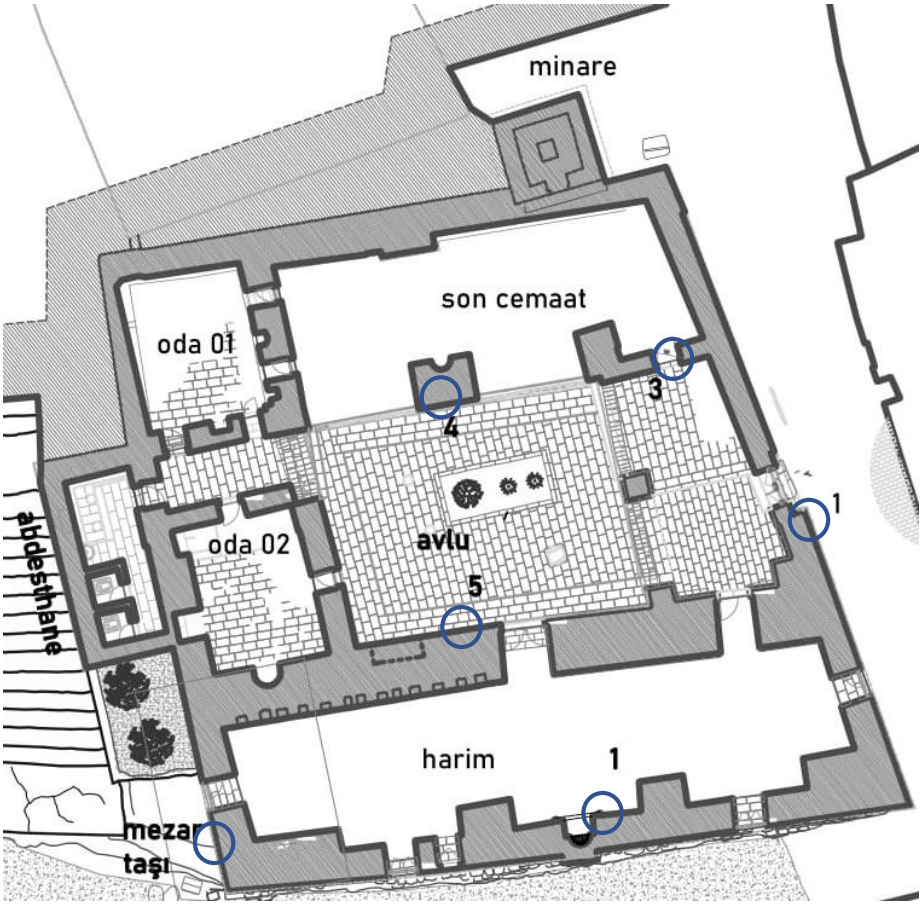
Karaduman'ın, 2010 yılındaki 'Bir Kentsel Mekân Çözümlemesi – Savur (Mardin) Örneği' aldı tez çalışmasında bölgeyi dörde ayırmış (1.Eski Cami Çevresi, 2.Abdullah Öztürk Konağı Çevresi 3. Büyük Çarşı Camii Meydanı,4. Vatan Caddesi) 1. bölge olarak da Eski Cami Çevresini göstermiştir. Yayınında Eski Camiyi: *'Eski Cami çevresi olarak adlandırılan bölge kentin ilk yerleşiminin oluşturulduğu bölgedir. Bu bölge ilk dönemdeki dokunun günümüze kısmen gelmiş olduğu alandır. Bu bakımdan diğer bölgelerden ayrılmaktadır. Eski Cami de zaten bu bölgede bulunmaktadır. Söz konusu cami kiliseden çevrilmiş olup ilk yerleşim bu kilise etrafında şekillenmiştir.'* cümleleriyle anlatmıştır.

Yıldız'ın 2011 tarihli 'Savurdaki tarihi eserler' yayınında bu kitabenin yazım karakteri ve üslubu bakımından değerlendirerek yapıyı XIII. yüzyılda ilçeye hâkim olan Eyyubiler dönemine ait olduğunu yazmış ve 2003 tarihli yayınındaki bilgileri tekrar etmiştir.

Yapılan kaynak araştırması sonucunda yapının ilk olarak bir kilise olarak inşa edildiği, Artuklular döneminde camiye çevrildiği bilgisine ulaşılmaktadır. Ancak kilisenin form biçim ve mimarisini anlatan herhangi bir kaynak bulunamamıştır. İlave olarak bölgedeki kiliseler incelenmiş fakat güncel cami plan biçimlenişinin kilise plan şemasıyla uyuşmadığı görülmüştür.

Yapının kilise olarak inşa edilmiş olabileceğini yazan ve doğu cephede bulunan okunamayan kitabeden yola çıkılarak yapıyı XIII. yüzyılla tarihlendiren araştırmacıların yapının 2007 onarım öncesi dönemine göre değerlendirdiği ve harim içinde mihrap nişinin solunda bulunan onarım öncesi sıva altında kalan kitabenin değerlendirilmeden yapıldığı tespit edilmiştir. Yapı üzerinde farklı yerlerde ve farklı yazım tekniğine sahip kitabeler görülür. İncelenen kitabeler aşağıda kronolojik olarak sıralanmıştır.

Şekil 1 Savur Eski Cami Planı Kitabe Yerleri



1 No'lu Kitabe (Caminin doğu cephesinde bulunan kitabe):

Celi cülus hatlı, üç satırdan oluşan kitabe taşa kabartma tekniğiyle yazılmıştır. Oldukça harap durumda olan kitabe okunamamaktadır (Yıldız,2011).

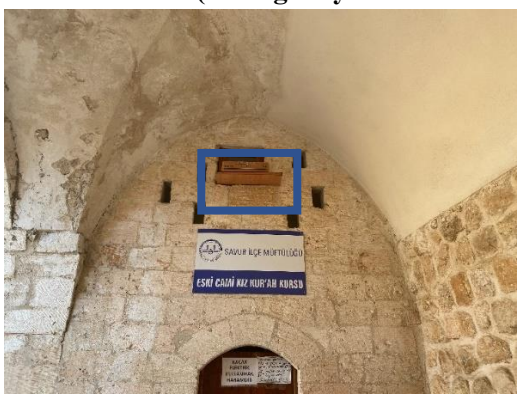
2 No'lu Kitabe (Harim mihrap nişinin yanında bulunan kitabe):

1. Lemmâ kâne bitârîhi seneti seb'a ve ışrîn
2. Ve semâniye mie (Kâme) bi'ımârati hâze'l-Mescid
3. El-Mubârak el-Fakîr ilallâhi Teâlâ bi emri
4. El-Melik eazzellâhu nusrahû Hâkimu yev
5. Miiz bi's-**Sûr** ve kad …cemîa
6. el-vakfellezî aleyhi yekûnu hılâfen lâ….
7. Hâmîhi hâsıl velâ ……
8. Allâhu yekûnu aleyhi el-le'netu ilâ yevmi'l-kıyâmeti

Tercümesi:

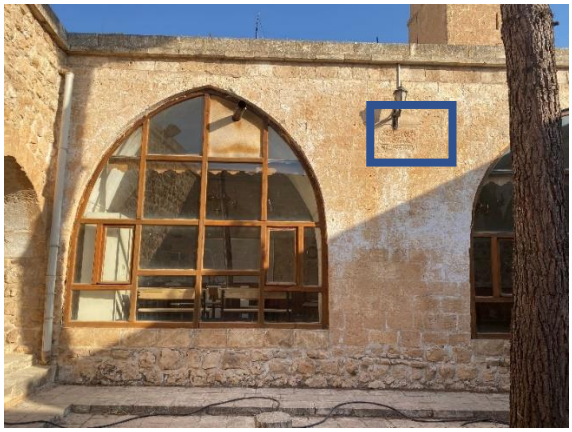
Sekizyüz yirmi yedi senesi (1424M.) tarihinde Allah Teâlay'a karşı fakir, o gündeki Savur hakimi kralının emriyle -Allah onun zaferini aziz kılsın- bu mübarek camiyi imar (etmiştir). …. Tüm üzerinde bulunduğu vakfı…. Muhalif olarak… onun koruyucusu yapacaktır. … Allah onun aleyhinde ve lanet kıyamete kadar onun üzerine olsun (Kılcı, 2021)

3 No'lu Kitabe (Avlu güney duvarında bulunan kitabe):



Anlamı: ''*Bu mübarek mescidi, Merhum Hasan Bey 1155/1742 yılında yaptırmıştır.''* (Yıldız, 2011).

4 No'lu Kitabe (Avlu doğu duvarı son cemaat kagir duvarının üzerinde yer alan kitabe):



Anlamı: '' *Bu camiyi merhum Emir Abdullah Bey özenle inşa ettirdi. Sonra onun döşemesi için Ahli ve fahül arazilerini vakfetti. Onun için fatiha sene 1258/ 1842.''* (Yılzdız, 2011)

4 No'lu Kitabe (Avlu kuzey duvarında bulunan kitabe)

Metin okunuşu: H â zâ imârat ehattahu. livechillahi tealâ men hafıza hu feecirhu lehu bereketehu ve men kâna harabe hazal imârat-i melunun ila yevmiiddin.
Anlamı: Bu bir imaret parçasıdır. Kim bunu yüzünü Allah'a dönerek korursa sabah bereketi onun üzerine olur ve kim bunu harabeye çevirirse kıyamete kadar lanetlenir.

Mezar Taşı (Batı cephesinde bulunan devşirme mezar taşı)

Anlamı: *''Bu, Erzincanlı Şah Hüseyin oğlu merhum Nasurullah'ın kabridir. (O türbe-kabir veya vefat etme olayı) 944/1537 yılında gerçekleşmiştir.''* (Yılzdız, 2011).

2. Savur Eski Cami'nin Mimari Analizi

Kareye yakın bir alan kaplayan yapı harim, son cemaat yeri ve iki oda olarak inşa edilmiştir (Şekil 1). Cami yaklaşık olarak 4991 $m^{2'}$lik bir alana oturmaktadır. Yapım malzemesi olarak kalker taşı ve moloz taş kullanılmıştır. Caminin doğu, batı ve güney cepheleri izlenebilmekte ancak kuzey cephesin yan tarafındaki yapılaşmadan kaynaklı görülememektedir. Cephelerde sadece harime açılan açıklıklar vardır. Yapıya doğu cephesinden çift kanatlı ahşap kapıyla girilmektedir. Giriş kapısı dairesel sivri kemerli olup düzgün yonu taştır.

Avlunun kuzeyinde cami, güneyinde son cemaat yeri doğusunda iki oda vardır. Odaların bitiminde cepheden dışa taşan abdesthane bölümü bulunur. Harime avludan ahşap lentolu ahşap kapılardan geçilerek girilir. Dikdörtgen planlı mekânın zemini ahşap kaplı, çapraz tonozları sıvalı, duvarları moloz taş + sıvadır. Batı duvarında dairesel kemerli ahşap doğramalı geçme demir parmaklıklı bir pencere açıklığı vardır. Bu pencerenin üzerinde küçük bir mazgal açıklık daha görülür. Kuzey duvarının ortasında bezemeli, yarım daire planlı mihrap bulunur. Mihrabın sol tarafında yapım tarihini gösteren taş kitabe görülür. Son cemaat yerine güney cephesinden avludan basık taş kemerli, tek kanatlı kapıdan geçilerek girilir. Kapının üzerinde dikdörtgen şeklinde küçük pencereler bulunur. Zemini ahşap kaplı, tonozları sıvalı, duvarları moloz taş + sıvadır.

Avlu revağından ahşap lentolu tek kanatlı ahşap kapılardan geçilerek girilen medrese odalarının zemini taş kaplı, tonozları sıvalı, duvarları moloz taş + sıvadır. 01 No'lu odanın moloz taş örgü güney ve doğu duvarı tamamen sağırdır. Batı duvarında duvarın da alt kotta, son cemaat yerine açılan düz lentolu ahşap doğramalı iki pencere vardır. Ayrıca bu duvarda üç küçük niş bulunur. Kuzey duvarında girişi sağlayan ahşap kapı, taş ocak ve üç ahşap doğramalı düz lentolu pencere açıklığı vardır. 02 No'lu odaya girdikten 124 cm sonra zemin kotu 58 cm düşmekte, alt kottaki zemine yonu taş basamaklarla inilmektedir. Doğu duvarında alt kotta dairesel ve sivri kemerli niş benzeri oyukluklar görülür. Bunlardan sivri kemerli olan boşluğun içi düzgün yonu taşla örülmüş ve kapatılan bir kapıya benzemektedir. Kuzey duvarında beşgen planlı taş ocak ve üst kotta çapraz tonoza yakın bir noktada mazgal pencere izlenir.

Abdesthaneye caminin doğu cephesinden dışa çıkıntı yapan bu bölüme tek kanatlı ahşap kapıdan geçilerek girilir. Dikdörtgen planlı mekânın zemini düzgün yonu taş kaplama, çapraz tonozları sıvalı, mekânı batı ve güney cephelerinde bulunan mazgal pencerelerle aydınlanır.

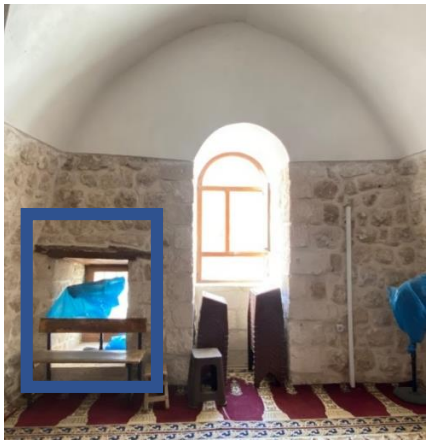
Caminin kuzeydoğu köşesinde yonu taştan kare planlı minare vardır. Kare olarak yükselen minarenin iç ve duş duvarları yonu taştan oluşur. Silmelerle hareketlenen gövde beton şerefe ile sonlanır. Konik

Cepheler düzgün yonu taş+moloz taş örgüden oluşmakta ve kuzey cephesi haricinde duvar örgüleri dışa taşan 10 cm uzunluğunda bir sıra silme ve onun üzerindeki 25 cm uzunluğundaki korkuluk taşı ile sonlanır. Moloz taş kuzey cephe tamamen sağır ve batı köşesinde kare minare bulunur. Doğu cephesinin ortasında avluya geçişi sağlayan dairesel kemerli çift kanatlı ahşap vardır. Giriş kapısının solunda alt tarafta yan yatmış bir kitabe taşı bulunur. Cephenin sağında harime açılan dairesel kemerli ahşap doğramalı geçme demir parmaklıklı bir pencere açıklığı ve bu pencerenin üzerinde küçük bir mazgal açıklık daha bulunur. Güney cephesinin ortalarında harim mihrap nişinin dışa çıkıntısı ve çıkıntının iki yanında harime açılan dairesel kemerli ahşap doğramalı pencereler bulunur. Batı cephesinin ortalarında dışa taşan abdesthanenin moloz taş cephesi vardır. Cephenin sağ tarafında harime açılan dairesel kemerli ahşap doğramalı geçme demir parmaklıklı bir pencere ve bu pencerenin üzerinde küçük bir mazgal açıklık vardır.

3. Savur Eski Cami'nin Geçirdiği Onarımlar

Anıtın harim içinde bulunan kitabeden yararlanılarak 827/1424 yılında yapıldığı düşünülmektedir. Caminin ilk olarak harim, son cemaat ve avlu revaklarından oluşacak şekilde inşa edildiği, medrese odalarının sonradan eklendiği düşünülmektedir. Nitekim 02 No!lu odanın kuzey duvarının avlu duvarıyla tam birleşmeden önünde olması ve odaların iç mekân duvar örgülerinin düzgün devam etmemesi bu düşünceyi destekler niteliktedir (Şekil 1). Ayrıca 02 No!lu odanın avluya bakan doğu cephesi dikkatli incelendiğinde kagir ayak ve kemer izleri görülür. Yapının güney cephesi incelediğinde harim mihrap nişinin sağ tarafındaki alt kotta kalan pencerenin, bir simetrisinin de diğer tarafta olduğu güney cephe örgüsünden izlenir. Harimin doğu cephesine açılan büyük pencerelerin sonradan eklendiği özgününde alt kotta bulunan pencerelerle aydınlandığı

düşünülmektedir. Sağ taraftaki pencerenin iç denizliğinin bulunmaması ve doğu ve batı tarafındaki pencerelerdeki geçme demir parmaklıkların bulunmayışı bu düşünceyi destekler.



Harim Sağ Tarafta Bulunan Pencere Ve Kapatılan Pencerenin Güney Cephesindeki İzleri

Avlu Doğu Duvarı Kagir Ayak İzleri

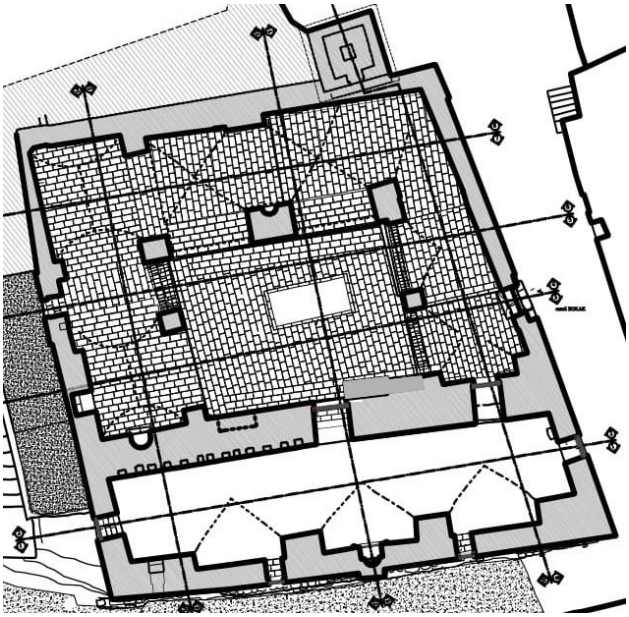
- **1742 ve 1842 Yılları**

Avlu güney duvarında son cemaat cephesinde bulunan kitabelerden yapının 1155/1742 - 1258/ 1842 yıllarında çeşitli onarımlar geçirdiğini göstermektedir. Medrese odaları, abdesthane ve harimin güney cephesine açılan pencereler bu dönemlerde eklenmiş olmalıdır.

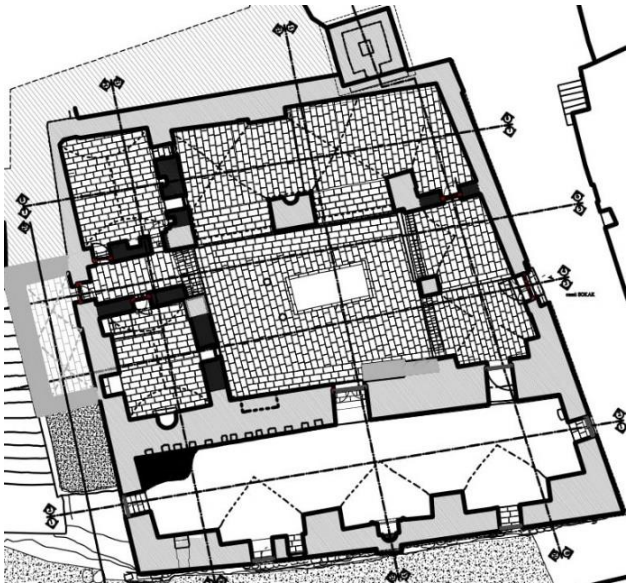
- **2007 onarımı**

Diyarbakır vakıflar bölge müdürlüğü 2006 yılında Diyarbakır kültür varlıklarını koruma kurulundan Savur eski cami için basit onarım izni almıştır. Basit onarım sırasında yapı iç dış mekanlarındaki yüzeyleri temizlenmiş, çimento esaslı sıvalar sıva raspası ile sökülmüştür. Daha önce sıvalı olan taş duvarlar temizlenerek derzlenmiştir. Tonoz yüzeyleri yeniden sıvanmıştır. Avlu girişinin sağındaki Özgün olmayan açık abdest alma yeri kaldırılmıştır. Ayrıca Harimin Kuzey cephesi önünde bulunan dama çıkışın sağlayan sökülmüştür. Son cemaat yerindeki muhdes ekler ve harimdeki Özgün olmayan minber de kaldırılmıştır. Harim içinde bulunan kitabe bu dönem onarımı sırasında ortaya çıkarılmıştır. Dama bir sıra silme ve korkuluk taşı eklenmesi de 2008 müdahalesidir.

Şekil 2 Savur Eski Cami 1. Dönem Restitüsyonu/1424



Şekil 3 Savur Eski Cami 2. Dönem Restitüsyonu/1742 ve 1842 Yılları



3. Sonuç

Savur Eski Cami'de geleneksel Savur Mimarisinin özelliklerini yansıtacak şekilde tasarlanmıştır. Harim, son cemaat, medrese ve minareden oluşan yapı topluluğunu daha önce çalışan araştırmacılar ilk olarak kilise olarak yapıldığı bilgisini vermiş, doğu cephesinde bulunan ve okunamayan eski kitabeye dayanarak yapının Artuklu Dönemi'nde inşa edildiğini yazmıştır. Ancak yapının plan biçimlenişinin kilise plan şemasına benzemeyişi ve giriş kapısının yanında yan yatmış şekilde bulunan kitabenin devşirme bir taş olma ihtimali de vardır.

Vakıflar Bölge Müdürlüğü tarafından 2007 yılı restorasyonu sonrasında ortaya çıkan kitabede yer alan bilgiler bize yapım tarihini ile ilgili bilgi vermektedir. Kitabeden yapının 827/1424 yılında yapıldığı, ilk olarak Hasan Bey tarafından 1155/1742 yılında birtakım eklemeler yapıldığı, daha sonra Emir Abdullah Bey tarafından 1258/ 1842 tarihinde bir takım ekleme ve onarımlar yaptığı anlaşılmaktadır. Yapı üzerindeki izlerden ve kitabelerden yapının ilk önce harim ve son cemaatten oluştuğu daha sonra medrese ve abdetshane bölümlerinin eklendiği ve birtakım değişiklikler yapıldığı tespit edilmiştir.

Savur eski cami üzerine yayınlanmış tezler ve yayınlar olsa da anıtın özgünlük değerinin aktarılması konusunda yetersizdir. Bu çalışma anıtın geçirdiği dönem onarımlarının detaylı irdelenmesi ve yapıyı çalışan diğer araştırmacıların çalışmalarında yer vermediği bilgilere ulaşılması açısından önemlidir. Bu araştırmada daha önce keşfedilmeyen harim içindeki kitabe ve daha önce okunmayan avlu kuzey duvarındaki kitabeler okunmuştur. Yapı üzerindeki izler dikkatlice incelenerek yapının ilk inşa dönemi ve dönem eklerinin çizimleri yapılmıştır.

Kaynakça

1. Akyüz, G. (1998). Mardin İlinin merkezinde Civar Köylerinde ve İlçelerinde Bulunan Kiliselerin ve Manastırların Tarihi. İstanbul.
2. Halifeoğlu, F. M. (2008). Geleneksel Konut , Aile İlişkisinin Sürdüğü Bir Yerleşim, SAVUR. İstanbul: Çekül Vakfı.
3. Halifeoğlu, F. M., & Dalkılıç, N. (2006). Mardin-Savur Geleneksel Kent Dokusu Evleri. Uludağ Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi.
4. Yıldız, İ. (2003). Savur'daki Mimari Eserler, Van: Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Yüzüncü Yıl Üniversitesi.
5. Yıldız, İ. (2011). Savur'daki Tarihi Eserler. Mardin: Mardin Valiliği

Presentation ID/Sunum No= 87

Oral Presentation / Sözlü Sunum

Vernaküler Mimaride Konut: Beyşehir Yazyurdu Köyü Örneği

Emine Çınarka Yılmaz[1] , Esra Arı[1] ,
Doç.Dr. Fatih Canan[1]
[1]Konya Teknik Üniversitesi

Özet

Günümüzde nüfusun ve yapılaşmanın hızla artması, doğal kaynakların tüketimini giderek artırmaktadır. Hızlı nüfus artışı, sanayileşme ve gelişen teknoloji birçok alanda değişikliklere yol açmaktadır. Mimarlık ve şehircilik alanında bakıldığında, temel barınma birimi olan konutlar ve kentlerin dokusu zaman içerisinde değişimler geçirmiştir. Modern [1]mimari, teknolojik imkânlar, ileri yapım teknikleri ve yenilikçi malzemeler çerçevesinde gelişmiştir. Bu gelişim bazı olumsuz sonuçlar doğurmuş, doğal kaynak tüketimini artırmıştır. Son yıllarda yapı sektöründe sürdürülebilirlik ve ekolojik mimari kavramları üzerinde çalışmalar yoğunlaşmıştır. Bu bağlamda, geçmişten günümüze intikal eden "vernaküler mimarlık" örnekleri, bulunduğumuz çağda bile sürdürülebilir güncel mimari tasarımlara yol gösterici evrensel nitelikte bilgiler sunabilmektedir. İçinde bulunduğu coğrafyanın özelliklerine ve kültürüne göre şekil almış vernaküler mimarlık, gelenekten öğrenme yaklaşımı çerçevesinde ele alınabilecek bir bilgi edinme kaynağıdır. Çalışma kapsamında vernaküler mimarlığa etki eden faktörler ve sürdürülebilir mimarlık ilkeleri üzerinde durulmuş, konut tasarım kriterleri ele alınmıştır. Çalışmada yöntem olarak literatür araştırması, gözlem, fotoğraflama, ölçü alma ve sahada yapılan görüşmeler kullanılmıştır. Çalışma alanı olarak geleneksel konut dokusunun korunduğu gözlemlenen Beyşehir Yazyurdu Köyü seçilerek, öncelikle konut dokusu, daha sonra seçilen bir konut detaylı olarak incelenmiştir. Çalışmanın amacı vernaküler mimaride konut tasarım ilkelerini, yerel mimari ile birlikte ele alarak çıkarımlarda bulunmak, sürdürülebilirlik noktasında farkındalık oluşturmaktır. Sonuç olarak; örneklem alanın geleneksel konut dokusu, malzeme ve yapım tekniği bakımından vernaküler mimarlığın özeliklerini gösterdiği, incelenen konutun tasarım yönteminin sürdürülebilir tasarım ilkeleri ile uyuştuğu gözlemlenmiştir. Çalışma sonucunda elde edilen bulgular, geleneksel konut tasarımında iklim ve topografyanın belirleyici olduğunu, yerel mimari anlayışının sürdürülebilir mimari tasarım ilkeleri benzer kaygılar taşıdığını göstermiştir.

Anahtar Kelimeler: *konut, sürdürülebilirlik, vernaküler mimari, yerel mimari*

Abstract

Higher size of modern population and construction increases the consumption of natural resources. Rapid population growth, industrialization and new technologies have changed many fields. From the perspective of architecture and urbanism, the texture of cities and houses as basic accommodation units has changed over time. Modern architecture is shaped by technological opportunities, advanced construction techniques and innovative materials. This structure has yielded adverse results and increased the consumption of natural resources. Studies on the concepts of sustainability and ecological architecture have intensified recently in the building sector. Examples of "vernacular architecture" which still exists can guide the sustainable contemporary architectural designs of modern times. Vernacular architecture shaped by the characteristics and culture of its geography is a source of information that can be reviewed with the approach of traditional learning. Factors affecting vernacular architecture and principles of sustainable architecture were examined, and residential design criteria were discussed in the study. Literature review, observation, photographing, measurements and field interviews were used as the study methods. Displaying a conserved traditional housing pattern, Beyşehir Yazyurdu Village was selected as the setting. The residential texture was examined first, and then a specific residence was examined in detail. The aim was to make inference from the studied housing and texture by considering housing design principles in vernacular architecture with local architecture, and to create awareness of sustainability. The traditional dwelling texture of the sample area had vernacular architecture characteristics in terms of materials and construction techniques, and the design method of the house examined in detail was in accordance with the principles of sustainable

design. Considering the results, it was concluded that climate and topography are key factors in traditional housing design, and that the sustainable architectural design principles of local architectural awareness has similar concerns.
Keywords: *housing, sustainability, vernacular architecture, local architecture*

Giriş

Konut, insanların barınma ihtiyaçlarını karşılayan, fiziksel eylemlerini gerçekleştirdiği mekân ya da mekânlardan oluşan yerleşim birimidir. Konut mimarisi temelde insanların ihtiyaçlarını karşılamak esasına dayanmaktadır. Bununla birlikte konut tasarımına etki eden birçok faktör bulunmaktadır. İklim, topoğrafya, coğrafi ve sosyolojik etkenler, kültür ve aile yapısı konut mimarisini etkileyen faktörler arasındadır. Bu faktörler geçmişten günümüze geleneksel mimaride konut tasarımını etkileyen başlıca faktörlerdir. Günümüzde ise mimari tasarım sürecini etkileyen faktörler ve bu faktörlerin tasarımdaki öncelikleri değişiklikler göstermiştir. Özellikle teknolojik gelişmeler, yapım tekniklerinin çeşitlenmesi, yapılaşmanın tüm dünyada artması yapı sektörünü hızla gelişen ve değişen bir sektör haline getirmiştir. Binalarda yapım hızının artması, taşıyıcı sistemlerde daha büyük açıklıkların geçilebilmesi, yapı malzemelerinde çeşidin ve işlenme biçimlerinin çoğalması dünya genelinde yapılaşmanın büyük bir ivme ile yoğunlaşmasına sebep olmuştur. Yapılaşmanın artması doğaya ve çevreye olumsuz etkiler bırakmaktadır. Bu etkilerin başında doğal kaynakların hızla tüketilmesi, enerji kullanımının artması, hava kirliliği gelmektedir. Bu nedenle son yıllarda birçok alanda olduğu gibi mimarlık ve şehircilik alanlarında da, sürdürülebilirlik kavramı önem kazanmıştır. Doğal kaynakların ve enerjinin verimli kullanılmasını amaçlayan sürdürülebilirlik, ekolojik mimari konuları ile birlikte vernaküler mimarlık da üzerinde durulan konular haline gelmiştir. Bu bağlamda vernaküler mimarlık örnekleri değerli görülerek, çalışma kapsamında vernaküler mimaride konut tasarımı irdelenmiştir.

Çalışmanın konusunu vernaküler mimarinin özellikleri, sürdürülebilir tasarım yaklaşımları, geleneksel konutun özellikleri ve avantajları oluşturmaktadır. Çalışmada yöntem olarak öncelikle literatür araştırması yapılarak, vernaküler mimari ve geleneksel konut kavramları araştırılmıştır. Konu çerçevesinde geleneksel konutun özelliklerinin gözlemlendiği Beyşehir Yazyurdu Köyü örneklem alan olarak tercih edilmiştir. Alan çalışmasında gözlem yapılmış, konut dokusu ve nitelikleri fotoğraflanmaya çalışılmıştır. Yerel mimari özelliklerini yansıtan konutlar değerli görülmüş ve bir tanesi detaylı olarak incelenmiştir. Konut yerinde gözlemlenmiş, rölöve alınarak teknik çizimler yapılmıştır. Fotoğraf ve teknik çizimlerin yanı sıra sahada yapılan görüşmeler de veri kaynağı olarak kullanılmıştır. Elde edilen tüm veriler ışığında konut dokusu ve konut ile alakalı tasarım kriterleri, bulgular bir tablo ile analiz edilmiştir. Analiz sonucunda incelenen konut üzerinden vernaküler mimarinin yansımaları, avantajları ve dezavantajları üzerinde çıkarımlarda bulunulmuştur. Çalışmanın amacı, örneklem alan üzerinden, geleneksel konut niteliklerine dair bilgi edinmek, vernaküler ve yerel mimaride konut tasarım kriterlerini sürdürülebilirlik açısından değerlendirmektir. Çalışmada elde edilen bulguların, konut tasarımında ekolojik ve sürdürülebilir kararlar alınması noktasında farkındalık oluşturması amaçlanmıştır.

Vernaküler Mimari Kavramı

Günümüzde mimari ile birlikte birçok alanda sürdürülebilir yaklaşımlar üzerinde önemle durulmakta, bu alanda çalışmalar yapılmaktadır. Sürdürülebilirlik kavramı 1972 yılında Stockholm'de yapılan Dünya Çevre Konferansı'nın Raporu'nda tartışılmaya başlanmıştır. Fakat ekologlar "çevre-merkezci" (eco-centric) yaklaşımların ilk insan topluluklarında var olduğunu düşünmektedirler. Bu yaklaşımın 20. yüzyılda gündeme gelmesinin başlıca nedenleri arasında, doğanın geri planda olduğu, insanın merkezde olduğu düşüncelerin benimsenmiş olması bulunmaktadır (İncedayı, 2004).

Sürdürülebilirlik kavramı, dünya üzerinde doğal kaynakların, çevresel ve ekonomik ihtiyaçların, gelecek nesillerin kullanımının göz önüne alınarak tüketilmesi gerektiğini vurgulayan bir görüştür. Mimarlıkta sürdürülebilirlik, yapıların tasarım aşamasından yapım ve kullanım aşamalarına kadar, çevresel, iklimsel ve toplumsal verilerin en etkili biçimde kullanılmasını kapsamaktadır (Bülüç vd., 2018:37). Foster, sürdürülebilir mimarlık kavramını 'en az ile en çoğu gerçekleştirmek' olarak, Shaviv, enerji tüketiminin ideal oranda olduğu, mekânlarının kullanıcılar açısından sağlıklı ve konforlu olduğu binaların tasarlanması olarak ifade etmektedir (Foster, 2001; Shaviv,2001). Sürdürülebilir gelişme, insanların gereksinimlerini yerine getirmek için yeni

nesillerin ihtiyaçlarına zarar vermeden, refahını en üst düzeye çıkarmak için ekonomik sosyal ve çevresel amaçların birleşimi olarak tanımlanmaktadır (Amiri, Vatandoost, 2017:438).

Sürdürülebilirlik ve ekolojik yaklaşımlar modern mimari yerine yerel mimarinin ilkeleri ile örtüşmektedir. Yerel mimari, mimarsız mimari, geleneksel mimari gibi kavramlar ile tanımı yapılan vernaküler mimari günümüzde önemi artan bir tasarım yaklaşımıdır.

Moholy-Nagy (1957) geleneksel mimarlığı;

- Doğal yapı malzemesi ve yerel yapım teknikleri
- Gereksinimleri karşılayan ve arazi şartlarına uygun, genellikle simetrik formlar
- Strüktür sistemin parçası olmayan süslemeler
- Kültüre uygun yaşam alanı olarak tanımlamaktadır.

Geleneksel mimari, bir toplumun geçmişteki yaşam tarzının ve kültürünün yansımalarından oluşmaktadır (Kıstır, Kurtoğlu, 2018: 84). Geleneksel mimarlık, yerel mimari bir bölgede belirli bir zaman içindeki özgün mimarlıktır. Geleneksel mimarlığın en iyi örnekleri vernaküler mimaride görülmektedir. Çünkü vernaküler mimaride en önemli unsur yapının bulunduğu yere uyumlu olması, bulunduğu yerin özelliklerinden faydalanmış olmasıdır. Vernaküler mimarinin oluşmasında doğal, fiziksel, kültürel, ekonomik, teknolojik koşullar etkilidir. Doğal koşullar arasında iklim vernaküler mimariye etki eden en önemli faktörlerden biridir. Vernaküler mimaride yapılar iklim koşulları bakımından sıcaklık, rüzgâr, yağış faktörlerine bağlı olarak şekillenmektedir. Teknolojik imkânların yetersiz olduğu zamanlarda iklim şartlarına uygun olarak pasif tasarım uygulamaları yapılmaktadır (Bülüç vd., 2018:37-38).

Vernaküler mimarlıkta inşa edilen yapılarda, coğrafya ve gelenekten etkilenen tasarım kararları uygulanmıştır. İklim, topografya ve kültür yelpazesi içerisinde gelişen vernaküler mimarlık, yerel malzemeler kullanılarak inşa edilen düşük maliyetli yapılarda enerji performansının nasıl optimize edileceğine dair yazılı olmayan kuralları barındırmaktadır (Zhai ve Previtali, 2010:358).

Vernaküler Mimaride Konut

Konut, insanların yeme-içme, uyuma, dinlenme gibi temel ihtiyaçlarını karşıladığı en temel yerleşme birimidir. İnsanların eylemleri için rahat ve konforlu bir alan oluşturmak, konutun inşa edilme amaçlarındandır. Konutlar; yapı malzemesi, plan düzeni, biçim ve konum itibariyle bölgeden bölgeye değişiklik göstermesi ve bulunduğu doğal ortamın özelliklerini yansıtması nedeniyle, coğrafyanın da konularından biri olmuştur. Bu noktada geleneksel konutlar doğal, beşeri ve ekonomik koşulların etkisiyle şekillenen kültür ve medeniyetin en önemli unsurları olarak karşımıza çıkmaktadır (Alkan, 2018:120).

Vernaküler mimaride konut, geleneksel konutun sürdürülebilirliği ve ekolojik tasarım kriterleri ile biçimlenmektedir. Konut şekillenmesinde belirleyici olan sürdürülebilir ve ekolojik tasarım kriterleri literatürde birçok çalışmada ele alınmıştır. Bu kriterleri aşağıdaki başlıklar altında toplanmıştır (Al Şensoy, Kukoğlu, 2020: 34-35) ;

- Ekolojik tasarım kriterleri; binanın konumu, binanın yönlenmesi, bina formu, mekansal organizasyon, malzeme, yapı kabuğu, tükenmeyen enerji kaynaklarının kullanımı, sıhhi tesisat elemanları
- Sürdürülebilir tasarım kriterleri; yapı alanının etkin kullanımı, atık azaltma, su korunumu, enerji korunumu, iç mekân hava kalitesi, geri dönüştürülmüş ve yeşil malzemeler, doğal aydınlatma ve görsel konfor.

Vernaküler mimaride konut büyük oranda yukarıdaki kriterler çerçevesinde şekillenmektedir. Literatürde yer alan bu kriterler çerçevesinde vernaküler mimaride konutu etkileyen faktörler beş madde olarak listelenmiştir. Bunlar;

- Yapının vaziyette konumlanma durumu (topografya, güneş, hâkim rüzgârın yönüne göre)
- Yapı formu (çatının biçimi, avlu kullanımı vs.)
- Cephe (açıklıkların (pencere, kapı vs.) konumu ve boyutu, balkon, teras kullanımı vs.)

- Mekân organizasyonu, plan düzeni
- Malzeme ve yapım tekniğidir (Bülüç vd., 2018:38).

Topoğrafya ve İklim Etkisi

Vernaküler mimaride konut yerleşimleri bulunduğu doğaya ve topografyaya uyum sağlayacak şekilde oluşturulmaktadır. Yerel mimariye bakıldığında mimarsız bir mimari olmasına rağmen, kendi içerisinde bir düzen ve tasarımın bulunduğu görülmektedir. Bu durumun başlıca nedeni yerleşimlerin doğanın verdiği imkânlar dahilinde oluşturulmasıdır. Konutun inşa edilme aşamasının başında gelen yer seçimi; topografyanın özelliklerine, zemin durumuna, güneşe ve hâkim rüzgâra göre yönlenmeye bağlıdır.

Konutların vaziyette konumlanması güneş ve rüzgâr gibi iklimsel faktörlerden en fazla faydalanacak şekilde oluşturulmaktadır. Geleneksel mimari yerleşimlerine bakıldığında arazinin eğimine bağlı olarak konumlanan, güneşe bağlı olarak yönlenen bir konut dokusu görülmektedir. İklimsel faktörlerden en verimli şekilde faydalanmak için konutlar birbirinin manzarasını kapatmayacak şekilde konumlanmaktadır. Bu çabaların sonucunda sürdürülebilir mekânlar ve bulunduğu yere özgün bir yerleşim dokusu oluşmaktadır (Canan vd., 2020:208).

Konutun cephe düzeni, pencere büyüklükleri, kapalı-açık çıkmalar, balkon ve teras kullanımları iklim faktörüne bağlı olarak meydana getirilmektedir. Örneğin; soğuk iklim bölgelerinde pencere boyutları ve sayısı küçültülerek ısı yalıtımı sağlanmaktadır. Sıcak iklim bölgelerinde ise güneşin dik açıyla geldiği cephelerde daha az açıklık oluşturup, güneşin etkisinin az olduğu yönde pencerelere ve teras kullanımına yer verilmiştir.

Materyal ve Malzeme Etkisi

Vernaküler mimaride konut tasarımında kullanılan malzeme ve yapım tekniği sürdürülebilirlik açısından en önemli girdilerdendir. Mimaride sürdürülebilirlik, yapılarda kullanılacak malzemelerin ekolojik ve çevreye uyumlu olmasını gerektirmektedir. Geleneksel konut yerleşimlerinde bölgede ya da bölgeye yakın yerlerde yer alan yapı malzemeleri kullanılmıştır. Malzemenin bulunmadığı ya da yeterli olmadığı durumlarda ulaşması ve taşıması kolay malzemeler kullanılmaya çalışılmıştır. Malzemelerin bu şekilde temin edilmesi, yapılara ileride yapılacak eklemelerde ya da onarımlarda malzemenin sürekliliğini sağlamaktadır.

Konut mimarisinde yapı formu malzemenin niteliği, plan organizasyonu, cephe düzenine bağlı olarak şekil almaktadır. Geleneksel konut dokularında, yerleşim alanının ve kullanılan malzemelerin aynı olmasından kaynaklı konutlarda yapı formu birbirine büyük oranda benzemektedir. Fakat konutu etkileyen diğer faktörlerin de etkisiyle her yapının kendine özgü özellikleri bulunmaktadır. Bu durumun oluşmasında sosyokültürel etkenler, aile yapısı faktörlerinin yanı sıra, konut sahibinin özgün olma çabası da rol oynamaktadır.

Coğrafya ve Kültür Etkisi

Yüzyıllar boyunca insan iklim koşullarını, mevcut malzemeleri ve kültürle ilgili koşulları dikkate alarak yapım teknikleri geliştirmiştir. Geleneksel mimaride binalar iklime ve coğrafyaya daha duyarlı yapı malzemeleri ve teknolojisi kullanılarak tasarlanmaktadır (Sharma ve Sharma, 2013: 605). Vernaküler mimari, var olduğu bölgenin kültürünün ve medeniyetinin yansıması olarak görülmektedir. Vernaküler mimaride konutların oluşmasında coğrafya ve kültürün etkisi yadsınamayacak ölçüde fazladır. Araziler üzerinde yaşanmışlıklar, birikmiş kimlikler bulunmaktadır. Yapı toplulukları kültürel değerlerin, tarihin, sosyal ritüeller ile birleştirilmesi sonucunda oluşmaktadır (Kısa Ovalı, Delibaş, 2016:519). Toplumun aile yapısı, yaşam biçimi, kültürel yapısı mekân organizasyonu üzerinde etkili olmuştur. Ailenin çocuk sayısı, yeme-içme alışkanlıkları, misafir durumu, mahremiyet algısı plan düzeninin oluşmasında etkendir. Örneğin, zaman içerisinde aileye katılan bireylerin artması durumunda yapıya eklentiler yapılabilmekte, mekânlar bölünebilmektedir.

Alan Çalışması

Alan çalışmasında, vernaküler mimari tasarım ilkelerini esas alan geleneksel konut yerleşim yerleri araştırılmıştır. Bu noktada Konya'nın Beyşehir ilçesinde, karasal iklim bölgesinde yer alan, dağ eteğine konumlanmış olan Yazyurdu Köyü çalışmaya değer bulunmuştur. Yazyurdu Köyü'nde konutların iklim ve

topoğrafyaya uyum sağlayarak konumlanmış olması, iklim şartlarına göre biçimlenmiş olması çalışma alanı olarak seçilme sebeplerindendir. Çalışmanın bu bölümünde Yazyurdu Köyü geleneksel konut dokusu, konutun nitelikleri incelenmiştir.

Yazyurdu Köyü

Yazyurdu Köyü Konya ilinin Beyşehir ilçesine bağlıdır. Beyşehir'in Doğu yönünde 19,6 km uzağında yer almakta olan köy; Konya il merkezinin ise Batı Güneybatı yönünde 52,3 km uzağında bulunmaktadır (Web İletisi-1) (Resim 1).

Resim 1: Yazyurdu köyü uydu görüntüsü (Web İletisi-2)

1-Erenler Dağı

2-Eski Yerleşim Bölgesi

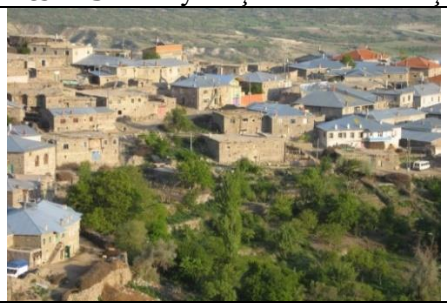
3-Yeni Yerleşim Bölgesi

4-Köye Ait Tarım Arazileri

Bölgede yerleşimin başladığı sürecin tamamında köyün genel geçim kaynakları tarım ve hayvancılık olmuştur. Ancak rakım ve sert iklim sebebi ile ürün yetiştirmek kolay olmamaktadır. Susuz tarımın da yapılabildiği köyde ova köylerinde görülen geniş tarım arazileri bulunmamakta; eğimli ve taşlık arazide küçük hacimlerde tarım faaliyetleri yürütülmektedir (Resim 2,3).

Resim 2: Yazyurdu Köyü tarım arazileri

Resim 3: Eski yerleşim alanına bakış



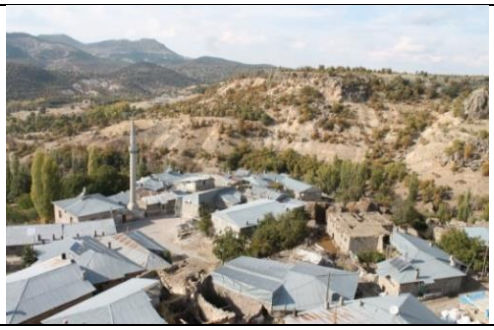
Topoğrafya ve İklim

Konya'nın Beyşehir ilçesine bağlı olan köy, Seydişehir ilçesinin de sınırında yer almaktadır. Kırsal alanda ve 1400 rakımda yer almakta olup; sırtını yasladığı tepe dolayısıyla çevre araziye hâkim durumdadır. Bulunduğu rakım ve konum sebebi ile sert karasal iklim özellikleri görülmektedir (Web İletisi-3).

Malzeme ve Doku

Çalışma alanı dokusu incelendiğinde iki farklı nitelikte alan dikkati çekmektedir. Bunlardan ilki eski yerleşim alanıdır. İncelemenin yapıldığı alanda; halkın kendi olanakları, koşulları içinde gereksinimlerine doğrudan karşılık arayarak, katılımlı bir yolla gerçekleştirdiği yapılar, halk mimarisi ürünleridir (Köşklük Kaya, N., 2013). Bu alanda yaklaşık 40 hane yer almakta olup, yapılan görüşmeler esnasında köy halkı tarafından en eski hanenin yaklaşık 250-300 yıllık olduğu belirtilmiştir. Konutlar biçimleri, malzemeleri ve eğime yerleşmeleri bakımından birbirine benzer niteliktedir (Resim 4).

Yerleşim dokusuna bakıldığında dar sokaklar, kot farkı sebebiyle farklı yönlerden girişi olan, ihtiyaca bağlı ekler ile genişlemiş konutlar görülmektedir (Resim 5).Hane içerisinde evlenen birey için ana konuta bağlı bir veya daha fazla cephesi sağır, ancak farklı girişi ve avlusu bulunan yapılar inşa edilmiştir. Dolayısıyla yapı yekpare bir görünüm sergilese de hane sayısı artmakta ve iç işleyişte bağımsız bir süreç ortaya çıkarılmaktadır.

Resim 4: Eski Yerleşim Alanı Uydu Görüntüsü (Web İletisi-4)	**Resim 5:** Eski Yerleşim Alanı
	

İkinci alan genişleme bölgesi olarak tanımlanabilecek olan yeni yapıların yer aldığı alandır. Güncel yapım teknikleri ile tek veya iki katlı biçimde inşa edilen yapılar eğimin daha az olduğu kısımda, tarım arazilerine yakın olarak konumlandırılmıştır (Resim 6). Bu bölgede yer alan konutların bazıları da arsa sahipleri tarafından tarım arazilerinin üzerine inşa edilmiştir (Resim 7).

Resim 6: Yeni Yerleşim Alanı Uydu Görüntüsü (Web İletisi-4)	**Resim 7:** Yeni Yerleşim Kısmı (Web İletisi-5)

Coğrafya ve Kültür

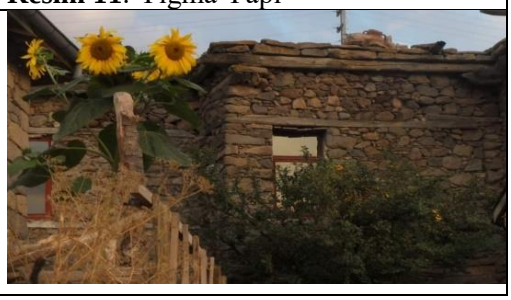
Eğimli arazi ve sert iklimin etkisi ile konut şekillenmesi bitişik nizamda ve sıkışık biçimdedir. Bu durum 'avlu' kültürünün gelişmemesine yol açmıştır. Bunun yerine konut önlerinde dar alanlar ortaya çıkarılmış; bazen kısa yığma taş duvarlar oluşturulmuş, bazen de herhangi bir kısıtlayıcı eleman olmadan sokak aralarında oluşturulan cepler avlu ihtiyacını karşılamıştır (Resim 8,9).

Resim 8: Yığma Bahçe Duvarlı Avlu Örneği	**Resim 9:** Cep Avlu Örneği

Sert iklim ve ısınma sorunlarının bir diğer ortaya çıkardığı çözüm ise zemin katın depolama, hayvan barındırma vs. amaçlarla kullanılıp; üst katın yaşama alanı biçiminde çözümlenmesidir. Bu durum yatayda alan kazandırıp; eğime oturmuş alanların gün ışığına ihtiyaç duymayacak biçimde kullanılmasını sağlamıştır. Aynı zamanda ahır kısmında hayvanların oluşturduğu ısının yaşama alanının ısınmasına pozitif yönde etki ettiği de gözlemlenmiştir.

Konut

Çalışma alanında yer alan konutlar; eğime bağlı biçimde, genelde iki katlı, bir veya daha fazla cephesi yan konuta bitişik sağır biçimde inşa edilmiş durumdadır. Konutlar, toplumsal bir davranış temelinde, birbirlerinin manzarasını ve güneşini engellemeyecek şekilde konumlanmıştır (Akbaş, 2019). Geleneksel dokuda inşa edilen yapıların tamamında yerel malzeme olarak civardaki kayalıktan elde edilen parçalanmış taşlar kullanılmıştır (Resim 10). Yapılar yığma olarak inşa edilmiş; konutların iç duvarlarında sıva kullanılmıştır (Resim 11). Coğrafyadaki eğim; değişkenlik göstermekle birlikte geleneksel dokunun tamamında etkili olmuştur.

Resim 10: Yerel Materyalin Kaynağı	**Resim 11**: Yığma Yapı
	

Aile genişledikçe aynı doğrultuda üst üste ya da yan yana bağlantılı inşa edilen konutlar aynı avluyu, ahırı veya odunluğu ortak kullanabilmektedir. Kapalı veya yarı kapalı avlulara nadir rastlanmış olup yalnızca hayvanların kaçmaması için çit sistemleri inşa edilmiştir. Sokak aralarının geneli dar olup; bazı noktalarda ortak kullanıma yönelik avlu alanları tespit edilmiştir (Resim 12). Yerel materyalin kullanıldığı konutların tamamında ahır, odunluk, depo gibi alanlar giriş kotunda konumlandırılmış, yaşama alanları üst kotlara bağlanmıştır (Resim 13). Bu durum ısınmaya ve kış mevsiminde yaşamın tamamının iç mekânda sağlanması ile ilişkilendirilmiştir.

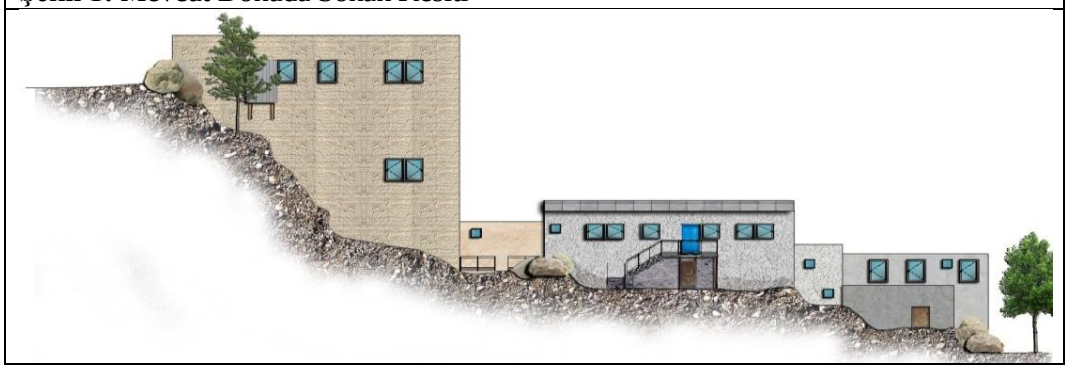
Resim 12: Sokak Görünümü	**Resim 13:** Bitişik Nizam Konut ve Sokak

Yapılarda ilk inşa edildiği dönemde, yörede ‘çıkma’ olarak tabir edilen kısımlar zamanla yıkılmış, sert iklim ve ahşap kıtlığı etkisiyle tekrar inşa edilememiştir. Konutların orijinalinde ıslak hacim birimleri yapı dışında iken, zamanla yapı içerisine alınmıştır. Yapılan gözlemler neticesinde yapı ne kadar eski ise pencere sayısının o kadar az olduğu gözlemlenmiştir. Bu durum iklim koşulları ile ilişkilendirilmiştir.

Bulgular ve Sonuç

Alan çalışması kapsamında, çalışma alanında geleneksel sokak dokusu ve konut formları incelenmiş; özgün haliyle günümüze ulaşmış bir sokak ve bir konut incelenmiştir. Köyün geleneksel dokunun bozulmadığı alanlarında konutların tamamı eğime bağlı biçimde inşa edildiği için sokak dokusu da eğime bağlı biçimde şekillenmiştir. Konut inşası ve sokakların oluşumu zamana bağlı şekillenmiş; konutlar ihtiyaca bağlı biçimde sıra ile inşa edilmiştir. Bu nedenle bir sokakta görünüşte bitişik nizamda olsa da farklı yıllarda inşa edilmiş, malzeme olarak farklı nitelikler barındıran konut cepheleri görmek mümkündür. İhtiyaca bağlı bir biçimde inşa edilen konutların rastgele biçimlerde olması beklenirken benzer formların oluştuğu gözlemlenmiştir.

Şekil 1: Mevcut Dokuda Sokak Kesiti

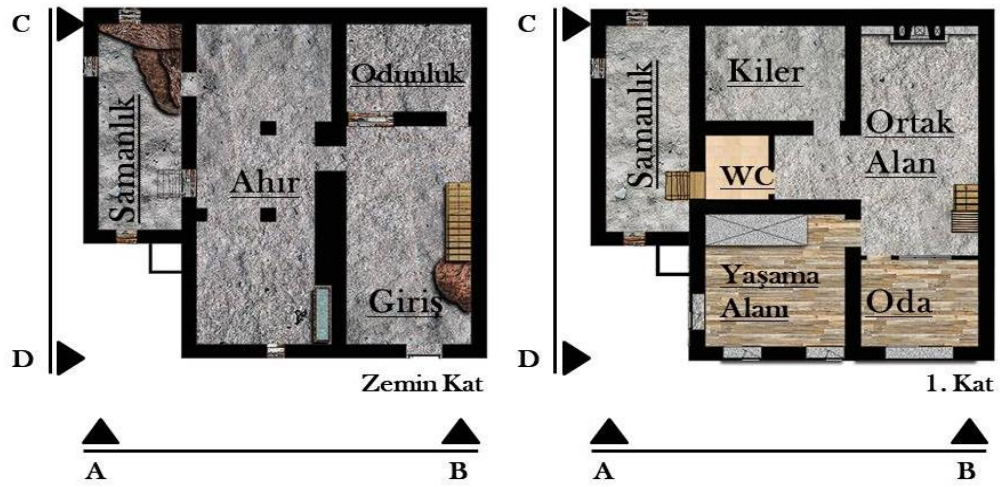


Mevcut sokak dokusu üzerinde yapılan çalışma sonucu sokak cephe çizimi oluşturulmuştur. Çalışılan alanda farklı yıllarda inşa edilmiş beş farklı konuta bağlı altı farklı yapı birimi bulunmaktadır. İnşa süreci alt kottan başlamış; zamana ve ihtiyaca bağlı olarak ilerlemiştir (Şekil 1). Bu noktada süreç farklı kriterler ile vernaküler mimariye atıfta bulunur hale gelmiştir. Sokak dokusu detaylı olarak incelenecek olursa; zemin katı ahır ve odunluk olarak inşa edilmiş yapıların; 1. katlarının ise konut işlevi için inşa edildiği görülmektedir.

Çalışma alanında yer alan en eski konutlardan birinde yapılan inceleme sonucu, konutun planı teknik çizimle ifade edilmiştir. Yaklaşık 250 yıllık yapı geleneksel teknikler ve malzemeler ile inşa edilmiş olup bilinçli bir restorasyon işlemi görmemiştir. Genel tadilatlar kullanıcılar tarafından yapılmış; kullanım kolaylığı amaçlanmıştır. Zemin kat; samanlık, ahır, odunluk ve giriş holünden oluşmaktadır (Şekil 2).

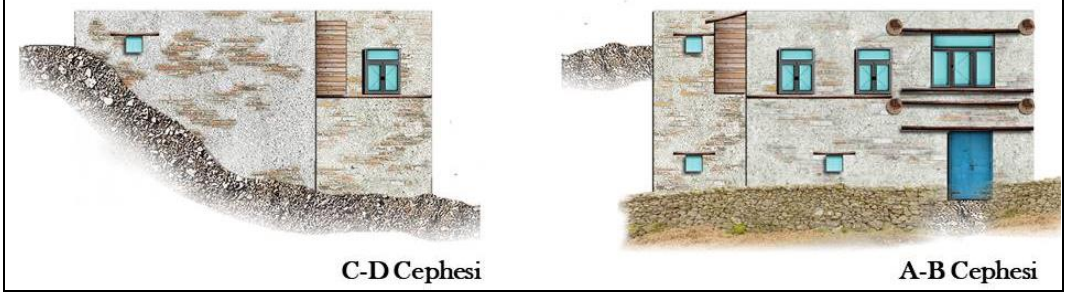
Mevcut yapıda tuvalet konut dışında, bahçede yer almakta iken; zamanla 1.kata eklenmiş kütle şeklini aldığı kullanıcılar tarafından bahsedilmiştir. Süreç içerisinde ek kütle yapı cephesinde kalmış, alan ıslak hacim işlevine dönüştürülmüştür. ‘Ocak başı/çardak’ olarak tanımlanan ortak alan; gün içerisinde aktif olarak kullanılmakta olup, mutfak, temizlik ve geleneksel imece usulü aktivitelerin gerçekleştirildiği kısımdır. Kış mevsiminde soba ile ısınan tek oda olarak yaşamın aktif geçtiği alan, orijinal yapıda ocak ile inşa edilmiş ancak zamanla soba hayata girince ocak kullanılmaz duruma gelmiştir.

Şekil 2: Mevcut Dokuda Korunmuş Konut Kat Planları



Halen kullanılmakta olan konutta ön cephe yapı genelinin gün ışığını aldığı cephedir. Görünen diğer cephe eğime oturmuş durumdadır (Şekil 3). İnşa edildiğinde mevcut halinden daha büyük olan oda; 'çıkma' olarak tanımlanan ahşap kirişlerle desteklenmiş cumba benzeri kısma sahiptir (Resim 14).

Şekil 3: Mevcut Dokuda Korunmuş Konut Cephe Görünüşleri



Resim 14: İncelenen Konut Cephe Görünümü

İncelenen konut ve sokak dokusu, teknik çizimler ve fotoğraflar ışığında incelenerek gözlem analiz tablosu oluşturulmuştur (Tablo 1).

Tablo 1: Gözlem-analiz tablosu

Kriterler	Gözlem
Yapı konumu	Konut yerleşimi eğim esas alınarak oluşturulmuştur. Köyün yerleşimi dolayısı ile batıdan girişi bulunmaktadır ve kuzey-batı yönünde konumlanmıştır. Eğime oturduğu için, doğu yönünde gün ışığı alınamamaktadır. Güneyinde bitişik konut bulunmaktadır.
Yapı formu	İki katlı yığma sistemde inşa edilen orijinal konutta sıkıştırılmış çamur ve kerpiç karışımdan düz olarak inşa edilen çatı, çeşitli kurutma işlerinde kullanılırken; günümüzde sac plakalar ile kaplanarak eğimli bir forma getirilmiştir. Avlu kullanımı topoğrafya ve iklim sebebi ile bulunmamaktadır.
Yapı cephesi	Yapının bir cephesinde bitişik konut yer almakta, bir cephesi de eğime bağlı olarak tamamen sağır durumdadır. C-D cephesi eğime oturması sebebi ile yaklaşık %50 oranında toprak altında olup; 1. katta yaşama alanından açılan bir penceresi ve odunluk kısmında havalandırma bacası bulunmaktadır. Ana cephe olan batı cephesi, gün ışığının %90ının alındığı cephedir. İkim şartları sebebiyle orijinal dokuda inşa edilmiş konutların genelinde açıklık oranı minimize edilmiş seviyededir. Yapım yılı günümüze yaklaştıkça bu oran artmaktadır. Geleneksel dokuda inşa edilmiş konutların genelinde 'çıkma' olarak tabir edilen ahşap malzemeden inşa edilmiş birer cumba yer almakta iken; söz konusu alanlar ısı kaybı ve tadilat ihtiyacı sebebiyle zamanla yıkılmıştır.
Yapı plan düzeni	Kare formlu yapıda yönelimi etkileyen en önemli faktörler eğim ve gün ışığıdır. Giriş ve yaşama alanının yer aldığı 1.katta aktif kullanılan birimler, yapının açıklıklarının yer aldığı cepheye göre konumlandırılmıştır. Zemin katta hayvan barınma mekânları, 1.katta ıslak hacim depo gibi alanlar yapının gün ışığı almayan arka kısımlarında yer almaktadır.
Yapı malzeme ve yapım tekniği	Geleneksel dokuda inşa edilen yapıların tamamında yerel materyal olarak civardaki kayalıktan elde edilen parçalanmış taşlar kullanılmıştır. Yapılar yığma olarak inşa edilmiş; konutların iç kısmında sıva kullanılmıştır. Ayrıca çevre dağlarda yüksek rakım alanlardan temin edilen ağaçlar, kereste olarak konut iç ve dış mekânlarında yerel teknik ve malzemeler ile yapıya katkı sağlamaktadır. Geleneksel malzemeye ek olarak zamanla çimento, sac plakalar ve güncel boya sürece dâhil olmuştur.

Sonuç olarak, incelenen konut üzerinde, vernaküler mimaride tasarım kriterleri oluşturulan gözlem- analiz tablosunda irdelenmiştir. Yapılan analizler sonucunda incelenen konut ve sokak dokusunun vernaküler mimari tasarım kriterlerine uyumlu olduğu görülmüştür. Konutun, coğrafya ve iklim şartlarının göz önüne alınarak inşa edildiği, kullanılan malzemenin sürdürülebilir olduğu gözlemlenmiştir. Çalışma sonucunda geleneksel konutun tasarım yönteminin, ekolojik ve sürdürülebilir tasarım metotları ile uyuştuğu tespit edilmiştir. Günümüzde konutların, modern mimaride göz ardı edilen sürdürülebilir mimari tasarım ilkelerinin göz önüne alınarak tasarlanmasının enerji verimliliği ve doğal kaynakların bilinçli kullanılması açısından önemli olduğu belirlenmiştir.

Kaynakça

1. AKBAŞ, G. (2019). **"**Toplumsal Davranış ve Vernaküler Mimari İlişkisinde Kurtboğaz Yapım Tekniği**"**. https://acikerisim.iku.edu.tr/handle/11413/5077, 20.03.2021.
2. ALKAN, A. (2018). "Orta Ve Aşağı Botan Vadisi'ndeki Geleneksel Kır Konutları Ve Sürdürülebilirliği Üzerine Bir İnceleme", Turkish Studies Social Sciences Volume 13/18, Ankara.
3. AL ŞENSOY, S., KUKOĞLU, S. (2020). "Doğu Karadeniz Kırsal Mimari Örneği Serenderlerin Ekoloji ve Sürdürülebilirlik Bağlamında İncelenmesi", Inonu University Journal of Art and Design (2020) ISSN: 1309-9876, E-ISSN: 1309-9884.
4. AMİRİ, N., & VATANDOOST, M. (2017). "The Study of the Relationship between Sustainable Architecture and Vernacular Architecture in the North of Iran", Journal of History Culture and Art Research, 6(1), 436-450.
5. BÜLÜÇ, E. , CANAN, F., YANAR, N. (2018). "Vernaküler Mimaride Sürdürülebilir Niteliklerin Farklı İklim Bölgeleri Üzerinden İncelenmesi", Uluslararası Mühendislik Ve Teknoloji Yönetimi Kongresi, 24-25 Aralık 2018, İstanbul.
6. CANAN, F., KOBYA, H.B., AKÖZ, A.B., TEMİZCİ, A. (2020). "Vernaküler ve Çağdaş Mimarlık Örneklerinin Sürdürülebilirlik Bağlamında Karşılaştırmalı Analizi: Antalya Kaleiçi ve Deniz Mahallesi Örneği", Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, Cilt 24, Sayı 2, 256-266.
7. FOSTER, N. (2001). "Lord Foster of Themes Bank, Architectural Design", Architectural Design, 32.
8. İNCEDAYI, D. (2004). "Çevresel Duyarlık Bağlamında Davranış Biçimi Olarak 'Sürdürülebilirlik'", Mimarlık Dergisi Sayı 318 Temmuz-Ağustos.
9. KISA OVALI, P. ve DELİBAŞ, N. (2016). "Yerel Mimarinin Sürdürülebilirliği Kapsamında Kayaköy'ün Çözümlemesi", MEGARON 2016;11(4):515-529 DOI: 10.5505/megaron.2016.44711.
10. KÖŞKLÜK KAYA, N. (2013). **"**Mimarlık Disiplininin "Halk Mimarisi ve Somut Olmayan Kültürel Miras Bağlamında Halkbilimi Disiplini ile İlişkisi**"**, Bilim ve Kültür Dergisi, Cilt 1, 126-140.
11. MOHOLY-NAGY, S. (1957). Native Genius in Anonymous Architecture. Horizon Press, New York.
12. SHARMA, S. ve SHARMA P. (2013). "Traditional and Vernacular buildings are Ecological Sensitive, Climate Responsive Designs- Study of Himachal Pradesh", International Journal of Chemical, Environmental & Biological Sciences (IJCEBS) Volume 1, Issue 4 (2013) ISSN 2320-4079; EISSN 2320–4087.
13. SHAVİV, E. 2001, "On the use of solar volume" for determining the urban fabric"", Solar Energy, 275.
14. ZHAİ, Z.J. ve PREVİTALİ, J.M. (2010). "Ancient vernacular architecture: characteristics categorization and energy performance evaluation", Energy and Buildings 42 (2010) 357–365.

Web İletileri

Web İletisi-1: https://earth.google.com, 16.11.2020
Web İletisi-2: https://www.haritatr.com/yazyurdu-koyu-haritasi-m70ca, 10.01.2021
Web İletisi-3: https://beysehirliyiz.org/post/yazyurdu-mahallesi, 10.01.2021
Web İletisi-4: https://earth.google.com, 16.11.2020
Gökçenoğlu O. (2019). Kişisel Arşiv, https://www.youtube.com/watch?app=desktop&v=3MF2NlJMn6M, 11.02.2021

Presentation ID/Sunum No= 24

Oral Presentation / Sözlü Sunum

Dik Kodlu İndis Modülasyonu

Dr. Yusuf Acar[1]
[1]*STM Savunma Teknolojileri Mühendislik ve Ticaret A.Ş.*

Özet

Son zamanlarda kablosuz haberleşme sistemleri için ümit verici bir teknik olan indis modülasyonu önerilmiştir. Bu modülasyon tekniği geleneksel dik frekans bölmeli çoğullama (DFDÇ) tekniğini kullanarak hem veri sembolleri hem de alt taşıyıcıların indislerini kullanarak iletim yapmaktadır. İndisler üzerinden veri iletimi ile daha iyi bit hata oranları (BHO) elde edilmiştir. Bu çalışmada ise veri sembolleri üzerinden değil de sadece dik kodlar kullanılarak veri iletimi gerçekleştirilmiştir. Dik kodlar olarak Walsh-Hadamard kodları kullanılmıştır. Bu dik kodların indislerine veri bitleri atanmıştır. DFDÇ sistemi alt bloklara bölünerek ve her alt blokta gelen veriye göre dik kodlar kullanılmıştır. Alıcıda her bir alt blokta kullanılan dik kodlar sezilerek ilgili veri bitleri elde edilmiştir. Bilgisayar benzerim sonuçlarından da görüldüğü üzere önerilen yöntemin klasik DFDÇ den daha iyi BHO başarımı sergilediği gösterilmiştir.

Anahtar Kelime: *Dik Frekans Bölmeli Çoğullama, İndis Modülasyonu, Walsh-Hadamard kodu*

Index Modulation With Orthogonal Codes

Abstract

Index modulation, a promising technique, has been proposed for the future wireless communication systems. It transmits data via both indices of subcarriers and symbols by using conventional orthogonal frequency division multiplexing (OFDM) technique. Better bit error rates (BER) have been obtained thanks to data transmission over the indexes. In this study, data transmission is carried out using only orthogonal codes, not data symbols. Walsh-Hadamard codes are used as orthogonal codes and data bits are assigned to the indices of these codes. OFDM is divided into sub-blocks and orthogonal codes are used according to the incoming data bits for each sub-block. The corresponding data bits are obtained by detecting the orthogonal codes that used in each sub-block at the receiver. As can be seen from the computer simulation results, the proposed method has better BER performance than the classical OFDM.

Keywords: *Orthogonal Frequency Division Multiplexing, Index Modulation, Walsh-Hadamard Codes*

Giriş

Her geçen gün artan kullanıcı sayısı ile birlikte yeni nesil kablosuz haberleşme sistemlerinde yüksek başarım ve güvenirlilik daha da ön plana çıkmaktadır. Dolayısıyla bu ihtiyaçları karşılamak için yeni teknolojiler önerilmekte ve geliştirilmektedir. Tek girişli tek çıkışlı (TGTÇ) sistemlere göre yüksek spektral verimlilik sağlayan çok girişli çok çıkışlı (ÇGÇÇ) sistemler yeni nesil haberleşme teknolojileri için oldukça önem arz etmektedir. Bu tür sitemler IEEE 802.11n, IEEE 802.11e, 3GPP Long-Term Evolution (LTE) gibi standartlarda yer aldığını görüyoruz (Xiao, 2005:82; Mangold vd.,2002:1; Lee vd.,2009:1; Li, vd., 2010:86). Fakat ÇGÇÇ sistemlerde antenler aynı anda aktif olduklarında bazı problemler meydana gelmektedir. Bu problemleri şu şekilde sıralayabiliriz:

- Antenler arası senkronizasyon (AAS),
- Kanallar arası girişim (KAG),
- Donanım karmaşıklığı,

- Güç problemi,
- Birden fazla radyo frekans (RF) katının gerekliliği,
- Alıcı karmaşıklığı.

Söz konusu bozucu etkilerin üstesinden gelebilmek için uzaysal modülasyon (UM) ve uzay kaydırmalı anahtarlama (UKA) yöntemleri önerilmiştir (Yang vd., 2014:6; Mesleh vd.,2008:2228, Di Renzo vd., 2012:998, Di Renzo vd., 2010:500). Bu yöntemler ÇGÇÇ sistemlerinden farklı olarak iletim anında sadece bir anten aktif olmaktadır. Diğer antenlerden herhangi bir veri iletimi yapılmamaktadır. Bu sistemlerde her bir anten indisine bitler atanmaktadır. Alıcıda aktif olan anten indisinin bulunması ile ekstra bitler taşınmaktadır. Yani iletilecek bitler iki gruba ayrılmaktadır. İlk bitler geleneksel yöntemlerde olduğu gibi iletilecek sembollere atanmakta ve diğer bitler ise verici antenin indisine atanmaktadır. Böylelikle iletim anında tek bir anten aktif olduğu için AAS, KAG, donanım karmaşıklığı, güç problemi, alıcı karmaşıklığı ve birden fazla RF katının gerekliliği gibi problemlerinin üstesinden gelinmektedir. Bu önemli yöntemin önerilmesinin ardında literatürde UM tabanlı birçok çalışmalar yapılmıştır. İlgili araştırmacılar (Di Renzo vd., 2011:182) daki UM tabanlı literatür araştırmasını inceleyebilirler.

UM mantığının frekans domaine de uyulabileceği fikri ortaya atılması ile birlikte bu alanda çok etkili yöntemler önerilmiştir. Dik Frekans Bölmeli Çoğullama (DFBÇ) tekniği kullanılarak alt taşıyıcı indis modülasyonu (AİM-DFBÇ) yapısı önerilmiştir (Abu-Alhiga, vd., 2009:177). AİM-DFBÇ yönteminin pratik uygulamalar için uygun olmadığından iyileştirilmiş AİM (İAİM-DFBÇ) yapısı önerilmiştir (Tsonev, vd., 2011:728). Fakat bu yöntem de geleneksel DFBÇ yöntemleri ile aynı spektral verimliliği elde edebilmesi için yüksek dereceden modülasyonlar ihtiyaç duymaktadır. Yakın zamanda bu problemin üstesinde gelebilmek ve bu sistemlerin performansı ile spektral verimliliğini daha da arttırmak üzere İndis Modülasyonlu DFBÇ (İM - DFBÇ) yapısı önerilmiştir (Başar, vd., 2012:4741). İM-DFBÇ yöntemi ile çoklu yolun neden olduğu frekans seçici kanallar ile hareketli kullanıcılardan kaynaklanan hızlı sönümlemeli kanallardaki performansını iyileştirildiği gösterilmiştir. Bu etkili yöntemin ardında literatürde İM tabanlı çalışmalar daha da dikkat çekmiştir. (Başar, vd., 2017:16693; Başar, 2016:168)'deki İM tabanlı literatür araştırmasını ilgili araştırmacılar inceleyebilirler.

İM -DFBÇ tekniği geleneksel DFBÇ yönteminden farklı bir yapıya sahiptir. DFBÇ tekniğinde veriler semboller üzerinde gönderilirken, İM -DFBÇ yönteminde sembollere ek olarak aktif edilen alt taşıyıcı indisleri üzerinden de veri iletimi gerçekleştirilmektedir. İM-DFBÇ yönteminde öncelikle tüm DFBÇ bloğu aynı uzunluktaki alt bloklara bölünmektedir. Ardında referans tabloya göre her bir alt blokta hangi alt taşıyıcıların aktif olacağı belirlenmektedir. Alt taşıyıcılar belirlendikten sonra iletim anında aktif olan alt taşıyıcılar üzerinden semboller iletilmektedir. Böylelikle hem aktif alt taşıyıcı indislerden hem de semboller üzerinde veri iletimi gerçekleştirilmektedir.

Bu çalışmada, DFBÇ-İM yöntemindeki gibi, DFBÇ tekniği alt bloklara bölünmektedir. Ardından her bir alt blokta referans tabloya göre dik kodlar atanmaktadır. Bu yöntemde tüm taşıyıcılar aktif olmaktadır. Böylelikle, bilgi bitleri sadece dik kodların indisleri üzerinden iletilmektedir. Bilgisayar benzetim sonuçlarında önerilen yöntemin bit hata oranı (BHO) geleneksel DFBÇ den daha iyi olduğu gösterilmiştir. Bu çalışmada Walsh-Hadamard matrisindeki dik kodları kullanılmıştır. Aşağıda 4x4 lük Walsh-Hadamard matrisi verilmiştir.

$$\mathbf{H} = \begin{bmatrix} +1 & +1 & +1 & +1 \\ +1 & -1 & +1 & -1 \\ +1 & +1 & -1 & -1 \\ +1 & -1 & -1 & +1 \end{bmatrix} \tag{1}$$

Bu matrisin her sütun vektörü birbirine diktir. Benzer şekilde her bir satır vektörü de bir birine diktir. Bundan sonraki kısımda bu matrisin sütun vektörleri ya da satır vektörler ile işlemler yapılacaktır. Bu matrisi $\mathbf{H} = [\mathbf{c}_1, \mathbf{c}_2, \mathbf{c}_3, \dots, \mathbf{c}_n]$ şeklinde vektörler ile ifade edebiliriz. Buradaki $\mathbf{c}_n$ vektörü $\mathbf{H}$ matrisinin n. sütununu yada satırını ifade etmektedir.

Tablo 1. n=4 için Referans Tablo

Veri Bitleri	Dik Kodlar
[0, 0]	$\mathbf{c}_1 = [+1 \quad +1 \quad +1 \quad +1]$
[0, 1]	$\mathbf{c}_2 = [+1 \quad -1 \quad +1 \quad -1]$
[1, 0]	$\mathbf{c}_3 = [+1 \quad +1 \quad -1 \quad -1]$
[1, 1]	$\mathbf{c}_4 = [+1 \quad -1 \quad -1 \quad +1]$

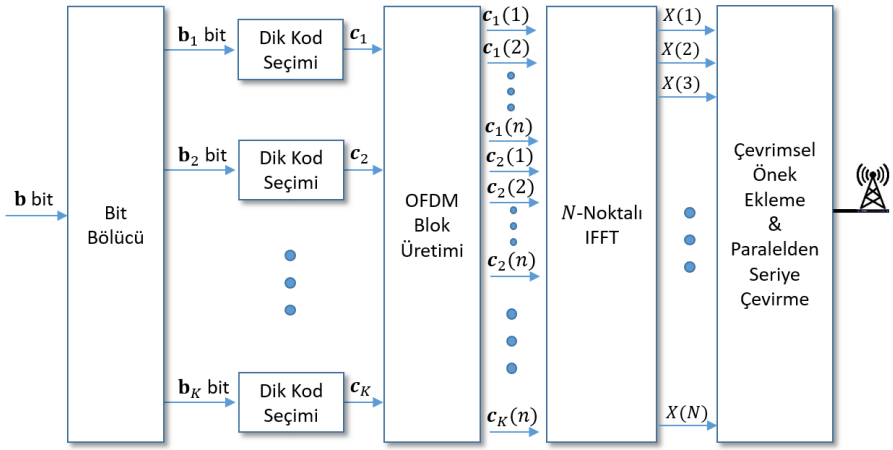
Sistem Modeli

Önerilen sistemin blok diyagramı Şekil-1 de gösterilmiştir. Şekilden de görüleceği üzere DFBÇ yapısı K adet alt bloktan oluşmaktır. Öncelikle $\mathbf{b}$ bilgi biti vektörü toplam K adet aynı uzunlukta ki bilgi biti vektörlerine ayrıştırılmıştır. Bir başka deyişle $\mathbf{b} = [\mathbf{b}_1, \mathbf{b}_2, \mathbf{b}_3 \dots, \mathbf{b}_\mathrm{K}]$ olacak şeklinde bilgi bitleri ayrılmıştır. Ardından her bir $\mathbf{b}_\mathrm{k}$ bitine karşılık gelen Walsh-Hadamard kodları referans tabloya göre seçilmiştir. Örneğin Şekil 2' de toplam 16 uzunluklu DFBÇ yapısı verilmiştir. Burada her bir alt blok 4 adet alt taşıyıcıdan oluşacak şekilde bölünmüştür. Ardından referans tablosuna göre (Tablo 1) her bir blokta kullanılacak Walsh-Hadamard kodları seçilmiştir. Örneğin ilk alt blok için gelen bilgi bitler $\mathbf{b}_1 = [0, 1]$ olsun. Referans tabloda bu bitlere karşılık gelen $\mathbf{c}_1 = [+1, -1, +1, -1]$ kodu bu alt blokta kullanılmıştır. Benzer şekilde diğer alt bloklar için de gelen bilgi bitlerine göre Walsh-Hadamard kodları seçilerek tüm DFBÇ bloğu oluşturulmaktadır. Böylelikle, N adet uzunluğa sahip DFBÇ sinyal vektörü aşağıdaki gibi yazıla bilinir:

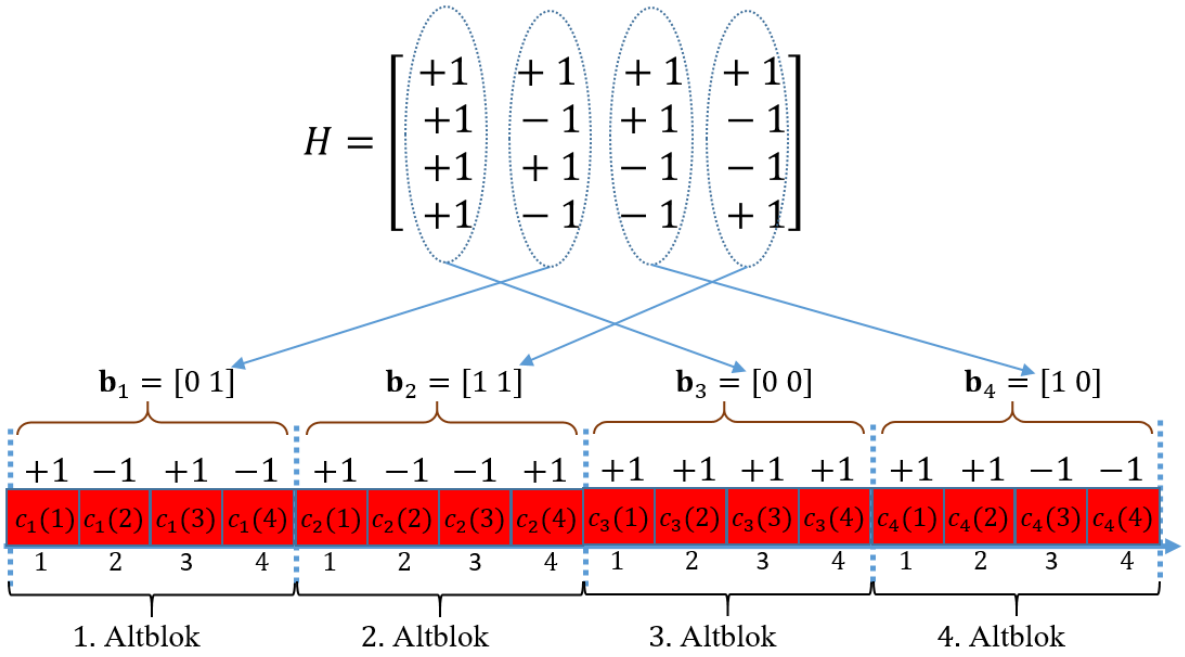
$$\boldsymbol{c} = [c_1(1), c_1(2), c_1(3), \dots, c_1(n), c_2(1), c_2(2), c_2(3), \dots, c_1(n), \dots, c_k(n), \dots, c_K(n)]^T \qquad (2)$$

burada $\boldsymbol{c}_k(n)$ değeri k. alt bloka ait kod vektörünün n. sembolünü ifade etmektedir. Bu $\boldsymbol{c}$ vektörü daha sonra N-noktalı ters Fourier Dönüşümü (FD) tabi tutulup ardından çevrimsel ön ek eklenmektedir. Son olarak paralelden seriye çevrilen semboller anten üzerinden kablosuz kanala gönderilir.

Şekil 1. Verici Blok Diyagramı



Şekil 2. $N = 16$ ve $n = 4$ için Örnek Gösterim



Alici Yapisi

Önerilen yapının alıcı blok diyagramı Şekil 3'te verilmiştir. Antenden alınan sinyalden çevrimsel önek çıkarıldıktan sonra seriden paralele çevrilmiştir. Ardın N-noktalı FD alınarak aşağıdaki sinyal vektörü elde edilmiştir:

$$\mathbf{r} = [r(1), r(2), r(3), \dots, r(n), \dots, r(N)]^T \tag{3}$$

burada $r(n)$ alınan n. sembolü ifade etmektedir. Daha sonra bu semboller her alt blok için aşağıdaki gibi ayrıştırılmıştır:

$$\mathbf{x} = [x_1(1), x_1(2), x_1(3), \dots, x_1(n), x_2(1), x_2(2), x_2(3), \dots, x_k(n), \dots, x_K(n)]^T \tag{4}$$

burada $x_k(n)$ k. alt bloğun n. sembolü ifade etmektedir. Ardından her alt bloktaki kod ile referans tablodaki kodlar arasındaki korelasyonlar aşağıdaki gibi hesaplanmıştır:

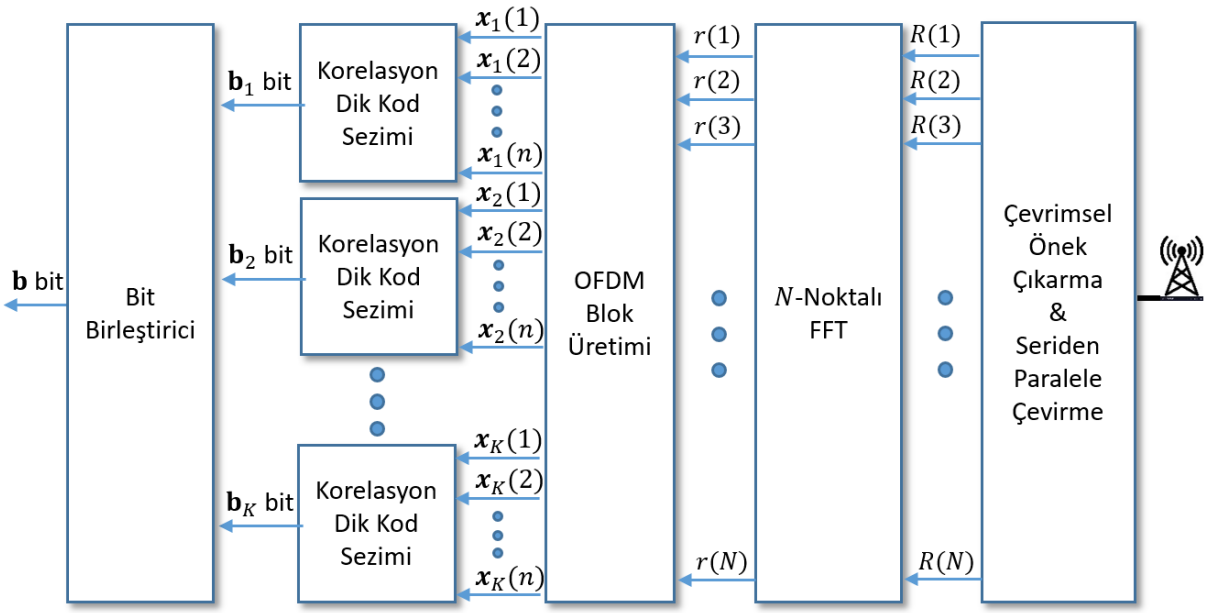
$$j_{k,m} = \sum_{l=1}^{n} \boldsymbol{x}_k(l) * \boldsymbol{c}_m(l), \qquad k = 1,2, \dots, K. \quad m = 1, 2, 3, \dots, n \tag{5}$$

ardında k. alt bloğa ait korelasyon vektörü aşağıdaki yazılabilinir:

$$\boldsymbol{j}_k = [j_{k,1}, j_{k,2}, j_{k,3}, \dots, j_{k,n}]^T \tag{6}$$

burada $j_{k,n}$ k. alt bloktaki semboller ile referans tablodaki n. kod arasındaki korelasyon sonucunu ifade etmektedir. Ardından $\boldsymbol{j}_k$ vektörünün maksimum elmanın indisi bize k. alt blokta hangi kodun iletildiği basit bir şekilde vermektedir. Buradan da referans tabloya bakılarak hangi bitlerin iletildiği elde edilir.

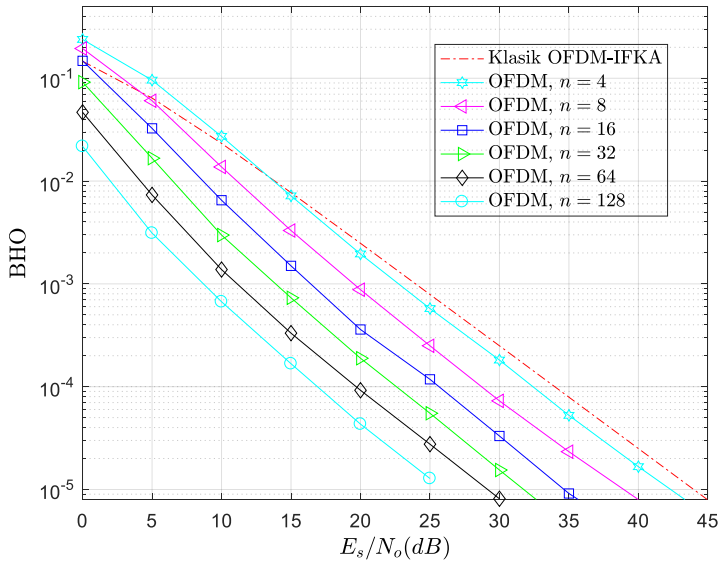
Şekil 3. Alıcı Blok Diyagramı



Benzetim Sonuçlari

Bilgisayar benzetimlerimde $N = 1024$ alt taşıyıcılı DFBÇ yapısı kullanılmıştır. Benzetimlerde sıfır ortalamalı $L = 10$ uzunluklu Rayleigh kanal modeli seçilmiştir. Klasik DFBÇ yönteminde ikili faz kaydırmalı anahtarlama (İFKA) kullanılmıştır. Şekil 4' de $n = 4,\ 8, 16$ ve 32 olacak şekilde farklı boyutlarda alt blok yapısı kullanılarak BHO grafikleri elde edilmiştir. Şekilden de görüleceği üzere yüksek n değerine çıkıldıkça BHO'nin daha da iyileştiği görülmüştür. Bu karşılık olarak iletilen bit sayısında da düşüş olmaktadır.

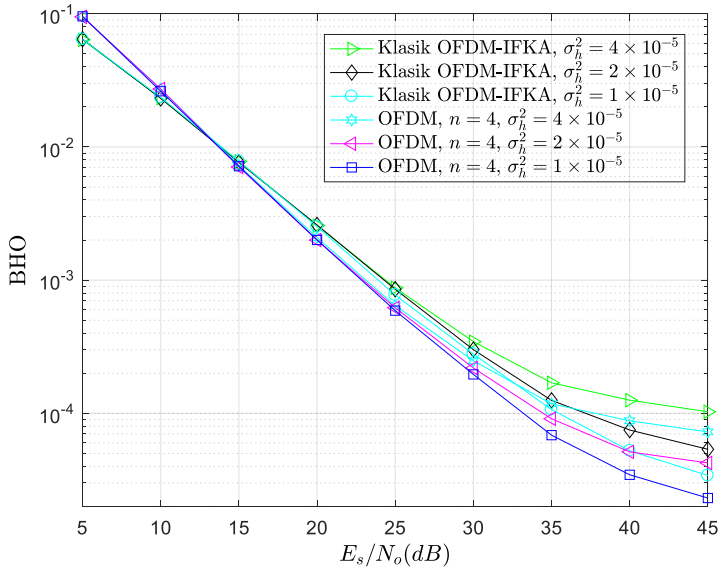
Şekil 4. Farklı n Değerleri için BHO



Pratik uygulamalarda kablosuz haberleşme sistemlerinde kanal kestiriminin alıcıda yapılması gerekmektedir (Acar, vd., 2019:1903). Önerilen yöntemin kanal kestirim hataları altındaki BHO Şekil 5' te

incelenmiştir. Kestirilen kanal vektörünü $\hat{\mathbf{h}} = \mathbf{h} + \mathbf{h_e}$ şeklinde ifade edebiliriz. Burada $\mathbf{h}$ orijinal kanalı ve $\mathbf{h_e}$ ise kestirimden kaynaklanan hata vektörünü göstermektedir. Kestirim vektörünün kovaryans matrisini $E\{\mathbf{h_e}\mathbf{h_e}^H\} = \sigma_h^2 \mathbf{I}_n$ yazabiliriz. Şekil 5' te farklı σ_h^2 değerleri için BHO grafikleri klasik DFBÇ ile önerilen yöntem için çizdirilmiştir. Kanal kestirim hataları altında önerilen yöntemin $n = 4$ için klasik OFDM den daha iyi BHO performansı sağladığı gösterilmiştir.

Şekil 5. Kanal Kestirim hataları alıntındaki BHO



Sonuçlar

Bu çalışmada DFBÇ yapısı alt bloklara bölünüp ve her alt blok üzerinden dik kodlar seçilip bu kodların indisi üzerinden veri iletimi gerçekleştirilmiştir. Önerilen yöntemin BHO başarımı klasik DFBÇ daha iyi olduğu gösterilmiştir. Bir sonraki çalışmada azalan spektral verimliliği artırmaya yönelik yöntemler üzerine yapılacaktır.

Kaynaklar

1. XİAO, Y. (2005). IEEE 802.11 n: enhancements for higher throughput in wireless LANs. *IEEE*
2. Wireless Communications, 12(6), 82-91.
3. MANGOLD, S., CHOI, S., MAY, P., KLEİN, O., HIERTZ, G., & STIBOR, L. (2002, February). IEEE
4. 802.11e Wireless LAN for Quality of Service. In *Proc. European Wireless* (Vol. 2, pp. 32-39).

5. LEE, J., HAN, J. K., & ZHANG, J. (2009). MIMO technologies in 3GPP LTE and LTE
6. advanced. *EURASIP Journal on wireless communications and networking*, *2009*, 1-10.
7. LI, Q., LI, G., LEE, W., LEE, M. I., MAZZARESE, D., CLERCKX, B., & LI, Z. (2010). MIMO
8. techniques in WiMAX and LTE: a feature overview. *IEEE Communications magazine*, *48*(5), 86-92.

9. YANG, P., DI RENZO, M., XIAO, Y., LI, S., & HANZO, L. (2014). Design guidelines for spatial
10. modulation. IEEE Communications Surveys & Tutorials, 17(1), 6-26.
11. MESLEH, R. Y., HAAS, H., SINANOVIC, S., AHN, C. W., & YUN, S. (2008). Spatial
12. modulation. IEEE Transactions on vehicular technology, 57(4), 2228-2241.
13. DI RENZO, M., DE LEONARDIS, D., GRAZIOSI, F., & HAAS, H. (2012). Space shift keying (SSK)
14. MIMO with practical channel estimates. *IEEE transactions on communications*, *60*(4), 998-1012.
15. DI RENZO, M., & HAAS, H. (2010). Improving the performance of space shift keying (SSK)
16. modulation via opportunistic power allocation. *IEEE Communications Letters*, *14*(6), 500-502.

17. DI RENZO, M., HAAS, H., & GRANT, P. M. (2011). Spatial modulation for multiple-antenna
18. wireless systems: A survey. *IEEE Communications Magazine*, *49*(12), 182-191.
19. ABU-ALHIGA, R., & HAAS, H. (2009, September). Subcarrier-index modulation OFDM. In *2009*
20. *IEEE 20th International Symposium on Personal, Indoor and Mobile Radio Communications* (pp. 177-181). IEEE.

21. TSONEV, D., SINANOVIC, S., & HAAS, H. (2011, December). Enhanced subcarrier index
22. modulation (SIM) OFDM. In *2011 IEEE GLOBECOM Workshops (GC Wkshps)* (pp. 728-732). IEEE.

23. BAŞAR, E., AYGÖLÜ, Ü., PANAYIRCI, E., & POOR, H. V. (2013). Orthogonal frequency division
24. multiplexing with index modulation. *IEEE Transactions on signal processing*, *61*(22), 5536-5549.

25. BAŞAR, E., WEN, M., MESLEH, R., Dİ RENZO, M., XİAO, Y., & HAAS, H. (2017). Index
26. modulation techniques for next-generation wireless networks. *IEEE access*, *5*, 16693-16746.

27. BAŞAR, E. (2016). Index modulation techniques for 5G wireless networks. *IEEE Communications*
28. *Magazine*, *54*(7), 168-175.

29. ACAR, Y., ÇOLAK, S. A., & BASAR, E. (2019). Channel estimation for OFDM-IM systems.
30. *Turkish Journal of Electrical Engineering & Computer Sciences*, *27*(3), 1908.

Presentation ID/Sunum No= 54

Oral Presentation / Sözlü Sunum

Gauss Lazer Hüzmesinin PDMS Üzerindeki Isıl Etkisi

Dr. Öğretim Üyesi Çağlar Arpalı[1]
[1]*Çankaya Üniversitesi*
**Corresponding author: Çağlar Arpali*

Özet

Bu çalışmada Gauss lazer hüzmesinin kızıl ötesi bölgede Polydimethylsiloxane (PDMS) malzemesi üzerindeki ısıl analizi yapılmıştır. Hareketli bir Gauss hüzmesinin PDMS ile olan etkileşimi tarama hızı ve işleme zamanı gibi bazı lazer işleme parametreleri için çalışılmıştır. Zaman artışının, yüksek tepe sıcaklıklarıyla birlikte daha büyük boyutlu ısı etkileşimli bölgelerin oluşmasına sebep olduğu gözlenmiştir. Gauss hüzmesinin tarama hızı artarken eş sıcaklık eğrileri uzamaya başlar. Yüksek hızlar için lazer hüzmesinin ön kısmındaki sıcaklık eğim derecesi arka kısmından her zaman daha yüksektir. Tarama hızındaki artış PDMS in bileşenlerinin fotonlarla olan etkileşim zamanını kısalttığı için PDMS üzerindeki ısı azalmaktadır.

Anahtar Kelimeler: *Gauss lazer hüzmesi, Hareketli ısı kaynakları, Lazer işleme, Polydimethylsiloxane (PDMS), ısıl işlemi*

Thermal Effect of Gaussian Laser Beam on PDMS

Abstract

In this work, thermal analysis of a Gaussian laser beam on a Polydimethylsiloxane (PDMS) material is performed in the infrared region. Interaction of a moving Gaussian beam with PDMS is studied for some laser processing parameters such as scan speed and processing time. It is observed that increasing time results a greater heat affected zone size as well as the higher peak temperature. While the scan speed of Gaussian Beam increases, isotherms gets longer. For higher speeds the temperature gradient in front of the laser beam is always higher than the rear of it. With increasing scan speeds, temperature on the PDMS decreases due to reduction of interaction time between the photons and constituents of PDMS.
Key words: *Gaussian laser beam, Moving heat sources, Laser processing, Polydimethylsiloxane (PDMS), heat treatment*

Introduction

In today, the most of industrial applications depend on lasers because of some advantages such as fast fabrication, elimination of distortions and low resolution production (Steen and Mazumder, 2010:349). Interaction of laser photons with matter results a heat flow into material due to absorption of beam intensity by a surface. Penetration of electromagnetic energy through the substances generates phase changes (i.e. melting and vaporization) due to thermal impact (Dowden, 2001:145). The heat flow affects the microstructures, residual stresses and distortions during the process and thus quality of production depends on thermal characteristics of matter as well as the laser beam (Kannatey, 2009:231). One of the key parameter that determines the microstructure distribution on the work piece is the temperature. In general, point or line source model is used for analyzing the temperature distribution on the work piece (Zubair and Chaudhry, 1996:185; Paek and Gagliano, 1972:112). But the Gaussian heat source provides more realistic characterization of thermal effects on the material. In this approach, the heat source is spread over a wide volume that is originated from temporal and spatial features of TEM_{00} laser beam. Gaussian beam solution of governing heat equation is important especially for laser treatment and forming applications. Another thermal processing factor that affects the quality of process is the optical absorbance of the material. This unique property makes it possible to process

material efficiently according to relation between the absorbance coefficient and laser wavelength that is to be used for the process. Recently, there is a special interest on the processing of polymeric materials like polydimethylsiloxane (PDMS) due to some advantageous such as inexpensive fabrication, flexibility, biocompatibility (Stankova vd., 2016:96). PDMS is extensively used in micro fluidic channel fabrication and for MEMS as a part of lab-on-a-chip devices. For instance, laser ablation of PDMS is a well-defined process that depends on thermal interaction of the laser on PDMS through the relation between absorbance and wavelength (Domínguez, 2016:84). In general, ultraviolet (UV) exposure is used for fabrication of PDMS based micro channels (Liu vd., 2012:015012). However, in the last decade processing of PDMS using infrared (IR) sources has become more popular (Maruo, and Kawata, 1998:407; Belfield, 2001:1). Particularly, in two-photon polymerization, IR lasers are used (Maruo, and Kawata, 1998:407). Three dimensional printing of PDMS using pulsed laser has also been investigated (Xiao vd., 2018:21) in IR region to avoid UV curing problems. But in most of these studies, thermal aspects of a moving Gaussian beam have not been considered adequately. Our aim in this work is observing the thermal effect of a scanning Gaussian beam on PDMS material for IR wavelength in terms of some processing parameters such as the scan speed and the processing time. It is shown that increasing time rises the peak temperature on PDMS and isotherms circularly expands. Increasing of scanning velocity makes isotherms more elongated conversely temperature decreases.

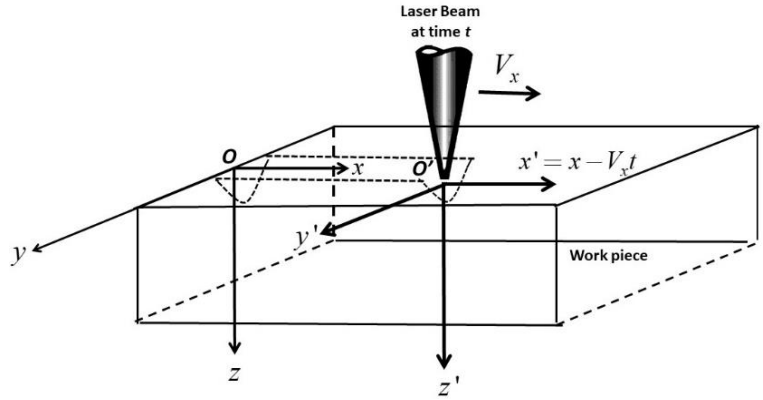
Methods

Heat conduction equation of a moving Gaussian heat source in terms of Cartesian coordinate system is given as

$$\frac{\partial T}{\partial t} = \kappa \left[\frac{\partial^2 T}{\partial x'^2} + \frac{\partial^2 T}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 T}{\partial z^2}\right] + V_x \frac{\partial T}{\partial x'} \tag{1}$$

where x', y, z is a coordinate system that is attached to a moving Gaussian beam along positive x' direction. κ is the thermal diffusivity and given as $\kappa = \frac{\varepsilon}{\rho C_p}$ (mm^2/s), where ε is the thermal conductivity, ρ is the density and C_p is the specific heat. t is the time (s), V_x is the speed of laser heat source in the x' direction (mm/s) and T is the temperature distribution in the work piece. In analyzing the heat flow on PDMS, the work piece is assumed as three dimensional. Let's consider the coordinate system shown in Figure 1. As it is seen that laser beam propagates along x' direction with a velocity of V_x, corresponding coordinate transformation from work piece to heat source can be taken as

Figure 1. Moving coordinate system with a Gaussian heat source



In general, point and line models are two solutions of Eq.1 that are used extensively in the literature. But, Gaussian beam model provides a better approach for analyzing the processes such as laser treatment and laser forming. Laser intensity in the PDMS material per unit volume per unit time at point (x', y', z') supplied by the Gaussian beam is given by

$$I(x', y', z') = \frac{\alpha P(1-\eta)}{2\pi\omega^2} exp\left[-\left[\frac{x'^2+y'^2}{2\omega^2} + \alpha|z'|\right]\right] \quad \text{for } -\infty < z' < \infty \quad (2)$$

where P is the beam power (W), α is the absorbance coefficient of PDMS (mm^{-1}), ω is the Gauss laser beam radius (μm), and η is the reflectivity of PDMS. The initial condition for the solution of Eq.1 is given by $T(x, y, z, 0) = 0$, everywhere in the domain. The boundary conditions are $T(x, y, z, t) = 0$ for for $x, y, z = \pm\infty$. Radiation and convection heat loses at surface of the PDMS are ignored so $\frac{\partial T}{\partial t} = 0$ at $z = 0$.The instantaneous solution of Eq. 1 at a fixed point (x, y, z) and time t for a laser emitted at (x', y', z') with time t' can be written as (Kannatey, 2009:231)

$$T_g(x, y, z, t) = \frac{I(x', y', z')}{8\rho C_p[\pi(t-t')]^{3/2}} exp\left[-\left[\frac{(x-V_x(t-t')-x')^2+(y-y')^2+(z-z')^2}{4\kappa(t-t')}\right]\right] \quad (3)$$

Thus, for a Gaussian laser beam moving over the PDMS sample with a velocity V_x, the temperature variation over the period $t' = 0$ to t is obtained by

$$T(x, y, z, t) = \int_0^t \iiint_{-\infty}^{\infty} T_g(x', y', z', t')dx'dy'dz'dt' \quad (4)$$

$$T(x, y, z, t) = \int_0^t \iiint_{-\infty}^{\infty} \frac{\alpha P(1-\eta)}{2\pi\omega^2} exp\left[-\left[\frac{x'^2+y'^2}{2\omega^2} + \alpha|z'|\right]\right]$$

$$\frac{I(x',y',z')}{8\rho C_p[\pi(t-t')]^{3/2}} exp\left[-\left[\frac{(x-V_x(t-t')-x')^2+(y-y')^2+(z-z')^2}{4\kappa(t-t')}\right]\right] dx'dy'dz'dt' \quad (5)$$

Eq. (5) can be simplified to

$$T(x,y,z,t) = \int_0^t \iiint_{-\infty}^{\infty} \beta\Gamma_1\Gamma_2\,\Gamma_3\,\Gamma_4 \;\; dx'dy'dz'dt' \quad (6)$$

Where $\beta = \frac{\alpha P(1-\eta)}{16\pi\omega^2\rho C_p}$, $\Gamma_1 = \int_{t'=0}^{t} \frac{1}{[\pi\kappa(t-t')]^{3/2}} exp\left[\frac{-[\Omega^2+y^2+z^2]}{\Psi}\right] dt'$

$$\Gamma_2 = \int_{x'=-\infty}^{\infty} exp\left[-\left[\frac{x'^2}{2\omega^2}+\frac{x'^2}{\Psi}-\frac{2\Omega x'}{\Psi}\right]\right] dx'$$

$$\Gamma_3 = \int_{y'=-\infty}^{\infty} exp\left[-\left[\frac{y'^2}{2\omega^2}+\frac{y'^2}{\Psi}-\frac{2\Omega y'}{\Psi}\right]\right] dy'$$

$$\Gamma_4 = \int_{z'=-\infty}^{\infty} exp\left[-\left[\alpha|z'|+\frac{z'^2}{\Psi}-\frac{2zz'}{\Psi}\right]\right] dz' \;\; \text{with } \Psi = 4\kappa(t-t'),$$

$$\Omega = x - V_x(t-t')$$

Eq. 6 is solved by applying the following rule for terms Γ_1, Γ_2 independently (Gradshteyn and Ryzhik, 2000:337),

$$\int_{-\infty}^{\infty} \exp(-px^2 \pm qx)\, dx = exp\left[\frac{q^2}{4p^2}\right]\frac{\sqrt{\pi}}{p} \qquad Re(p^2 > 0) \quad (7)$$

After some tedious integral calculations Eq (6) reduces to the following form

$$T(x,y,z,t) = \int_{t'=0}^{t} \frac{\alpha P(1-\eta)}{2\pi\rho C_p[2\kappa(t-t')+\omega^2]} exp\left[\frac{\left[[x-V_x(t-t')]^2+y^2\right]}{[4\kappa(t-t')+2\omega^2]} + [\kappa(t-t')\alpha^2]\right]$$
$$\left\{\exp(\alpha z)\, erfc\left[\frac{2\alpha\kappa(t-t')+z}{2\sqrt{\kappa(t-t')}}\right] + \exp(-\alpha z)\, erfc\left[\frac{2\alpha\kappa(t-t')-z}{2\sqrt{\kappa(t-t')}}\right]\right\} dt' \quad (8)$$

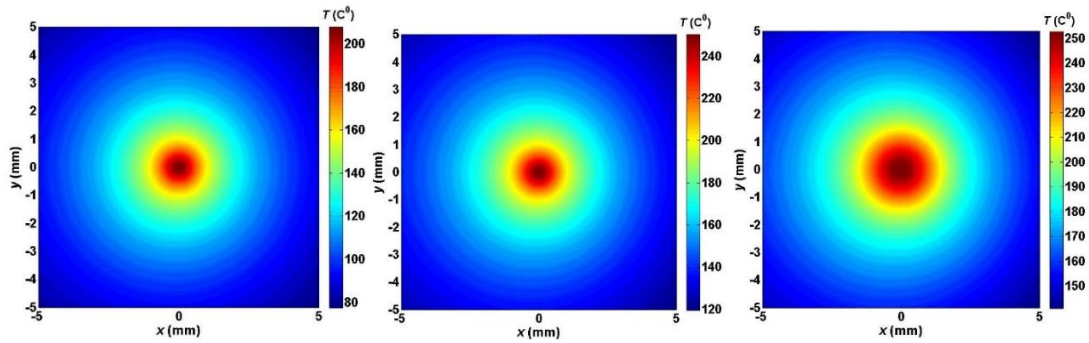
where *erfc* is complementary error function. Since Eq. (8) does not have an analytic solution, it is necessary evaluate the integration as numerically for obtaining the thermal effect of Gaussian laser beam on PDMS material.

Results and Discussion

In this section, our formula is numerically evaluated to determine the thermal effects of some process parameters on PDMS for a selected IR wavelength. Temperature contours of a moving Gaussian laser beam inside the PDMS are examined in terms of laser material processing time and scanning speed. For analyzing the effect of the processing time on thermal process of PDMS, Eq. 8 is used with the following setting: $\alpha = 0.1\ \text{mm}^{-1}$ for $\lambda = 1186\,\text{nm}$, $\varepsilon = 0.15$ W/mK, $\rho = 965\ \text{kg/m}^3$, $C_p = 1.46$ kJ/kgK, $P = 400\,\text{mW}$, $V_x = 1\text{m/s}$

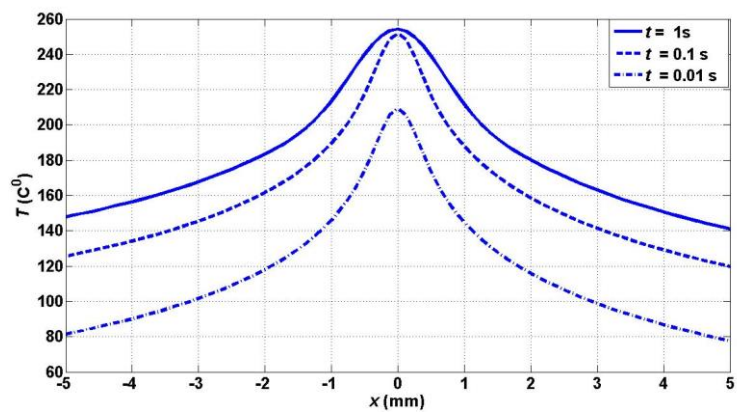
$\omega = 200\,\mu m$. Reflectivity of PDMS, η is calculated by Fresnel law and assuming the incident laser beam is perpendicular to PDMS axes. Then $\eta = (n_1 - n_2)/(n_1 + n_2)^2$, $n_1 = 1.4$ is refractive index of for PDMS and for air $n_2 = 1$ and reflectivity is found to be $\eta = 0.03$. With these processing parameters, thermal variations over the PDMS with respect to various time settings can be seen in Figure 2. Color bars on the right of the figures, show temperature scale in C°. Red color corresponds to higher heat on the PDMS and blue color relates with lower temperature provided by the Gaussian beam. Profile plots of the thermal effects for different times corresponding to Figure 2 is depicted in Figure 3.

Figure 2. Thermal effect of Gaussian beam on PDMS for different time settings a) *t* = 0.01s b) *t* = 0.1 s c) *t* = 1s



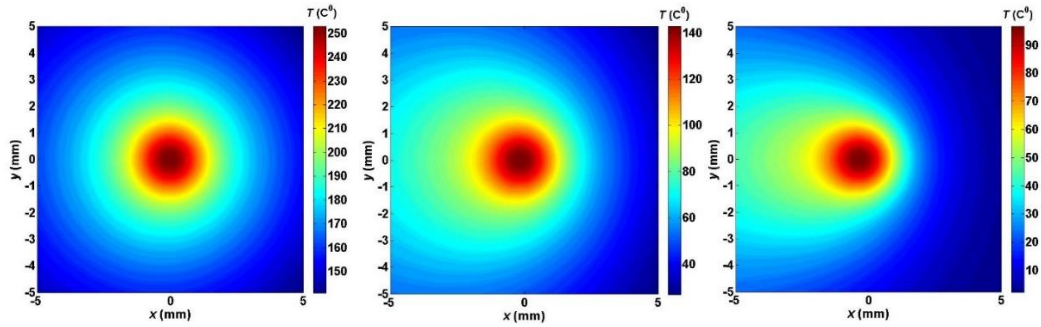
a) b) c)

Figure 3. Profile plot of the thermal effect of Gaussian beam with PDMS for different time settings.



Depends on the interaction time between Gaussian beam and PDMS results a penetration of thermal energy into material. As it is seen that with increasing time values, heat on the PDMS rises up to 250 C° (Fig.1 c). Even for the smallest value of the temperature (140 C°) it is sufficient to initiate the required latent energy for any kind of ablation process for a PDMS material. Increasing time results a greater heat affected zone size. This effect is seen from Figs.1 a, b and c as expanding the central isotherms to the outer regions. From the profile plots of the time values (Figure 3) it is observed that the thermal profiles generated by scanning laser beams look like Gaussian distribution. For smaller time (i.e. *t* = 0.01 s), the shape of thermal energy on the PDMS turns into a narrow and a tiny profile. It is also seen that the increasing time in thermal processing generates higher peak temperatures on the PDMS. In our formulation, scan speed or velocity is another important factor that affects the thermal processing performance.

Figure 4. Thermal effect of Gaussian beam with PDMS for different scan speeds

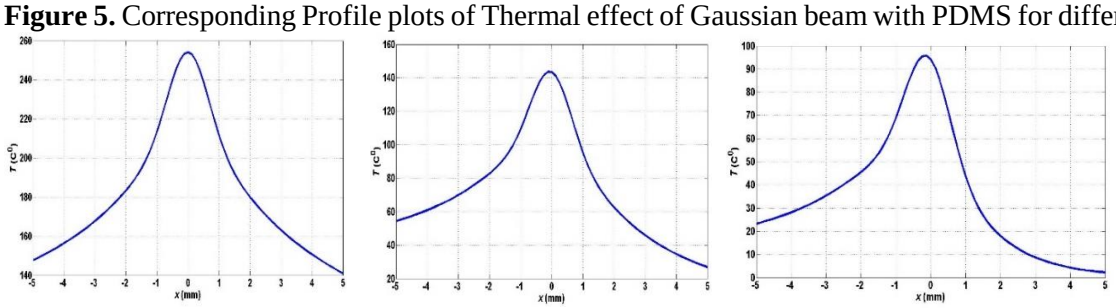


a) b) c)

a) $V_x = 1\text{m/s}$ b) $V_x = 15\text{m/s}$ c) $V_x = 50\text{m/s}$

Influences of the thermal energy with changing scan speeds based on Eq. (8) are given in Figures 4 and 5. Here we note that required parameter settings are same as mentioned in Figure 2. The only difference is changing speed values of Gaussian beam as $V_x = 1\text{m/s}, 15\text{m/s}, 50\text{m/s}$

Figure 5. Corresponding Profile plots of Thermal effect of Gaussian beam with PDMS for different scan speeds



a) b) c)

a) $V_x = 1\text{m/s}$ b) $V_x = 15\text{m/s}$ c) $V_x = 50\text{m/s}$

From Figure 3 it is seen that temperature distribution on PDMS is initially more circular (Fig. 3 a) and then with increasing scan velocities, shapes of isotherms are changed (Figs. 3 b, c). Increasing scan speed of the Gaussian Beam along the *x* direction makes isotherms more elongated. For higher velocities (Figs. 4 a, b), the temperature gradient ahead of the laser source is higher than behind it. Gradient of temperature reaches its maximum value at $V_x = 50\text{m/s}$, this action can also observed as a higher steepness of the thermal profile from Figs. 4 c. Since with higher scan speeds the time for interaction of photons through the PDMS substances decreases, so temperature on the PDMS decreases as well.

Conclusions

In this study, thermal effect of a moving Gaussian laser beam on PDMS material through the IR region has been analyzed for some processing parameters such as the scan speed and the processing time. A Gaussian heat source model is used to describe the laser thermal effect on the PDMS, instead of point or line source. It is demonstrated that the rising processing time generates wider heat affected zone with higher peak temperatures. Our results show that with increasing speed, temperature on the PDMS along the scan direction decreases as well as isotherms gets longer. For higher speeds, the temperature gradient in front of the laser beam is greater

than the rear of it. This makes laser processing is more sensitive to velocity of beam at IR wavelengths in terms of spatial distribution of the Gaussian heat source on the PDMS. Results of this paper can be used to understand the influences of moving Gaussian like heat sources on PDMS for micro fluidic channel fabrication techniques.

References

1. BELFIELD, K.D. (2001). "Two photon organic photochemistry", Spectrum, 14(2): 1-7
2. DEEPAK, K.L.N., VENUGOPAL R.S. and NARAYANA, D. R. (2010) "Femtosecond laser- fabricated microstructures in bulk poly (methylmethacrylate) and poly (dimethylsiloxane) at 800 nm towards lab-on-a-chip applications", Pramana – J. Phys., 75 (6):1221-1232
3. DOMÍNGUEZ, R.P., BENÍTEZ, A.M.V., CORDERO, J.R.W., HAUTEFEUILLE, M., ARÉVALO, F.S. and CORDERO, J.H. (2016). "Photothermal effects and applications of polydimethylsiloxane membranes with carbon nanoparticles", Polymers, 8(4):84
4. DOWDEN, J.M. (2001). The Mathematics of Thermal Modeling, Chapman & Hall/CRC, New York
5. GRADSHTEYN, I. S. and RYZHIK, I. M. (2000). Tables of Integrals, Series and Products, Academic Press, New York
6. KANNATEY, E. JR A. (2009). Principles of Laser Materials Processing, Wiley & Sons, New Jersey
7. LIU, K., NICKOLOV, Z.J.O. and NOH, H.M. (2012). "KrF excimer laser micromachining of MEMS materials: characterization and applications", J. Micromech. Microeng., 22(1):015012
8. MARUO, S. and KAWATA, S. (1998). "Two photon absorbed near-infrared photopolymerization for three dimensional microfabrication", journal of Microelectromech. Syst., 7(4): 407-415
9. NARAYANA, L., KALLEPALLI, D., SOMA, V.R. and DESAI, N.R. (2012). "Femtosecond-laser direct writing in polymers and potential applications in microfluidics and memory devices", Opt. Eng., 51(7):073402
10. PAEK, U.C. and GAGLIANO, F.P. (1972). "Thermal analysis of laser drilling process", IEEE Journal of Quantum Electronics, QE-8(2):112-119
11. STANKOVA, N.E., ATANASOV, P.A., NIKOV, RU.G., NIKOV, R.G., NEDYALKOV, N.N., STOYANCHOV T.R., FUKATA N., KOLEV, K.N., VALOVA, E.I., GEORGIEVA, J.S. and ARMYANOV ST.A. (2016). "Optical properties of polydimethylsiloxane (PDMS) during nanosecond laser processing", Appl. Surface Science, 374(30): 96-103
12. STEEN, W.M and MAZUMDER, J. (2010). Laser Material Processing, Springer, London
13. XIAO, Y., HONG, Z., COLEMAN, G., ZHAO, H., LIANG, R., LUCAS, P. and HAO, Q. (2018). "Thermal studies of three-dimensional printing using pulsed laser heating", ES Materials & Manufacturing, 1:21-26
14. ZUBAIR, S.M. and CHAUDHRY, M.A. (1996). "Temperature solutions due to time-dependent moving-line-heat sources", Heat and Mass Transfer, 31:185-189

Presentation ID/Sunum No= 3

Oral Presentation / Sözlü Sunum

Türkiyedeki Otomobil Sahipliğinin Sınıflandırma Performansı

Dr. Öğretim Üyesi Hümeyra Bolakar Tosun[1] ,
Prof. Dr. Ahmet Tortum[2]
[1]*Aksaray Üniversitesi*
[2]*Atatürk Üniversitesi İnşaat Müh. Bölümü*

Özet

Otomobil sahipliği 1000 kişi başına düşen otomobil sayısını olarak tanımlanmaktadır ve kent ulaşım planı oluşturulmasında önemli bir etkiye sahiptir. Çalışmada Türkiyedeki illere ait otomobil sahipliği verileleri kullanılmıştır. Ülke geneli ortalamasına göre 1000 kişi başına düşen otomobil sayısına göre ortalamanın üstünde ve altınada olan illerin sınıflandırılmasında lojistik regresyon (LR), diskirminant analizi (DA) ve yapay sinir ağları(YSA) yöntemleri kullanılmıştır. Ve bu yöntemlerin sınıflandırma performansları değerlendirilmiştir.

Çalışmanın sonucunda tüm veri için kullanılan yöntemlerin sınıflandırma başarı oranları sırasıyla YSA (88,5), LR (86,0) ve DA (77,4) olduğu belirlenmiştir. İllerin otomobil sahipliğine göre sınıflandırılmasında en başarılı yöntemin YSA olduğu belirlenmiştir. Çalışma sınıflandırma için yapılacak olan bilimsel yayınlara ışık tutmaktadır.

Anahtar Kelimeler: *Yapay Sinir Ağları, Lojistik regresyon (LR), Diskirminant analizi (DA).*

The Necessity of Policies and Planning in Transportation

Abstract

Transportation has necessarily developed in order to result in the increase of clusters in societies. In direct proportion to the increase in communities, its need has increased. Factors such as geography, economy and population are effective in the development of the transportation sector. Turkey used differ transportation modes in years. Using vehicles to be used in transportation such as railway, tramway, tunnel and ferry operation with the concessions given in the foreign country. The use of trams was replaced by buses after a while, individual transportation with high income came to the fore and the spread of public transport was restricted. Due to the insufficiency of buses against the increasing demands, the use of transportation vehicles such as minibuses and minibuses has emerged. In this city, traffic congestion due to rapid urbanization and vehicle density, the necessity of planning and regulations in transportation and transportation policies were examined. As a result, preventive measures to be taken are discussed.

Keywords: *:Planning, Transportation, Transportation policy.*

Giriş

Bin kişi başına düşen otomobil sayısı olarak tanımlanan otomobil sahipliği, ülkemizde özellikle ithal otomobillerin satışının serbest bırakılması ve yeni otomobil fabrikalarının açılmasıyla önemli bir ulaştırma konusu olarak karşımıza çıkmaktadır (Öğüt, 2001). Otomobil sahipliğinin artmasına bağlı olarak trafik yükünün artması ciddi sorunlar oluşmasına sebep olmuştur. Bunlardan biri de hemen hemen tüm kentler için söz konusu olan trafik tıkanıklığıdır. Hızlı nüfus artışı yanında sosyal ve ekonomik gelişmenin, ayrıca teknolojik ilerlemelerin getirdiği otomobil sahipliğinin artması, bu arada ulaşım mesafeleri ve hareketliliğin büyümesi, buna karşılık ulaşım altyapısının aynı oranda gelişmemesi pek çok kentte önemli ulaşım zorluklarını ve trafik tıkanıklığı sorununu getirmiştir. Otomobil sahipliğinin artması, yol ağlarının tıkanmasına ve kent içi altyapı harcamalarının da artmasına sebep olmuştur. Bir ülke içinde yol ağlarının böyle bir tıkanıklığa neden olması; her üretilen ve satılan otomobilin çok yüksek bir toplumsal maliyeti olması anlamına gelmektedir (Tekeli vd 1974). Artan araç sayısının diğer bir olumsuz etkisi de trafik kazalarıdır. Düzensiz trafik akışı kaza riskini arttırmakta olup denetimin etkili bir şekilde sağlanamaması kuralların çiğnenmesini kolaylaştırmaktadır. Bu

durum yaralanmalı ve ölümlü trafik kazalarına sebep olmaktadır. Trafik kazalarının sosyoekonomik maliyeti ülkemizde olduğu kadar, gelişmekte olan tüm ülkelerde de büyük rakamlara ulaşmaktadır. Dünyada trafik kazalarında her yıl yaklaşık 1,3 milyon kişi ölmekte, 50 milyon kişi de yaralanmaktadır. Ayrıca karayollarında her üç dakikada bir çocuk hayatını kaybetmektedir. Kaza istatistikleri incelendiğinde, Türkiye'nin, AB ülkeleri arasında en yüksek kaza sayısına sahip ülkelerden biri olduğu görülmektedir. Her gün üretime dönüştürülebilecek saatlerce verimli zaman, araç fazlalığının sebep olduğu trafik tıkanıklıkları nedeniyle kaybedilmektedir. Yolcuların aşırı zaman harcaması, işlerine ve ya ulaşması gereken diğer noktalara geç kalmasına sebep olmaktadır. Bu durum da hem ticari hem sosyal hayatı olumsuz yönde etkilemektedir. Çevre sorunlarına ve enerji tasarrufuna artan duyarlılık kentsel ulaşım için yeni politikaların oluşturulmasına yol açmıştır. Artan otomobil sebebiyle oluşan tıkanıklıklarla hızın düşmesi motorlu araçların en yüksek düzeyde egzoz gazı yaymasını sağlamaktadır. Böylece bu olayların yaşandığı yollar boyunca yaşam kalitesi hızla düşüş göstermektedir. Otomobiller aşırı enerji tüketmektedirler. Ortalama 1,2 - 1,4 kişi taşıyan 1.000 kg. civarındaki otomobiller yolcu başına en çok enerji sarf eden ve CO2 yayan ulaşım sistemidir. Teknolojik gelişmeler ile otomobiller çevre dostu hale getirilmeye çalışılsa bile, yolcu başına toplu ulaşım sistemlerinden daha fazla enerji sarf etmekte ve daha çok CO2 yaymaktadırlar. Araba sayısı bir hayli fazla olması sebebiyle ülkemizde ve diğer ülkelerde otopark sıkıntısı oluşmaya başlamıştır. Akşam saatlerinde trafik oranı azaldıkça sokaklar ve otoparklar dolmaya başlamakta ve evlerinin yakınında otopark olmayan insanlar bazen yer bulamayıp birkaç sokak ilerisine kadar park etme durumu ile karşı karşıya kalabilmektedirler. Artan araç sebebiyle oluşan parklar, değerli kent mekanlarını verimsiz şekilde işgal etmektedirler.

Yöntem ve Metot

Çalışmada Lojistik Regresyon ve Diskriminant Analizi modellerinde bağımsız değişken olarak kullanılan 16 değişken ise, Yapay Sinir Ağları ile Sınıflandırma analizi için çıktı değişkeni olarak kullanılmıştır. Otomobil sahipliğine etki eden değişkenler ve kullanılan analizlerin sınıflandırma performansı incelenmiştir. Tablo 1'de Türkiye'de yıllara göre 1000 kişi başına otomobil sayısı ortalaması verilmiştir

Tablo 1. Türkiye'de Yıllara Göre 1000 Kişi Başına Otomobil Sayısı Ortalaması

YIL	1000 KIŞI BAŞINA OTOMOBIL SAYISI ORT	ORTALAMANIN ALTINDA OLAN İL SAYISI		ORTALAMANIN ÜZERINDE OLAN İL SAYISI	
		N	%	N	%
2008	95	64	79	17	21
2009	98	62	76,5	19	23,5
2010	102	58	71,6	23	28,4
2011	109	56	69,1	25	30,9
2012	114	52	64,2	29	35,8
2013	121	50	61,7	31	38,3
2014	127	48	59,3	33	40,7

Lojistik regresyon analizi

Lojistik regresyon analizinde bağımlı değişken kategorik ve bağımsız değişkenler süreklidir ve lojistik regresyonunun bağımsız değişkenlerin sürekli ya da süreksiz olmasına yönelik hiçbir kısıtlaması yoktur. Bu analizde sonuçlar kolaylıkla yorumlanabilmektedir. Lojistik regresyon analizi yapabilmeyi sağlayan SPSS, SAS, STATİSTİCA gibi çok sayıda paket programı vardır. Bazı çeşitli testler ile uygulanabilmektedirler (Cook 2008; Garson 2008).

Çoklu doğrusal regresyon analizi ile lojistik regresyon analizinin bazı kavramları birbiri ile benzemektedir (George and Mallery 2000). En büyük farkı çoklu doğrusal regresyon analizinde bağımlı değişkenin değeri

tahmin edilirken, lojistik regresyon analizinde bağımlı değişkenin alabileceği değerlerden birinin gerçekleşme olasılığının tahmin edilebilmesidir .

Lojistik regresyonda ve doğrusal regresyonda üç önemli fark mevcuttur (Elhan 1997):

1.Doğrusal regresyonda tahmin edilecek olan bağımlı değişken sürekli iken fakat Lojistik Regresyonda kesiklidir.

2.Doğrusal regresyonda bağımlı değişkenin değeri elde edilmesi amaçlanır fakat Lojistik Regresyonda bağımlı değişkenin alabileceği değerin gerçekleşme olasılığı düşünülür.

3.Doğrusal regresyonda bağımsız değişkenin çoklu normal dağılım göstermesi şartı vardır fakat Lojistik Regresyonda yoktur.

Diskriminant analizi

Diskriminant analizinin uygulanmasında aşağıdaki sıra izlenir (Ünsal ve Güler 2005).

• Bireylerin ait olduğu önsel gruplar belirlenir.

• Normallik testleri yapılarak gruplar arasında değişken bazında fark olup olmadığı belirlenir.

• Değişkenlerin birbirleri çoklu bağlantıların olup olmadığı incelenir.

• Sınıflandırma aşamasında kullanılmak üzere, her bir birey için hesaplanan diskriminant fonksiyonu değerleri, standartlaştırılmamış diskriminant fonksiyonu ile bulunur.

• Bireylerin gruplara atanması için kopuş değerleri belirlenir.

• Kopuş değerleri ile diskriminant fonksiyonu değerleri kıyaslanarak diskriminant fonksiyonu değerlerinin kopuş değerlerinden düşük veya yüksek olmasına göre gruplandırma yapılır.

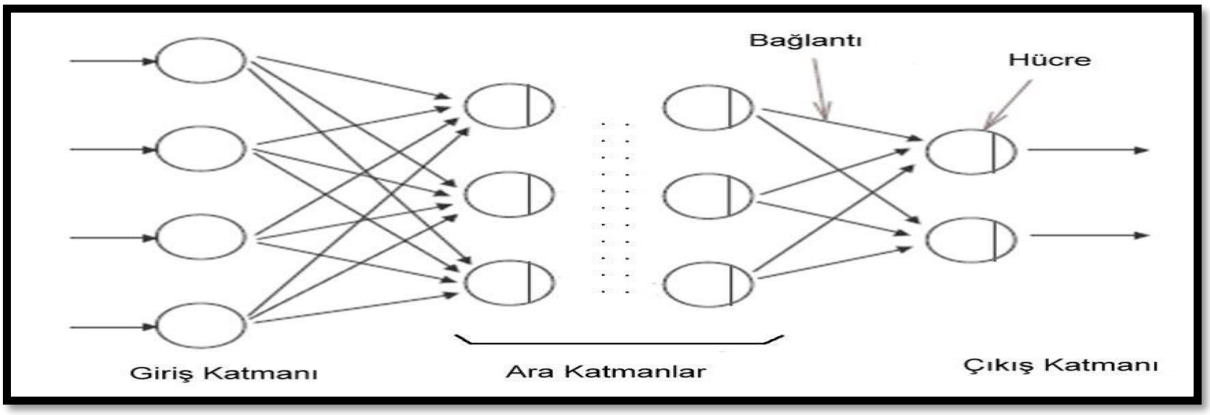
• Doğru sınıflandırma yüzdesine bakılarak diskriminant fonksiyonunun başarısı ölçülebilir.

Diğer istatistiksel önemlilik testleri gibi diskriminant analizi testleri de parametrik ve parametrik olmayan testler olmak üzere iki gruba ayrılır. Parametrik testlerin özelliği verilerin nicel ve normal dağılıma sahip olmasıdır. Parametrik olmayan testlerin özelliği ise, örneklem birimlerinin evrenden yansız olarak seçilmesidir.

Yapay sinir Ağları

Yapay Sinir Ağları sinir hücrelerinin birleşmesiyle oluşmaktadır ve bu durumun oluşması gelişigüzel olmamaktadır. Hücreler katmanlar halinde ve ayrı ayrı katmanlar içinde paralel olarak bir araya gelirler ve yapay sinir ağlarının oluşumunu sağlarlar. Bu katmanlar ise girdi katmanı, ara katman ve çıktı katmanı olarak isimlendirilir. Girdi katmanındaki yapay sinir hücreleri dış ortamdan bilgileri alarak ara katmanlara iletim göreviyle yükümlülerdir. Ara katmanlar, yukarıda bahsedilen girdi katmanından gelen bilgileri işleyerek çıktı katmanına iletirler ve bir ağ yapısından birden çok ara katman olabilmektedir. Çıktı katmanındaki hücreler ara katmandan gelen bilgileri işleyerek ağın girdi katmanından sunulmuş olan örneğin üretilmesi için ihtiyaç duyulan çıktıyı üretirler ve bu çıktıyı dış ortama gönderirler(Şekil 1) (Öztemel 2003).

Şekil 1. Bir Yapay Sinir Ağı Örneği



Bulgular

Lojistik regresyon analizinin sınıflandırma performansı Tablodaki 2'deki gibi belirlenmiştir.

Tablo 2. Lojistik Regresyon Analizinin Sınıflandırma Performansı

Yıl			Bağımlı değişken		Doğru Sınıflandırma Yüzdesi
			Ort. altı	Ort. üstü	
2008	Bağımlı değişken	Ort. altı	63	1	98,4
		Ort. üstü	2	15	88,2
	Toplam doğru sınıflandırma yüzdesi				96,3
2009	Bağımlı değişken	Ort. altı	61	1	98,4
		Ort. üstü	1	18	94,7
	Toplam doğru sınıflandırma yüzdesi				97,5
2010	Bağımlı değişken	Ort. altı	57	1	98,3
		Ort. üstü	3	20	87,0
	Toplam doğru sınıflandırma yüzdesi				95,1
2011	Bağımlı değişken	Ort. altı	53	3	94,6
		Ort. üstü	5	20	80,0
	Toplam doğru sınıflandırma yüzdesi				90,1
2012	Bağımlı değişken	Ort. altı	50	2	96,2
		Ort. üstü	5	24	82,8
	Toplam doğru sınıflandırma yüzdesi				91,4
2013	Bağımlı değişken	Ort. altı	45	5	90,0
		Ort. üstü	6	25	80,6
	Toplam doğru sınıflandırma yüzdesi				86,4
2014	Bağımlı değişken	Ort. altı	42	6	87,5
		Ort. üstü	7	26	78,8
	Toplam doğru sınıflandırma yüzdesi				84,0

Diskriminant analizinin başarısının değerlendirilmesi Tablo 3'te gösterilmiştir.

Tablo 3. Diskriminant Analizi Sonucu Elde Edilen Sınıflandırma Sonuçları

Yıl			Bağımlı değişken		Doğru Sınıflandırma Yüzdesi
			Ort. altı	Ort. üstü	
2008	Bağımlı değişken	Ort. altı	58	6	90,6
		Ort. üstü	5	12	70,6
	Toplam doğru sınıflandırma yüzdesi				86,4
2009	Bağımlı değişken	Ort. altı	56	6	90,3
		Ort. üstü	5	14	73,7
	Toplam doğru sınıflandırma yüzdesi				88,9
2010	Bağımlı değişken	Ort. altı	53	5	91,4
		Ort. üstü	6	17	73,9
	Toplam doğru sınıflandırma yüzdesi				86,4
2011	Bağımlı değişken	Ort. altı	49	7	87,5
		Ort. üstü	9	16	64,0
	Toplam doğru sınıflandırma yüzdesi				80,2
2012	Bağımlı değişken	Ort. altı	41	11	78,8
		Ort. üstü	3	26	89,7
	Toplam doğru sınıflandırma yüzdesi				82,7
2013	Bağımlı değişken	Ort. altı	43	7	86,0
		Ort. üstü	6	25	80,6
	Toplam doğru sınıflandırma yüzdesi				84,0
2014	Bağımlı değişken	Ort. altı	38	10	79,2
		Ort. üstü	5	28	84,8
	Toplam doğru sınıflandırma yüzdesi				81,5

Yapay zekaya dayalı istatiksel analiz yöntemleri, klasik istatiksel analiz yöntemlerinde gerekli olan ön şartlar gerekmemektedir. YSA ile analize başlamadan önce veriler analize hazır hale getirilmiştir. Analiz yapmak için ağ kurulması ve eğitilmesi gerekmekte ve bu ağlardan problem durumuna en uygun algoritmaların seçilmesi gerekmektedir (Güzeller, C. O., 2016).
Araştırmada kullanılan yedi veri seti için de, %60'ı eğitim, %20'si test ve %20'si de modellerin doğrulanması için kullanılmıştır. YSA için girdi (bağımsız değişkenler) ve çıktı (bağımlı değişken) verileri programa sunulmuştur. Sonraki adımda defalarca ağ eğitilerek en uygun nöron sayısı belirlenmiştir.

YSA ile kurulan modellerde, en iyi ağı kurmak için hata değerleri, ROC eğrileri ve sınıflandırma oranları göz önüne alınarak en uygun modele karar verilir. İleri beslemeli ağ ile yaptığımız sınıflandırma analizi için ''scaled conjugate gradient backpropagation (trainscg)'' eğitim algoritması kullanılmıştır. İleri beslemeli ağ ile yaptığımız analizimizde, nöron sayısı 10, gizli katman sayısı 2 ve iterasyon sayısı 1000 kullanılmıştır.

Tablo 4. YSA Analizi Sonucu Elde Edilen Sınıflandırma Sonuçları

Model		Eğitim		Doğrulama		Test		Toplam		Doğru sınıflandırma yüzdesi
		1-Ortanın üstü	2-Ortanın altı	1-Ortanın üstü	2-Ortanın altı	1-Ortanın üstü	2-Ortanın altı	1-Ortanın üstü	2-Ortanın altı	
2008	1-Ortanın üstü	34	0	13	0	13	0	64	0	100
	2-Ortanın altı	0	11	0	3	0	3	0	17	100
2009	1-Ortanın üstü	38	0	12	0	12	0	62	0	100
	2-Ortanın altı	0	11	0	4	0	4	0	19	100
2010	1-Ortanın üstü	33	0	13	0	12	0	58	0	100
	2-Ortanın altı	0	16	0	3	0	4	0	23	100
2011	1-Ortanın üstü	33	1	13	0	9	2	55	3	94,8
	2-Ortanın altı	1	14	0	3	0	5	1	22	95,7
2012	1-Ortanın üstü	31	1	13	0	6	1	50	2	96,2
	2-Ortanın altı	0	17	0	3	0	9	0	29	100
2013	1-Ortanın üstü	34	0	9	0	7	2	50	2	95,2
	2-Ortanın altı	0	15	0	7	0	7	0	29	100

Sonuç ve Tartişma

Çalışmada Lojistik Regresyon Analizi, Diskriminant Analizi ve YSA Sınıflandırma Analizleri ile yedi şer ayrı model kurulmuştur. Bu bölümde bu yedi modelin sınıflandırma sonuçları karşılaştırılarak hangi istatiksel analiz yöntemin daha iyi performans gösterdiği tespit edilmiştir.

- 2008 yılı veri seti ile kurulan modellerde en iyi performansı YSA, en iyi 2. Performansı Lojistik Regresyon Analizi, en kötü performansı Diskriminant Analizi gerçekleştirmiştir.

- 2009 yılı veri seti ile kurulan modellerde en iyi performansı YSA, en iyi 2. Performansı Lojistik Regresyon Analizi, en kötü performansı Diskriminant Analizi gerçekleştirmiştir.
- 2010 yılı veri seti ile kurulan modellerde en iyi performansı YSA, en iyi 2. Performansı Lojistik Regresyon Analizi, en kötü performansı Diskriminant Analizi gerçekleştirmiştir.
- 2011 yılı veri seti ile kurulan modellerde en iyi performansı YSA, en iyi 2. Performansı Lojistik Regresyon Analizi, en kötü performansı Diskriminant Analizi gerçekleştirmiştir.
- 2012 yılı veri seti ile kurulan modellerde en iyi performansı YSA, en iyi 2. Performansı Lojistik Regresyon Analizi, en kötü performansı Diskriminant Analizi gerçekleştirmiştir.
- 2013 yılı veri seti ile kurulan modellerde en iyi performansı YSA, en iyi 2. Performansı Lojistik Regresyon Analizi, en kötü performansı Diskriminant Analizi gerçekleştirmiştir.
- 2014 yılı veri seti ile kurulan modellerde en iyi performansı YSA, en iyi 2. Performansı Lojistik Regresyon Analizi, en kötü performansı Diskriminant Analizi gerçekleştirmiştir.

Bu bulgulara göre yedi farklı modelde de en iyi performansı YSA Sınıflandırma Analizi gerçekleştirmiştir.

Kaynakça

1. Öğüt, K. S., 2001. Türkiye'de Otomobil Sahipliğinin Modellenmesi, 5. Ulaştırma Kongresi, İstanbul.Kamacı, Naim, 2007, Kentiçi Ulaşım Politikaları, Sorunlar ve Çözüm Önerileri, Yüksek lisans tezi, Ankara Üniversitesi
2. Tekeli, İ., Okyay, T. ve Gülöksüz, Y., 1974. Özel Araba Sahipliği ve Üretim, Elektrik Mühendisliği Odası.
3. Cook, D., 2008. Binary Response and Logistic Regression Analysis. www.public.iastate.Elker,
4. Garson, G.D., 2008. Data İmputation For Missing Values.Deakin, E., 2001, Sustainable
5. George, D., Mallery, P., 2000. SPSS for Windows Step-By-Step: A Simple Guide and Reference Boston: Allyn and Bacon.
6. Elhan, A.H., 1997. Lojistik Regresyon Analizinin İncelenmesi ve Tıpta Bir Uygulaması, Ankara Üniversitesi Yüksek Lisans Tezi.
7. Ünsal, A., Güler, H., 2005. Türk Bankacılık Sektörünün Lojistik Regresyon ve Diskriminant Analizi ile İncelenmesi, VII. Ulusal Ekonometri ve İstatistik Sempozyumu'nda sunulan bildiri. İstanbul: İstanbul Üniversitesi.
8. Öztemel, E., 2003.Yapay Sinir Ağları, www.tdk.com.tr.Devlet Planlama Teşkilatı Raporu,2001, 8. Beş Yıllık Kalkınma Planı

Presentation ID/Sunum No= 12

Oral Presentation / Sözlü Sunum

Çelik Lifli Beton ve Sıfcon'un Bazı Mekanik Özelliklerinin Karşılaştırılması

Dr. Yusuf Tahir Altuncı[1]
[1]*Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi*

Özet

Çelik lifli beton ve SIFCON (Çimento bulamacı emdirilmiş lifli beton) üretiminde, betonun performans özelliklerini arttırmak amacıyla TS EN 14889-1 (2006) standardına uygun çelik lifler kullanılmaktadır. Çelik lifli betonda, çelik lifler betonun üretim aşamasında karışıma ilave edilerek üretim yapılmaktadır. SIFCON' da ise üretim süreci çelik liflerin önce kalıba yerleştirilmesi ve daha sonra üzerine çimento bulamacı dökülmesi suretiyle tamamlanmaktadır. Bu çalışmada, malzeme ve karışım oranları tamamen aynı olan ve hacimce %1, %2.5 ve %5 oranında çelik lif içeren çelik lifli beton ve SIFCON üretimi yapılmıştır. Örneklerin bazı mekanik özelliklerini karşılaştırabilmek amacıyla; birim hacim ağırlık, eğilme ve basınç dayanımı deneyleri yapılmıştır. Çalışmanın sonucunda çelik lifli betonların birim hacim ağırlığının SIFCON' a göre daha düşük olduğu, eğilme dayanımı performansı açısından çelik lifli betonun tercih edilmesi gerektiği ve basınç dayanımı performansı açısından %1 ve %2.5 çelik lif oranı için SIFCON' un, %5 çelik lif oranı için ise çelik lifli betonun tercih edilmesi gerektiği sonucuna varılmıştır.

Anahtar Kelimeler: *Çelik Lifli Beton, SIFCON, Mekanik Özellikler*

Giriş

Beton enerji yutma kapasitesi düşük bir yapı malzemesidir. Betonun enerji yutma kapasitesini arttırmak için çelik lif kullanılarak üretilen; çelik lifli beton veya SIFCON tercih edilebilir. Çelik lifli beton, çelik liflerin taze betonun üretimi aşamasında karışıma ilave edilmesi suretiyle üretilir. SIFCON' da ise çelik lifler önce kalıba yerleştirilir, daha sonra üzerine çimento bulamacı dökülerek üretim tamamlanır.

Çelik liflerin enerji yutma kapasitesine olumlu etkilerinin yanında, işlenebilirlik üzerine de olumsuz etkileri olabilmektedir. Bu olumsuzlukları en aza indirebilmek için, çelik lif oranları sınırlı tutularak ve kimyasal katkı kullanarak farklı tedbirler alınmaktadır.

Bu bağlamda, çalışmamızda %1, %2.5 ve %5 oranında çelik lif kullanılarak üretilen, çelik lifli beton ve SIFCON' un bazı özellikleri karşılaştırılmıştır.

Deneysel Çalişma

Çalışmada TS EN 197-1 (2012) standardına uygun 3.12 g/cm^3 yoğunluğundaki CEM I 42.5 R çimentosu, 2.32 g/cm^3 yoğunluğundaki silis dumanı, 2.67 g/cm^3 yoğunluğundaki kuvars kumu, TS EN 14889-1 (2006) standardına uygun çelik lif, TS EN 934-2+A1 (2013) standardına uygun süper akışkanlaştırıcı ve karışım suyu kullanılmıştır.

SIFCON üretimleri için dökümden önce 4mm*4mm*16mm ayrıtlarındaki 3 adet kalıbın içerisine çelik lifler hacimce %1, %2.5 ve %5 oranlarında serpiştirilmiştir. Daha sonra 750 g çimento, 56 g silis dumanı, 581 g kuvars kumu, 20 g süper akışkanlaştırıcı ve 248 g suyun karıştırılmasıyla hazırlanan çimento bulamacı kalıplara dökülmüştür

Çelik lifli beton örnekleri için ise, 750 g çimento, 56 g silis dumanı, 581 g kuvars kumu, 20 g süper akışkanlaştırıcı ve 248 g suya ek olarak çelik lifler sırasıyla yine hacimce %1, %2.5 ve %5 oranlarında ilave edilerek çelik lif katkılı taze harçlar hazırlanmış ve daha sonra direkt olarak 4mm*4mm*16mm ayrıtlarındaki 3 adet kalıbın içerisine dökülerek üretimler tamamlanmıştır.

SIFCON üretimi için çelik liflerin kalıba yerleştirilme görseli Şekil 1'de, çelik lifli taze betonun hazırlanma görseli ise Şekil 2'de ve üretilen örneklere ait görsel ise Şekil 3'de verilmiştir.

Şekil 1. SIFCON üretimi için çelik liflerin kalıba yerleştirilmesi

Şekil 2. Çelik lifli taze betonun hazırlanma aşaması

Şekil 3. Üretilen örneklere ait görsel

Örnekler üretimden sonraki gün kalıptan çıkartılarak kür havuzuna konulmuştur. 28 gün sonra kür havuzundan çıkartılarak sırasıyla birim hacim ağırlık deneyleri, eğilme dayanımı deneyleri ve basınç dayanımı deneyleri yapılmıştır.

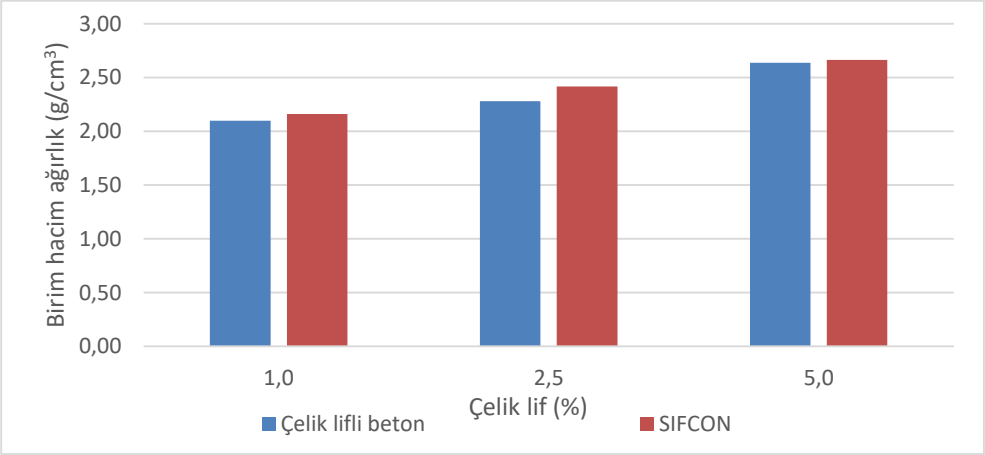
Birim hacim ağırlık deneyi için örneklerin ağırlıkları (m) ölçülmüş, daha sonra örnek hacmine (V = 256 cm3) bölünmek suretiyle birim hacim ağırlıkları (BHA) hesaplanmıştır.

Eğilme dayanımı deneyi ve basınç dayanımı deneyleri ise TS EN 196-1 (2016) standardına göre yapılmıştır.

Deney Sonuçları

Üretilen çelik lifli beton örneklerin ve SIFCON örneklerin birim hacim ağırlık deney sonuçları Şekil 4' de verilmiştir.

Şekil 4. Çelik lifli beton – SIFCON birim hacim ağırlık deney sonucu

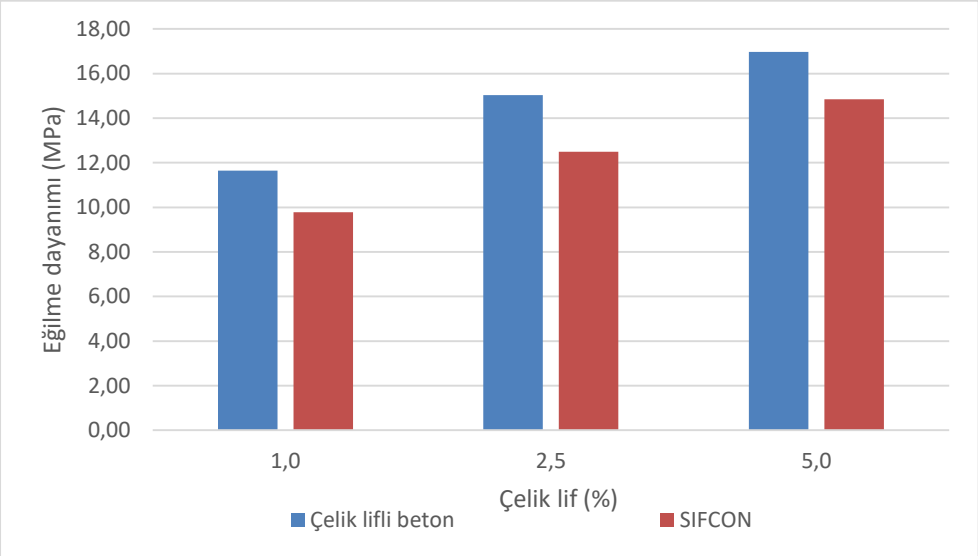


Şekil 4' e göre, çelik lifli beton örneklerin ve SIFCON örneklerin içerisinde en düşük birim hacim ağırlık değerine sahip örnek 2.10 g/cm^3 değeri ile %1 çelik lifli beton örnek; en yüksek birim hacim ağırlık değerine sahip örnek ise 2.66 g/cm^3 değeri ile %5 çelik lifli SIFCON örnektir.

Hem çelik lifli beton örneklerin hem de SIFCON örneklerin birim hacim ağırlıkları artan çelik lif oranıyla artmaktadır. Tüm çelik lif oranları için, SIFCON örneklerin birim hacim ağırlıkları çelik lifli betonların birim hacim ağırlıklarından daha fazladır. %1 çelik lif içeren SIFCON örneğin birim hacim ağırlığı aynı oranda çelik lif içeren çelik lifli betondan %2.78 daha fazla; %2.5 çelik lif içeren SIFCON örneğin birim hacim ağırlığı aynı oranda çelik lif içeren çelik lifli betondan %5.79 daha fazla ve %5 çelik lif içeren SIFCON örneğin birim hacim ağırlığı ise yine aynı oranda çelik lif içeren çelik lifli betondan %0.75 daha fazladır.

Üretilen çelik lifli beton örneklerin ve SIFCON örneklerin 28 günlük eğilme dayanımı deney sonuçları Şekil 5' de verilmiştir.

Şekil 5. Çelik lifli beton – SIFCON eğilme dayanımı deney sonucu

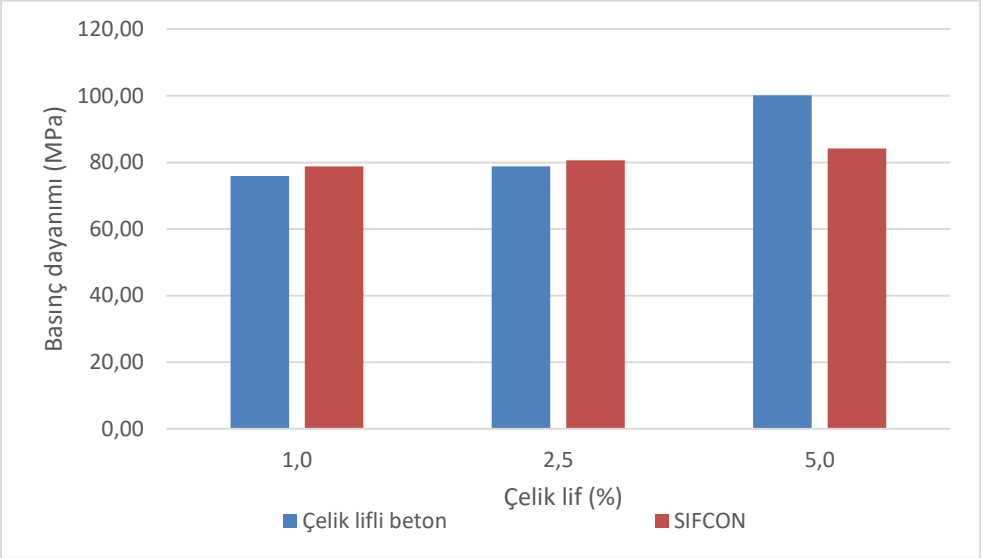


Şekil 5' e göre, çelik lifli beton örneklerin ve SIFCON örneklerin içerisinde 28 günlük en düşük eğilme dayanımı değerine sahip örnek 9.78 MPa değeri ile %1 çelik lifli SIFCON örnek; en yüksek eğilme dayanımı değerine sahip örnek ise 16.97 MPa değeri ile %5 çelik lifli beton örnektir.

Hem çelik lifli beton örneklerin hem de SIFCON örneklerin eğilme dayanımları artan çelik lif oranıyla artmaktadır. Tüm çelik lif oranları için, çelik lifli beton örneklerin 28 günlük eğilme dayanımı değerleri SIFCON örneklerin eğilme dayanımı değerlerinden daha fazladır. %1 çelik lif içeren çelik lifli betonun eğilme dayanımı aynı oranda çelik lif içeren SIFCON örneğin eğilme dayanımı değerinden %16.05 daha fazla; %2.5 çelik lif içeren çelik lifli betonun eğilme dayanımı aynı oranda çelik lif içeren SIFCON örneğin eğilme dayanımı değerinden %16.90 daha fazla ve %5 çelik lif içeren çelik lifli betonun eğilme dayanımı aynı oranda çelik lif içeren SIFCON örneğin eğilme dayanımı değerinden %12.55 daha fazladır.

Üretilen çelik lifli beton örneklerin ve SIFCON örneklerin 28 günlük basınç dayanımı deney sonuçları Şekil 6' da verilmiştir.

Şekil 6. Çelik lifli beton – SIFCON basınç dayanımı deney sonucu



Şekil 6' ya göre, çelik lifli beton örneklerin ve SIFCON örneklerin içerisinde 28 günlük en düşük basınç dayanımı değerine sahip örnek 75.87 MPa değeri ile %1 çelik lifli beton örnek; en yüksek basınç dayanımı değerine sahip örnek ise 100.17 MPa değeri ile %5 yine çelik lifli beton örnektir.

Hem çelik lifli beton örneklerin hem de SIFCON örneklerin basınç dayanımları artan çelik lif oranıyla artmaktadır. %1 çelik lif içeren SIFCON örneğin basınç dayanımı aynı oranda çelik lif içeren çelik lifli betonun basınç dayanımı değerinden %3.71 daha fazla; %2.5 çelik lif içeren SIFCON örneğin basınç dayanımı aynı oranda çelik lif içeren çelik lifli betonun basınç dayanımı değerinden %2.26 daha fazla ve %5 çelik lif içeren çelik lifli betonun basınç dayanımı aynı oranda çelik lif içeren SIFCON örneğin basınç dayanımı değerinden %15.93 daha fazladır.

Sonuç

Çelik lifli beton ve SIFCON' un performans özelliklerini karşılaştırmak için yapılan bu çalışmada aşağıdaki sonuçlar elde edilmiştir.

- Birim hacim ağırlığın düşük olması istenilen durumlarda, çelik lifli betonun; birim hacim ağırlığın fazla olması istenilen durumlarda ise SIFCON' un tercih edilmesi gerekmektedir.
- 28 günlük eğilme dayanımı sonuçlarına göre, eğilme dayanımı performansının önemli olduğu yerlerde %1, %2.5 ve %5 çelik lif oranı için çelik lifli betonun tercih edilmesi önerilir.
- 28 günlük basınç dayanımı sonuçlarına göre, %1 ve %2.5 çelik lif oranları için SIFCON' un, %5 çelik lif oranı için ise çelik lifli betonun tercih edilmesi önerilir.
- Bununla birlikte; pompalanabilirlik açısından düşük oranda çelik lif kullanılması gereken püskürtme beton uygulamalarında, saha betonlarında, yüzey kaplamalarında vb. uygulama alanlarında çelik lifli betonun; yüksek oranda çelik lif kullanılması gereken patlamaya maruz kalabilecek yapılarda, yüksek enerji yutma kapasitesi beklenen yapılarda ise SIFCON' un kullanılması önerilir.

Kaynakça

1. TS EN 14889-1, (2006). Lifler - Betonda Kullanım İçin - Bölüm 1: Çelik Lifler - Tarifler, Özellikler ve Uygunluk. Türk Standartları, Ankara.
2. TS EN 197-1, (2012). Çimento - Bölüm 1: Genel Çimentolar - Bileşim, Özellikler ve Uygunluk Kriterleri, Türk Standartları, Ankara.
3. TS EN 934-2+A1, (2013). Kimyasal Katkılar - Beton, Harç ve Şerbet için - Bölüm 2: Beton Kimyasal Katkıları - Tarifler, Gerekler, Uygunluk, İşaretleme ve Etiketleme. Türk Standartları, Ankara.
4. TS EN 196-1. (2016). Çimento Deney Metotları - Bölüm 1: Dayanım Tayini. Türk Standartları, Ankara.

Presentation ID/Sunum No= 14

Oral Presentation / Sözlü Sunum

Sonlu Elemanlar Yöntemiyle Kubbelerin Onarım ve Güçlendirilmesinde Kullanılan Harçların İncelenmesi

Dr. Tülin Çelik[1] ,
Prof.Dr. Ali Ural[1]
[1]*Aksaray Üniversitesi*

Özet

Kubbe, yapıların üstünü örtmek için inşa edilen yarım küre şeklindeki mimari ögedir. Geçmişten günümüze kadar daha geniş açıklıkları örtmek için kubbe formları değişim göstermiştir. Kubbeler yaygın olarak zemin kaynaklı problemler ve deprem kuvvetleri gibi etkilerden dolayı hasar görmektedir. Kubbe hasarlarının onarım ve güçlendirilmesinde yapının bütünlüğünün korunması ve aslına uygun malzeme kullanılması gerekmektedir. Kubbelerde oluşan hasarların onarım ve güçlendirilmesinde horasan harcı ve tamir harcı uygulaması yaygın olarak kullanılan yöntemlerdir.

Çalışmada, çeşitli nedenlerden dolayı hasar gören yığma kubbelerin onarım ve güçlendirilmesi için kullanılan horasan harcı ve tamir harcı uygulamalarının etkinlikleri sayısal olarak incelenmiştir. Kubbelerin 3 boyutlu sayısal modelinin oluşturmak için sonlu elemanlar yöntemini (SEY) esas alan LUSAS yazılımından yararlanılmıştır. Yapılan analizler doğrultusunda horasan harcı ve tamir harcı sonuçları birbiri ile kıyaslanarak kubbelerin onarım ve güçlendirilmesinde en uygun yöntem olarak tamir harcının kullanılması önerilmiştir.

Anahtar Kelimeler: *Kubbe, Horasan Harcı, Tamir Harcı, Onarım Ve Güçlendirme, Sonlu Elemanlar Yöntemi (SEY)*

Investigation Of The Mortars Used In The Repair And Strengthening Of The Domes Using The Finite Element Method

Abstract

The dome is an architectural element in the form of a hemisphere that was built to cover the structures. Dome forms have changed from the past to the present to cover wider openings. Domes are commonly damaged due to ground-related problems and earthquake forces. It is necessary to protect the integrity of the structure and to use materials that match the original in repair and strengthening of dome damage. The application of khorasan mortar and repair mortar are widely used methods in repairing and strengthening the damages in domes.

In the study, the effectiveness of the khorasan mortar and repair mortar applications used for the repair and strengthening of the masonry domes damaged due to various reasons were analyzed numerically. LUSAS software based on finite element method (FEM) was used to create a 3D numerical model of domes. In line with the analyzes made, it was suggested to use repair mortar as the most appropriate method for the repair and strengthening of the domes by comparing the results of khorasan mortar and repair mortar with each other.

Keywords: *Dome, Horasan Mortar, Repair Mortar, Repair and Strengthening, Finite Element Method (SEY).*

Giriş

Tarihi yapılar inşa edildikleri dönemin sosyal, ekonomik ve dini özelliklerini taşıyan kültürel bir mirastır. İnsanların atalarının mirası olan bu yapıların korunarak gelecek nesillere güvenli bir şekilde aktarılması gerekmektedir. Tarihi yapıların zaman içerisinde çevresel ve insan etkilerine karşı korunması, meydana gelen hasarların da onarılması gerekmektedir. Bu yapılardaki hasarların onarılması için yapılacak olan restorasyon çalışmalarında, yapının aslına uygun malzeme kullanımı ve yapıya en az seviyede müdahalenin yapılması oldukça önemlidir.

Günümüzde, literatürde bu konu ile ilgili yapılan çalışmalar oldukça yetersizdir. Bu konu ile ilgili yapılan bazı çalışmalar; Dabanlı (2016) Nur-u Osmaniye Caminin üç boyutlu modeli, sonlu elemanlar yöntemi kullanılarak statik ve dinamik analizi gerçekleştirilip, yapının düşey ve yatay yükler etkisindeki davranışı araştırılmıştır. Aşık (2018) Zenburi mescidinin hasar tespiti yapılarak bunlar ile ilgili onarım ve güçlendirme önerileri sunmuştur. Zenbuni mescidi, SAP 2000 programı yardımıyla modellenerek statik analizi yapılıp, farklı bölgelerindeki hasarları için çeşitli güçlendirme yöntemleri önerilmiştir. Yavuzer (2016) Zal Mahmut Paşa Camii 'nin mimari ve yapısal özellikleri incelenerek, maruz kaldığı deprem, yangın gibi yapısal değişime sebep olacak etkileri araştırmıştır. Caminin sonlu elemanlar modeli kullanılarak statik ve dinamik analizlerini yapılmıştır. Sözen vd., (2018) Garipler Camisini SAP 2000 programı kullanılarak sonlu elemanlar yöntemi ile modellenerek statik ve dinamik analizleri gerçekleştirilmiştir. Analizler sonucunda onarım ve güçlendirme çalışmaları olarak minare ile tonozun birbiriyle etkileşimini en aza indirecek uygulamaların yapılmasına karar verilmiştir. Alemdaroğlu Orulkaya (2019) Yığma binanın analizi için SAP2000 programı kullanılmıştır. Analiz sonuçlarına göre, yığma bina için püskürtme beton uygulaması ile beş farklı güçlendirme çözümü üretilmiş ve bu çözümlerin karşılaştırılması yapılmıştır. Döndüren vd., (2019) Tütünsüz Baba türbesinin mekanik davranışları araştırılmıştır. Türbenin SAP 2000 programı yardımıyla statik analizleri yapılarak, mevcut durumu değerlendirilmiştir. Sonuç olarak türbede oluşan asal gerilmeler değerlendirilmiş ve statik anlamda taşıyıcılık durumları belirlenmiştir. Güzel (2019) Helvacılar Caminin yapısındaki mevcut hasarların tespit edilip, onarım ve güçlendirme yöntemleri ortaya koymuştur. Helvacılar Cami'nin hasarsız, sonlu elemanlar modeli ile kendi ağırlığı altında analizi, modal analizi, oturma analizi, tepki spektrumu analizi yapılıp üç adet gerçek deprem kaydı ile zaman tanım alanında analizleri gerçekleştirilmiştir. Pehlivan (2019) Yığma kubbelerin onarım ve güçlendirme yöntemlerinden biri olan CFRP ile güçlendirilmesini ve bu uygulamanın SAP 2000 programı yardımıyla modal analizi yapılarak sonuçlar değerlendirilmiştir. Sonuç olarak CFRP ile güçlendirme yapılmış ve yapılmamış kubbelerin analizi yapılarak sonuçları karşılaştırılmıştır.

Türkekul (2019) Tokat Yağıbasan Medresesi gerçek deprem ivme kayıtları kullanılarak statik ve dinamik analizleri gerçekleştirilmiştir. Yağıbasan Medresesi yarım kubbeli ve tam kubbeli olarak modellenerek bu iki kubbe formunun analizleri yapılarak birbiri ile karşılaştırılmıştır. Analizler sonucunda her iki kubbe için gerilme yığılmalarının oluştuğu bölgelerin benzer olduğu fakat değerlerin değişiklikler gözlenmiştir.

Malzeme ve Yöntem

Çalışmada, Klasik Osmanlı Camii kubbelerinin boyutları ve geometrileri incelenmiştir. Yapılan çalışma sonucunda, cami kubbe yüksekliğinin çapına oranı 1/2 olarak belirlenmiştir ve en yaygın olarak inşa edilen kasnak formu olan sekizgen geometri tercih edilmiştir. Hasarlı kubbe formlarının onarım ve güçlendirilmesi için horasan harcı ve tamir harcı kullanılarak modellenmiştir.

Horasan Harcının Mekanik Özelliklerin Belirlenmesi

Horasan harcının basınç dayanımını belirlemek amacıyla, 50 x 50 x 50 mm^3 boyutlardaki kalıplara horasan harcı numunesi yerleştirilerek 28 günlük küre tabi tutulmuşlardır. Basınç dayanımı deneyinde yük 240 kg/sn olup sabit hız ile yükleme yapılmıştır. Horasan harcının basınç deneyi sonuçları **Hata! Başvuru kaynağı bulunamadı.**'de verilmiştir.

Çizelge 1. Horasan Harcının Basınç Deneyi Sonuçları.

Numune No	Basınç Dayanımı (MPa)
HBD1	5,45
HBD2	5,07
HBD3	4,79
Ortalama	5,10

Horasan harcının eğilmede çekme dayanımı belirlemek için, 40 x 40 x 160 mm^3 boyutlarındaki kalıplara yerleştirilen horasan harç numunesi 28 günlük küre tabi tutulmuştur. Eğilmede çekme dayanım deneyinde, üç

noktadan 5 kg/sn hızla yükleme yapılarak harç numuneleri kırılmış olup deney sonuçları **Hata! Başvuru kaynağı bulunamadı.**'de verilmiştir.

Çizelge 1. Horasan Harcının Eğilmede Çekme Dayanımı Deney Sonuçları.

Numune No	Eğilmede Çekme Dayanımı (MPa)
HÇD 1	0,35
HÇD 2	0,30
HÇD 3	0,28
Ortalama	0,32

Tamir Harcının Teknik Özelliklerinin Belirlenmesi

Tamir harcı olarak; doğal hidrolik kireç esaslı, tarihi kâgir yapıların sıvanmasında kullanılan, doğal silis agrega ve inorganik lifler içeren, çimento içermeyen sıva malzemesi olan Master Emaco N 275 TIX seçilmiştir. Tamir harcında homojen olarak dağılmış özel inorganik mineral lifler sayesinde, rötresiz bir harç elde edilmektedir. Bu harç, geleneksel harçlar ile aynı mekanizmada çalışarak yapının bütünlüğünü korumaktadır. Çizelge' 3 de tamir harcının teknik özellikleri gösterilmiştir.

Çizelge 2. Tamir Harcının Teknik Özellikleri.

Malzemenin Yapısı	Doğal hidrolik kireç, Silis agrega ve İnorganik lifler içerir
Renk	Kırık beyazdan açık kahverengiye doğru
Basınç Dayanımı (EN 1015-11) (7gün)	> 15 kg/cm^2
Dane Boyutu	0 - 3 mm
Mineral Lifler	Uzunluk : 6 mm
Uygulanacak Zeminin Sıcaklığı	+5°C +35°C
Kullanma Süresi	30 dakika
Tam Kürlenme Süresi	7 gün

Taşın

Fiziksel Ve Mekanik Özelliklerinin Belirlenmesi

Kayseri yöresinde bulunan volkanik kökenli tüf taşının basınç dayanımı için, 50 x 50 x 50 mm^3 boyutlarında 6 adet kesme taşın basınç dayanım deneyleri yapılarak sonuçları **Hata! Başvuru kaynağı bulunamadı.**'de gösterilmiştir.

Çizelge 3.Yığma Birimlerin Basınç Dayanım Deney Sonuçları.

Numune No	Basınç Dayanımı (MPa)
TBD 1	18,34
TBD 2	18,21
TBD 3	18,17
TBD 4	17,79
TBD 5	17,52
TBD 6	16,91
Ortalama	17,82

Kesme taşın eğilmede çekme dayanımı deneyi için 40 x 40 x 160 mm^3 boyutlarındaki üçer adet numune eğilmede çekme testine tabi tutulmuştur. Eğilmede çekme dayanım deneyinde, üç noktadan 5 kg/sn hızla yükleme yapılarak deney numuneler kırılıp, sonuçları Çizelge 5'de verilmiştir.

Çizelge 4. Yığma Birimlerin Eğilmede Çekme Dayanım Deney Sonuçları.

Numune No	Çekme Dayanımı (MPa)
TÇD1	6,15
TÇD2	5,25
TÇD3	5,00
Ortalama	5,47

Yığma Duvarın Mekanik Özelliklerinin Belirlenmesi

Kubbenin sayısal modelinin özelliklerinin belirleyebilmek amacıyla, üç adet 405x270x50 mm^3'lük duvar numuneleri üretilmiştir. Yığma duvar numuneleri, basınç dayanım deneyine tabi tutulmuş olup deney sonuçları **Hata! Başvuru kaynağı bulunamadı.**' da verilmiştir.

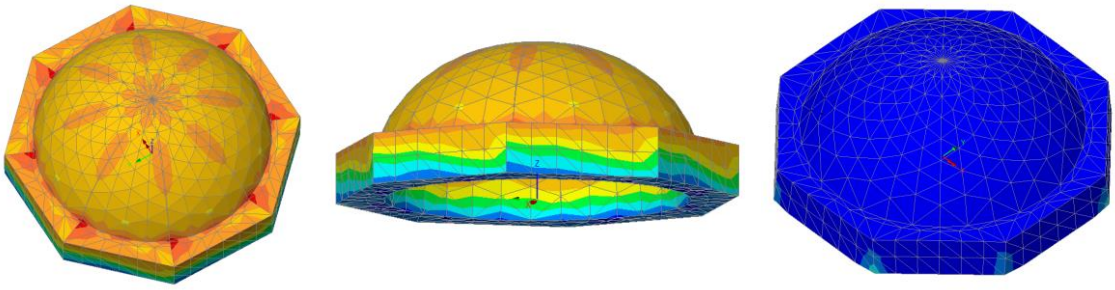
Çizelge 6. Yığma Duvarların Basınç Dayanımları.

Numune No	Maksimum yük V (kN)	Basınç dayanımı f (MPa)	Elastisite modulü E (MPa)	Oran E/f
YBD1	81,80	4,09	2038	582
YBD2	70,60	3,53	1947	556
YBD3	87,80	4,39	1514	433
Ortalama	83	4,15	1833	524
f_k=f/1,2		3,5		

Kubbenin Sayısal Modeli

Yapılan çalışmada kubbelerin 3 boyutlu sayısal modelini oluşturmak için sonlu elemanlar yöntemini esas alan LUSAS yazılımı kullanılmıştır (Şekil 1). Modellemelerde her düğüm noktasında 3 serbestliği bulunan 10 düğüm noktalı üç boyutlu dörtyüzlü (tetrahedral) sonlu elemanlar kullanılmıştır. Modelleme yaklaşımı olarak makro modelleme tekniği kullanılarak, doğrusal olmayan statik analizler gerçekleştirilmiştir. Çizelge 7'de kubbenin modellenmesi için kullanılan malzemelerin doğrusal ve doğrusal olmayan özellikleri verilmiştir.

Şekil 1. Kubbenin Sonlu Elemanlar Yöntemiyle Modellenmesi.



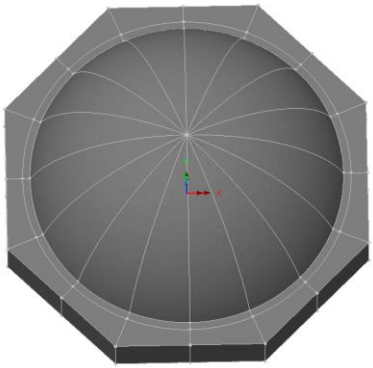
Çizelge 7. Sayısal Modellere Ait Tanımlanan Malzeme Özellikleri.

Malzemeler	Özellikler	Değerler
Yığma Duvar	Elastisite modulü (MPa)	1850
	Poisson oranı	0,2
	Kohezyon (MPa)	2,5
	İçsel sürtünme açısı	25
	Çekmede kohezyon eğimi	0,0
	Sürtünme geriliminin eğimi	0,0
	Plastik şekil değiştirme	0,001

Horasan Harcının (ERef) Analizi

Horasan harcının (ERef) sonlu elemanlar yöntemi ile sayısal modeli oluşturmak için 3464 eleman ve 1208 düğüm noktası kullanılmıştır (Şekil 2).

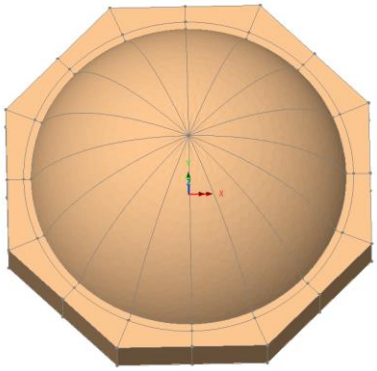
Şekil 2. Horasan Harcı **(**ERef) Analizi.



3.2. Tamir Harcının (EM) Analizi

Tamir harcının (EM) analizinin sonlu elemanlar yöntemi ile sayılsal modelinde 3464 eleman ve 1208 düğüm noktası kullanılmıştır (**Hata! Başvuru kaynağı bulunamadı.** 3).

Şekil 0. Tamir Harcı (EM) Analizi.

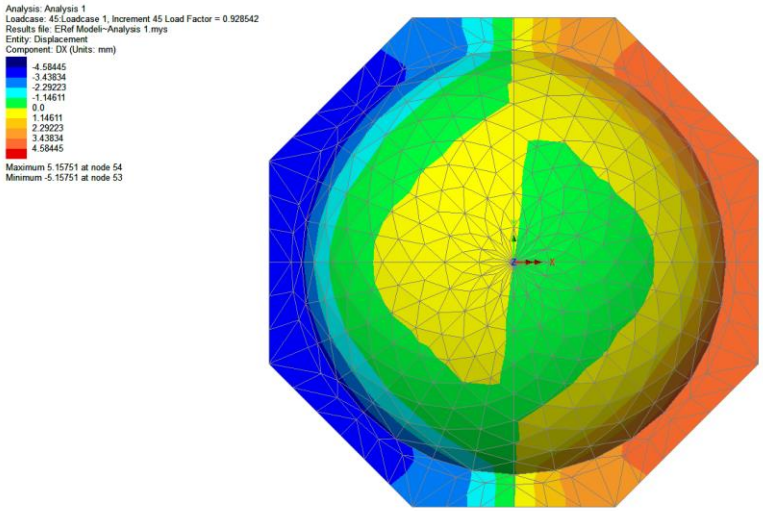


Bulgular

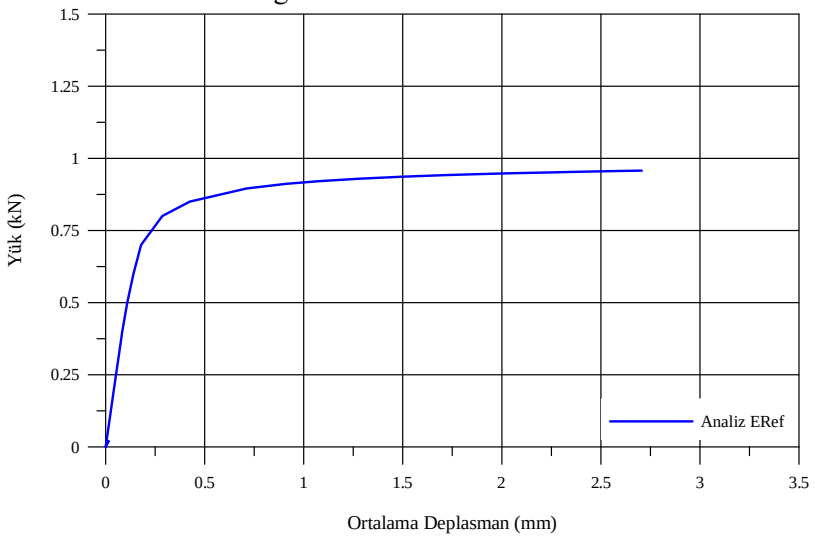
Horasan Harcı (ERef)Analiz Sonucu

Horasan harcı ile oluşturulan kubbe modelinin, sonlu elemanlar yöntemiyle yapılan analizi **Hata! Başvuru kaynağı bulunamadı.** Şekil 4' de gösterilmiştir. Horasan harcı ile onarım ve güçlendirilmesi yapılan kubbenin, ERef modelinin analiz sonuçlarına göre, 0,92 kN yük altındaki maksimum deplasmanı 5,15 mm'dir. Elde edilen analiz sonuçlarına göre; ERef sayısal modelin rijit bir davranış sergilediği Şekil 5'de görülmektedir.

Şekil 0. ERef Sonlu Elemanlar Analizi.



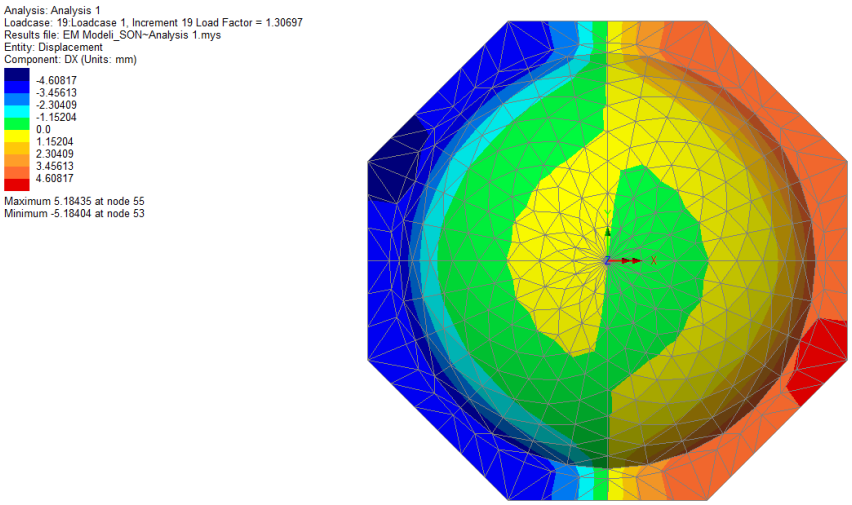
Şekil 5. ERef Sonlu Elemanlar Analiz Grafiği.



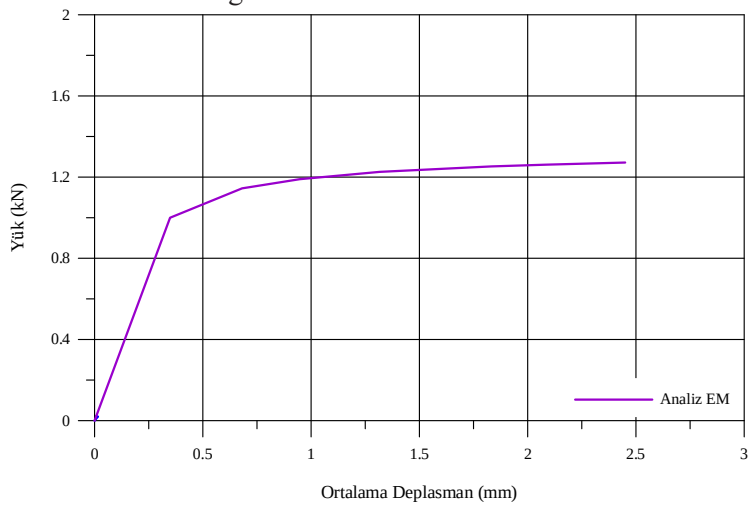
Tamir Harcı (EM) Analiz Sonucu

Tamir harcını kullanılarak oluşturulan sonlu elemanlar modelinin analizi Şekil 6' da verilmiştir. Kubbenin onarımında kullanılan tamir harcının sonlu elemanlar modelinde maksimum 1,30 kN yük altındaki maksimum deplasman 5,18 mm olmuştur. EM modelinin sonlu elemanlar analiz grafiğinin rijit bir davranış sergilediği görülmüştür (Şekil 7).

Şekil 6. EM Sonlu Elemanlar Analizi.



Şekil 7. EM Sonlu Elemanlar Analiz Grafiği.



Sonuç Ve Öneriler

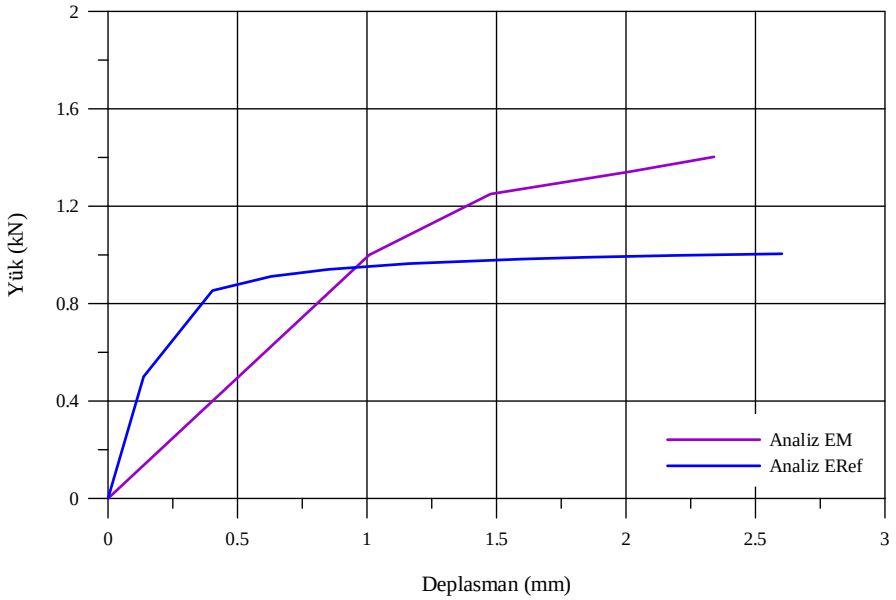
Çalışma kapsamında, farklı nedenlerden dolayı hasar gören yığma kubbelerin onarım ve güçlendirilmesi amacıyla kullanılan horasan harcı ile tamir harcı uygulamalarının etkinlikleri, sonlu elemanlar yöntemi ile analiz edilerek, kubbelerin taşıyacağı maksimum yükler ve maksimum deplasmanlar belirlenmiştir. Aşağıda Çizelge 8'de analiz sonuçları karşılaştırılmıştır. Şekil 8'de ERef ve EM analizlerinin grafikleri, Şekil 9'da ise ERef ve EM analizlerinin maksimum yük grafiği yer almaktadır

Çizelge 8. Analiz Sonuçlarının Karşılaştırılması.

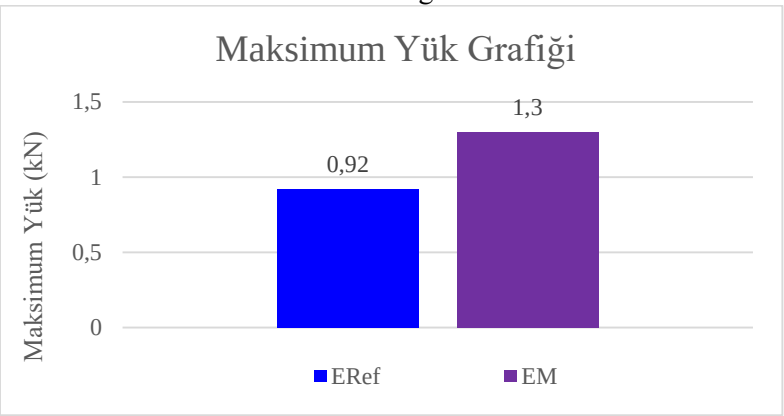
Analiz Adı	Maksimum Yük (kN)	Artış[a] (%)	Maksimum Deplasman (mm)
ERef Analizi	0,92	0	5,08
EM Analizi	1,30	141,30	5,18

[a] Modellerin ERef numunesine göre maksimum yükün yüzdelik artış miktarı

Şekil 8. ERef ve EM Analizlerinin Grafikleri.



Şekil 9. ERef ve EM Analizlerinin Maksimum Yük Grafiği.



- Yapılan analiz sonuçlarına göre; EM analiz 1,30 kN maksimum yük taşımış olup ERef analizi 0,92 kN maksimum yük taşımıştır.

- Horasan harcı (ERef) ve tamir harcı (EM) kullanılarak yapılan analizler sonucunda en fazla deplasman, 1,30 kN ile EM analizinde gerçekleşmiştir.

- Yapılan analizler sonucunda, EM analizi ERef analizine göre daha rijit bir davranış sergileyerek maksimum 5,18 mm deplasman yapmıştır.

- ERef ve EM sonlu elemanlar modellerinin analiz sonuçlarının karşılaştırdığımızda, EM analizinin % 41,30 oranında daha iyi sonuç verdiğini görülmüştür.

- Analiz sonuçları doğrultusunda elde edilen grafiklere göre EM deneyi ERef deneyinden daha rijit bir davranış sergilediği görülmektedir.

- Tarihi yığma kubbelerde yapılacak olan onarım ve güçlendirilme çalışmalarında, tamir harcının kullanılması önerilmektedir. Tamir harcı kısa sürede dayanımını sağlamakta ve çok daha fazla yük taşımaktadır.

- Bu çalışmanın, ileride yapılacak olan tarihi yapıların onarım ve güçlendirme gibi restorasyon çalışmalarında iyi bir referans olacağı ve bundan sonra yapılacak bilimsel çalışmalara katkı sağlayacağı beklenmektedir.

Teşekkür

Çalışmada, 2018-040 numaralı proje ile maddi destek sağlayan Aksaray Üniversitesi Bilimsel Araştırmalar Proje Birimi'ne teşekkür ederim.

Kaynakça

1. Alemdaroğlu Orulkaya, H., 2019. Mevcut yığma yapıların deprem yüklerine karşı güçlendirilmesinde püskürtme beton kullanımı, Yüksek Lisans Tezi, Namık Kemal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekirdağ.
2. Aşık, F.M., 2018. Tarihi yapılarda taşıyıcı sistem özellikleri, hasarlar için onarim ve güçlendirme teknikleri, zenburi mescidinin model analizi, Yüksek Lisans Tezi, Konya Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya.
3. Dabanlı, Ö., 2016. Nur-u osmaniye camii'nin deprem performansinin belirlenmesi ve koruma önerileri, Doktora Tezi, İTÜ., Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
4. Döndüren, M.S., Demiröz, A. ve Şişik, Ö. 2019. Tarihi yığma tütünsüz baba türbesinin mekaniksel davranışının incelenmesi, Selçuk Üniversitesi Sosyal ve Teknik Araştırmalar Dergisi, 17, 24-28.
5. Güzel, C.N., 2019. Urla helvacılar camindeki hasarin temel sebebinin yapisal model bazlı araştırılması ve güçlendirme önerisi, Yüksek Lisans Tezi, İzmir Yüksek Teknoloji Üniversitesi, Mühendislik ve Fen Bilimleri Enstitüsü. İzmir.
6. Pehlivan, N.Ç., 2019. CFRP ile güçlendirilmiş yığma kubbelerin sonlu elemanlar metodu ile analizi, Yüksek Lisans Tezi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Samsun.
7. Sözen, Ş., Çavuş, M. ve Öztoprak, B., 2018. Tokat garipler camisinin sismik davranışının sonlu elemanlar yöntemi kullanılarak incelenmesi, Gaziosmanpaşa Bilimsel Araştırma Dergisi, 7, 27-37.
8. Türkekul H., 2019. Yarım kubbeli tarihi medreselerin dinamik davranışlarının incelenmesi: tokat yağıbasan (çukur) medrese örneği, Yüksek Lisans Tezi, Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tokat.
9. Yavuzer, M.N., 2016. Zal mahmut paşa camii yapısal davranışı ve geçmiş hasarların incelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, İTÜ., Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Presentation ID/Sunum No= 91

Oral Presentation / Sözlü Sunum

A Simple Method For Considering the Effect of Masonary Infill Walls on RC 2D Frame Systems

Araştırmacı Izzettin Alhalil[1] ,
Dr. Öğretim Üyesi M. Fethi Güllü[1]
[1]Harran Üniversitesi

Abstract
Structures with masonry infill walls are common building types that have attracted the attention of researchers for the past six decades. Damage observations in recent earthquakes in Turkey and other countries, such as Kocaeli 1999 and L'Aquila 2009, have shown that masonry infills play an important role in altering the behavioral response of the structural systems. In the present study, a typical brick masonry infilled reinforced concrete (RC) 2D frame system has been investigated analytically via applying a lateral load to show the potential effect of considering the existence of infill walls in structural analysis. The infill panels have been modeled using a single diagonal strut approach from the literature, which is assumed to have only compressive strength. In the analysis procedure, the infill panels that reached their axial load capacities have been eliminated from the model, and the analysis was rerun with the remaining components of the structural system. The analyses have been conducted until no strut reaches the axial load capacity and the ultimate stage was compared with the RC 2D bare frame system. Although in design codes, the contribution of infill walls has been neglected, a simple-elimination approach for consideration of the infill walls has been proposed in this study. Infilled frame system results have been compared with the bare frame system. The effective contribution of the nonstructural masonry infill walls to the stiffness and the strength has been presented.
Keywords: *Infill walls; Brick; Reinforce Concrete; Equivalent Diagonal Strut*

Yiğma Dolgu Duvarlarin Betonarme 2B Çerçeve Sistemler Üzerindeki Etkisini Dikkate Almak İçin Basit Bir Yöntem

Özet
Dolgu duvarlı yapılar, son altmış yıldır araştırmacıların dikkatini çeken yaygın bina türleridir. Kocaeli 1999 ve L'Aqıilla 2009 depremleri gibi, Türkiye ve diğer ülkelerde son depremlerde meydana gelen hasar gözlemleri yığma dolguların, yapıların davranışsal tepkilerini değiştirmede önemli bir rol oynadığını göstermiştir. Bu çalışmada, yapısal analizde dolgu duvarların varlığının dikkate alınmasının potansiyel etkisini göstermek için tipik bir tuğla duvar dolgulu betonarme 2B çerçeve sistemi, yanal bir yük uygulanarak analitik olarak incelenmiştir. Dolgu panelleri, yalnızca basınç dayanımına sahip olduğu varsayılan literatürde mevcut olan tek bir çapraz dikme yaklaşımı kullanılarak modellenmiştir. Analiz prosedüründe, eksenel yük kapasitelerine ulaşan dolgu panelleri modelden çıkarılmış ve yapısal sistemin geri kalan bileşenleri ile analiz tekrar yapılmıştır. Analizler, eksenel yük kapasitesine hiçbir çapraz dikme ulaşmayana kadar yürütülmüş ve nihai aşama betonarme 2B yalın çerçeve sistem ile karşılaştırılmıştır. Tasarım kodlarında dolgu duvarların katkısı ihmal edilmiş olsa da, bu çalışmada dolgu duvarların dikkate alınması için basit bir eleme yaklaşımı önerilmiştir. Dolgulu çerçeve sistemi sonuçları dolgu duvarsız çerçeve sistem ile karşılaştırılmıştır. Yapısal olmayan yığma dolgu duvarların rijitliğe ve dayanıma etkin katkısı sunulmuştur.

Anahtar Kelime: *Dolgu duvar; Tuğla; Betonarme; Eşdeğer diyagonal çubuk*

Introduction

General

There are Many types of buildings in Turkey and other countries constructed using masonry infill walls between the frame members which known as nonstructural elements. These infill walls contribute significantly to the overall stiffness, strength, and the energy dissipation as well as they have advantages in insulation and climatic conditions resistance (Murty and Jain, 2000).

Masonry is a non-elastic material composed typically of bricks and cement mortar. The brick units may be constructed from concrete, clay brick, fly ash brick, or stone and it may be solid or hollow blocks. The bond between brick units and mortar is very weak. Therefore, masonry is expected to resist only the compression forces (Kaushik et al., 2007). For such type of building, the design engineer is usually confused about dealing with the large number of related parameters. Even in the international code provisions, there are inadequate details about the design criteria of masonry infilled structures. Thus, it has been given a way for researchers (Morandi et al., 2014; Žarnić and Gostič, 1997; Pereira et al., 2011; Yuksel and Teymur, 2011; Bertoldi et al., 1993; Asteris et al., 2003; Holmes, 1961; Smith, 1966; Smith and Carter, 1969; Mainstone, 1974; Liauw and Kwan, 1984; Decanini and Fantin, 1986; Paulay and Priestley, 1992; Flanagan et al., 1996) to conduct many analytical and experimental studies trying to characterize the real behavior of such structures.

In the scientific literature, tow techniques have been categorized for masonry modeling purpose in the computer programs. The first one is micro-modeling which subdivided the infill panels into continuum unites, and take the brick-mortar interaction into consideration during the modeling and the analysis process. However, this approach usually takes long time and calculation effort. Thus, most researchers prefer to adopt the second simple technique which is known as macro-modeling, where the infill panel can be expressed as equivalent compression diagonal strut.

As a macro modeling approach, there are some key identifiers of masonry infill walls during the definition process which are the diagonal strut width and the back-bone curve. These two parameters are presented in detail in the next subsections.

Diagonal Strut Width

Nowadays, dealing with the analysis of structures is becoming more efficient by using the available modern software especially for structural modelling purpose. As a non-obsolete problem, masonry infill walls may also be modeled analytically via one of the approaches presented in the scientific literature. The most preferable macro-modeling technique enables researchers to model the behavioral response of infilled frames during a seismic event. The main essential parameter should be defined for modeling such component is the contact length between the infill panel and the surrounding frame members.

In the study of (Polyakov, 1960), it was assumed that that lateral load applying on an infill frame transforms diagonally through the diagonal of the infill panel. Then, (Holmes, 1961) implemented this idea and proposed replacing equivalent diagonal strut instead of the infill panel. The width of the diagonal strut (b_w) that express the contact length has assumed according to Holmes as $0.25d_{inf}$, where d_{inf} is the diagonal length of the infill panel. (Smith, 1966) developed formulas depending on new parameters to calculate the equivalent strut width, which relates to λh (shown in Equation1) that means the relative stiffness of the infill panel. Many researchers (Mainstone, 1971; Mainstone and Weeks, 1974); Liauw and Kuan 1984; Saneinejad, 1995) have later developed formulas benefiting from the parameter λh to determine the strut width.

$$\lambda_h = \sqrt[4]{\frac{E_{\inf} \times t_{\inf} \times \sin(2\theta)}{4E_c \times I_c \times h_{\inf}}} \tag{1}$$

λ_h is non-dimensional relative stiffness parameter, I_c is moment of inertia of the column, θ is the angle between infill length and diagonal length in radians, E_c and E_{inf} are the expected elasticity modulus of frame and infill, respectively, h_{inf} is the height of the infill panel, and t_{inf} is the thickness of the infill panel.

Depending on Smith's λh parameter, (Bertoldi et al., 1993) has proposed equation to calculate the width of the diagonal strut, which is as;

$$b_w = \left(\frac{K_1}{\lambda_h} + K_2 \right) d_{\inf} \tag{2}$$

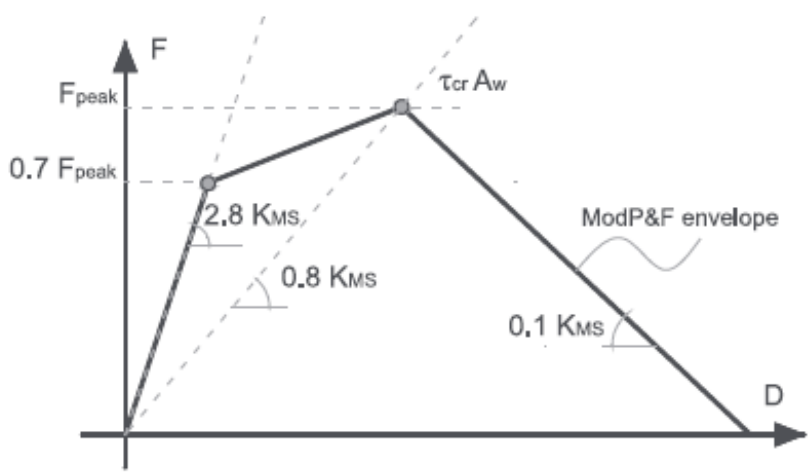
bw and d_{inf} are the width and the length of the diagonal strut. K1 andK2 are constants can take values from table in (Bertoldi et al, 1993) research depending on the relative stiffness λh value. Besides, other researchers (El-Dakhakhni et al., 2003; Rodrigues et al., 2013; Crisafulli and Carr, 2007) developed approaches to model the infill panel with using more than one strut.

Constitutive law of the diagonal strut

Each component of the structural system should have strength to bear the assumed load. Similarly, infill panels can resist a particular applied load. Therefore, many researchers proposed back-bone curves expressing the load carrying capacity of such components.

(Panagiotakos and Fardis, 1994) performed nonlinear seismic analysis using the diagonal strut approach, which is quite simple compared to the computationally intensive and time-consuming micro-modeling approaches. They provided force-displacement relationship curve of the diagonal strut which become later a very common curve in the literature. (De Risi et al., 2018) investigated the experimental response of masonry infilled RC buildings under lateral load by collecting extensive database of experimental tests. A new proposal modelling had presented to obtain the Force-Displacement curve that represents the behavior of the diagonal strut as it is shown in Figure 1. The authors modified (Panagiotakos and Fardis, 1994) model trying to reduce the errors in the behavior of the infill panels during a seismic load. The proposed model was calibrated with the test results and had a good agreement. Many backbone curves have been proposed later by researchers for the nonlinear behavior of the diagonal strut and some of them can be found in (Tsai and Huang, 2011; Dolsek and Fajfar, 2007; Huang et al., 2020; Bertoldi et al., 1993).

Figure 1. Back-Bone Curve (Modified Panagiotakos and Fardis) by De Risi et al.



The first branch of (De Risi et al., 2018) model expresses the initial stiffness of the un-cracked diagonal strut section K0, which is assumed to be 2.8 times Kms, where Kms is predicted according to stiffness coefficient proposed by (Mainstone, 1974) as;

$$K_{ms} = \frac{E_{\inf} \times t_{\inf} \times b_w}{d_{\inf}} \cos^2(\theta) \tag{3}$$

The diagonal strut width bw is defined as;

$$b_w = 0.175\left(\lambda_h \times h_{\inf}\right)^{-0.4} d_{\inf} \tag{4}$$

λ_h can be calculated by smith's proposed equation 1. F_{peak} is the ultimate strength of the diagonal strut and it is assumed to equal the cracking force of(Panagiotakos and Fardis, 1994) model as;

$$F_{peak} = \tau_{m0} \times t_{\inf} \times L_{\inf} \tag{5}$$

where, τ_{m0}, t_{inf}, and L_{inf} are the shear strength, thickness, and length of the infill panel. The cracking strength of the infill panel is assumed to be 0.7 times F_{peak}. Secant-to-peak stiffness is assumed as 0.8 times K_{ms}. The degrading slope K_{deg} corresponds to 0.1 times $K_{ms.}$ In the De Risi model, it was assumed that no residual strength will remain after the infill panel reach ultimate capacity.

Analytical Modeling

Model Description

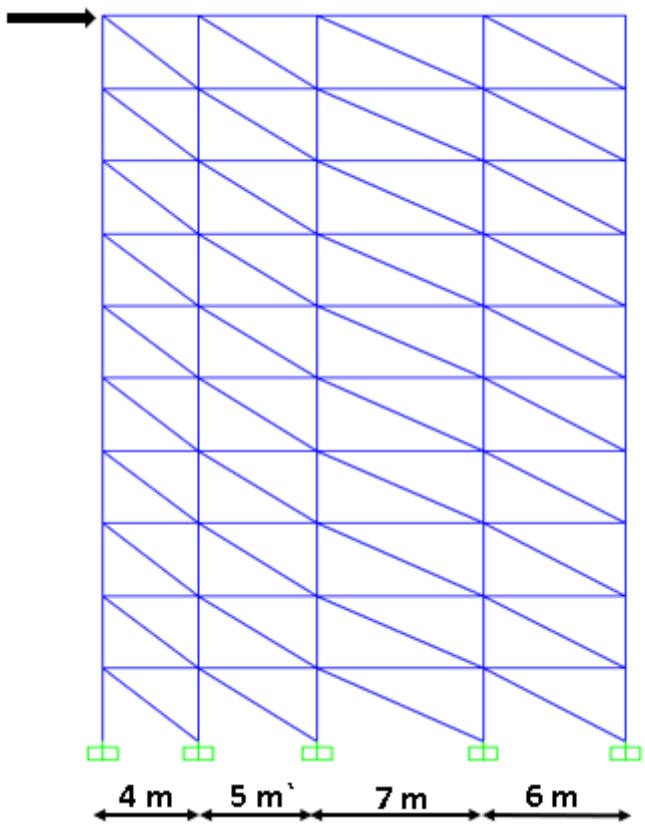
In the current study, Asymmetric four-bays ten-stories 2D frame system (shown in Figure 2) have been chosen to conduct the analysis using the proposed method. As per Turkish Building Seismic Code (TBSC, 2018), equivalent static lateral load has been applied on the system through +X direction. Story height is defined as 3.5 m, and all columns and beams have 40x40 and 550x350 cross sectional dimensions, respectively. The compressive strength and the modulus of elasticity of concrete is defined as 25 MPa and 30000 MPa, respectively. The diagonal struts are assumed to be pin-jointed with the frame members and have the same wall thickness.

Since brick masonry is a material that exhibits very large variation in term of the mechanical property, according to the statistical study of (DE Risi et al., 2018), mean values were considered in the present study as they can be shown in Table 1. The modulus of elasticity of brick masonry have been calculated as 550 times the compressive strength of brick masonry f'm, according to (Kaushik et al., 2007:732).

Table 1. Mechanical Properties of Brick Masonry Infill Used in the Present Study.

t_{inf} (mm)	τ_{m0} (Mpa)	E_{inf} (Mpa)	f'm (Mpa)
200	0.3	3300	6

Figure 2. The 2D Frame model with the Diagonal Struts Modeling



The masonry infill walls were modeled in the present study as single diagonal strut oriented against the lateral loading. Since the model has four dimensionally different bays, the width of the diagonal strut is seperatly calculated for each bay by applying Equation 2 proposed by (Bertoldi et al., 1993) and numerically recorded in Table 2.

Table 2. Width of the Strut Used in the Present Study for Each Bay.

Bay Length (mm)	L=4000	L=5000	L=6000	L=7000
Strut width (mm)	1023.721	1223.939	1450.927	1697.93

The backbone curve of (De Risi et al., 2018) model mentioned in the previous section was chosen to calculate the axial load capacity of the diagonal strut in the structural model, since it is the modified version of the most common backbone curve in the literature, as well as it has been calibrated by experimental test results. The ultimate strength of the strut for each bay is calculated by applying Equation 5 and numerically recorded in Table 3.

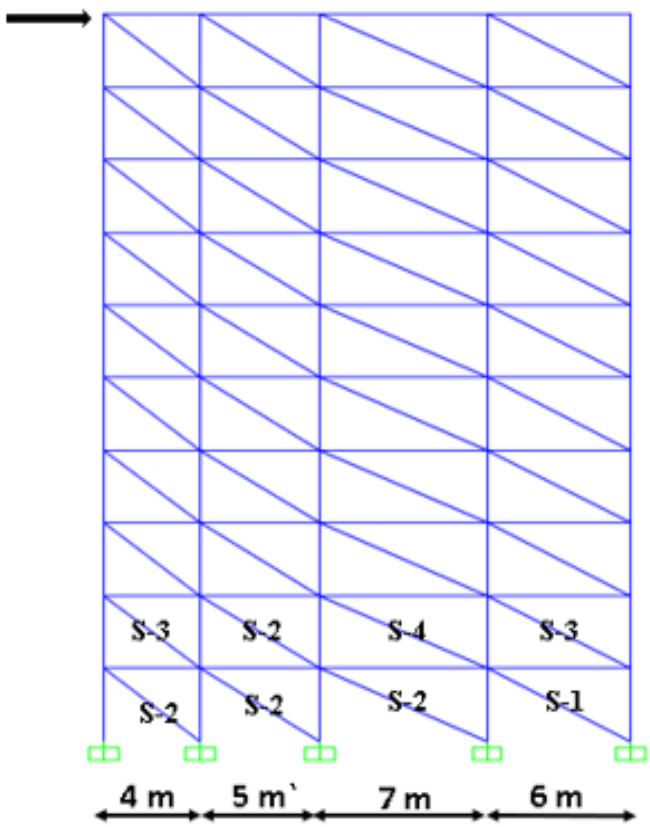
Table 3. Strength of the Strut Used in the Present Study for Each Bay

Bay Length (mm)	L=4000	L=5000	L=6000	L=7000
Strut strength (KN)	216	276	336	396

Analysis Procedure

The analysis was divided into five steps for the infilled frame and one for the bare frame as follows: IFS1, IFS2, IFS3, IFS4, IFS5, and BF where IF stands for "Infilled Frame", S with number stands for the step number of the infilled frame and BF stands for "Bare Frame". In the first step, the lateral load was applying on the fully infilled frame where only one strut had reached capacity and failed. In the second step, the strut that reached capacity in the first step was eliminated from the model and the analysis have been rerun. Using this way (i.e., by eliminating the failed strut and rerunning the analysis) the other steps were performed until no new struts reached capacity. All the struts which had failed were at both the first and second Storey. This case is generally named as soft-story case. Figure 3 shows the struts that reached ultimate capacity at each step, where no new strut had failed at the fifth step. Also, bare frame without any infills was considered by the same design spectrum to compare the bare frame with the infilled frame's steps.

Figure 3. Numbering the Strut Reached Axial Load Capacity for All Steps.

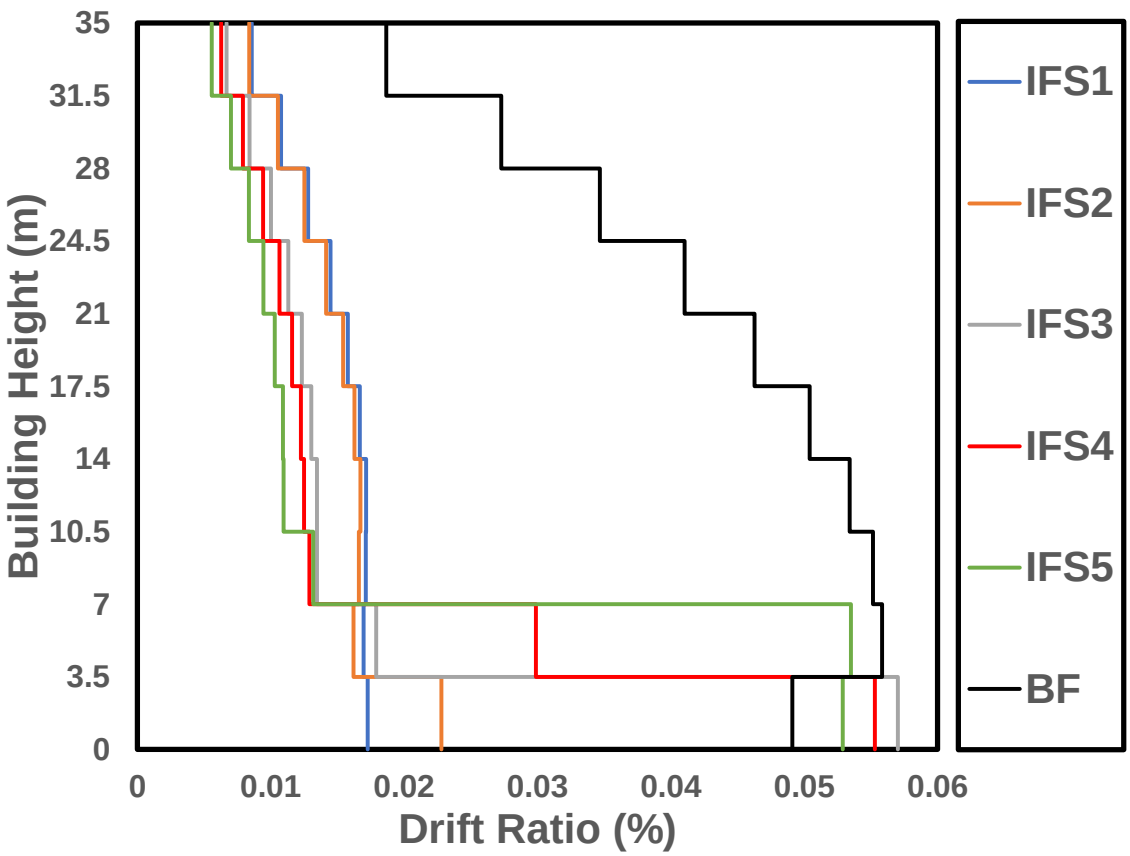


Result And Discussion

Drift Ratios

Drift ratio vs building height is plotted as it can be shown in Figure 4 for the five steps of the infilled frame and for the bare frame. In step-2, increasing in the drift can be recognized along the first story where the removal strut was located. Slight decrease in rational values is observed in the upper stories (above +7 m of the building height). Even at its worst case (soft-story), infilled frame remains desirable case during the seismic events comparing with the bare frame, since infills always try to limit the story maximum drift. The step-5 of the infilled frame can be named as the design step where it represents the behavior of the infilled frame.

Figure 4. Drift Ratio Vs. Building Height for Five Steps of Infilled Frame and Bare Frame



Natural Period

As the struts were gradually removed from the model, the period was increased. Conversely, the base shear values decreased since the stiffness of the removed struts was neglected. In Table 1, the natural period values for each step are recorded with the corresponding base shear. The bare frame (BF) has the greatest value of the period, which emphasizes the significant role that infill panels play in increasing the stiffness of structures in case of fully and partially infilled frame.

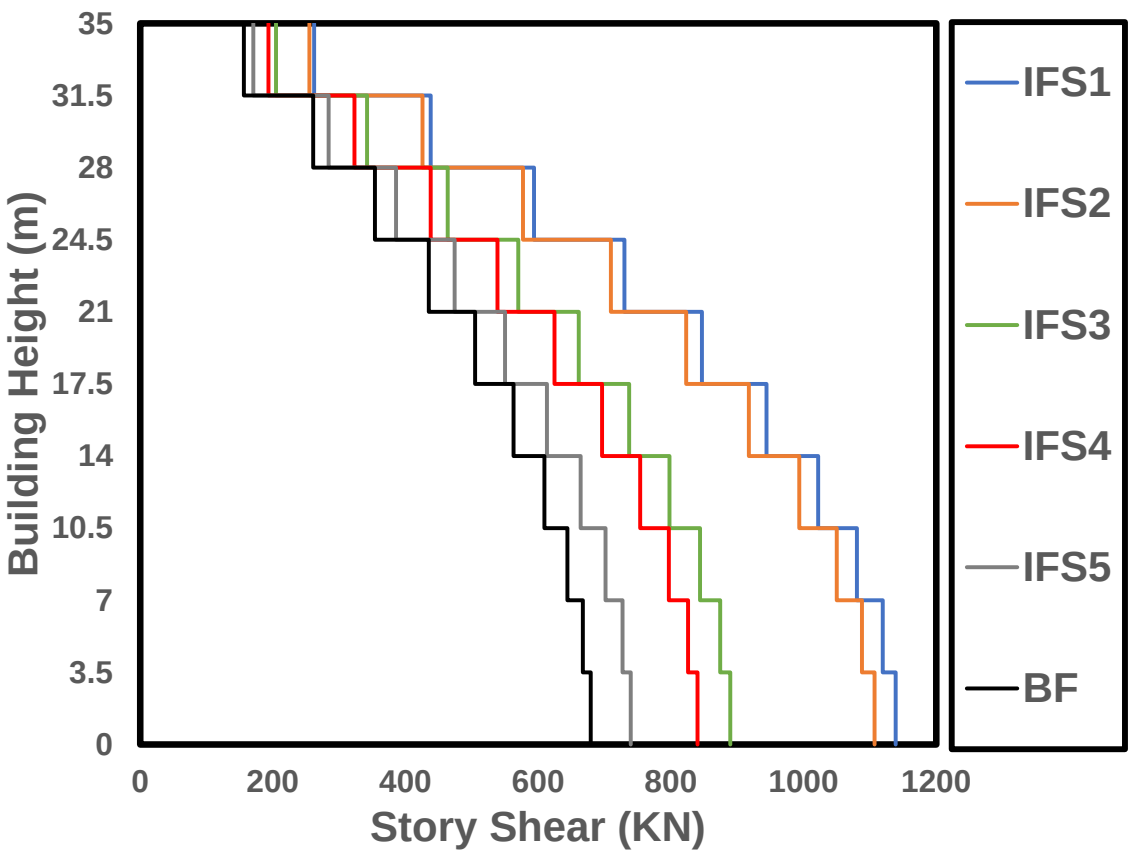
Table 4. The Period and the Corresponding Base Shear for Each Step

Frame	IFS1	IFS2	IFS3	IFS4	IFS5	BF
Period (S)	0.6313	0.6496	0.8085	0.8559	0.9722	1.4286
Base shear (KN)	1139.148	1107.013	889.412	840.173	739.677	679.105

Story Shears

Since the struts were eliminated from the model after reaching axial load capacity, story shears were decreasing step by step (As shown in Figure 5). The decrease is associated to the number of the eliminated struts, where it was larger at the two lower stories. Bare Frame (BF) has the minimum base shear value as it has no infill panels.

Figure 5. Storey Shear Vs. Building Height for Five Steps of Infilled Frame and Bare Frame



Conclusion

A series of analyses were performed as equivalent lateral load according to the Turkish seismic code to investigate the effects of presence of masonry infill walls on the structural 2D frame. The analysis was divided into five steps for the infilled frame case and these steps were compared with the bare frame case.

In the present study, a simple method is proposed to investigate the beneficial influence of infill panels on structural systems.

It was observed that presence of infill panels can modify the structure behavior in term of increasing the stiffness and decreasing the story drift.

Natural period exhibits considerable increase in bare frame case (about 68%) compared to step-5 of infilled frame.

Although the weight of infill walls can attract seismic load and increase the shear demand, this study shows that the infill walls have beneficial effects on the structures' response and keep the analysis within the limits of acceptability, even after the failure of some struts. Thus, the civil engineer should design according to IFS5 as the infill panel contribution will be considered.

Following the procedures of the analysis, the soft-story effects can be well investigated within the scope of the proposed method.

The proposed method can be applied simply in the linear-elastic analysis giving a detailed explanation about the global behavior of masonry infilled frame during an earthquake analysis.

References

1. Asteris, P. G. (2003). Lateral stiffness of brick masonry infilled plane frames. Journal of structural engineering, 129(8), 1071-1079.
2. Bertoldi, S. H., Decanini, L. D., & Gavarini, C. (1993). Telai tamponati soggetti ad azioni sismiche, un modello semplificato: confronto sperimentale e numerico. Atti del, 6, 815-24.
3. Crisafulli, F. J., & Carr, A. J. (2007). Proposed macro-model for the analysis of infilled frame structures. *Bulletin of the New Zealand society for earthquake engineering*, *40*(2), 69-77.
4. De Risi, M. T., Del Gaudio, C., Ricci, P., & Verderame, G. M. (2018). In-plane behaviour and damage assessment of masonry infills with hollow clay bricks in RC frames. Engineering Structures, 168, 257-275.
5. Decanini, L. D., & Fantin, G. E. (1986). Modelos simplificados de la mampostería incluida en porticos. Caracteristicas de stiffnessy resistencia lateral en estado limite. Jornadas Argentinas de Ingeniería Estructural, 2, 817-836.
6. Dolsek, M., & Fajfar, P. (2008). The effect of masonry infills on the seismic response of a four-storey reinforced concrete frame—a deterministic assessment. Engineering Structures, 30(7), 1991-2001.
7. El-Dakhakhni, W. W., Elgaaly, M., & Hamid, A. A. (2003). Three-strut model for concrete masonry-infilled steel frames. Journal of Structural Engineering, 129(2), 177-185.
8. FEMA 356. (2000). Prestandard and commentary for the seismic rehabilitation of buildings. Federal Emergency Management Agency, USA.
9. Flanagan, R. D., Bennett, R. M., Fischer, W. L., & Adham, S. A. (1996). Masonry infill performance during the Northridge earthquake (No. Y/EN-5492). Oak Ridge Y-12 Plant, TN (United States).
10. Hak, S., Morandi, P., & Magenes, G. (2014, August). Out-of-plane experimental response of strong masonry infills. In 2nd European conference on earthquake engineering and seismology (pp. 24-29).
11. Holmes, M. (1961). Steel frames with brickwork and concrete infilling. proceedings of the Institution of civil Engineers, 19(4), 473-478.
12. Huang, H., Burton, H. V., & Sattar, S. (2020). Development and utilization of a database of infilled frame experiments for numerical modeling. Journal of Structural Engineering, 146(6), 04020079.
13. Kaushik, H. B., Rai, D. C., & Jain, S. K. (2007). Stress-strain characteristics of clay brick masonry under uniaxial compression. Journal of materials in Civil Engineering, 19(9), 728-739.
14. Liauw TC, Kwan KH. (1984). Nonlinear behaviour of non-integral infilled frames. Computers & structures, 18(3), 551-560.
15. Mainstone R.J. (1974). Supplementary note on the stiffness and strength of infilled frames, Building Research Station, CP 13/74, Building Research Establishment, U.K.

16. Mainstone, R. J., & Weeks, G. A. (1970). 27.-The Influence of a Bounding Frame on the Racking Stiffnesses and Strengths of Brick Walls. In Proceedings of the 2nd International Brick Masonry Conference, Building Research Establishment, Watford, England (pp. 165-171).
17. Morandi, P., Hak, S. A. N. J. A., & Magenes, G. U. I. D. O. (2014, July). In-plane experimental response of strong masonry infills. In 9th international masonry conference (pp. 7-9).
18. Murty, C. V. R., & Jain, S. K. (2000, January). Beneficial influence of masonry infill walls on seismic performance of RC frame buildings. In 12th world conference on earthquake engineering (Vol. 1790, pp. 1-6).
19. Panagiotakos, T. B., & Fardis, M. N. (1994). Proposed nonlinear strut models for infill panels. Note for the PREC8 network.
20. Paulay, T., & Priestley, M. N. (1992). Seismic design of reinforced concrete and masonry buildings.
21. Pereira, M. F. P., Pereira, M. F., Ferreira, J. E., & Lourenço, P. B. (2011). Behavior of masonry infill panels in RC frames subjected to in plane and out of plane loads.
22. Polyakov, S. V. (1960). On the interaction between masonry filler walls and enclosing frame when loaded in the plane of the wall. Translations in earthquake engineering, 2(3), 36-42.
23. Rodrigues, H., Varum, H., & Costa, A. (2010). Simplified macro-model for infill masonry panels. Journal of Earthquake Engineering, 14(3), 390-416.
24. Saneinejad, A., & Hobbs, B. (1995). Inelastic design of infilled frames. Journal of Structural Engineering, 121(4), 634-650.
25. SAP2000, Integrated structural analysis and design software, Ver.22.1.0, Computer and Structures Inc., USA, 2020.
26. Smith, B. S, & Carter, C. (1969). A method of analysis for infilled frames. Proceedings of the institution of civil engineers, 44(1), 31-48.
27. Smith, B. S. (1966). Behavior of square infilled frames. Journal of the Structural Division, 92(1), 381-404.
28. Tsai, M. H., & Huang, T. C. (2011). Numerical investigation on the progressive collapse resistance of an RC building with brick infills under column loss. International Journal of Engineering and Applied Sciences, 7(1), 27-34.
29. Turkish Building Seismic Code. (2018). Prime Ministry, Disaster and Emergency Management Presidency (AFAD), Ankara, 2018.
30. Yuksel, E., & Teymur, P. (2011). Earthquake performance improvement of low rise RC buildings using high strength clay brick walls. Bulletin of Earthquake Engineering, 9(4), 1157-1181.
31. Žarnić, R., & Gostič, S. (1997). Masonry infilled frames as an effective structural sub-assemblage. Seismic design methodologies for the next generation of codes, 335-346.

Presentation ID/Sunum No= 28

Oral Presentation / Sözlü Sunum

Korozyona Maruz Kalmış Betonarme Döşemelerin Eğilme Davranışının Araştırılması

Dr. Öğretim Üyesi Atila Kumbasaroglu[1] , Doç.Dr. Hakan Yalciner[1] , Halil İbrahim Sezgin[1] , Arş.Gör. Ahmet İhsan Turan[1] , Arş.Gör. Alper Celik[1] , Umytjan Yangibayev[1]
[1]Erzincan Binali Yıldırım Üniversitesi

Özet

Tasarım aşamasında betonarme döşemeleri kolon, kiriş gibi yük ve/veya moment taşıyan elemanlardan ayıran temel özellik kesme kuvvetinin beton tarafından karşılanarak enine donatıya ihtiyaç duyulmamasıdır. Buna ek olarak betonarme kiriş ve döşemelerinde eğilme davranışları kısmen birbirine benzerlik gösterse de korozyon oluşumu durumunda davranış farklıdır. Araştırma kapsamında monotonik eksenel eğilme yükü etkisi altında olacak şekilde laboratuvar şartlarında üretilecek bir (1) adedi referans numune olmak üzere toplam altı (6) adet iki doğrultulu ve korozyonlu betonarme taşıyıcı döşeme plaka numunelerinin deneysel çalışmalarının yürütülmesi planlanmıştır. Üretilecek betonarme taşıyıcı döşeme plaka numunelerin korozyona uğratılması amacıyla hızlandırılmış bir korozyon yöntemi kullanılacaktır. Araştırma kapsamında tasarlanan farklı düzeylerdeki korozyon sevilerinin gerçek değerleri, monotonik eğilme testlerinden sonra betonarme numuneler kırılarak ve tüm donatı çubukları çıkarılarak, yapılacak olan gravimetrik çalışmalar ile belirlenecektir. Betonarme taşıyıcı döşeme plaka numunelerinin her iki kısa ve uzun doğrultularındaki korozyon seviyeleri, Kırılma (Akma) Çizgileri Teorisine dayanan iki her iki doğrultuda belirlenecek olan moment kapasiteleri açısından dikkate alınacaktır. Böylece, her iki doğrultuda elde edilen gerçek korozyon seviyeleri ile moment taşıma kapasiteleri, test sonuçlarının 12 (on iki) adet korozyonlu betonarme döşeme plakaları için tartışılabilmesi sağlanacaktır. Moment taşıma kapasitesi için araştırma kapsamında geliştirilecek olan bir yeni model ile literatürde bulunan daha önceki çalışmalara ait verilerin doğrulanması yapılabilecektir. Anahtar Kelimeler: Korozyon, Betonarme, Döşeme, Eğilme Dayanımı.
Anahtar Kelimeler: *Korozyon, Betonarme, Döşeme, Eğilme Dayanımı.*

Investigation of Flexural Behavior of Corroded Reinforced Concrete Slabs

Abstract
The main feature that separates reinforced concrete slabs from load and/or moment bearing elements such as columns and beams during the design phase is that the shear force is met by the concrete and no transverse reinforcement is required. In addition, although the flexural behaviors of reinforced concrete beams and slabs are partially similar to each other, the behavior is different in case of corrosion formation. Within the scope of the research, it is planned to conduct experimental studies of a total of six (6) two-sided and corroded reinforced concrete bearing slab plate specimens, including one (1) reference specimen, to be produced under the effect of monotonic axial flexure load. An accelerated corrosion method will be used in order to corrode the specimens of reinforced concrete bearing slab plates to be produced. The actual values of the corrosion levels at different levels designed within the scope of the research will be determined by gravimetric studies by breaking the reinforced concrete specimens after monotonic flexure tests and removing all reinforcement bars. Corrosion levels in both short and long directions of reinforced concrete bearing slab specimens will be taken into account in terms of moment capacities to be determined in both directions based on the Fracture (Yield) Line Theory. Thus, it will be ensured that the actual corrosion levels and moment carrying capacities obtained in both directions, test results can be discussed for 12 (twelve) corroded reinforced concrete slab plates. With a new model to be

developed within the scope of the research for moment carrying capacity, it will be possible to verify the data of previous studies in the literature.
Keywords: *Corrosion, Reinforced Concrete, Slab, Flexural Behavior*

Giriş

Beton yapı malzemesinin çekme dayanımı özelliklerinin iyileştirilmesi için çelik donatı çubuklarının kullanılması uzun yıllardır kabul gören bir uygulamadır. Betonarme yapı elemanları, dayanıklılık (durabilite) ve zorlu çevre koşullarına dayanma kabiliyeti ile bilinir. Bununla birlikte, betonarme yapılar, beton içerisinde pas-payı sınırlarında yer alan donatı çelik çubuklarının korozyonuna neden olan çeşitli çevresel saldırıların zararlı etkilerine sürekli olarak maruzdurlar. Bu durum, özellikle yüksek klor iyonu koşullarının söz konusu olduğu zorlu çevresel ortamlarda olduğu kadar, buz çözücü tuzun betonarme yapılardaki çelik donatı çubuklarının korozyonunu artırdığı ortamlarda da geçerlidir. Gelinen noktada, donatı çeliğinin korozyonu, betonarme yapılarda erken bozulmanın birincil nedeni olarak yaygın bir şekilde kabul edilmekle birlikte, birçok betonarme yapının beklenenden çok daha erken hizmet verebilirliğinin sonlanabildiği ve/veya stabilitesinde kabul edilemez kayıplar yaşadığı bilinmektedir.

Hâlihazırda, betonarme taşıyıcı yapıların tasarım ömrünün, sadece donatı korozyonunun başlamasına kadar geçen süre değil, aynı zamanda yapının artık amaca uygun olmadığı bir seviyedeki korozyon boyutunun ulaşması için gereken süre de dikkate alınarak tahmin edileceği yeni performansa dayalı tasarım kodları geliştirilmektedir. Bu nedenle, betonarme bir elemanın yapısal davranışının korozyondan önemli ölçüde etkilenmeden önce, eğer varsa, hangi seviyede korozyona izin verilebileceğini belirlemek önemlidir.

Donatı çelik çubuklarının korozyona maruz kalması durumunda ortaya çıkabilecek iki olumsuz mekanizmadan birisi, betonarme taşıyıcı bileşenlerin yük taşıma kapasitesinde bir azalmaya neden olabilmesidir. Öncelikli olarak, donatı çelik çubuklarının kesit alanı, korozyonun etkisi arttıkça azalır ve donatı çubuğu korozyonunun şiddeti, betonarme döşemelerin eğilme dayanımı, deformasyon davranışı, sünekliği, aderans dayanımı ve göçme modu üzerinde önemli bir etkiye sahip olabilmektedir. Donatı çelik çubuklarının korozyona maruz kalması durumunda ortaya çıkabilecek diğer bir olumsuz mekanizma ise korozyonun donatı çelik çubuğu ile betonun ara-yüzünde ortaya çıkan aderans dayanımı üzerindeki etkisidir. Donatı çubuğu ile beton ara-yüzünde oluşan korozyon ürünlerinin genişleyebilme özelliği, donatı çubuğunu çepeçevre saran beton üzerinde çatlamaya ve pul pul dökülmeye neden olan radyal bir basınç uygulamaktadır. Beton yüzeyindeki dökülmeler, beton pas-payını kaldırarak aderans mukavemetini azaltacak olup bu durum çelik donatı çubuklarının sargılama etkisini azaltacaktır ve nihayetinde betonun daha fazla korozyon etkisine maruz kalmasına neden olacaktır. Korozyon etkisi ayrıca inşaat demiri üzerindeki nervürlerin de bozulmasına neden olabilmektedir ki bu durum donatı çubuğunun yüzey alanını değiştirir ve aderans dayanımını azaltır. Bununla birlikte, bazı araştırmacılar, düşük korozyon seviyelerinin, aderans mukavemetinde bir artışa katkıda bulunabilecek, rijit bir şekilde yapışan bir pas tabakası ürettiğini bulmuşlardır (Kivell ve diğerleri, 2011; Bicer ve diğerleri).

Betonarme kirişler ve döşemeler eğilme davranışı açısından benzerlik gösterebilse de ve betonarme döşemeler genellikle betonarme kiriş blok kesitinin bir formu olarak 1 m genişliğinde düşünülen döşeme kesiti temel alınarak tasarlansa da, korozyona maruz kalmış betonarme döşemeler için kullanılacak olan yeni performansa dayalı tasarım kodlarında korozyonlu betonarme taşıyıcı kirişlerin eğilme dayanımı ve/veya davranışı için geliştirilen modellerde halen bir endişe vardır. Betonarme döşeme elemanlarında enine doğrultudaki etriye demirlerinin aslında sargılama etkisinin olmadığı göz önünde bulundurulduğunda, donatı sargılama etkisinin yük taşıma kapasitesi üzerindeki genel etkileri, korozyonlu betonarme kirişlerin daha önce geliştirilmiş olan modellerinin doğrulanmasını gerektirmektedir. Ayrıca bu şartlara ilave olarak, korozyona uğramış betonarme döşemeler üzerinde yürütülen deneysel çalışmalar sonucunda geliştirilen model sayısı da oldukça kısıtlıdır. Bir başka gerekçe olarak, basitçe mesnetlenen betonarme döşeme deneylerinden, en son geliştirilen model (Said ve diğerleri, 2019), yalnızca sabit mesnetli betonarme döşemeler için değil, aynı zamanda gerçek korozyon seviyeleri için de doğrulanmamıştır. Bu nedenle, bu tez çalışması kapsamında sabit

taşıyıcı betonarme döşemeler test edilmiş ve gerçek korozyon seviyeleri için korozyona uğramış betonarme döşemelerin artık moment kapasiteleri elde edilmiştir. Ayrıca, literatürde daha önce yürütülen çalışmalarda korozyona maruz kalmış taşıyıcı betonarme döşemelerin belirlenen süneklik oranları için oldukça çelişkili sonuçlar bulunmuştur ve bu çalışmada bu durum da ayrıntılı olarak tartışılmıştır.

Kaynak Özetleri

Korozyon etkisinin betonarme taşıyıcı elemanlar üzerindeki etkileri uzun zamandır araştırmacıların ilgisini çekmektedir. Korozyon etkilerinin modellenmesindeki zorluklar nedeniyle, araştırmacılar tarafından geliştirilmiş olan deneysel (ampirik) modeller, korozyona maruz kalmış betonarme taşıyıcı elemanlar üzerinde yapısal değerlendirilme ve buna karşılık onarım ve güçlendirme açısından karar verilmesi için önemlidir. Beton elemanlar arasında, betonarme taşıyıcı döşemeleri diğer yapısal elemanlardan (yani kirişler ve kolonlar) ayıran ana tasarım parametresi, kesme kuvvetinin beton tarafından karşılanması gerektiğidir ve bundan dolayı tasarım sürecinde enine doğrultuda donatı çubuklarına ihtiyaç duyulmamasıdır. Betonarme taşıyıcı kirişler ve döşemeler eğilme davranışı açısından benzerlik gösterebilse de ve betonarme taşıyıcı döşemeler genellikle betonarme taşıyıcı kiriş blok kesitinin bir formu olarak 1 m genişliğinde düşünülen döşeme kesiti temel alınarak tasarlansa da, yapısal davranış, özellikle enine doğrultuda etriye demirlerinin süneklik davranışı üzerindeki etkisinden dolayı korozyona maruz kalınma durumunda farklıdır. Konunun daha iyi anlaşılabilmesi için kaynak özetleri, korozyona maruz kalmış betonarme taşıyıcı kirişler ve betonarme taşıyıcı döşemeler açısından ayrı ayrı ele alınmıştır.

Korozyona Maruz Kalmış Betonarme Kirişler

Suffern ve diğerleri (2010) tarafından yürütülen deneysel bir çalışma, enine doğrultuda etriye demiri olmayan betonarme kirişlerin yük taşıma kapasitesinin, enine doğrultuda etriye demiri bulunan korozyona maruz kalmış betonarme kirişlerinkinden daha büyük olduğunu göstermiştir. Bu önemli deneysel bulgu, son yıllarda, korozyona maruz kalmış betonarme kirişlerin eğilme mukavemetini tahmin etmek için geliştirilen modeller için (Bicer ve diğerleri, 2018) enine doğrultuda etriye demirlerindeki korozyonun etkisini değerlendirmek için yapılan ileriki çalışmalara ışık tutmuştur. Yalçıner ve diğerleri (2020) tarafından geliştirilen en son ampirik modellerden biri, korozyona maruz kalmış betonarme kirişlerin hem çekme bölgesi çubuklarındaki hem de enine doğrultuda etriye demirlerindeki korozyon seviyelerinin bir fonksiyonu olduğunu tahmin etmek için geliştirilmiştir. Yalçıner ve diğerleri (2020) tarafından geliştirilen ampirik model, Suffern ve diğerleri (2010) tarafından enine doğrultuda etriye demirleri üzerinde belirtilen bulguyu dikkate alarak Bicer ve diğerleri (2018) tarafından ortaya atılan deneysel modeli geliştirmiştir. Biçer ve diğerleri (2018) ile Yalçıner ve diğerleri (2020) tarafından geliştirilen model, korozyona maruz kalmış betonarme kirişlerin eğilme dayanımı kapasitesini tahmin etmek için önceki modellerin (Azad ve diğerleri, 2010; Ahmad, 2017) enine doğrultuda etriye demirlerindeki korozyon seviyeleri dikkate alınmadığı için ya düşük ya da fazla tahmin edildiğini göstermiştir.

Korozyona Maruz Kalmış Betonarme Döşemeler

Basit mesnetli (mesnetlerden birisi sabit ve diğeri hareketli olan mesnetlenme biçimi) korozyona maruz kalmış betonarme döşemeler üzerinde çok sayıda deneysel çalışma yapılmış olmasına rağmen, bugüne kadar, korozyonlu betonarme döşemelerin moment taşıma kapasitelerinin tahmininde kullanılmak üzere kullanılagelen korozyona maruz kalmış betonarme kirişlerin herhangi bir geliştirilmiş modeli doğrulanmamıştır. Korozyona maruz kalmış betonarme döşemelerin yapısal davranışlarını araştırmak için birçok deneysel çalışma yapılmıştır. Gerçekleştirilmiş olan deneysel çalışmalardan biri Almusallam ve diğerleri (1996) tarafından 305×711×63,5 mm (12,01×27,99×2,5 inç) boyutlarına sahip tek doğrultulu basit mesnetli korozyona uğramış betonarme döşemeler için yapılmıştır. Çalışma kapsamında donatı korozyonunun, üniform olarak yüklenmiş ve basitçe mesnetlenen tek doğrultulu döşemelerin eğilme dayanımı üzerindeki etkisi araştırılmıştır. Almusallam ve diğerleri (1996) tarafından gerçekleştirilen deneysel çalışmada betonarme döşeme numuneleri, servis yükü olmadan doğru akım tekniği kullanılarak korozyona uğratılmıştır. Bu çalışmada, eksenel eğilme deneylerinden sonra betonun içerisinden çıkarılan donatı çubukları için gravimetrik testler yapılarak gerçek korozyon

seviyeleri elde edilmiştir. Almusallam ve diğerleri (1996) tarafından % 60 donatı korozyonuna sahip döşemelerin eğilme dayanımının donatısız beton döşemelere benzer olduğu bulunmuştur. Sonuçta, Almusallam ve diğerleri (1996) tarafından, korozyona uğramış betonarme döşemelerin eğilme mukavemetini tahmin etmek için herhangi bir ampirik model önerilmemiştir.

Deneysel çalışmalardan bir diğeri ise eğilme elemanlarının yalnızca çekme bölgelerinde korozyona uğramış donatıların, aderans mukavemetini tahmin etmek için bir model geliştirmek amacıyla Stanish ve diğerleri (1999) tarafından yapılmıştır. Bu çalışmada, 350× 1300×150 mm (13.78×51.18× 5.91 inç) boyutlarına sahip toplam 10 adet tek doğrultulu, basit mesnetli betonarme döşemeler üzerinde dört noktadan eğilme testleri gerçekleştirilmiştir. Donatı çubuklarının korozyona uğratılması sürecinde servis yükü olmaksızın doğru akım tekniği kullanılmıştır; buna göre ortalama korozyon seviyeleri, donatı çubukları üzerindeki kupon testlerinden elde edilmiş olup, korozyon oranları % 0 ile % 20.7 arasında değişmiştir.

Chung ve diğerleri (2008) tarafından deneyi yapılan 70 adet basit mesnetli betonarme döşemelerin özellikle yük-yer değiştirme davranışları üzerindeki aderans kuvvetinin etkisini araştırmak için deneysel bir çalışma gerçekleştirilmiştir. Yürütülen deneysel çalışmada dört noktadan yükleme düzeneği kullanılarak eksenel eğilme testi yapılan betonarme döşemelerin boyutları, 500×1200×90 mm (19.69×47.24×3.54 inç) olarak tasarlanmıştır. Bu araştırma kapsamında da donatı çubuklarının korozyona uğratılması sürecinde servis yükü olmaksızın doğru akım tekniği kullanılmıştır. Bu çalışmada, elde edilen korozyon seviyeleri, % 0 ile % 4.6 arasında değişen oranlarda, Faraday Yasasına dayanan teorik korozyon seviyeleri için yalnızca donatı çapı kaybı dikkate alınarak belirlenmiştir. Chung ve diğerleri (2008) tarafından ayrıca korozyona maruz kalmış betonarme döşeme numunelerinin yük taşıma kapasitelerinin tahmin edilmesi için çatlak kesit analizi (yani, döşeme ve betonun kalınlığı boyunca doğrusal birim şekil değiştirme dağılımının doğrusal olarak elastik olduğu varsayılmıştır) de yapılmıştır.

3 adet iki doğrultulu korozyona maruz kalmış betonarme döşemeler üzerinde yapılan en son deneysel çalışmalardan biri, Said ve diğerleri (2019) tarafından gerçekleştirilmiştir. Said ve diğerleri (2019) tarafından korozyona maruz kalmış betonarme döşemeler için mevcut literatürde aslında koşulların gerçekçi olmadığı ve yeterli veri bulunmadığı belirtilmiştir. Bu çalışmada, donatı çubuklarının korozyona uğratılması sürecinde servis yükleri olmaksızın hızlandırılmış bir korozyon yöntemi kullanılmıştır. Said ve diğerleri (2019) tarafından gerçekleştirilen çalışmada, elde edilen korozyon seviyeleri, Faraday Yasasına dayanan teorik bulunan korozyon seviyeleri olup yapılmayan gravimetrik çalışmalardan dolayı gerçek korozyon seviyelerini temsil etmeyebilir. Gerçek korozyon seviyelerinin elde edilmesinde Faraday Yasasının kullanımının dezavantajları, mevcut literatürde (Chung ve diğerleri, 2004; Amleh ve Ghosh, 2006; Yalciner ve diğerleri, 2012; Auyeung ve diğerleri, 2000; El Maaddawy ve diğerleri, 2006; Paul ve diğerleri, 2017) geniş çapta bildirilmiştir. Önceki çalışmaların aksine (Almusallam ve diğerleri, 1996; Stanish ve diğerleri, 1999; Chung ve diğerleri, 2008), Said ve diğerleri (2019) tarafından yapılan çalışmada, döşemelerin dörtkenarı da yükleme çerçevesi üzerinde basitçe mesnetlendirilmiştir.

Said ve diğerleri (2019) tarafından yapılan çalışmada gerçek korozyon seviyeleri elde edilmemiş olsa da bu çalışmada önemli bir sonuç keşfedilmiştir. Bu çalışmada deneysel olarak elde edilen göçme yükleri, dört farklı şartnamede [yani, Kanada Şartnamesi (CSA 23.3-14), Amerika Şartnamesi (ACI 318-14), İngiliz Standardı (BS 8110-97) ile Avrupa Şartnamesi (EC2)] önerilen tahmini göçme yükleri ile karşılaştırılmış ve hiçbir standardın % 25 ve % 50 kütle kaybı ile döşemeler için güvenilir sonuçlar vermediği sonucuna ulaşılmıştır. Buna karşılık Said ve diğerleri (2019) tarafından gerçekleştirilen çalışmada geliştirilen ampirik model, elde edilen gerçek korozyon seviyeleri için güncel olarak doğrulanmamıştır. Said ve diğerleri (2019) tarafından belirtildiği üzere, test verileri sayısı oldukça azdır ve korozyona maruz kalmış betonarme döşemeler için daha fazla araştırma yapılması gerekmektedir. Bu nedenle, yukarıda bahsedilen çalışmalar da dikkate alınarak, bu tez kapsamında yürütülen deneysel çalışmada, gerçek korozyon seviyelerinin elde edilmesi için enine ve boyuna doğrultudaki tüm donatı demirleri betonarme döşemelerinden çıkarılmıştır. Bu çalışmada ayrıca, önceki çalışmaların aksine, eksenel eğilme testi altında basitçe mesnetlenen betonarme döşemelerden

ziyade betonarme döşemelerin dörtkenarının hepsinde kullanılan sabit mesnetler sayesinde akma çizgisi davranışı sağlanmıştır. Akma çizgisi teoremi kullanılarak, betonarme döşemelerin her iki doğrultusundaki gerçek korozyon seviyelerinin katkısı, bu deneysel çalışma ile geliştirilen ampirik model için dikkate alınmıştır.

Materyal ve Yöntem

Yürütülen deneysel çalışma kapsamında bir adedi korozyonsuz olmak üzere toplam altı adet iki doğrultulu betonarme döşeme numuneleri beş farklı korozyon seviyeleri için test edilmiştir. Üretilen deneysel numuneler, kolay anlaşılabilir olması açısından, SAx,y olarak isimlendirilmiştir. Burada A, betonarme döşeme numunesinin numarasını, x ve y ise sırasıyla, kısa ve uzun doğrultulardaki boyuna çekme donatı çubuklarının ortalama korozyon seviyelerini temsil etmektedir.

Materyal

Malzeme mekanik özellikleri

Her bir betonarme döşeme numunesinin üretilmesi için piyasa şartlarında hazır beton kullanılmıştır. Temin edilen hazır betonun içeriğinde herhangi bir hava sürükleyici veya su azaltıcı katkı maddeleri kullanılmamıştır. Deneysel çalışma kapsamında uygulanan hızlandırılmış korozyon yöntemi öncesinde beton döküm işlemi tamamlandıktan sonra, betonarme döşeme numunelerinin zamanla kazanabileceği karakteristik beton basınç dayanımındaki değişiklikleri önlemek için tüm betonarme döşeme numuneleri üç aylık süre boyunca kür işlemine tabi tutulmuştur. Beton döküm işlemi sırasında her bir deneysel numune için ayrıca temin edilen kübik beton numunelerin basınç dayanımları, ASTM C39/C39M (2005) şartnamesine göre gerçekleştirilmiştir. Deneysel numunelerin 150x150 mm'lik kübik numunelere göre kaydedilen ortalama beton basınç dayanımı, eksenel eğilme yükleme testlerinin yapıldığı süreçte 32 MPa olarak elde edilmiştir.

Her betonarme döşeme numunesi için piyasa şartlarında temin edilen 8 mm çapında donatı çubukları kullanılmıştır. Betonarme döşeme numunelerindeki korozyonsuz ve korozyonlu donatı çubuklarının karakteristik mekanik özellikleri, ASTM A370-08a (2008) şartnamesine göre çekme testleri yapılarak belirlenmiştir. Korozyona uğramış donatı çubuklarının mekanik özellikleri, yürütülen eksenel eğilme yükleme testleri ve betondan tüm donatı çubuklarının çıkarılması sonrasında elde edilmiştir. Betonun kırılarak çıkarılan korozyonlu boyuna donatı çubukları daha sonra ve gerçek korozyon seviyesi belirlenmiş her bir betonarme döşeme numunesinin yapısal tartışmalarının daha sağlıklı bir şekilde yapılabilmesi için farklı parçalarda kesilmiştir. Özellikle kesimi yapılan boyuna donatı çubuklarındaki korozyon seviyelerinin betonarme döşeme numunelerinin belirlenmiş olan ortalama korozyon seviyelerine benzerlik göstermesi sağlanmıştır.

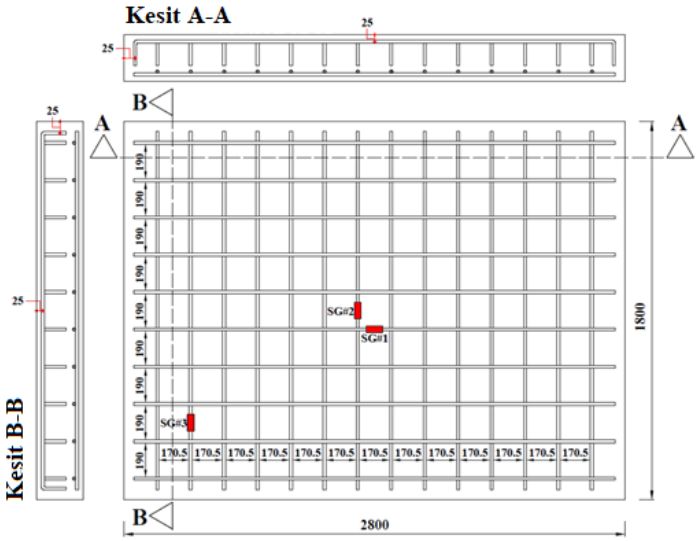
Deneysel numunelerin kesit özellikleri

Betonarme döşeme numunelerinin kesit özellikleri (boyutları ve donatı detayları), **Şekil 3.1**'de gösterilmektedir; burada, test edilen her bir betonarme döşeme numunesi, donatı çubuklarının aynı boyutlarına ve doğrultularına sahiptir. **Şekil 3.1**'de her bir betonarme döşeme numunesi 1800 mm genişliğe, 150 mm kalınlığa ve 2800 mm açıklığa sahiptir. Betonarme döşeme numuneleri, kırk sekiz adet 8 mm çapında boyuna donatı çubukları ile donatılmıştır. Boyuna donatı çubukları, uzun kenarda 190 mm ve kısa kenarda 170.5 mm aralıklarla düzenlenmiştir. Tüm betonarme döşeme numuneleri için beton pas-payı derinliği 25 mm olarak tasarlanmıştır. Akma çizgisi yöntemine göre betonarme döşeme numunelerinin kısa ve uzun doğrultularında tasarlanan teorik moment taşıma kapasitesi sırasıyla 32.39 kN.m ve 28.87 kN.m'dir. Tasarlanan betonarme döşeme numunelerinin hesap edilen göçme yükü, virtüel iş yöntemine göre 113.5 kN'dir.

Deneysel çalışma kapsamında, hızlandırılmış korozyon yöntemi sonrasında ve eksenel eğilme yükleme testlerinden önce, çekme donatı çubuklarına birim şekil değiştirme ölçerlerin yapıştırılması için tüm betonarme döşeme numunelerine küçük delikler açılmıştır. **Şekil 3.1**'de gösterildiği gibi, maksimum deformasyonların kaydedilmesi için betonarme döşeme numunelerinin orta açıklığında kısa ve uzun doğrultularındaki çekme donatı çubuklarına iki adet birim şekil değiştirme ölçer (yani, SG#1 ve SG#2) yapıştırılmıştır. Bir adet birim şekil değiştirme ölçer de (yani, SG#3) ayrıca, korozyon etkisi altındaki betonarme döşeme numunelerinin

gerilme ve yük aktarım kapasitesini tartışmak için mesnetin en yakın tarafındaki bir konumda çekme donatı çubuğuna yapıştırılmıştır.

Şekil 3.1. Deneysel numunelerin kesit özellikleri.

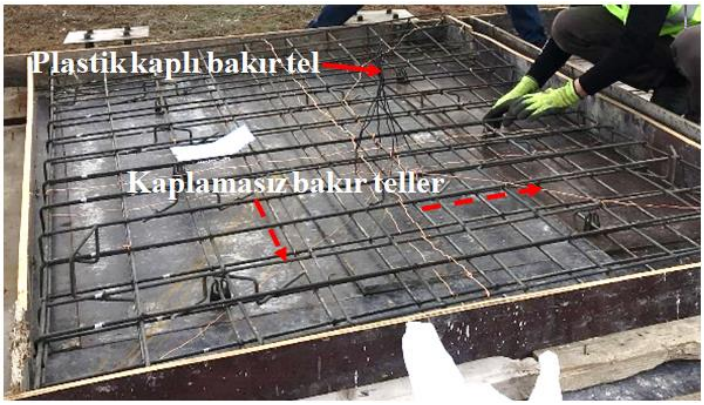


Yöntem

Hızlandırılmış korozyon metodu

Donatı çubuklarının tasarlanan konfigürasyonuna göre kalıba yerleştirilmesinden ve hızlandırılmış korozyon sürecinden önce, numunelere ait tüm donatı çubukları, ilk kütlelerinin kaydedilmesi amacıyla mekanik yöntem ile temizlenmiştir. Betonarme döşeme numunelerinin kısa ve uzun doğrultularındaki her bir boyuna donatı çubuğunun başlangıç kütlesinin ölçülmesi için iki noktadan yük hücresine sahip bir terazi sistemi kullanılmıştır (bkz. **Şekil 5.1.** (a)). **Şekil 3.2**'te de gösterildiği gibi, donatı çubuklarının başlangıç kütlesi kaydedildikten sonra, 4 mm çapında paslanmaz bakır teller (yani, pozitif terminal), beton dökülmeden önce her bir boyuna donatı çubuğuna bağlanmıştır.

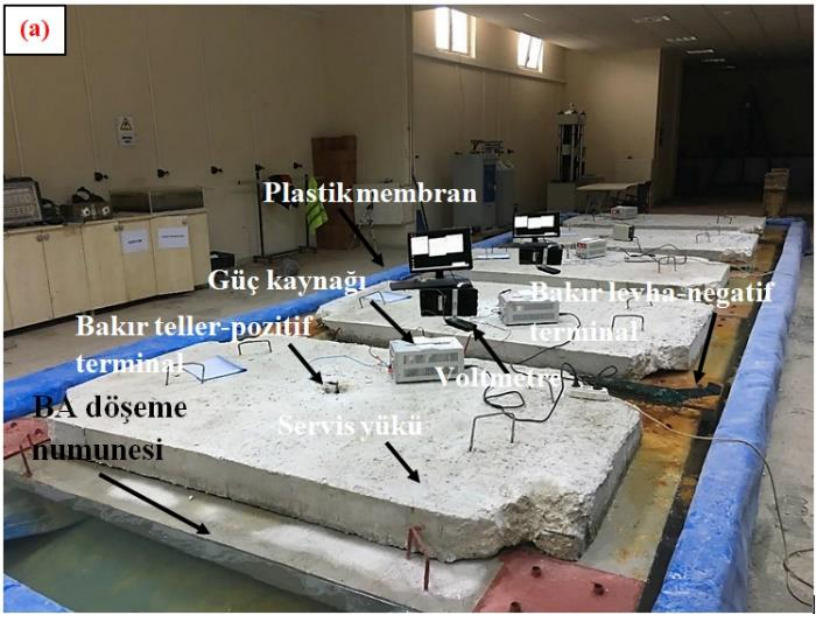
Şekil 3.2. Donatı çubukları için kullanılan bakır teller.

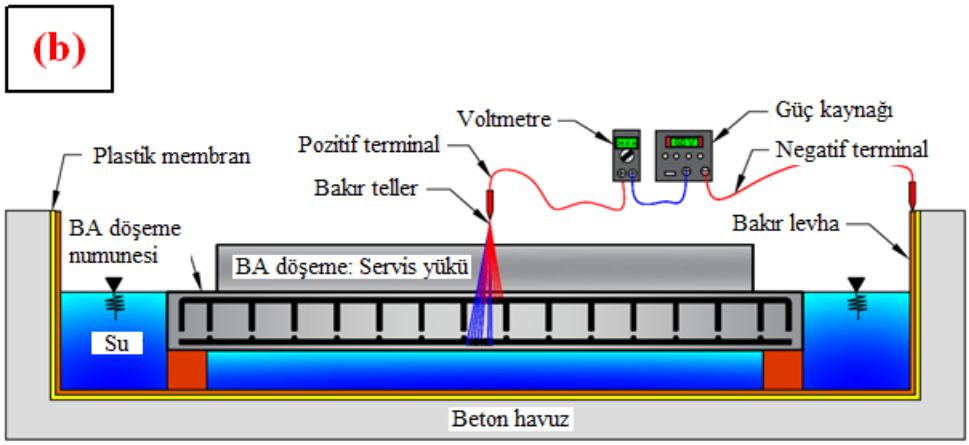


Üç aylık beton kür sürecinden sonra, tüm betonarme döşeme numuneleri hızlandırılmış bir korozyon yöntemine tabi tutulmuştur. Tez kapsamındaki araştırmada, hızlandırılmış bir korozyon havuzu inşa edilmiştir ve betonarme döşeme numunelerinin korozyon süreci için kullanılmıştır. **Şekil 3.3**'te araştırma için inşa

edilerek, betonarme döşeme numunelerinin hızlandırılmış korozyon sürecinde kullanılan korozyon havuzunun fotoğrafı ve şematik taslağı gösterilmektedir.

Şekil 3.3. Hızlandırılmış korozyon yöntemi: (a) test düzeneği; (b) şematik taslak.





Şekil 4.4'te, 60 V (Volt) nominal voltaja ve 0-10 A (Amper) aralığında nominal akıma sahip ayarlanabilir bir doğru akım güç kaynağı kullanılmıştır. **Şekil 3.3**'ten görüldüğü üzere, boyuna donatı çubuklarından uzatılmış olan bakır teller, anot görevi görmesi için güç kaynaklarının pozitif terminaline bağlanmıştır. Betonarme döşeme numunelerini çepeçevre sarması ve katot görevi görmesi amacıyla, korozyon havuzuna paslanmaz bakır levhalar yerleştirilmiştir. Akımın bir dakikalık aralıklarla kaydedilmesi için her bir numuneye dijital voltmetreler bağlanmıştır. **Eşitlik 4.1** bağıntısı ile ifade edilen Faraday Kanunu, sadece teorik olarak tasarlanmış korozyon seviyelerine ulaşıldığının izlenmesi amacıyla kullanılmıştır.

$$kütle\ kaybı = \frac{t(\mathrm{s}) \times I(\mathrm{A}) \times 55.847}{2 \times 96{,}487} \tag{4.1}$$

Burada t(s) korozyon süresi ve I(A) akımdır, 55.847 (g/mol) demir için molar kütledir ve 96.487 (coulomb) ise Faraday sabitidir. Daha önce de belirtildiği üzere, Faraday Kanunu sadece tasarlanan korozyon seviyelerinin

izlenmesi için kullanılmıştır. Gerçek korozyon seviyeleri, betonarme döşeme numuneleri betonunun kırılması ve tüm boyuna donatı çubuklarının eksenel eğilme testlerinden sonra çıkarılması ve **Eşitlik 4.2**'ye göre yeniden tartılmasıyla elde edilmiştir:

$$CL = \frac{m_i - m_f}{m_i} \text{x } 100 \tag{4.2}$$

Burada, m_i, donatı çubuklarının korozyon sürecinden önceki orijinal kütlesidir ve m_f , donatı çubuklarının korozyon ürünlerinin mekanik temizleme işlemi ile çıkarılmasından sonraki kütlesidir. Boyuna donatı çubuklarının en-kesit alanlarındaki ortalama kayıp (ΔA_s), **Eşitlik 4.3** kullanılarak hesaplanmıştır:

$$\Delta A_s = A_s \times \frac{\Delta_m}{m} \tag{4.3}$$

Burada ΔA_s, en- kesitteki donatı alanı kaybı (mm^2), A_s bir adet korozyonsuz donatı çubuğunun en-kesit alanı (mm^2) ve Δ_m, **Eşitlik 4.4** kullanılarak hesaplanan birim uzunluk başına düşen kütle kaybıdır (g/mm).

$$\Delta m = m - m' \tag{4.4}$$

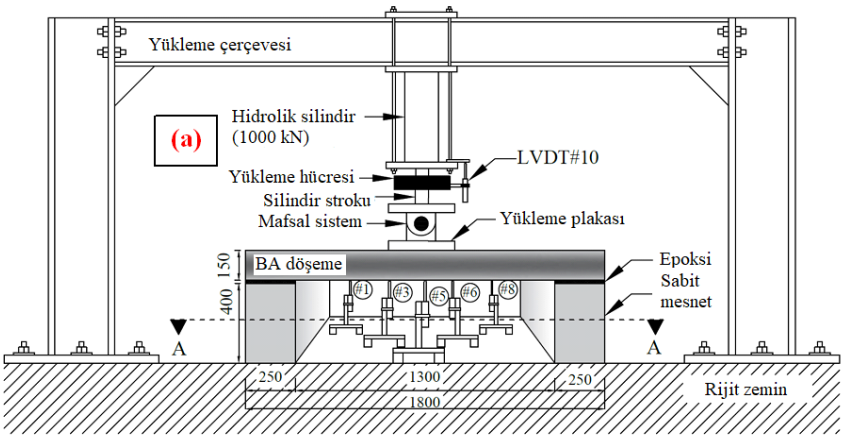
Burada m ve m' sırasıyla korozyonsuz ve korozyonlu donatı çubuklarının birim uzunluk başına düşen kütlesidir (g/mm). Mevcut çalışmada, betonarme döşeme numunelerinin her bir donatı çubuğundaki gerçek korozyon seviyeleri elde edilmiştir. Çalışmada elde edilen gerçek korozyon seviyeleri, diğer çalışmalarda (örneğin, Almusallam ve diğerleri 1996; Yalçıner ve diğerleri 2020) olduğu gibi, donatı çubuklarının uzunluğu boyunca üniform korozyon olarak kabul edilen kütle kaybına dayanmaktadır. Donatı çubukları yüzeylerinin herhangi bir bölgesinde oluşabilen ve farklı kesit kaybına sebep olan derin çürük korozyonunun, üç-boyutlu (uzaysal) farklılıklar nedeniyle korozyona uğramış betonarme elemanların yapısal davranışının farklı olabileceği ve farklı bir çalışmanın yapılmasını gerektirdiği iyi bilinmektedir. Mevcut betonarme elemanlardan mahallinde veri toplanması sırasında, açığa çıkarılan donatı çubuğunun korozyona maruz kalmış olması durumunda, yapılan olan analiz kapsamında özellikle derin çürük korozyonunun modellenmesinin kolay olmadığının kabul edilmesi gerekmektedir. Daha ileri çalışmalar için dikkate alınması gereken mevcut çalışmanın bir diğer önemli noktası ise, yükleme sisteminin korozyon sürecinde kabul edilebilirliğidir. Malumbela ve diğerleri (2009), korozyon süreci sırasında korozyona maruz kalmış betonarme kirişlere uygulanan yükleme türü (yani servis yüklü veya servis yükü olmadan) üzerine bir tartışma yoluyla mevcut literatürde bulunan çelişkileri göstermiştir. Korozyon işlemi sırasında yükleme tipi ve uygulanan akım süresi (yani, korozyon süresi) ve dolayısıyla kullanılan korozyon yöntemine (yani, etkilenen akım tekniği ve doğal olarak indüklenen korozyon) dayalı ortaya çıkan korozyon çatlak yayılması da deneysel sonuçları etkileyebilmektedir.

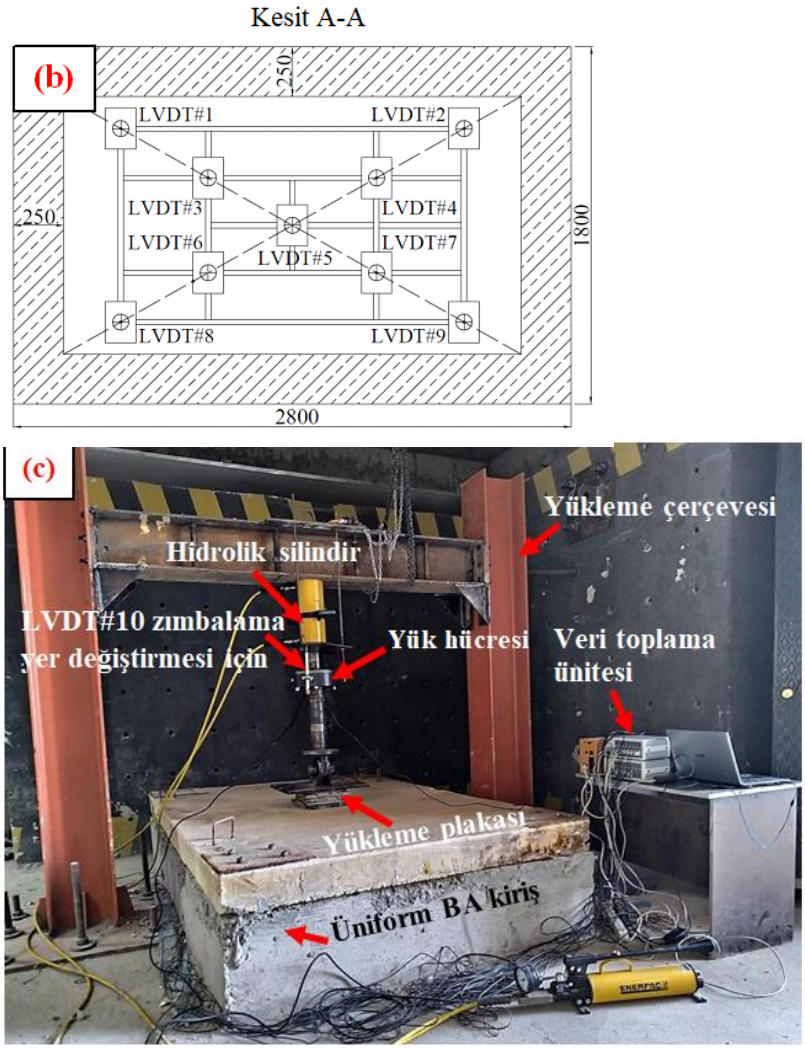
Betonarme döşeme numunelerinin zamana bağlı olarak gerçekleşen deformasyonlarının servis yükleri altında çok kısa bir süre içerisinde meydana gelebildiği gerçeğinden ve bu çalışmada uygulanan akım tekniğinden dolayı, tüm betonarme döşemeler herhangi bir servis yükü olmadan korozyona maruz bırakılmıştır. **Şekil 3.3**'te gösterildiği üzere, Faraday Kanununa göre teorik olarak tasarlanan korozyon seviyelerine ulaşıldıktan sonra korozyon süreci sona erdirilmiştir ve betonarme döşeme numuneleri bundan sonra bir yıl boyunca statik servis yükleri altında korozyon havuzunda tutulmuştur. Bunun için, 3.75 kN/m2 kapasitede bir yüke sahip 15 mm kalınlığında üretilen ilave betonarme döşemeler, betonarme döşeme numunelerine yüklenmiştir. Böylece, betonarme döşeme numunelerinin statik servis yükleri altındaki zamana bağlı deformasyonları ve çatlak genişliklerinin yayılması simüle edilmiştir.

Yükleme düzeneği ve ölçüm sistemi

Hızlandırılmış korozyon sürecinden sonra, tüm korozyonsuz ve korozyonlu betonarme döşeme numuneleri için eksenel eğilme testleri yapılmıştır. Yükleme düzeneği ve ölçüm sisteminin gösterimi ve şematik diyagramı **Şekil 3.4**'te gösterilmiştir. **Şekil 3.4**'te, eksenel yükleme sistemi betonarme döşeme numuneleri göçme moduna ulaşıncaya kadar döşeme numunelerinin üst basınç bölgesinden monotonik olarak uygulanmıştır. Betonarme döşeme numuneleri, rijit dikdörtgen uzanan betonarme kirişler üzerinde mesnetlendirilmiştir. Betonarme döşeme numunelerinin altında 250 mm genişliğe sahip inşa edilen kirişler, mesnet koşulları sabit mesnet olarak değerlendirilmesi sağlanmıştır. Böylece betonarme döşeme numunelerinin kısa ve uzun doğrultularındaki akma çizgisi sırasıyla üçgen ve trapez olacak şekilde tasarlanmıştır. Yükleme düzeneğinde çelik bir yükleme çerçevesine asılı olarak, 600 kN kapasiteli bir hidrolik silindir kullanılmıştır. Betonun üst yüzeyine uygulanan yük üzerinde etkili olan hidrolik silindir ucundaki yükleme plakası, zımbalama etkisini önlemek için TS500 (2002) standardına göre özel olarak tasarlanmıştır. Tasarlanan çelik yükleme plakasının kesit alanı 447,21 cm2'dir. **Şekil 3.4** (b)'de gösterildiği üzere, betonarme döşeme numunelerinin orta açıklığında ve akma çizgisi boyunca oluşan yer değiştirmelerin kaydedilmesi için betonarme döşeme numunelerinin çekme bölgesine dokuz adet yer değiştirme ölçerler [doğrusal değişken diferansiyel transformatör (LVDT#1-9)] yerleştirilmiştir. Gerçekleşebilecek zımbalama etkisinden kaynaklanan yer değiştirmenin kaydedilebilmesi için hidrolik silindir ve yük hücresi arasına bir adet LVDT (yani, LVDT#10) ilave olarak yerleştirilmiştir. Buna göre deneysel numunenin basınç bölgesinde olası zımbalama etkisinin gerçekleşmemesi durumunda, LVDT#5 (yani, çekme bölgesine yerleştirilen LVDT) ile LVDT#10 (yani, basınç bölgesine yerleştirilen LVDT) uygulanan benzer yük için aynı yer değiştirmeleri kaydetmelidir. Göçme moduna kadar uygulanan benzer yük seviyesi için, LVDT#10 ölçüm sisteminde (deneysel döşeme numunenin beton basınç bölgesindeki birim şekil değiştirme (deformasyon) miktarının toplam yer değiştirmeye (deplasmana) katkısının ihmal edilerek) LVDT#5 ölçüm sisteminden daha büyük bir değerin kaydedilmesi durumunda, deneysel olarak ölçülen yük- toplam deplasman eğrilerinin (grafiklerinin) değerlendirilmesinde, zımbalama etkisi dikkate alınmıştır. Deneysel betonarme döşeme numunelerine takılan tüm cihazları okumalarının eş-zamanlı olarak kaydedilmesi için bir veri toplama ünitesi kullanılmıştır.

Şekil 3.4. Yükleme düzeneği: (a) şematik gösterim; (b) yükleme düzeneği en-kesiti; (c) yükleme düzeneği fotoğrafı



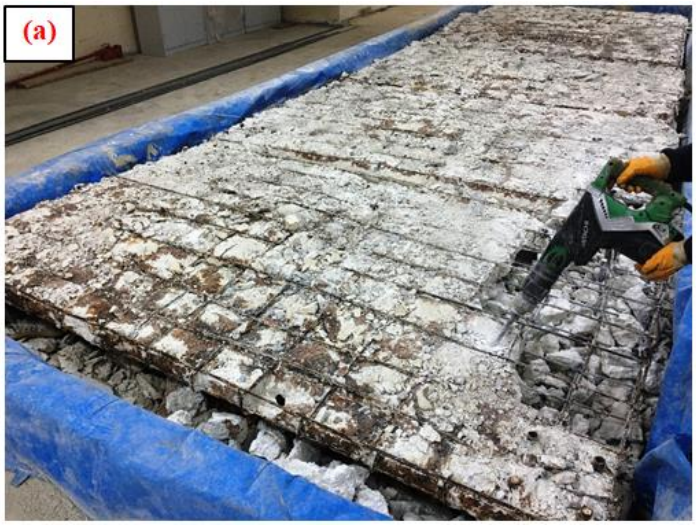


Araştirma Bulgulari

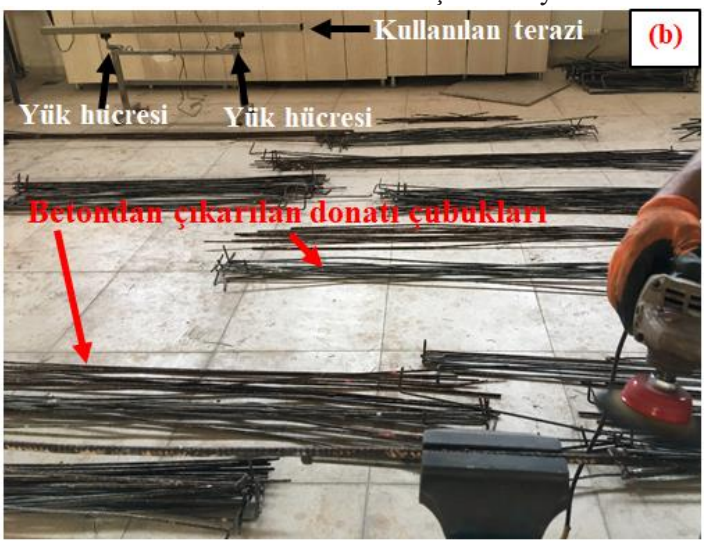
Tez kapsamında gerçekleştirilen deneysel çalışmalardan elde edilen araştırma bulguları, gerçek korozyon seviyeleri, yük-yer değiştirme eğrileri, çatlak modelleri, akma çizgisi boyunca oluşan maksimum deplasman eğrileri, uzun ve kısa doğrultulara ait moment taşıma gücü ve eksenel eğilme yükü-donatı çubuğu birim şekil değiştirme oranı ilişkileri olarak sunulmuştur.

Gerçek Korozyon Seviyeleri

Eksenel eğilme testlerinden sonra tüm betonarme döşeme numuneleri kırılarak her bir boyuna çubuğu betondan çıkarılmıştır. Donatı çubuklarının betondan çıkarılmasından sonra, ASTM G1-03 (2003) standardına göre tüm boyuna donatı çubuk yüzeylerinden korozyon ürünlerinin çıkarılması için donatı çubukları fırçalanarak mekanik temizlik işlemi uygulanmıştır. **Şekil 4.1**, donatı çubuklarının gerçek korozyon seviyesini elde etmek için uygulanan temizleme işlemini göstermektedir; donatı çubukları için ayrıntılı gravimetrik test sonuçları ise **Tablo 4.1**'de sunulmuştur.



Şekil 4.1. Gerçek korozyon seviyelerinin elde edilmesi süreci: (a) betonarme döşeme numunelerinin kırılması; (b) boyuna donatı çubuklarının mekanik olarak temizlenmesi işlemi ve yeniden tartılması.



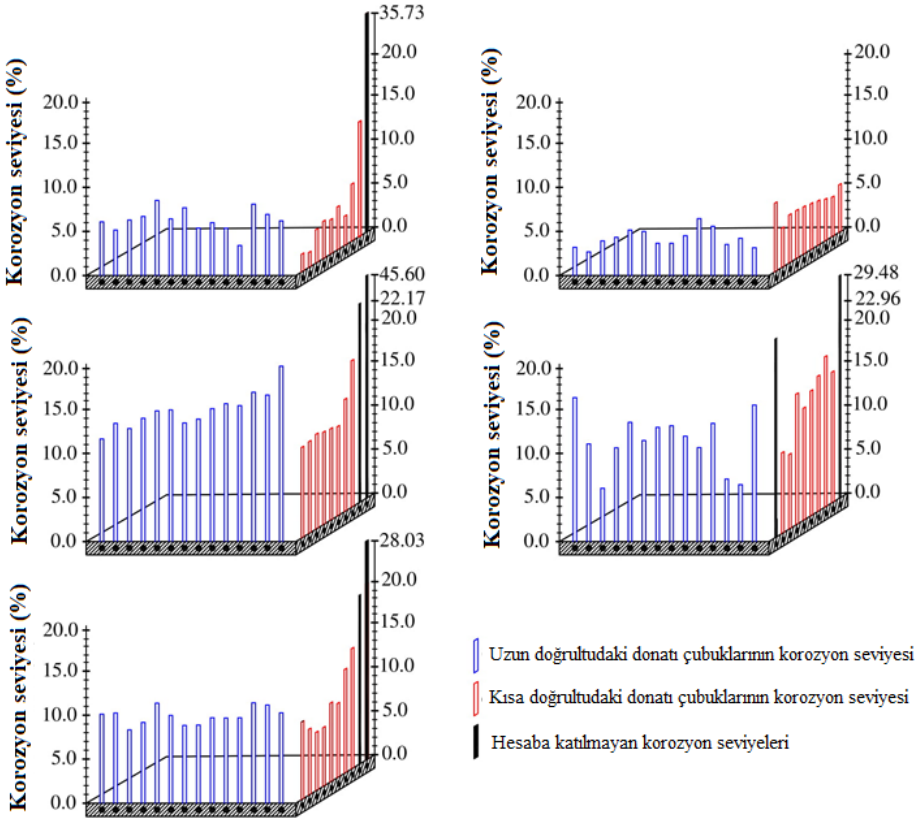
Tablo 4.1. Gravimetrik test sonuçları.

Döşeme	İlk kütle (g)		Son kütle (g)		Korozyon oranı (%)			ΔA_s (mm^2)	
	S	*L*	*S*	*L*	CL_S	CL_L	CL_A	ΔA_{sS}	ΔA_{sL}
S1	-	-	-	-	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
S2	9776.0	9996.5	9142.0	9515.0	6.49	4.82	5.64	3.26	2.42
S3	9854.5	11056.5	9438.0	10465.0	4.23	5.35	4.82	2.13	2.69
S4	9108.0	8872.0	7785.5	7853.0	14.52	11.48	13.02	7.30	5.77
S5	9842.5	7910.0	8714.0	6855.5	11.47	13.34	12.30	5.76	6.70

S6	9784.5	8829.5	8814.5	8029.5	9.91	9.06	9.51	4.98	4.22

Her bir boyuna donatı çubuğundaki gerçek korozyon seviyeleri elde edilmiş olup, boyuna donatı çubuklarının her iki uzun ve kısa doğrultularındaki gerçek korozyon seviyelerinin dağılımı **Şekil 4.2**'de gösterilmiştir. **Şekil 4.2**'de görüldüğü gibi, aynı betonarme döşeme numunelerine yerleştirilen donatı çubuklarına aynı miktarda akım uygulanmasına rağmen, beton yüzeye yakın bazı donatı demirleri daha fazla korozyon seviyelerine maruz kalmıştır. Benzer betonarme döşeme numuneleri için korozyon seviyeleriyle ilgili temel farklılıklar, beton yüzeyindeki ilk korozyon çatlamasından kaynaklanmıştır. Betonarme döşeme numunelerinin beton pas-payı derinlikleri boyunca ilk korozyon çatlakları oluştuğunda, dış taraftaki donatı çubukları korozyona daha fazla maruz kalmıştır. Bu nedenle, betonarme döşeme numunelerinin dış yüzeylerindeki korozyon seviyeleri (bakınız **Şekil 4.2**), **Tablo 4.1**'de de gösterildiği üzere, elde edilen ortalama korozyon seviyeleri için dikkate alınmamıştır. Dış yüzeylerdeki boyuna donatı çubuklarının bu tür korozyon seviyelerinin, ilgili boyuna donatı çubuklarının mesnet genişliği içinde kaldığı için korozyon seviyeleri açısından genel yapısal davranışı etkilemediği düşünülmektedir.

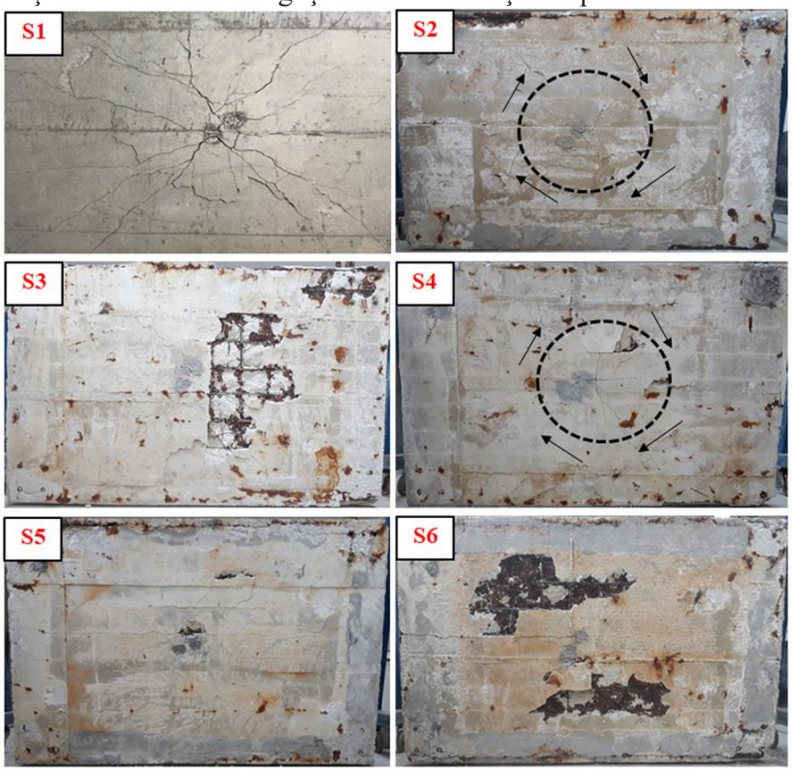
Şekil 4.2. Korozyon seviyelerinin dağılımı: (a) S2; (b) S3; (c) S4; (d) S5; (e) S6.



Çatlak Davranışı

Tüm betonarme döşeme numunelerinde ortaya çıkan çatlama paterni, deney düzeneğine önceden yerleştirilen kameralar yardımıyla gözlemlenmiştir ve test edilen betonarme döşeme numunelerinin göçme yüklerindeki çatlama paterni **Şekil 4.3**'te gösterilmiştir.

Şekil 4.3. Betonarme döşeme numunelerinin göçme modundaki çatlak paterni.



Şekil 5.3'te, S1 korozyona uğramamış betonarme döşeme numunesinde ortaya çıkan eğilme çatlaklarının özellikle akma çizgisi boyunca gelişerek yayıldığı görülmektedir. Gözle görülebilen ilk eğilme çatlakları, uygulanan yükün orta noktasından betonarme döşeme numunesinin köşelerine ve mesnetlerin kısa doğrultularına kadar uzanmıştır. Uygulanan yükün artırılmasıyla, küçük ölçekli eğilme çatlakları, akma çizgisi çevresi ile kabaca eş merkezli olarak ortaya çıkmaya başlamıştır. Tasarlanan yükleme plakasına göre, nihai yük taşıma kapasitesine ulaşılıncaya kadar S1 betonarme döşeme numunesi için zımbalama etkisi oluşmamıştır. Ancak nihai yük taşıma kapasitesine ulaşıldığında ve daha sonra yük taşıma kapasitesi önemli ölçüde azalmaya başladığında, eğilme çatlak genişlikleri önemli ölçüde artmış ve eğilme davranışı zımbalama etkisine dönüşmüştür.

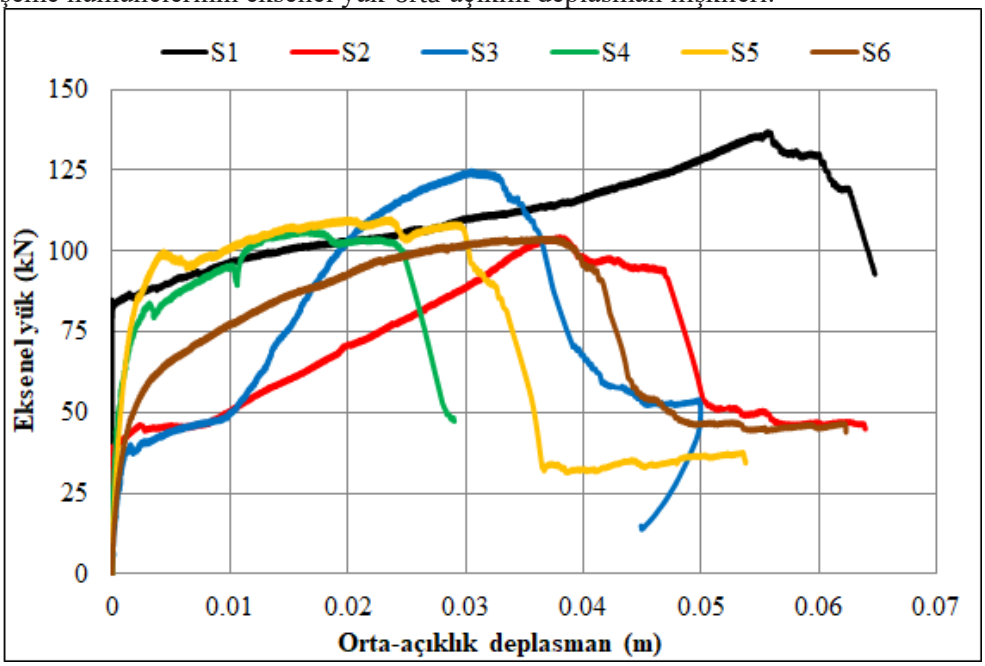
Şekil 4.3'teki korozyona uğramış betonarme döşemeler durumunda ise çatlakların sayısı korozyonsuz betonarme döşemelere kıyasla daha az ortaya çıkmıştır ancak genişliği daha fazla olarak sonuçlanmıştır. Akma çizgisi boyunca korozyona uğramış betonarme döşeme numunelerinde azalan çatlak sayısı, korozyona uğramış döşeme numunelerinin enerji yutma kapasitelerindeki azalmanın nedeni olmuştur. Uygulanan eksenel eğilme yükü arttırıldığında ve donatı çubuklarını çevreleyen ilk korozyon çatlak genişlikleri arttığında, korozyona uğramış betonarme döşeme numuneleri beton pas-payında gözle görülebilir dökülmeler meydana gelmiştir. Korozyona uğramamış betonarme döşeme numunesinde meydana geldiği gibi, beton pas-payının dökülme eğilimi akma çizgisi boyunca doğrusal değildir. **Şekil 4.3**'te, S2 ve S4 korozyona uğramış betonarme döşeme numuneleri üzerindeki oklarla gösterildiği gibi, yük uygulandığında orta noktalarda radyal gerilmeler oluşmuştur. Bununla birlikte, betonarme döşeme numunelerinin beton pas-payının dökülmesi ve dolayısıyla azalan aderans dayanımı ile agrega köprüleme etkisinin kaybedilmesi nedeniyle, bu gerilmeler, S1 korozyonsuz

betonarme döşeme numunesinde sergilendiği gibi akma çizgilerinin geliştirilmesi için donatı çubuklarının uzunluğu boyunca beklenti doğrultusunda aktarılamamıştır.

Yük-Deplasman İlişkileri

Şekil 4.4, test edilen betonarme döşeme numuneleri için orta açıklıktaki yük-deplasman grafiklerini göstermektedir. Deneysel olarak elde edilen test sonuçları da Tablo 4.2'de özetlenmiştir.

Şekil 4.4. Döşeme numunelerinin eksenel yük-orta-açıklık deplasman ilişkileri.



Tablo 4.2. Deneysel test sonuçlarının özeti.

	P_y	Δ_y	P_u	Δ_u	Moment kapasitesi, kN.m			Korozyon oranı (%)		
					M_s	M_l	M_u	CL_S	CL_L	CL_A
S1	95	0.009	137	0.056	11.83	6.69	13.59	0.0	0.0	0.0
S2	87	0.029	104	0.038	9.02	5.10	10.36	6.49	4.82	5.64
S3	115	0.024	125	0.031	10.78	6.10	12.39	4.23	5.35	4.82
S4	78	0.002	106	0.016	9.19	5.19	10.55	14.52	11.48	13.02
S5	85	0.002	110	0.024	9.50	5.37	10.92	11.47	13.34	12.30
S6	77	0.010	104	0.037	8.98	5.08	10.32	9.91	9.06	9.51

Test edilen betonarme döşeme numunelerinin göçme modu, Broms (1990) tarafından önerilen şartlara göre tanımlanmıştır. Broms (1990) tarafından, yapılarda betonarme döşeme sistemini oluşturan iç kolonlardaki plakaların özellikle zımbalama dayanımı ve buna bağlı olarak ortaya çıkan deplasmanların tahmin edilmesi için bir tasarım yöntemi önerilmiştir. Buna göre göçme modunun, kolon yakınındaki plaka basınç bölgesinin ya

yüksek radyal basınç gerilmeleri ya da yüksek teğetsel basınç gerilmeleri ile zorlandığı zaman meydana geldiği varsayılmıştır. Tespit edilen şartlar için, boyut etkileri ve artan dayanım ile artan beton gevreklik etkisi dikkate alınmıştır. Broms (1990) tarafından önerilen yöntem; sünek eğilme göçme modundan gevrek zımbalama göçme moduna, küçük-ölçekli test numunelerinden tam-ölçekli yapıya, simetrik yüklemeden simetrik olmayan yüklemelere ve düşük beton basınç dayanımı ve donatı oranı seviyesinden yüksek beton basınç dayanımı ve donatı oranı seviyesine kadar değişen koşullarla literatürde bildirilen zımbalama testlerinden elde edilen sonuçlarla oldukça mükemmel bir uyum göstermiştir.

Teşekkür
Bu çalışma Erzincan Binali Yıldırım Üniversitesi **Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinatörlüğü FBA-2020-666** numaralı proje kapsamında desteklenmiştir.

Kaynaklar

1. Kivell, A., Palermo, A. and Scott, A. (2011) "Effects of bond deterioration due to corrosion in reinforced concrete", Proceedings, 9th Pacific Conference on Earthquake Engineering, Auckland, New Zealand, 081-088.
2. Bicer, K., Yalciner, H., Balkıs, A. P. and Kumbasaroglu, A. (2018). "Effect of corrosion on flexural strength of reinforced concrete beams with polypropylene fibers", Construction and Building Materials, 185, 574-588.
3. Said, M. E, and Hussein, A. A. (2019). "Structural behavior of two-way slabs with large corroded area", Engineering Structures, 199, 1-11.
4. Suffern, C., El-Sayed, A. and Soudki, K. (2010). "Shear strength of disturbed regions with corroded stirrups in reinforced concrete beams", Canadian Journal of Civil Engineering, 37(8), 1045-1056.
5. Yalciner, H., Kumbasaroglu, A., El-Sayed, A. K., Balkıs, A. P., Dogru, E., Turan, A. I., Karimi, A., Kohistani, R., Mermit, M. F. and Bicer, K. (2020). "Flexural Strength of Corroded Reinforced Concrete Beams", ACI Structural Journal, 117(1).
6. Azad, A. K., Ahmad, S. and Al-Gohi, B. H. A. (2010). "Flexural strength of corroded reinforced concrete beams", Magazine of Concrete Research, 62(6), 405-414.
7. Ahmad, S. (2017). "Prediction of residual flexural strength of corroded reinforced concrete beams", Anti-Corrosion Methods and Materials, 64(1), 69-74.
8. Almusallam, A. A., Al-Gahtani, A. S., Aziz, A. R., Dakhil, F. H. and Rasheeduzzafar. (1996). "Effect of reinforcement corrosion on flexural behavior of concrete slabs", Journal of Materials in Civil Engineering, 8(3), 123-127.
9. Stanish, K., Hooton, R. D. and Pantazopoulou, S. J. (1999). "Corrosion effects on bond strength in reinforced concrete", ACI Structural Journal, 96(6), 915-921.
10. Chung, L., Najm, H., and Balaguru, P. (2008). "Flexural behavior of concrete slabs with corroded bars", Cement and Concrete Composites, 30(3), 184-193.
11. Said, M. E. and Hussein, A. A. (2019). "Structural behavior of two-way slabs with large corroded area", Engineering Structures, 199, 1-11.
12. Chung, L., Cho, S. H., Kim, J. H. J. and Yi, S. T. (2004). "Correction factor suggestion for ACI development length provisions based on flexural testing of RC slabs with various levels of corroded reinforcing bars", Engineering Structures, 26(8), 1013-1026.
13. Amleh, L., and Ghosh, A. (2006). "Modeling the effect of corrosion on bond strength at the steel-concrete interface with finite-element analysis", Canadian Journal of Civil Engineering, 33(6), 673-682.
14. Yalciner, H., Eren, O., and Sensoy, S. (2012). "An experimental study on the bond strength between reinforcement bars and concrete as a function of concrete cover, strength and corrosion level", Cement and Concrete Research, 42(5), 643-655.
15. Auyeung, Y., Balaguru, P. and Chung, L. (2000). "Bond behavior of corroded reinforcement bars", Materials Journal, 97(2), 214-220.

16. El Maaddawy, T., Chahrour, A. and Soudki, K. (2006). “Effect of fiber-reinforced polymer wraps on corrosion activity and concrete cracking in chloride-contaminated concrete cylinders”, Journal of Composites for Construction, 10(2), 139-147.
17. Paul, S. C., Babafemi, A. J., Conradie, K. and van Zijl, G. P. (2017). “Applied voltage on corrosion mass loss and cracking behavior of steel-reinforced SHCC and mortar specimens”, Journal of Materials in Civil Engineering, 29(5), 1-9.
18. Ting, S. C., and Nowak, A. S. (1991). Effect of reinforcing steel area loss on flexural behavior of reinforced concrete beams. Structural Journal, 88(3), 309-314.
19. Yuan, Y. S., and Marosszeky, M. (1991). Analysis of corroded reinforced concrete sections for repair. Journal of Structural Engineering, 117(7), 2018-2034.
20. ASTM C39/C39M, (2005). “Standard test method for compressive strength of cylindrical concrete specimens,” ASTM International, West Conshohocken, PA, pp. 1-7.
21. ASTM A370-08a, (2008). “Standard test methods and definitions for mechanical testing of steel products,” ASTM International, West Conshohocken, PA, pp. 1-47.
22. Malumbela, G., Alexander, M., and Moyo, P. (2009). “Steel corrosion on RC structures under sustained service loads—A critical review”, Engineering Structures, 31(11), 2518-2525.
23. TS500, (2000). “Betonarme yapıların tasarım ve yapım kuralları’’, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
24. ASTM G1-03, (2003). “Standard practice for preparing, cleaning, and evaluating corrosion test specimens”, ASTM International, West Conshohocken, PA, 9 pp.
25. Broms, C. E. (1990). “Punching of flat plates: a question of concrete properties in biaxial compression and size effect”, ACI Structural Journal, 87(3), 292-304.
26. Yalciner, H., and Kumbasaroglu, A.,(2020). “Experimental evaluation and modeling of corroded reinforced concrete columns”, ACI Structural Journal, 117(4), 61-76.

Presentation ID/Sunum No= 33

Oral Presentation / Sözlü Sunum

Türkiye'nin Buğday Üretimi ve Dış Ticareti

Dr. Öğretim Üyesi Ahmet Duran Çelik[1]
[1]*Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi*

Özet

Tahıllar insanlık tarihi boyunca insan beslenmesinde önemli rol oynamışlardır. Bu çalışmada, tahıllar arasında önemli bir yere sahip olan buğdayın, Türkiye'deki üretimi ve dış ticareti yıllar itibariyle ele alınmıştır. Araştırma sonuçlarına göre, 2019 yılı itibariyle, Türkiye dünyadaki toplam buğday ekim alanlarının %3,17'sini üretim miktarının ise %2,48'ini karşılamaktadır. 2020 yılı itibariyle, Türkiye'de 6,9 milyon ha alanda toplam 20,5 milyon ton buğday üretimi gerçekleşmiştir. 2020 yılında buğday üretiminin en fazla yapıldığı ilk beş il sırasıyla Konya, Şanlıurfa, Diyarbakır, Ankara ve Tekirdağ olup, bu illerde üretilen toplam buğday miktarı Türkiye'nin toplam üretiminin yaklaşık %30'unu oluşturmaktadır. Dünya Gıda ve Tarım Örgütü (FAO) verilerine göre, 2019 yılı itibariyle dünyadaki toplam buğday ithalatının değeri 44 milyar USD, Türkiye'nin buğday ithalatı değeri ise 2,3 milyar USD (%5,23) olarak gerçekleşirken, Türkiye mevcut haliyle Endonezya ve Mısırdan sonra dünyada en fazla buğday ithalatı yapan 3. ülke konumundadır. İthalat yolu ile elde edilen buğday, Dahilde İşleme Rejimi (DİR) kapsamında işlenmek suretiyle mamul ürün olarak yeniden ihracata konu olmaktadır. Türkiye, buğday üretiminde kendine yeter durumda olmakla birlikte, buğday üretim alanları yıllar itibariyle daralmaktadır. Önemli stratejik ürünlerden biri olan buğday ihtiyacının, dışa bağımlı olmadan iç üretimle karşılanmasına yönelik politikaların uygulanması büyük önem taşımaktadır.

Anahtar Kelimeler: *Buğday, Üretim, Dış Ticaret, Türkiye.*

Turkey's Wheat Production and Foreign Trade

Abstract

Cereals have played an important role in human nutrition throughout history. Wheat is one of the most important cereals, and in this study the wheat production and foreign trade of Turkey were examined. According to FAO data of 2019, Turkey has 3,17% of the global wheat production area, and provides 2,48% of the global wheat production amount. In 2020, there were 20,5 million tons of wheat produced in a 6,9 million hectare area in Turkey. The major wheat production provinces in 2020 respectively were; Konya, Şanlıurfa, Diyarbakır, Ankara, and Tekirdağ. Around 30% of Turkey's wheat production were provided by those 5 provinces. According to Food and Agriculture Organization (FAO) data, global wheat import value was 44 billion USD in 2019 and Turkey's import value was 2,3 billion USD (5,23%). Therefore, Turkey is the 3rd largest wheat importer in the world after Indonesia and Egypt. The main reason for wheat import is to re-export it as a processed product within the Inward Processing Regime (IPR). Turkey is a self-sufficient country in terms of wheat production, however, wheat production areas have been reduced throughout the years. Wheat is an important strategical product, and is important for implementing agricultural policies which support domestic wheat production instead of importation

Keywords: *Wheat, Production, Foreign Trade, Turkey.*

Giriş

Tahıllar insanlık tarihi boyunca insan beslenmesinde önemli rol oynamışlardır. Buğday bitkisi, arpa ve mısırla birlikte dünyada en yaygın olarak yetiştirilen üç tahıl bitkisinden birisi olup, yetiştiriciliği 10.000 yıl önce Güneydoğu Anadolu Bölgesinde başlamış ve buradan dünyaya yayılmıştır (Yara, 2021). Bugün, dünya üzerinde yetişen 15 buğday türü ve 30 bin civarında buğday çeşidi bulunmakta olup, ekonomik anlamda üretilen buğday türleri; makarnalık (*triticum durum*), ekmeklik (*triticum aestivum*) ve bisküvilik (*triticum compactum*) olmak üzere 3 temel gruba ayrılmaktadır (Duru ve ark., 2019). Buğday bitkisinin üretimi, anavatanı olan

Türkiye'de ayrıca önem taşımakta olup, 2019 verilerine göre, Türkiye, dünyadaki en büyük 11. buğday üreticisi konumundadır (FAO, 2021). Türkiye'de son yıllarda meydana gelen göç dalgası ve buna bağlı olarak artan nüfusla birlikte, ekmek gibi temel gıda maddelerinin üretiminde kullanılan buğday bitkisine olan talep te hızla artmıştır. Bu durum, ihtiyaç duyulan buğday arzının yetersiz kalmasına ve buğday ithalatının artmasına neden olmuştur. İthalat yolu ile elde edilen buğdayın bir kısmı iç talebin karşılanmasında kullanılırken, diğer bir kısmı ise ihracat teşvik sistemi olan Dahilde İşleme Rejimi (DİR) kapsamında işlenerek ihraç edilmektedir.

Bugüne kadar, buğday bitkisinin yetiştiriciliği, enerji kullanımı, dış ticareti ve ekonomik önemi gibi farklı konularda Türkiye'de ve dünyada pek çok araştırma yapılmıştır. Bu araştırmaların bir kısmı aşağıda verilmiştir.

Arısoy (2004) tarafından Konya ilinde, buğday üretiminin ekonomik analizini yapmaya yönelik olarak 67 adet işletme ile gerçekleştirilen anket çalışması sonucunda, mali rantabilite %5,16, ekonomik rantabilite %5,10 ve verim 349 kg/da olarak belirlenmiştir.

Altuntaş ve ark. (2019) tarafından, farklı toprak işleme sistemleri ile gerçekleştirilen buğday üretiminde enerji kullanımı etkinliğini belirlemeye yönelik olarak Sivas ilinde yapılan çalışmada, incelenen tüm toprak işleme sistemlerinde girdi enerji kullanımları en yüksekten en düşüğe sırasıyla; kimyasal gübre enerjisi, tohum enerjisi, yakıt ve yağ enerjisi şeklinde belirlenmiştir.

Duru ve ark. (2019), yaptıkları çalışmada buğday ve buğday mamulleri dış ticaretini incelemişlerdir. Araştırmada, sektörde kapasite kullanım oranı düşüklüğü sebebiyle Dahilde İşleme Rejiminin uygulandığı (mamul ürün ihraç etmek amacıyla ara mal veya girdi ithal etmeye dayalı sistem), buna bağlı olarak buğday ithalatının ve buğday mamulleri ihracatının arttığı belirtilmiştir.

Saini et.al. (2019) tarafında Hindistan-Haryana yöresinde yapılan çalışmada, buğday ve çeltik tarımının ekonomik analizi yapılmıştır. Araştırma sonuçlarına göre, büyük ölçekteki işletmelerin orta ve küçük ölçekteki işletmelere nazaran karlılık oranlarının daha yüksek olduğu belirlenmiştir.

Bu çalışmada, buğday üretiminin Türkiye'deki ve dünyadaki mevcut üretim durumunun yanı sıra, Türkiye'nin buğday dış ticaret rakamlarının ve kendine yeterliliğinin ortaya konularak, buğday arzının artırılmasına yönelik çözüm önerileri getirilmesi amaçlanmıştır.

Materyal ve Yöntem

Materyal

Bu çalışmanın ana materyali, Dünya Gıda ve Tarım Örgütü (FAO), Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) ve Tarım ve Orman Bakanlığından elde edilen istatistiki verilerden oluşmaktadır. Çalışmada ayrıca, konu ile ilgili olarak daha önce çeşitli kurum ve kuruluşlar tarafından yayınlanmış raporlar ve çeşitli makalelerden elde edilen ikincil verilerden yararlanılmıştır.

Yöntem

Araştırma kapsamında, dünyada ve Türkiye'de mevcut buğday üretimine ait veriler incelenmiştir. Yıllar itibariyle Türkiye'nin buğday üretim miktarı, ekim alanı ve verim değerlerine ait istatistiki veriler, indeks hesabı ve yüzdesel değişim oranları ile ele alınarak analiz edilmiştir. Bunun yanı sıra çalışmada, Türkiye'nin buğday ve işlenmiş buğday ürünleri dış ticaretinin yıllar içindeki değişimi ve Türkiye'nin buğday üretiminde kendine yeterliliği ele alınmıştır.

Araştırma Bulguları

Dünyada ve Türkiye'de Buğday Üretimi

FAO'dan elde edilen verilere göre, 2019 yılı itibariyle dünyada toplam 215,9 milyon ha alanda 765,8 milyon ton buğday üretimi gerçekleşmiştir. Yıllar itibariyle incelenecek olursa, dünya buğday ekim alanlarında genel olarak bir daralma yaşanmakla birlikte, gerek tarım teknolojilerinin ilerlemesiyle gerekse daha kaliteli tohumların geliştirilmesiyle birlikte, buğday verim değerlerinde ve dolayısıyla üretim miktarlarında artış gözlenmektedir (Tablo 1).

Tablo 1. Dünya'da Buğday Üretimi

Kriterler	Dönemler				
	2005	2015	2017	2018	2019
Ekiliş (milyon ha)	221,7	223,4	218,4	214,3	215,9
Üretim (milyon ton)	627,0	742,0	773,5	734,0	765,8
Verim (ton/ha)	2,83	3,32	3,54	3,42	3,55

Kaynak: FAO, 2021

Dünyadaki buğday üretiminin ülkelere göre dağılımı Tablo 2'de verilmiştir. 2019 yılı itibariyle, dünyada yaklaşık 216 milyon ha alanda toplam 766 milyon ton buğday üretilmiştir. Dünyanın en büyük ilk beş buğday üreticisi sırasıyla; Çin (%17,45), Hindistan (%13,53), Rusya (%9,73), ABD (%%6,83) ve Fransa (%5,30) şeklindedir. Bu beş ülke dünyadaki toplam buğday üretiminin yarısından fazlasını karşılamaktadır (%52,84). Türkiye toplam 19 milyon ton üretimle 11. Sırada yer almaktadır.

Tablo 2. Dünyadaki Buğday Üretiminin Ülkelere Göre Dağılımı (2019)

Ülkeler	Üretim Alanı (ha)	Miktar (Ton)	Verim (kg/da)	Oran (%)
Çin	23.732.560	133.601.131	563	17,45
Hindistan	29.318.790	103.596.230	353	13,53
Rusya	27.558.617	74.452.692	270	9,73
ABD	15.039.090	52.257.620	347	6,83
Fransa	5.244.250	40.604.960	774	5,30
Kanada	9.655.600	32.347.900	335	4,22
Ukrayna	6.825.300	28.370.280	416	3,70
Pakistan	8.677.730	24.348.983	281	3,17
Almanya	3.118.100	23.062.600	740	3,00
Arjantin	6.050.953	19.459.727	322	2,55
Türkiye	6.846.327	19.000.000	276	2,48
Avustralya	10.402.271	17.597.561	169	2,30
Diğer	63.432.370	197.069.951	-	25,74
Dünya	215.901.958	765.769.635	355	100,00

FAO, 2021; TÜİK, 2021.

Dünya'nın ve Türkiye'nin buğday üretimine ait değerler Tablo 3'te verilmiştir. Türkiye, 2019 yılı itibariyle 6,8 milyon ha alan ile dünyadaki toplam üretim alanlarının %3,17'sini oluştururken, toplam 19 milyon ton üretim ile dünyadaki toplam buğday üretiminin %2,48'ini karşılamaktadır. Dünya verim değeri ortalaması 355 kg/da olup, Türkiye 276 kg/da verim ile dünya ortalamasının altında kalmaktadır.

Tablo 3. Dünyada ve Türkiye'de Buğday Üretimi (2019)

Kriterler	Türkiye	Dünya	Oran (%)
Ekim Alanı (ha)	6.846.327	215.901.958	3,17
Üretim Miktarı (ton)	19.000.000	765.769.635	2,48
Verim (kg/da)	276	355	-

Kaynak: FAO, 2021; TUİK, 2021.

Türkiye'nin yıllar itibariyle buğday üretimine ait değerler Tablo 4'te verilmiştir. Türkiye'nin buğday ekim alanlarında yıllar itibariyle daralma yaşanmaktadır. 2005 yılı ile 2020 yılları arasında buğday ekim alanları %25 oranda daralırken, verim değerlerinde yaşanan artış ile üretim miktarındaki azalma nispeten sınırlı kalmıştır. Türkiye'nin 2005 yılında 235 kg/da olan buğday verimi, gelişen üretim teknolojileri ve daha kaliteli tohum kullanımına bağlı olarak yaklaşık %24'lük bir artışla 2020 yılında 292 kg/da değerine ulaşmıştır. Bununla birlikte üretilen toplam buğday miktarı yıllar içerisinde ufak dalgalanmalar yaşansa da ortalama olarak 20 ila 22 milyon ton arasında nispeten sabit kalmıştır.

Tablo 4. Türkiye'nin Yıllar İtibariyle Buğday Üretimi (2005-2020)

Yıllar	Ekilen Alan (ha)	İndeks	Üretim (000 Ton)	İndeks	Verim (kg/da)	İndeks
2005	9.250.000	100	21.500	100	235	100
2010	8.103.400	88	19.674	92	241	103
2015	7.866.887	85	22.600	105	281	120
2020	6.922.236	75	20.500	95	292	124

Kaynak: TUİK, 2021.

Türkiye'nin 2020 yılı buğday üretiminin iller bazında dağılımı Tablo 5'te verilmiştir. Türkiye'de 2020 yılında 6,9 milyon ha alanda toplam 20,5 milyon ton buğday üretilmiştir. Buğday üretiminin en fazla yapıldığı ilk beş il sırasıyla, Konya, Şanlıurfa, Diyarbakır, Ankara ve Tekirdağ illeridir. Söz konusu beş il, Türkiye'nin toplam buğday ekim alanının %27'sini, toplam üretimin ise %30'unu karşılamaktadır.

Tablo 5. Buğday Üretiminin Yapıldığı Başlıca İller (2020)

İller	Ekilen Alan (ha)	Üretim (000 Ton)	Verim (Kg/da)
Konya	620.206	1.920	392
Şanlıurfa	404.365	1.539	368
Diyarbakır	270.695	1.008	371
Ankara	361.168	975	270
Tekirdağ	196.633	770	392
Mardin	171.910	725	411
Adana	158.703	622	392
Yozgat	262.956	607	221
Sivas	238.858	586	245
Çorum	186.429	478	258
Diğer	4.050.313	11.270	-
Toplam	6.922.236	20.500	-

Kaynak: TÜİK, 2021

Türkiye'nin buğday ve buğday ürünlerine ait dış ticaret rakamları Tablo 6'da verilmiştir. Türkiye'nin buğday ithalatı yıllar itibariyle artmaktadır. 2015 yılı itibariyle Türkiye'nin buğday ithalat değeri yaklaşık 1,18 milyar USD iken, bu rakam 2020 yılı itibariyle 2,44 milyar USD değerine ulaşmıştır. İthal edilen buğdayın bir kısmı iç talebin karşılanmasında kullanılırken, büyük bir kısmı işlenerek un, makarna, bulgur, irmik ve bisküvi gibi mamul ürünlere dönüştürüldükten sonra ihraç edilmektedir. 2020 yılı itibariyle 2,98 milyar USD değerinde buğday ürünü ihracatı gerçekleşmiştir.

Tablo 6. Türkiye'nin Buğday ve Buğday Ürünleri Dış Ticareti

Yıllar	Buğday İthalatı			Mamul Ürün İhracatı		
	(Ton)	Değer (Bin $)	Ort. Fiyat ($/Ton)	(Ton)	Değer (Bin $)	Ort. Fiyat ($/Ton)
2015	4.380.795	1.175.849	268	5.685.425	2.468.153	434
2016	4.341.241	984.338	227	7.025.117	2.526.235	357
2017	5.159.613	1.149.518	223	7.389.854	2.626.173	355
2018	5.821.561	1.360.506	234	7.485.819	2.715.860	363
2019	9.844.958	2.331.859	237	7.579.010	2.905.317	383
2020	9.791.103	2.444.360	-	7.563.041	2.984.068	-

Kaynak: Tarım ve Orman Bakanlığı, 2021

Türkiye buğday üretiminde genel olarak kendine yeter konumda olmakta birlikte, buğday üretim alanlarının daralmasıyla birlikte yeterlilik oranlarında düşüş eğilimi yaşanmaktadır. 2018 yılı itibariyle Türkiye'nin buğday üretim miktarı 20 milyon ton, tüketim miktarı 18,8 milyon ton ve yeterlilik oranı %106,38 olarak gerçekleşmiştir (Tablo 7).

Tablo 7. Türkiye'de Buğday Üretimi Kendine Yeterlilik Durumu

Yıllar	Üretim (milyon ton)	Tüketim (milyon ton)	Yeterlilik (%)
2015	22.60	18.80	120,21
2016	20.60	18.76	109,81
2017	21.50	18.19	118,20
2018	20.00	18.80	106,38
2019	19.00	-	-
2020	20.50	-	-

Kaynak: Tarım ve Orman Bakanlığı, 2021

Sonuç ve Öneriler

Buğday üretim alanları ve üretim miktarı, anavatanı olan Türkiye'de yıllar itibariyle azalmaktadır. Son 15 yıllık süre içerisinde buğday ekim alanları %25 civarında azalmıştır. 2005 ile 2020 yılları arasında, küçük dalgalanmalar yaşansa da, Türkiye'nin toplam buğday üretiminin 20 milyon ton civarında sabit kaldığı gözlenmektedir. Aynı zaman zarfında, 2005 yılında 68 milyon olan Türkiye nüfusunun yaklaşık %23 artış ile 2020 yılı itibariyle 83,5 milyona ulaştığı göz önüne alındığında, başlıca temel gıda maddelerinin hammaddesi olan buğday üretiminin yeterli olmadığı sonucuna ulaşılmaktadır. Stratejik tarım ürünlerinden olan ve insan beslenmesinde kullanılan temel gıda maddelerinin hammaddesi olan buğday bitkisinin dışa bağımlı olmadan,

öz kaynaklarla üretilmesi büyük önem taşımaktadır. Özellikle Covid-19 salgını süresince yaşanan lojistik problemler ve ülkelerin kendi iç taleplerini karşılayamama kaygıları nedeniyle küresel buğday dış ticaretinin yavaşlaması, ekmek gibi temel gıda maddelerinin hammaddesi olan buğday ihtiyacının yurtiçi imkanlar ile karşılanmasının önemini bir kez daha gün yüzüne çıkarmıştır. Türkiye bugün dünyadaki 3. büyük buğday ithalatçısı konumundadır. Tarım ürünlerinin arz açığının ithalat yolu ile karşılanmasının, son yıllarda yükselen döviz kurları nedeniyle avantajını yitiriyor olması ise konunun diğer bir boyutudur. Buğday üretiminin teşvik edilerek üretim miktarının artırılması, dışa olan bağımlılığı azaltırken, işlenmiş buğday ürünlerinin ihracatından elde edilen gelirlerin artmasına katkı sağlayacaktır.

Kaynaklar

1. Altuntaş, E., Bulut, O.N. ve Özgöz, E. (2019). Kuru Tarımda Farklı Toprak İşleme Sistemleri ile Buğday Üretiminin Enerji Kullanım Etkinliği Analizi. Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi; 34 (2019).
2. Arısoy, H. (2004). Tarımsal Araştırma Enstitüleri Tarafından Yeni Geliştirilen Buğday Çeşitlerinin Tarım İşletmelerinde Kullanım Düzeyi ve Geleneksel Çeşitler ile Karşılaştırmalı Ekonomik Analizi-Konya İli Örneği. Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarım Ekonomisi Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi. Sayfa: 176.
3. Duru, S., Gül, A. ve Hayran, S. (2019). Türkiye'de Buğday ve Buğday Mamulleri Dış Ticaret Yapısı. Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, 4(2).
4. FAO, 2021. Crops and Livestock Products Data. (Access: http://www.fao.org/faostat/en/#data/TP)
5. Saini, S., Nimbrayan, P.K. and Jeet A. (2019). An Economic Analysis of Wheat and Paddy Cultivation In Kurukshetra District Of Haryana. Int. Arch. App. Sci. Technol; 10 (3).
6. Tarım ve Orman Bakanlığı, 2021. Buğday Bülteni, Ocak 2021, Sayı:14. (Erişim: https://www.tarimorman.gov.tr/BUGEM/Belgeler/B%C3%BCltenler/OCAK%202021/Bu%C4%9Fday%20Ocak%20B%C3%BClteni.pdf).
7. TÜİK, 2021. Türkiye İstatistik Kurumu, İstatistik Veri Portalı. (Erişim: https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?locale=tr).
8. Yara, 2021. (Access: https://www.yara.co.uk/crop-nutrition/wheat/wheat-historical-development/#:~:text=The%20cultivation%20of%20wheat%20was,containing%20two%20sets%20of%20chromosomes.)

Presentation ID/Sunum No= 45

Oral Presentation / Sözlü Sunum

Bursa İlinde Hibrit Ayçiçeği Tohumluk Üretimi

Hasan Kayın[1] ,
Prof.Dr. Abdürrahim Tanju Göksoy[1]
[1]Bursa Uludağ Üniversitesi

Özet

Ayçiçeği karasal iklim kuşağında ve ılıman iklimin görüldüğü yağışlı bölgelerde yetiştirilen tek yıllık bir bitkidir. Çok geniş bir adaptasyon alanına sahip olan bitki, Amerika, Avrupa, Asya, Afrika ve Avustralya kıtalarında yetiştirilmektedir. Ayçiçeği, içerisinde bulunan yüksek orandaki yağ miktarı (%22-50) nedeniyle, bitkisel ham yağ üretimi bakımından dünyada ve ülkemizde önemli bir yere sahiptir. Ayçiçeği yağı; içerdiği doymamış yağ asitleri oranının yüksek (%69), doymuş yağ asitleri oranının ise düşük (%11) olması nedeniyle, beslenme değeri en yüksek olan bitkisel yağlardan biridir. Ayçiçeği bitkisinde hibrit (Melez) tohumlukların yaygınlaşması ile yüksek verim, kalite, hastalık ve zararlılara dayanım gibi kriterlerde gözle görülür iyileşmeler meydana gelmiştir. Ülkemize ilk hibrit ayçiçeği tohumlukları, özel sektör tohumculuk kuruluşları tarafından 1984 yılında yurt dışında getirilmiştir. Bursa İlinde ise yine hibrit ayçiçeği tohumluk üretimi 1984 yılında TİGEM Karacabey İşletmesinde 285 dekar alanda başlamıştır. Bursa genelinde iklim ve toprak istekleri, ulusal ve uluslararası tohumculuk şirketlerinin yıllık politika ve üretim hedefleri ile bölgesel bazda çiftçi yetiştiricilik potansiyeli gibi nedenlerden dolayı hibrit ayçiçeği tohumluk üretimi yıllar itibariyle dalgalanma göstermektedir.

Anahtar Kelimeler: *ayçiçeği, hibrit tohum, Bursa*

Abstract

Sunflower is an annual plant grown in the continental climate zone and in rainy regions with mild climate. Sunflower, which has a wide range of adaptation, is grown in America, Europe, Asia, Africa and Australia. Sunflower has an important place in the world and in our country in terms of vegetable crude oil production due to the high amount of oil (22-50%) concentration. Sunflower oil is one of the vegetable oils with the highest nutritional value due to its high unsaturated fatty acids content (69%) and low saturated fatty acids (11%). With the widespread use of hybrid seeds in sunflower plants, noticeable improvements have been made in high yield, quality and resistance to diseases and pests. The first hybrid sunflower seeds in our country were brought abroad by private sector seed organizations in 1984. In Bursa province, hybrid sunflower seed production started in 1984 in TIGEM Karacabey Plant with an area of 285 decares. Hybrid sunflower seed production fluctuates over the years due to reasons such as climate and soil demands throughout Bursa, annual policy and production targets of national and international seed companies and farmer breeding potential on a regional basis.

Keywords: *sunflower, hybrid seed, Bursa*

Giriş

Bursa İlinde hibrit ayçiçeği tohumluk üretimi yıllar itibariyle çeşitli nedenlerden dolayı değişim göstermektedir. Hibrit ayçiçeği üretimi 1984 yılında 285 dekarla başlayıp, 2006 yılında 5553 sayılı Tohumculuk Kanunu'nun yürürlüğe girmesi ile hızlı bir artış göstermiştir. Daha sonraki yıllarda bölge çiftçisinin mısır bitkisinin yetiştiriciliğine olan yatkınlığı, yeni sulama sistemlerinin devreye girmesi, arazi toplulaştırması ve hibrit ayçiçeği tohumluk üretiminde izolasyon mesafesinin hibrit mısır tohumluk üretimine göre daha fazla olması; tohumluk ayçiçeği üretiminin bazı yıllar il genelinde azalmasına hatta hiç üretim olmamasına sebep olmuştur (Tablo 1).

Tablo 1. Bursa ilinde yıllara göre tohumluk ayçiçeği ekim alanları ve üretim miktarları

YILLAR	EKIM ALANLARI (da)	ÜRETIM MIKTARI (kg)
2008	909	32000
2009	480	-
2010	-	-
2011	-	-
2012	1392	139000
2013	89	9000
2014	12	1000
2015	1181	51000
2016	3905	351000
2017	244,5	22005
2018	110,36	11410
2019	617,65	91183
2020	858,38	158139
2021	1325,00	

Kaynak: Tarım ve Orman Bakanlığı, 2021

Hibrit Ayçiçeği Tohumluk Üretimi

Ayçiçeği Tohumculuğu Yurt içi ve OECD Sertifikasyon Sistemi

OECD Tohumluklarının üretilebilmeleri için çeşidin, OECD üyesi herhangi bir ülkenin milli çeşit listesinde yayınlanmış olması gerekir. (Tescil olmuş fakat listede yayınlanmamış ise tescil olduğu ülkenin ilgili otoritesinden yazı temin edilir.) (OECD varieties list)

Yurt içi tohumluklar üretimi için tohumluğu üretilecek çeşidin Tohumluk Tescil ve Sertifikasyon Merkezi Müdürlüğü'nün sitesinde Milli Çeşit Listesi'nde yayınlanmış olması gerekir.

Tohumluk Üretiminde Dikkat Edilmesi Gereken Hususlar

Sertifikalı hibrit ayçiçeği tohumluk üretimi, 5553 sayılı Tohumculuk Kanunu çerçevesinde hazırlanan "Yağlı, Lifli, Tıbbi ve Aromatik Bitki Tohumu Sertifikasyonu ve Pazarlaması Yönetmeliği" hükümlerine göre yapılmaktadır. Tohumluklar İl Tarım ve Orman Müdürlüklerince yetki verilmiş gerçek ve tüzel kişiler tarafından üretilebilir (Tohum üreticileri). Tarım ve Orman Bakanlığı Bitkisel Üretim Genel Müdürlüğünce "Özel Sektör Tarımsal Araştırmacı Kuruluş Belgesi" verilerek yetkilendirilmiş kuruluşlarca elit veya orijinal tohumluklar çeşit sahibi veya bunların yetki verdiği gerçek ve tüzel kişilerce üretilebilir. Tohumluk üretimleri; Tarım ve Orman İl Müdürlükleri kontrolünde, bakanlıkça yetki verilmiş Tohumluk Kontrolörleri tarafından belirlenen standartlara ve kurallara göre kontrol edilir. Tohumluk üretildiği sezon sertifikalandırılır.

Hibrit Ayçiçeği Tohumluk Üretiminde Tohumluk Sınıfları

Islahçı Materyali: Orijinal tohumda önceki kuşakların tohumu olup ebeveyn materyalleri olan A, B ve C hatlarının kaynağını oluşturan sınıftır.

Orijinal tohumluk: Sertifikalı tohumluğun kaynağı olan tohumluktur. Hibrit tohumluk üretiminde melez çeşitlerde kendilenmiş olan ebeveyn tohumluk orijinal tohumluktur.
Sertifikalı tohumluk: Orijinal tohumluk olan ebeveyn tohumlukların aynı tarlada ekilip melez(hibrit) tohumluğu oluşturan ana bitki üzerinden hasadı gerçekleştirilen tohumluk sınıfıdır.

Hibrit Ayçiçeği Tohumluk Üretim Aşamaları

Tohumluk Beyannamelerinin Verilmesi

OECD ve yurt içi beyannameler tohumluk kontrolörünün hem sahada üretim aşamasında hem de hasattan sonra sertifikasyon kurallarına göre gerekli kontrolleri yapmasının ve ardından kontrolör ve ilgili teknik şube müdürlüğünün onayı sonucunda kabul edilir. Tohumluk üretim tarlalarında; çeşit, sınıf ve kademe değişmediği müddetçe bitişik parsellerin birleştirilmesi ile oluşturulan bütün üretim alanı için bir beyanname verilmesi uygundur. Hibrit ayçiçeği tohumluk üretimine ait beyanname ekiliş tarihinden itibaren 30 gün içinde verilir. Beyanname verilişlerinde tohumluğa ait ana-baba hatlarına ait kaynak sertifikalar, ebeveyn hatların çeşit özellik belgeleri (tescilli çeşitlerde) veya teknik soru anketi (üretim izinli çeşitlerde) tohumluk üretim alanını gösteren harita veya kroki tohum üreticileri tarafından Tarım ve Orman İl Müdürlüğüne teslim edilir.

Tarla Kontrolleri

Hibrit ayçiçeği tohumluk üretim alanlarında OECD yurt dışı sertifikasyon kurallarına göre; çiçeklenme öncesi, çiçeklenme başı ve çiçeklenme sonrası olmak üzere en az 3 defa kontrol yapılır (Tablo 2).

Yurt içi sertifikasyon sistemine göre üretimi gerçekleştirilecek alanlarda ise vejatasyon süresi boyunca tabla teşekkülü ve %50 çiçeklenme dönemlerinde olmak üzere en az 2 defa kontrol yapılır. Tüm bu kontroller boyunca tohum üreticileri tohumluk kontrolörlerine gereken kolaylığı sağlamakla hükümlüdürler.

OECD sertifikasyon sistemine göre yapılan hibrit ayçiçeği tohumluk üretimlerinde izolasyon mesafesinin orijinal tohumluk üretim alanlarında 1500 metre, sertifikalı tohumluk üretim alanlarında 500 metre olacak şekilde korunması gerekmektedir.

Yurt içi sertifikasyon sisteminde ise orijinal tohumluk üretimlerinde 3000 metre, sertifikalı tohumluk üretimlerinde 2000 metre izolasyon mesafesi uygulanır. Ancak zaman izolasyonu uygun bir şekilde uygulanmışsa mesafe izolasyonuna bakılmaz. Hibrit ayçiçeği tohumluk üretimi yapılan tarlaya OECD sertifikasyon sisteminde 2 yıl, yurt içi sertifikasyon sisteminde ise 1 yıl aynı türe ait farklı bir çeşit ekilmemiş olmasına dikkat edilir. Tarla kontrollerinde kontrol edilecek alanda 100 ana ve 100 baba bitki olacak şekilde tarla büyüklüğüne göre 0-50 dekar alanda 5; 51-100 dekar alanda 10; 101 dekar ve üsttü alanda 15 tekrarlamalı olarak sayım gerçekleştirilir. OECD sertifikasyon sistemine göre orijinal tohumluk üretilecek alanda ana hattında %99,5, baba hattında %99,8 oranında safiyet zorundadır ve sertifikalı üretim yapılan sahada ana hattı çeşit safiyeti %99,0, ana hatta erkek sterillik oranı %99,5 ve baba hattındaki çeşit saflığı %99,5 olmak zorundadır. Yurt içi sertifikasyon sisteminde orijinal sınıfta en fazla %0,2, sertifikalı sınıfta en fazla %0,4 oranında bir karışıklık göz ardı edilir. A hattı sitoplazmik erkek kısırdır, polen tozu yoktur. Fı tohumluk üretiminde ana hattı olarak kullanılır. B hattı polen tozu verir, normal sitoplazmalı ve kendine fertildir ve diğer özellikleri yönünden A hattının aynısıdır. B hattı, A hattının devamı ve çoğaltılmasında kullanılır. Restorer (düzenleyici) gen taşımaz. C hattı sitoplazmik erkek kısırlığı gideren restorer gen taşır. Resesif dallı veya dalsız olabilir, F_1 hibrit tohumluğunun elde edilmesinde kullanılan baba hattır. Tarla kontrol raporu biri tohumluk kontrolörü olmak üzere iki teknik eleman tarafından kontrol kriterlerine uygun olarak hazırlanarak imzalanır.

Tablo 2. Hibrit ayçiçeği tohumluk üretiminde kullanılan tarla kontrol standartları

Faktörler (en çok %)	A (Ana Hattı)	B	C (Baba Hattı)
Tek tablalı hat içindeki dallı bitkiler	0.1	0.1	-
Dallı hat içerisindeki tek tablalı bitkiler (*)	-	-	0.1

Steril hat içerisindeki polen veren bitki	0.1	-	-
Fertil hat içerisindeki steril bitkiler	-	0.1	0.1
Hatların genel durumuna uymayan tip dışı bitkiler	0.2	0.2	0.2
Orobanşlı ayçiçeği	0,1	0,1	0,1
Mildiyö (peronospora helianthi)	0	0.2	0.2
Kök çürüklüğü (sclerotinia cslerotiorum)	0	5	5

(*) C hattı (baba hattı) dalsız ise bu faktör değerlendirmeye alınmaz. Tek tablalı hatlardaki standartlar uygulanır. (A ve B hatları gibi).

Kontrol Raporu; birinci suret numune gönderilme aşamasında ilgili sertifikasyon kuruluşuna, ikinci suret kontrol kuruluşuna, üçüncü suret sertifikalandırmada kullanılamaz kaşesi vurularak bilgi amaçlı üretici firmaya teslim edilecek şekilde 3 suret olarak düzenlenir.

Paketleme, Parti Oluşturma ve Tohumluk Numunesi Alma

Azami parti büyüklüğü 25 tonu geçmeyecek şekilde tohumluk partileri oluşturulur, tane iriliklerine göre kalibrasyon işleminde her tohumluk ambalajına ortalama 150000 tane gelecek şekilde uygulanır. Hibrit ayçiçeği tohumluk numuneleri Tarım ve Orman İl Müdürlüğü tohumluk kontrolörlerince ISTA (International Seed Test Association) numune alma tekniğine göre alınır. Numune miktarı 1000 gram analiz, 500 gram post, 1000 gram resmi şahit ve 1000 gram firma şahidi olarak ve her bir tohumluk partisini temsil edecek şekilde alınır.

Tohumluk Hibrit Ayçiçeği Üretim Tekniği

Hibrit ayçiçeğinde baba hatlar, genelde çiçeklenme döneminde uzun süre polen sağlaması için dallı ve doğal olarak çok tablalı olanlardan seçilmektedir. Hibrit ayçiçeği tohumluk üretiminde, mibzerin 4 veya 5 gözlü olması verim açısından istenilen bir kriterdir. Baba hattın polen verimliliğine bağlı olarak, 6 veya 8 sıra A sitoplazmik kısır hattı ile 2 sıra Baba (restorer) hattı uygun izolasyon mesafesi koşullarında ekilmektedir. Ayçiçeği polenleri ağır olduğundan, rüzgar ile taşınması mümkün değildir bu nedenle döllenmenin mutlaka ortamda bulunan böcek veya arı yardımıyla yapılması gerekir. Bu nedenle ayçiçeği tohumluk üretimlerinde çiçeklenme süresince döllenmenin iyi olması için, asgari 10 dekar alan için 2 adet bal arısı kovanı bulundurulmalıdır. (Kaya, 2014:32)

Sonuç

Ülkemizde tarımsal mekanizasyonun kullanımının hızla artış göstermesi tohumluk hibrit ayçiçeği üretiminin de yaygınlaşmasına katkı sağlamıştır. Günümüzde artan mekanizasyonun da etkisi ile tohumluk üretimi ülkemizde hızlı gelişen sektörler arasında yerini almıştır. Üretimde gerçekleşen bu gelişme, üretilen hibrit ayçiçeği tohumluklarının ihracatta da ön plana çıkmasına katkı sağlamıştır. Hibrit ayçiçeği tohumluk üretimi sertifikalandırma aşaması dahil olmak üzere, üretimin tüm aşamalarında gerekli prosedürlerin yerine getirilmesi şartı ile üretilir ve bu aşamalar belirli bir sistematik içerisinde tamamlanır.

Özellikle üretim aşamasında yaşanan sorunların en aza indirilmesi ve tohumluk üretim sektörünün daha verimli gelişebilmesi için, teknik - idari gereklilik ve koşullar belirlemiştir. Bunun yanında üretim sahaları özel üretim alanları kapsamında değerlendirmeye alınmış ve özellikle izolasyon mesafesinin ayarlanması sağlanarak üretimde karşılaşılabilecek önemli sorunların birçoğunun önüne geçilmiştir.

Hibrit ayçiçeği tohumluk üretiminde, ana ve baba hatlar arasında polen alma ve verme zamanlarının uyuşması, tozlaşma için gerekli arı varlığının sağlanması gerekmektedir. Bitkilerin optimum beslenmeleri verim açısından son derece önemlidir. Bu nedenle tohumluk üretim alanlarında bitki beslemenin uygun biçimde

yapılması gerekir. Tüm tarım alanları için son derece önemli olduğu bilinen kültürel uygulamalar içerisinde, tohumluk üretiminde özellikle doğru ve yeterli sulamanın sağlanması elde edilecek tohumlukların verim ve kalitesinin artmasına sebep olacaktır.

Çiçeklenme döneminde ebeveyn hatlarda ana hatlarda polen tozu alma; baba hatlarda polen tozu verme zamanlarında uyuşma sağlandığı, yeterli arı varlığında ve bitki besin elementi yönünden uygun gübreleme planı yapıldığında, özellikle çiçeklenme öncesi ve sonra gerekli sulamanın sağlandığı koşullarda istenilen miktarda verim ve kaliteli tohumluk elde edilmiş olacaktır.

Kaynakça

1. Kaya, Y. (2014). "Türkiye'de Hibrit Ayçiçeği Tohumluk Üretimi", Agromedya Dergisi, 2014 (9): 26-32.
2. TVYS (Tohumluk Veri Yönetim Sistemi) (2021) Tarım ve Orman Bakanlığı veri tabanı

Presentation ID/Sunum No= 6

Oral Presentation / Sözlü Sunum

Mezar-I-Şerif'teki Mevcut Toplu Taşıma Sistemlerinin Değerlendirilmesi ve Sürdürülebilir Sistemlere Dönüştürülmesi

Okutman Edries Jalal[1] ,
Doç.Dr. Erhan Burak Pancar[1]
[1]*Ondokuz Mayıs Üniversitesi*

Özet

Günümüzde büyük şehirlerlerin en önemli sorunlarından biri şehir içi ulaşım ve trafiktir. Dünyadaki tüm ülkelerin gelişimi, ulaşım sistemlerinin geliştirilmesine bağlıdır. Bu soruna en etkili çözüm yollarından biri şehir içi toplu taşıma sistemlerini geliştirilmesi ve güçlendirilmesidir. Ayrıca, şehir içi ulaşım başta olmak üzere karayolu ulaşım sistemindeki eksikliklerinin ve yetersizliklerinin herhangi bir ülkenin büyümesi ve gelişmesinin önündeki engellerden biri olarak kabul edilmektedir. Afganistan Ulusal İstatistik ve Bilgi Bürosu'na (NSIA) göre, Afganistan % 2,14'lük bir nüfus artış oranına sahip ve dünyanın en hızlı büyüyen nüfuslarından biridir. Afganistan'daki kentleşme olgusu ve şehirlerdeki araç sayısının artması nedeniyle, Mezar-ı-Şerif şehrinde şehir yöneticileri için büyük bir sorun haline gelen, şehirlerin sokaklarında katlanarak artan bir trafik ve çevre kirliliğine tanık olmaktayız. Bu araştırma, Mezar-ı-Şerif şehrinin konumunu kentsel yolların türü, mevcut toplu taşıma sistemleri ve trafik yönetimi açısından tartışılmaktadır. Ardından, Mezar-ı-Şerif ulaşım sisteminin mevcut sistemlerinin performansı, sorunları, mevcut zorlukları ve yüksek etki eden faktörleri incelenmiştir. Son olarak analiz sonrasında gelişmiş ülkelerin deneyimlerinden yararlanılarak mevcut sorunlara mantıksal çözümler sunulmuştur.

Anahtar Kelimeler: *Ulaşım, Sürdürülebilir Sistem, Toplu Taşıma, Trafik, Karayolu ağı*

Evaluation of Urban Public Transportation Problems in Mazar-e-Sharif City and Transforming It into a Sustainable System

Abstract

Today, one of the most important issues in big cities is transportation and city traffic. The development of all countries in the world depends on the development of transport systems. One of the most effective solutions to this problem is to develop and strengthen urban public transportation systems. Also, deficiencies and inadequacies in the land transportation system, especially urban transportation, are considered as one of the obstacles to the growth and development of any country. Due to the urbanization phenomenon in Afghanistan and the increase in the number of cars in cities, we are witnessing exponentially increasing traffic and environmental pollution on the streets of cities, which has become a major problem for city administrators in Mazar-e-Sharif city. This research first mentions the city of Mazar-e-Sharif in terms of location, type of urban roads, existing public transport systems and traffic management. Then, the performance of existing systems, problems, existing challenges and high influencing factors of Mazar-e-Sharif transportation system are examined. Finally, after the analysis, logical solutions to the existing problems are presented using the experiences of developed countries.

Keywords: *transportation, sustainable system, traffic, public transport system, road network*

Introduction

Transportation is one of the basic and imoportant necessity of today's society. All over the world, the economic, social, environmental and cultural development of every country depends on transportation systems [1]. Exchange of goods and persons as well as the personal right of freedom both are values and benefits for

themselves [2]. Therefore, transport and mobility are constitutional elements of cities which need to be organized in a sustainable manner.

Population growth, excessive migration, high-speed of urbanization, and the formation of unplanned cities have exacerbated vital problems in cities with major traffic problems [3]. In undeveloped countries like Afghanistan, traffic problems are seen as a social problem; people are constantly faced with this problem and lose a lot of time on the street because of the traffic congestion. These problems include traffic congestion, air pollution, wasting time in traffic congestion, excessive energy consumption, greenhouse gas emissions, noise, psychological problems and the impact of them on public health [4]. These problems can be solved with the development and establishment of public transportation. There are no efficient public transportation systems (Bus, Railway and LRT) in all cities of Afghanistan, including Mazar-e-Sharif city. Public transportation is one of the most important and an essential urban service that solves many problems of living in the cities, such as traffic jams and air pollution [5]. Therefore, the best way to solve these problems is to create and use public transportation systems.

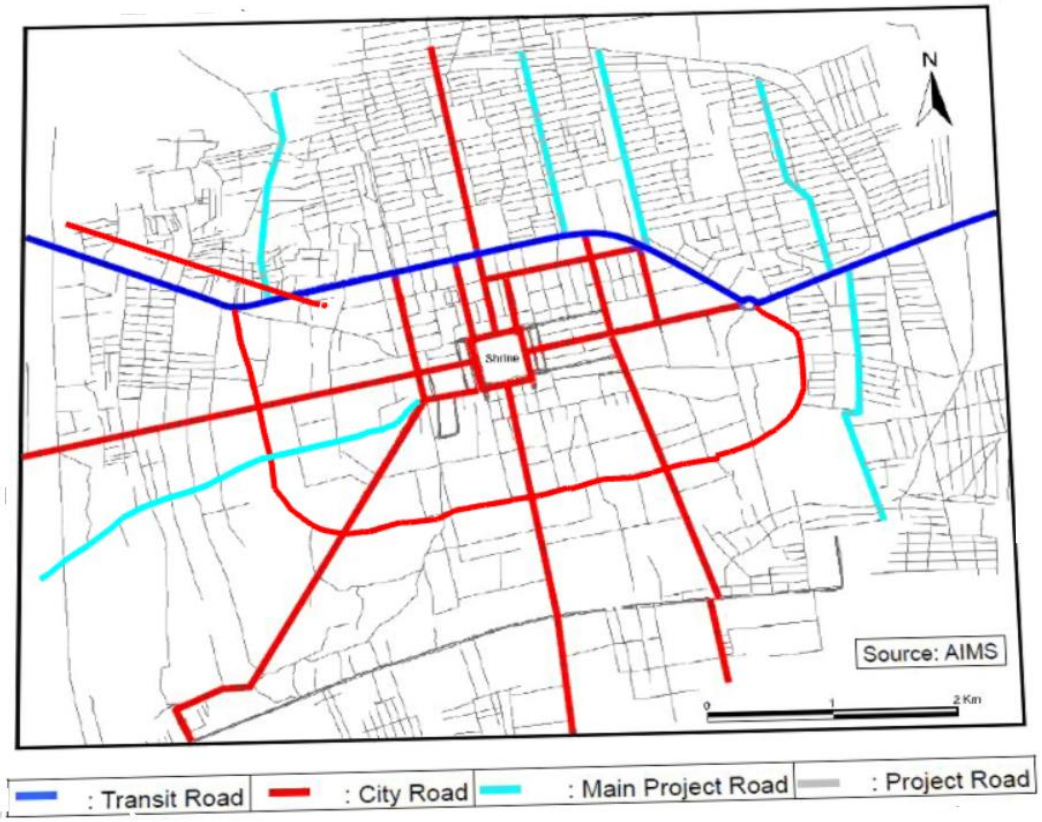
Balkh is one of the four largest provinces of Afghanistan. Mazar-e-Sharif is the capital city of Balkh Province, the region presents a scenic picture as it is located between Maimane and Pul-i-Khumri Highway. Balkh is located on eastern latitude of 29 degree, 31 minutes and northern altitude of 68 degree and 28 minutes. The province shares borders in the north with Tajikistan and Uzbekistan, Samangan and Kunduz provinces are situated in its east, Jawzjan in its west while Sar-i-Pul and Samangan Provinces lay in its south. As per the figures provided by the central statistic department of Balkh, the province measured 16,840 square kilometers area [7]. Its population was estimated at 1.475.649 individuals according to the figures of central statistic department in 2011 that 66 percent of them are living in villages while the rest 34 percent in cities. In summer, its temperature reaches to 43^0 C while in winter its temperature stands at – 2° C. In spring, the province experiences rainy weather [8]. The main reasons of increasing traffic congestion in Mazar-e-Sharif are: the antiquity and complexity of suburban streets, the lack of modern public transportation, the increase of private cars [9]. In this study, the current problems in the public transportation system of Mazar-e-Sharif city are evaluated; the main problems and public transportation lines are determined and effective suggestions are provided.

Existing Conditions of Urban Transport Infrastructure

Existing Road Conditions

In Mazar-e-Sharif the roads are classified into four types which are shown in table (2-2). Among these four types of roads, the transit road is under the control of PWD (Public Works Department) and other three types of roads are under the control of Mazar-e-Sharif municipality [10]. Road network and road types of Mazar-e-Sharif city are shown in Figure 2.1.

Figure 2.1 Road network in Mazar-e-Sharif city



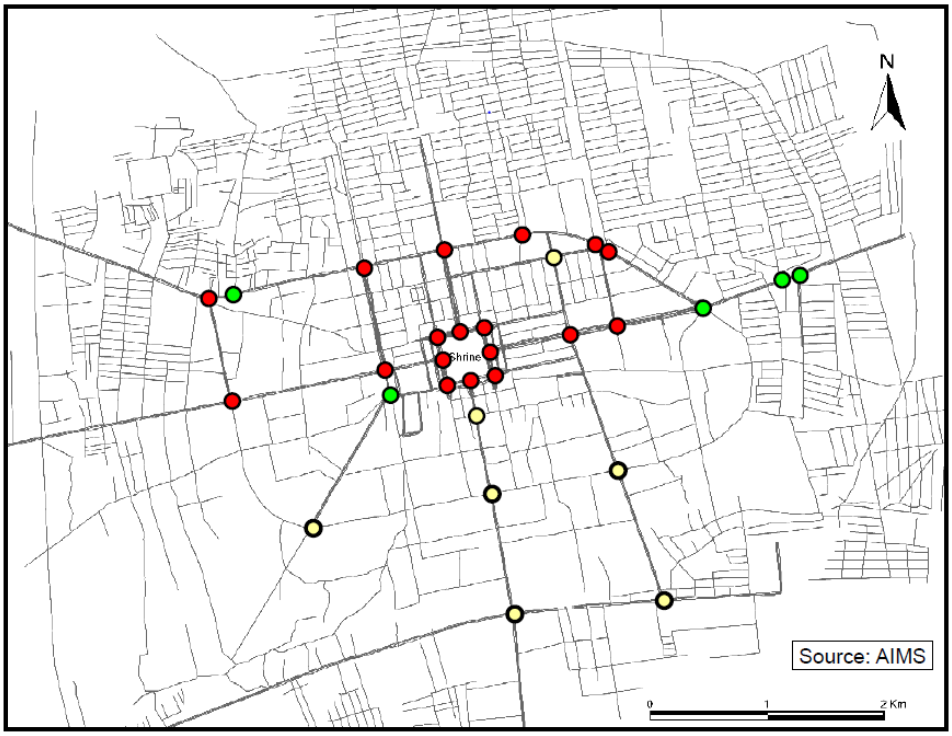
Transport Administrations

The organizations responsible for transportation sector in Mazar-e-Sharif city include four administrations, which include Mazar-e-Sharif municipality, department of transport, Department of Mille bus and Balkh traffic police department [10]. The Mazar-e-Sharif municipality is responsible for planning, designing, execution and maintenance of urban transport facilities including streets, bus terminals, bus stops and others within its scope. The department of transport is responsible for vehicle which operates out of the city or the trucks operate inside the city especially private bus companies and private truck companies. Traffic police department is responsible for registration of all vehicles, controlling the traffic on the city, taxi organizations controlling and distribution of license for vehicles and drivers.

Intersections with Traffic Lights and without Traffic Lights

There are too many intersections in Mazar-e-Sharif city. Some of the intersections in the center of the city have traffic lights, but the rest of them are without traffic lights. All the intersections are controlled by the traffic police especially in the city center and transit road at peak hour's morning, noon and evening. The Figure 2.2 shows the location of the main intersections controlled by the traffic police.

Figure 2.2 Locations of the main intersections controlled by the traffic police



First Priority Intersection: Intersection with traffic signals, and controlled by the police.

Second priority Intersection: Intersections without traffic signals, and controlled by the police.

Third Priority Intersection: controlled by the traffic police when necessary.

Existing Public Transport System in Mazar-e-Sharif City

The purpose of transport is to change the geographical characteristics of goods, passengers and information using air transport, freight, land transport, pipelines and telecommunications processes [9]. These processes are categorized in different scales, such as global, regional or local.

Different types of transportation vehicles are operating in Mazar-e-Sharif city. These vehicles are out of the standards in terms of reliability and comfort. In this study, travel modes were evaluated in three main modes for analysis: Walking, Public Transport, and Private Transport as shown in the Table 2.1.

Table 2.1. Qualification of travel modes for Mazar-e-Sharif city

Modes of Travel	Qualified Modes of Travel
Walk	Walk
Paratransit and Taxi	Public Transport
Micro	
Mini bus	
Large bus	
Bike	Private Transport
Car	
Truck	

Despite the narrow roads in Mazar-e-Sharif until the beginning of 2001, the number of passenger and freight vehicles was low, so all roads were operated normally. However, in the last 15 years there has been a dramatically increase in passenger, freight and personal transport in the transport sector. According to statistics currently registered in the Balkh Traffic Department, it shows that truck vehicles are more than 18,000 vehicles, vehicles with personal (Private) plates are more than 39,000, motorcycles are about 19,000, buses or passenger service plates are 1154 and taxi plates are more than 1600 vehicles [11] (Table 2.2).

Beside the registered vehicle thousands of non-registered or without license vehicle and auto rickshaw are operating illegally which are the main cases of traffic congestion in the city.

Table 2.2. The number of vehicles registered in the Balkh Traffic department (Registration number until May 2020).

Types of vehicle	Number of Vehicles
Trucks	18000
Private cars	39000
Motorcycles	19000
Taxies	16000
Buses	1154

Public Transportation in the City

In the city, the national bus (Millie Bus), like any other city operated as public transport; the company has been out of work due to lack of management and labor. The original meaning of Millie Bus is “public bus”. Millie Bus belongs to the central government and is under the control of the Provincial Governor .

There were 44 public buses in the city of Mazar-e-Sharif, but only 21 of these buses are active and the rest are not active due to lack of technical service. From the 21 active buses, 14 are leased to the government department in accordance with the contract, and only 7 of them operate within the city [10]. In addition to public buses, there are 52 private bus companies operating in Mazar-e-Sharif. Private bus companies operate only between the provinces, such as Mazar-e-Sharif to Kabul.

Formal Private Transport Unions (Personal Operations, Taxis)

Individual operations include intermediate operations, taxis and tricycles, but only taxis are a branch of public transport. On the other hand, taxi transportation system is a mixture of public and private transportation systems. It means that taxis pay taxes to the state and are allowed to operate according to public regulations such as certain businesses, road assets and fare prices.

In Mazar-e-Sharif city, the organization of the taxi network is more efficient than other modes of transport. In addition to individual journeys by taxi, the taxi sharing system offers better services to the residents of Mazar-e-Sharif City and it is cheaper than the individual taxi. Taxis in Mazar-e-Sharif city should operate in the certain areas written on the vehicle. Officially, taxis are only required to work in their designated areas, but no one cares about this due to high demands. The price of the taxi fare is not clear and is determined by the distance. The customer can fix the taxi price by negotiation, and the prices increase during rush hours. Generally, the fare price of individual travel per kilometer is not clear, taxi drivers are charged based on bargain. For example, the fare price from the city center to the new university campus which is about (8km) is approximately 100 Afg; which is equal to 1.3 USD. But the taxis share system is cheaper and has a fixed price of 20 Afg. Taxi share system is always overloaded and usually carries five to eight passengers.

Figure 2.3: Taxis carrying passengers on the road

Traffic Problems in Mazar-e-Sharif City

Many problems have arisen due to the lack of regular, standard, safe and sustainable transportation in Mazar-e-Sharif city. Due to the increase in the population of the city, the concern of the citizens of Mazar-e-Sharif for accessing to urban transportation services has increased over time, on the other hand due to the informal and non-standard activities of personal vehicles and transportation companies, it has caused many problems for the citizens like traffic congestion, noises, greenhouse gas emissions and air pollution. Generally, the traffic problems in Mazar-e-Sharif can be list as follow.

Road and Road Condition (Technical View)

With regard to technical transport infrastructure, roads are the main form of transport infrastructure in the city of Mazar-e-Sharif. According to the master plan of the city, which was designed in the period of Davud Khan between 1973-1977, the road network of Mezar-e-Sharif city consists of (10-60) meters wide and different types of road as shown in Table 3.1.

Due to the wars in Afghanistan, the roads have not been implemented according to the master plan, the existing roads are non-standard, unsafe and narrow, which has caused traffic problems. There are always traffic congestion problems due to narrow roads in the city. For example, the transit road that starts from the northwestern part of the city, especially from the Kefayet intersection to Jawzjan province, has a width of 7.5 meters, and this road joines three provinces and seven districts of Balkh province with Mazar-e-Sharif city as shown in Figure 3.1.

Table 3.1. The road network of Mezar-e-Sharif city

Road Types	Width
Transit Road	40m-60m
City Road	20m – 40m
Main Road	20m – 40m
Project Road	10m – 40m

Figure 3.1. Transit Road in the Northwest of Mazar-e-Sharif city

Hawkers and Small Mobile Stores as Road Users

Roads in Mazar-e-sharif city are quite crowded on weekdays. Generally, roads are used by motorized and non-motorized vehicles and are surrounded by parks as far as traffic conditions allow. However, in Mazar-e-Sharif city most of the roads especially in the city center near the bazaars and markets are used by peddlers, merchants, small mobile shops, pedestrians and vehicle parks. Hence most of the roads in the city center and near the markets are always crowded. In addition to these problems some of the roads in the city are blocked by the govermental or foreign offices because of the security reasons. These roads have a significant role in the city transport system. Blocking these roads causes that the vehicles cross from the roads which have insufficient capacity (Figure 3.2).

Peddlers are often picked up from the roads by the police, but due to the lack of a specific location and working conditions in the city, they start working again.

Figure 3.2. Hawkers and small mobile shops that occupied the roads in the center of the city

The Abuse of Roads as Parking Places

Most of the heavy traffic roads pass through the commercial centers. Especially in the shopping centers, roads are mostly used as parking place due to the lack of parking places. For example, Darwaze-e-Belkh street is about 50 meters wide and 8 lanes with the large pathway, but about 4 lanes are used as parking spaces as shown in Figure 3.3.

Figure 3.3. Both sides of the street are used as parking spaces

(Darwaze-e-Balkh street, 2020)

Walking Paths

According to the master plan of the urban network, the width of pedestrian paths is 4-9 meters. In many crowded roads in the city center, where the roads are 45-50 meters wide, the pedestrian paths are 7 to 9.5 meters wide. However, there are many problems that prevent pedestrians from using the sidewalks. One of them is that

the sidewalks, especially in the city center are occupied by peddlers, traders and small mobile shops so pedestrians have to walk on the roads. Such conditions create problems for the traffic flow and cause so many accidents on the road as shown in Figure 3.4.

Figure 3.4. Pedestrian used by peddlers (Transit street behind hospital, 2020)

Parking Space in the City

Parking and the arrangement of parking play a significant role in the urban transport system and parking can facilitate traffic flow. Unfortunately, there is no standard parking in the city especially in the center of the city or in crowded places such as around Shrine of Hazrat Ali and shopping centers. One of the main causes of traffic congestion in the city center is lack of parking. All commercial areas are located in the city center and people have to go there to do their daily chores. Due to the lack of public transportation people use their own vehicle even for short distances. In addition, people are using the streets as parking due to the lack of parking as shown in Figure 3.3.

Unplanned Bus Terminals or "Pick up Areas"

There are too many factors which cause to be made unplanned terminals (pick up areas). The lack of official public transportation, the expansion of the city, the distance of the university from the city, the formation of informal settlements are the main factors that paved the way for the emergence of pick up areas.

There is only one private bus terminal in Mazar-e-Sharif used just for trips outside of the province. This terminal is located in the eastern part of the city and trips from this terminal are made only to the provinces and districts that are located in the northeastern part of Mazar-e-Sharif. Trips outside the province are generally made by taxi and private cars, buses are used only on trips between Kabul which is the capital of the country and Mazar-e-Sharif.

Vehicles traveling to northwestern provinces such as Jawzjan, Sar-e-Pul, Faryab and all districts of Balkh province have set up irregular terminals on the roads or in private houses in different parts of the city. All vehicles coming out of the city take passengers down the streets, which is the main cause of accidents. There are national bus stations in Mazar-e-Sharif. Unfortunately, due to the lack of national bus in the city and management, these stations are used by vendors or have been destroyed. Due to the lack of specific bus stops and terminals in the city, all the stations are out of the standards on the road near the intersections.

Solutions and Suggestions for Improving Urban Public Transportation

Mazar-e-Sharif city as post war city began to rebuild its transportation infrastructure and faced many problems. In this study, current problems are determined by using the scientific experiences of developing countries and appropriate solutions are presented to the problems. The solution to traffic problems in Mazar-e-Sharif is as follows.

Implementation of the City Road Network in accordance with the Master Plan

The roads of Mazar-e-Sharif city have not been implemented according to the master plan of the municipality yet. Generally, roads in the north and northwest of the city have not been developed, as shown in Figure 3.1. These areas are the most crowded parts of the city. For example, the roads of Ziraat, Sakhi Abad, S project, Babe Qhamber and Shortakzar areas should be adapted according to the master plan. The compatibility of these roads increases the capacity of the main roads.

Traffic flow can be controlled by creating overpasses or underpasses in front of schools and universities, bridges, parking spaces, bicycle paths, sidewalks. For example, in front of Bakhtar High School, Tajrubavi High School, Sultan Ghiasuddin High School, Fatemeh Balkhi High School and other high schools located in the city center, overpasses or underpasses should be built.

Activation and Development of Public Bus Lines (Direct and Feeder Lines)

There were eight bus lines in Mazar-e-Sharif, and most of them were closed due to lack of buses, lack of technical personnel and lack of the management in the transportation sector.

In the first stage, the old lines should be reopened and new lines must be built according to the current situation of the city. For example, bus terminal, new university campus and airport are located in the eastern part of Mazar-e-Sharif city. Building a bus line with its stops in the necessary places on this route is a serious necessity. Likewise, new bus lines should be built for Khalid Project and S Project areas. In addition, feeder lines should be provided according to the honeycomb model to provide transportation services for each area.

Bus Terminals and Stops

In order to activate the existing bus stops in the city, peddlers should be taken out of the stops. Informal transportation opportunities are reduced by modernizing bus lines and planning new bus stops in the city. For example, on the road from Rawze-e-Sharif to the new campus of the university, bus stops have to be built in different places, which can prevent excessive taxi traffic on this route.

Increasing the Capacity of Transport Vehicles (Higher Capacity Buses):

In Mazar-e-Sharif city, there are two common types of public transportation, the first one is taxis and the other is three-wheeled motorcycles (Auto-Rickshaw). These vehicles are always over loaded and have a low capacity as shown in Figure 3.5. For example, just over a thousand Auto-Rickshaw working between S Projects and downtown. Replacing these vehicles with buses and mini buses will increase the capacity of the roads and prevent the increase of vehicles on the route.

Administrative Infrastructure Reforms

Transport laws and policies in Afghanistan need to be revised as current policies do not respond to the transport situation.

Privatization of Bus Lines

The roads in the city as the territories of the city can be profitable. In addition to the existing Millie buses, there are 52 private bus companies operating with more than 100 buses outside the city, some of the busiest routes must be given to these companies to operate as public buses, but under the control of government. The government should control the quality and accessibility of private companies operating on public bus lines and define the relationship between transport and economic opportunities for the private sector. This method has been applied in different countries of the world, including European countries, the United States of America, Iran, China, and good results have been obtained.

Integrated Transportation and Land Use Planning

This approach prevents the city from spreading and also decentralizes the main active places that cause traffic congestion. For example, fruit and vegetable markets should be relocated from the intersection of Seramiyasht and the road behind the main hospital to their original location. In addition, the terminals of vehicles that go to districts should be removed from the city center.

Parking Arrangement

In Mazar-e-Sharif, there is no off-road parking, due to lack of parking, congestion occurs on the main roads. Off-road parking should be built in commercial areas and in the city center for long stops. On the city roads especially in the center of the city parking spaces should be specified in a way that does not obstruct the traffic flow and these parking spaces should not be near to intersections. In the commercial and central areas of the city, the demand for parking is high due to the lack of off-road parking, the parking time on the road should be arranged as follows.

- Preference for short-term parking over long-term parking especially during peak hours; times of parking should be minimized so that other people can use it as well. And those who stop violating this procedure should be fined.
- Roadside parking spaces should be limited to occupancy, as road parking spaces are more expensive than off-road parking spaces. This method should be strictly controlled by the traffic police so that drivers cannot park everywhere as they wish.
- Creating necessary parking and transferring the maintenance of existing parking to municipality.

Improving the Quality of Traffic Police and Experts

Professionalization of the traffic police is one of the ways to improve the traffic situation in the city. New topics such as urban geography, transport geography and GIS should be taught to the traffic police in Mazar-e-Sharif. Also the Mazar-e-Sharif Traffic department should be equipped with new technology beside the improvement of the education system of traffic academy. The new technology helps the registration process of vehicles by raising the control process. The intelligent transport system (ITS) is used in all over the world and helps to reduce traffic congestion and improves traffic control.

Clearing the Roads of Peddlers

If the roads in the city are clean from peddlers, most of the traffic in the city will decrease, especially around Shrine of Hazrat Ali. Because all the peddlers operate on sidewalks and roads, especially around the shrine of Hazrat Ali. The Main question is what they will do and where they will go? The only source of their income is just the shop which is on the street. There are two ways to solve these problems. The first way is to move them to the place previously designated by the municipality or to a specific location. Second, they should be decentralized from the city center.

Integration of Informal Transport Systems in the Formal System

Conclusion

Scientific research aims to solve problems and increase well-being for human societies. This is the purpose of the research on transportation issues in Mazar-e-Sharif. As a post-war city, Mazar-e-Sharif began to rebuild its transportation systems from the beginning and faced many problems. The purpose of this study is to discover traffic problems in Mazar-e-Sharif. Congestion, air pollution, excessive energy consumption of vehicles and increasing global warming are among these problems.

Due to the annual increase in passenger demand and population growth in Mazar-e-Sharif city, public transport in this city should be strengthened at all costs. People should be encouraged to use public transport to avoid environmental and social benefits as well as the waste of national treasure. These benefits include transportation efficiency, environmental protection, improved mobility safety, and meeting the needs of poor and low-income people.

References

1. Ogryzek, M., Adamaska, D., Klimach, A. (2020). Sustainable Transport: An E_cient Transportation Network—Case Study. Access: 20/12/2020 https://www.mdpi.com/journal/sustainability

2. Taghwaı, M. And Sajadi, M. (2016). Evaluation and analysis of sustainable urban transport Indicators. Access: 15/09/2020, http://jsaud.sru.ac.ir/

3. Taghwaı, M. Ve Wafai A. (2018). Şehir içi otobüs sisteminin Kaşan otobüs duraklarına vurgu yaparak planlanması ve yönetimi. İsfahan Üniversitesi Araştırma Dergisi. "C.32, S. 4". 19-46.

4. Intezari,A., Gülriz Zia, Z., Sadiki Hesar, H., Fatemi. (2012). Evaluation of service quality of Mashhad public transportation networks. Mashhad: Mashhad Ferdowsi University.

5. Saatcioğlu, C., Yaşarlar, Y. (2102). Publıc Transportatıon Systems In Urban Transport: In The Case Of Istanbul. Kaü-İibf Dergisi. "V. 3,3".

6. Masood, M. (2011). Transportation Problems in Developing Countries Pakistan: A Case-in-Point. International Journal of Business and Management. " C. 6, S. 11".

7. NSIA (2020). Estimated Population of Afghanistan. yıllık Raporu. Erişim: 05/11/2020, https://nsia.gov.af/library

8. NSIA (2015). Socio-Demographic and Economic Survey. Balkh (s.5-9) Erişim: 10/09/2020, https://nsia.gov.af/library

9. Ahmad Noori,W. (2010). Challenges of Traffic Development in Kabul City. Almanya: Justus-Liebig Giessen Üniversitesi.

10. Ministry of Transport (2019). Improving the conditions of the National (Millie) Bus Company. Erişim: 05/11/2020, https://mot.gov.af

11. Vuchic, V. (2010). Urban Publıc Transportatıon Systems (1.Cilt). Philadelphia: University of Pennsylvania.

12. Varmazyari,M., Zakerhaghigi, K, "Transport and sustainable development", 3rd. international Conference on Modern Research in Civil Engineering, Architectural & Urban Development, Berlin, 9 July 2016.

13. Ahmadzada, H. (2015). Evaluate public transport to reduce air pollution and reduce macro traffic Cities (Case study of Tabriz). International Conference on Civil Engineering Architecture and urban infrastructure.

Presentation ID/Sunum No= 94

Oral Presentation / Sözlü Sunum

Ab Initio Calculation of Frenkel Pair Effects in CdMnSe

I.a. Mehrabova[1] , A.I. Kazimova3[2]
[1]*Institute of Radiation Problems of Azerbaijan National Academy of Sciences, Baku, Azerbaijan*
[2]*Baku State University, Baku, Azerbaijan*
[3]*Ganja State University, Ganja, Azerbaijan*
**Corresponding author: M.A. Mehrabova1*

Abstract
It has been studied Ab initio modelling of defect properties with Frenkel pair in $Cd_{1-x}Mn_xSe$ (x = 0.14) semimagnetic semiconductirs. Total energy, magnetic moment for the ideal and defective supercells of 32 atoms were determined. It was defined that Frenkel pair leads to an increase in the band gap, change in the total energy, and formation of local level in the band gap and shifting of the Fermi level.
Keywords: *Semimagnetic semiconductor, Frenkel pair, ab initio, band structure, the density of states, band gap.*

1. Introduction

Semiconductor spintronics, in which one tries to use the spin degree of freedom of electrons in semiconductor technology, is one of the candidates for next generation electronics. So far semimagnetic semiconductors (SMSC) systems have been investigated intensively as a spintronics material.

Point defects play an important role in spintronics technologies. Knowledge of the properties of point defects and their characteristics for use in devices allows one to optimize the conditions of their production, improve their quality and the physical properties [1-4]. Experiments with semiconductors hampering by the extreme sensitivity of the electronic properties to minute concentrations of defects. Defects such as vacancies, self-interstitials and Frenkel pairs control basic processes. The paper describes a systematic study of the effect of various quantum–mechanical simulation approximations on the calculated energy parameters of defects as applied to simple point defects as interstitial atom in $Cd_{1-x}Mn_xSe$.

In our previous works we have calculated electronic band structure (EBS), density of states (DOS) by ab-initio method and defined band gap, total energy, magnetic moments of the ideal and defective $Cd_{1-x}Mn_xTe(Se)$ SMSC for some supercells [5-10]. In the present paper it has been studied Ab initio modelling of defect properties with Frenkel pair in $Cd_{1-x}Mn_xSe$ ($x = 0.14$).

2. Ab initio calculations of electronic band structure

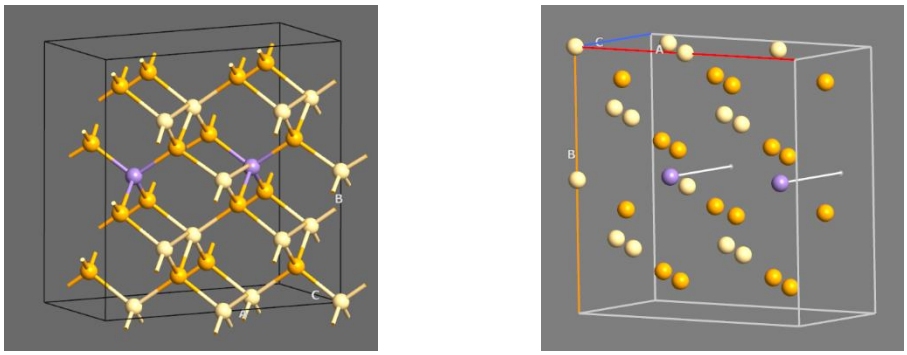
Ab initio calculations have been used extensively in semiconductors to study defects, but applications to defects requiring larger supercells are rather rare because of computational limitations. The simulation of irradiation effects is an example where reliable data on such defects are highly required because of the scarcity of experimental data. Frenkel pair is the elementary defect, formed under irradiation.

The purpose of this work was to calculate the electronic band structure of defective $Cd_{1-x}Mn_xSe$ ($x = 0.14$) SMSC having Frenkel pair. Ab initio calculations are performed in Atomistix Toolkit (ATK) program within the Density Functional Theory (DFT) and Local Spin Density Approximation (LSDA) on Double Zeta Double

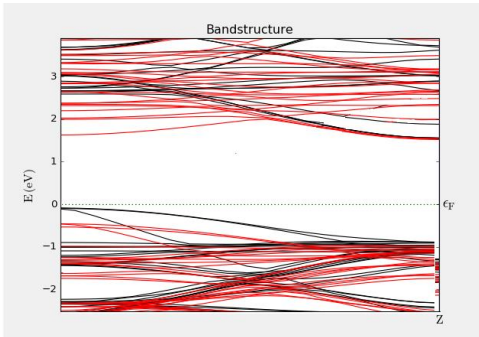
Polarized (DZDP) basis. We have used Hubbard U potential U_{Mn} = 3.59 eV for 3d states for Mn atoms. After the construction of supercells $Cd_{1-x}Mn_xSe$ (x=0.14), atom relaxation and optimization of the crystal structure were carried out. Supercells of 32 (x = 0.14) atoms are considered. Electronic band structure EBS, DOS were calculated and total energy, magnetic moment, number of valence electrons for ideal (fig.1) and defective (fig.2) supercells $Cd_{1-x}Mn_xSe$ (x = 0.14) with Frenkel pair have been defined in both antiferromagnetic (AFM) and ferromagnetic (FM) phases.

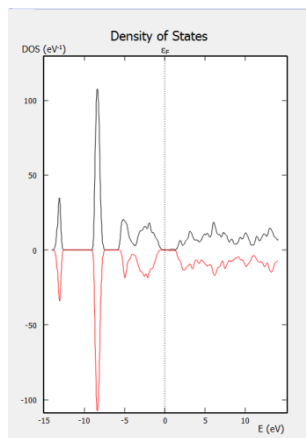
Ab initio calculations have been carried out for ideal supercells $Cd_{1-x}Mn_xSe$ of 32 atoms (x=0.14). The calculated band gap for $Cd_{1-x}Mn_xSe$, x=0.14 was E_g =1.66 eV and total energy E_t=-29324.7 eV.

Fig.1 $Cd_{1-x}Mn_xSe$, x = 0.14 in FM phase a) bulk configutation b) electronic band structure c) DOS



a)

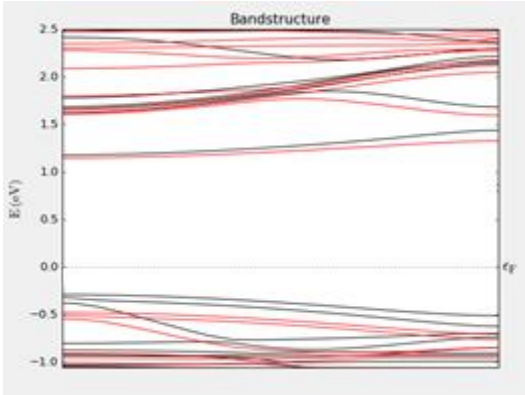




c) d)

Ab initio calculations have been carried out for defective supercells $Cd_{1-x}Mn_xSe$ of 32 atoms (x = 0.14) with Frenkel pair. It has been established that defect leads to increasing of band gap, formation of local levels in the band gap, change in the total energy, Fermi level shifts (fig.2). In the case of Frenkel pair band gap is equal to E_g =1.95 eV and total energy E_t=-29324.6 eV. One local level is formed in band gap (Fig.2).

Fig.2 Electronic band structure for $Cd_{1-x}Mn_xSe$, x = 0.14 with Frenkel pair in FM phase



4. Conclusion

It has been calculated the electronic band structure, density of states, band gap, total energy of the ideal and defective $Cd_{1-x}Mn_xSe$ (x=0.14) by ab-initio method using the Functional Density Theory. The calculated band gap for $Cd_{1-x}Mn_xSe$, x=0.14 was E_g =1.66 eV and total energy E_t=-29324.7 eV. Frenkel pair leads to an increase in band gap, formation of local level in the band gap, change in the total energy and shifting of the Fermi level.

This work was supported by the SOCAR grant 2019.

References

1. Murphy J.W., Smith L., Galkins J., Mejia I., Cantley K.D., Chapman R.A., Quevedo -lopez M.A., Gnade B.E. Thin film cadmium telluride charged particle sensors for large area neutron detectors // Applied Physics Letters, 2014, v.105, p.112107(1-4)
2. Romeo A., Batzner D.L., Zogg H., Tiwari A.N. Potential of CdTe thin film solar cells for
3. space applications / 17thEuropean Photovoltaic Conference and Exhibition, 2001, Munich, Germany
4. Smirnov L.S. Physical processes in irradiated semiconductors. Novosibirsk, Nauka, 1977, 256p.
5. Sordo S.D., Abbene L., Caroli E., Mancini A., Zappettini A., Ubertini P. Progress in the development of CdTe and CdZnTe semiconductor radiation detectors for astrophysical and medical applications / Journal Sensors, 2009, v.9, p.3491-3526
6. Mehrabova M.A., Hasanov N.H., Huseynov N.I., Kazimova A.I., Asadov F.G. Effect of defects on electronic structure of $Cd_{1-x}Mn_xSe$ semimagnetic semiconductors. Journal of Radiation Reserches, 2018, v.5, №2, p.46-50
7. Mehrabova M.A., Nuriyev I.R., Orujov H.S. Electron structure and optical properties of
8. $Cd_{1-X}Mn_XTe$ thin films // Inter. Journal of Materials, 2014, v.1, p.63-70
9. Mehrabova M.A., Nuriyev H.R., Orujov H.S., Nazarov A.M., Sadigov R.M., Poladova V.N.
10. Defect formation energy for charge states and electrophysical properties of CdMnTe // Invited paper. SPIE Photonics, Devices and Systems VI, 2015, v.9450, p.94500Q-(1-10)
11. Mehrabova M.A., Orujov H.S., Hasanov N.H. Ab initio study of defects in CdMnTe:
12. Electronic structure and related properties // Science PG Inter. Journal of Materials science and applications. 2014, v.3(6-1), p.24-32

13. Hasanov N.H. Ab initio calculations of defect formation energy of $Cd_{1-x}Mn_xSe$
14. semimagnetic semiconductors. AMEA Xəbərlər. 2020, 11,№5, 3-6
15. Mehrabova M. A., Orujov H.S., Hasanov N.H., Kazimova A.I., Abdullayeva A. A. Ab
16. initio calculations of defects in CdMnSe semimagnetic semiconductors. Mechanics of
17. Solids, 2020, vol. 55, No. 1, pp. 108–113