



# TÜRK DOĞA VE

# FEN DERGİSİ

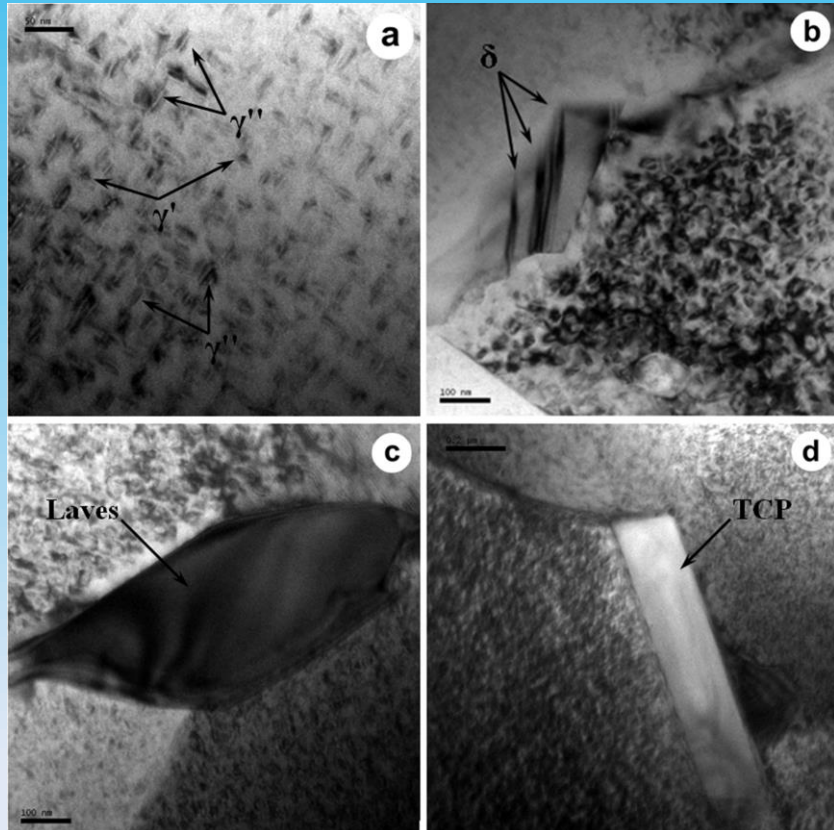
Bingöl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü tarafından yayımlanmaktadır

Published by Institute of Science of Bingöl University

## TURKISH JOURNAL OF NATURE AND SCIENCE

Toz Enjeksiyon Kalıplama Yöntemi ile Üretilen 718 Süperalaşım Parçaların Kırılma Tokluğu ve Darbe Dayanımı Özellikleri

Fracture Toughness and Impact Strength Properties of Powder Injection Molded Superalloy 718 Components





**TÜRK DOĞA VE FEN**

**DERGİSİ**

Bingöl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü tarafından yayımlanmaktadır

Published by Institute of Science of Bingol University

**Turkish Journal of Nature and Science**

Yıl/Year: 2015

Cilt/Volume: 4

Sayı/Number: 1

<http://www.bingol.edu.tr/dergiler/turk-doga-ve-fen-dergisi.aspx>



*Türk Doğa ve Fen Dergisi*  
*Turkish Journal of Nature and Science*

<http://www.bingol.edu.tr/dergiler/turk-doga-ve-fen-dergisi.aspx>



**Bingöl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Adına Sahibi**  
Owner on behalf of Institute of Science of Bingöl University

Doç. Dr. İbrahim Yasin ERDOĞAN  
Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü  
*Director of Institute of Science*

**Editör/Editor**

Yrd. Doç. Dr. Özgür ÖZGÜN

**Yazışma Adresi/Correspondence Adress**

Bingöl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürlüğü  
12000 Bingöl  
Tel/Phone: +90 (426) 215 00 72  
Faks/Fax: +90 (426) 216 00 34

**Yayın Türü/Publication Type**

Bilimsel Dergi  
*Scientific Journal*

## DANIŞMA KURULU/ADVISORY BOARD

Prof. Dr. Ali Sayıl ERDOĞAN  
Prof. Dr. Erkan BOYDAK  
Prof. Dr. Fahrettin YAKUPHANOĞLU  
Prof. Dr. Fehim FINDIK  
Prof. Dr. Hüsamettin BULUT  
Prof. Dr. İbrahim TÜRKOĞLU  
Prof. Dr. İskender DEMİRKOL  
Prof. Dr. Lütfi BEHÇET  
Prof. Dr. Mehmet ÇİFTÇİ  
Prof. Dr. Nurullah SARAÇOĞLU  
Prof. Dr. Orhan KURT  
Prof. Dr. Turgay ŞENGÜL  
Prof. Dr. Yusuf ZEREN  
Doç. Dr. Abdullah MART  
Doç. Dr. Ahmet ÇETİN  
Doç. Dr. Alaaddin YÜKSEL  
Doç. Dr. Ali Rıza DEMİRKIRAN  
Doç. Dr. Asım KAYGUSUZ  
Doç. Dr. Bekir BÜKÜN  
Doç. Dr. Ecevit EYİDURAN  
Doç. Dr. Hamit Özkan GÜLSOY  
Doç. Dr. Hasan KILIÇ  
Doç. Dr. Hisamettin DURMAZ  
Doç. Dr. Hüseyin VAPUR  
Doç. Dr. İbrahim Yasin ERDOĞAN

Bingöl Üniversitesi  
Bingöl Üniversitesi  
Fırat Üniversitesi  
Sakarya Üniversitesi  
Harran Üniversitesi  
Bingöl Üniversitesi  
Bingöl Üniversitesi  
Bingöl Üniversitesi  
Bingöl Üniversitesi  
Bingöl Üniversitesi  
Bingöl Üniversitesi  
Ondokuz Mayıs Üniversitesi  
Bingöl Üniversitesi  
Mersin Üniversitesi  
Bingöl Üniversitesi  
Bingöl Üniversitesi  
Bingöl Üniversitesi  
Bingöl Üniversitesi  
Bingöl Üniversitesi  
İnönü Üniversitesi  
Harran Üniversitesi  
İğdır Üniversitesi  
Marmara Üniversitesi  
Bingöl Üniversitesi  
Harran Üniversitesi  
Çukurova Üniversitesi  
Bingöl Üniversitesi

Doç. Dr. İlkey ŞİŞMAN	Sakarya Üniversitesi
Doç. Dr. Kağan KÖKTEN	Bingöl Üniversitesi
Doç. Dr. Latif KELEBEKLİ	Ordu Üniversitesi
Doç. Dr. Murat SOYLU	Bingöl Üniversitesi
Doç. Dr. Mustafa KOYUN	Bingöl Üniversitesi
Doç. Dr. Mustafa YAZGAN	İstanbul Teknik Üniversitesi
Doç. Dr. Muttalip ÇİÇEK	Dicle Üniversitesi
Doç. Dr. Nezir YILDIRIM	Bingöl Üniversitesi
Doç. Dr. Orhan YILMAZ	Yüzüncü Yıl Üniversitesi
Doç. Dr. Ramazan MERAL	Bingöl Üniversitesi
Doç. Dr. Ramazan SOLMAZ	Bingöl Üniversitesi
Yrd. Doç. Dr. Halil ŞİMŞEK	Bingöl Üniversitesi
Yrd. Doç. Dr. Mücahit PAKSOY	Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi
Yrd. Doç. Dr. Ömer AKGÖBEK	Harran Üniversitesi
Yrd. Doç. Dr. Özgür ÖZGÜN	Bingöl Üniversitesi
Yrd. Doç. Dr. Sabri YURTSEVEN	Harran Üniversitesi
Yrd. Doç. Dr. Tahir AKGÜL	Sakarya Üniversitesi

## HAKEM LİSTESİ/REVIEWER LIST

Prof. Dr. İrfan Ersin AKINCI	Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi
Prof. Dr. Kazım PIHTILI	Bingöl Üniversitesi
Prof. Dr. Metin KOPARIR	Fırat Üniversitesi
Prof. Dr. Necmi İŞLER	Mustafa Kemal Üniversitesi
Prof. Dr. Tahsin SÖĞÜT	Dicle Üniversitesi
Doç. Dr. Ali KARCI	İnönü Üniversitesi
Doç. Dr. Ferhat BÜLBÜL	Atatürk Üniversitesi
Doç. Dr. Osman DAYAN	Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi
Doç. Dr. Paki TURGUT	Harran Üniversitesi
Doç. Dr. Ramazan MERAL	Bingöl Üniversitesi
Doç. Dr. Resul DAŞ	Fırat Üniversitesi
Doç. Dr. Uğur ÇALIGÜLÜ	Fırat Üniversitesi
Yrd. Doç. Dr. Azim GÖKÇE	Sakarya Üniversitesi
Yrd. Doç. Dr. Fethi İŞSEVER	Bingöl Üniversitesi
Yrd. Doç. Dr. Halit Lütfi YÜCEL	Fırat Üniversitesi
Yrd. Doç. Dr. Hüseyin ÇAKIR	Gazi Üniversitesi
Yrd. Doç. Dr. Mahir UZUN	Bingöl Üniversitesi
Yrd. Doç. Dr. Pınar KARATEPE	Bingöl Üniversitesi
Yrd. Doç. Dr. Şenol YILDIZ	Bingöl Üniversitesi
Yrd. Doç. Dr. Tuncay KAYA	İğdır Üniversitesi
Yrd. Doç. Dr. Zülküf BALALAN	Bingöl Üniversitesi
Öğr. Gör. Doygun DEMİROL	Bingöl Üniversitesi

\*Bu sayıda yer alan çalışmaların yazarlarına ve değerli zamanlarını ayırarak görüş ve önerileri ile katkıda bulunan hakemlerimize teşekkür eder, saygılar sunarız.





**Türk Doğa ve Fen Dergisi**  
**Turkish Journal of Nature and Science**

<http://www.bingol.edu.tr/dergiler/turk-doga-ve-fen-dergisi.aspx>



## İÇİNDEKİLER/CONTENTS

<b>Toz Enjeksiyon Kalıplama Yöntemi ile Üretilen 718 Süperalaşım Parçaların Kırılma Tokluğu ve Darbe Dayanımı Özellikleri</b> Özgür ÖZGÜN, Ramazan YILMAZ, H. Özkan GÜLSOY, Fehim FINDIK	<b>1</b>
<b>Bitki Zekâsında Yeni Bir Alan: Kök Kütlesi Optimizasyonu</b> Ümit CAN, Bilal ALATAŞ	<b>8</b>
<b>Ters Akımlı Soğutma Kulesi Performans Analizi</b> Hasan GÜL, Oğuz BOZKIR, Rasim BEHÇET	<b>15</b>
<b>İnternet Bankacılığı ve Telekomünikasyon Alanında Siber Güvenliğe Genel Bakış</b> Harun BİNGÖL, Mehmet Mehdi KARAKOÇ	<b>23</b>
<b>1,3,4-oksadiazol-2-tiyon Halkası İhtiva Eden Yeni Karboksilik Asit ve Mannich Türevlerinin Sentezi ve Karakterizasyonu</b> Ahmet ÇETİN	<b>36</b>
<b>Doğu Geçit Bölgesinde Bazı Haşhaş (<i>papaver somniferum</i> l.) Çeşitlerinin Adaptasyonu</b> Erkan BOYDAK, Zühal KAVURMACI	<b>44</b>
<b>Gaziantep’te Üretilen Balların Kalite Kriterlerinin Belirlenmesi</b> M. Ali KUTLU, A. Şükrü BENGÜ	<b>48</b>
<b>Bingöl’de Bitkisel Üretimin Durumu, Sorunları ve Çözüm Önerileri</b> Nusret ÖZBAY, Muharrem ERGUN, Abdullah OSMANOĞLU, Atilla ÇAKIR	<b>54</b>
<b>Collapse Mechanisms Determination For Space Trusses Under Uniform Loading And Different Support Conditions</b> Mehrzaad Mohabbi Yadollahi, Ahmet BENLİ	<b>59</b>
<b>Tarımda Zararlılara Karşı Kullanılan Fenpiroksimat Akarisitinin Fizyolojik ve Anatomik Etkilerinin Araştırılması</b> Serdar Karakuşlu, Güray Demirtaş, Kültiğın Çavuşoğlu, Kürşad Yapar, Emine Yalçın, Kürşat Çavuşoğlu	<b>65</b>



## Türk Doğa ve Fen Dergisi Turkish Journal of Nature and Science

<http://www.bingol.edu.tr/dergiler/turk-doga-ve-fen-dergisi.aspx>



# Toz Enjeksiyon Kalıplama Yöntemi ile Üretilen 718 Süperalaşım Parçalarının Kırılma Tokluğu ve Darbe Dayanımı Özellikleri

Özgür ÖZGÜN\*<sup>1</sup>, Ramazan YILMAZ<sup>2</sup>, H. Özkan GÜLSOY<sup>3</sup>, Fehim FINDIK<sup>2</sup>

### Özet

Bu çalışmada, Toz Enjeksiyon Kalıplama (TEK) yöntemi ile üretilen nikel esaslı 718 süperalaşımının kırılma tokluğu ve darbe dayanımı özellikleri incelenmiştir. Başlangıçta önalaşım 718 süperalaşım tozu polimerik bir bağlayıcı sistemi ile karıştırılarak besleme stoğu hazırlanmıştır. Hazırlanan besleme stoğu enjeksiyon ile şekillendirilmiştir. Şekillendirilen numuneler solvent ve termal bağlayıcı giderme işlemlerine tabi tutulduktan sonra 1290 °C'de 3 saat sinterlenmişlerdir. Sinterlenen numuneler 980 °C'de 1 saat çözeltiye alındıktan sonra 720 °C'de 9 saat ve 620 °C'de 8 saat olmak üzere iki aşamada yaşlandırılmışlardır. Sinterlenmiş ve yaşlandırılmış numuneler kırılma tokluğu ve darbe testlerine maruz bırakılmışlardır. Mikroyapı incelemeleri optik mikroskop (OM), taramalı elektron mikroskobu (SEM) ve geçirmeli elektron mikroskobu (TEM) ile gerçekleştirilmiştir. Sonuçlar, yaşlandırma işlemi ile mikroyapıda birtakım çökeltilerin oluştuğunu ve bu çökeltilerin sertliği arttırdığını, kırılma tokluğu ve darbe dayanımı değerlerini ise düşürdüğünü göstermiştir.

**Anahtar Kelimeler:** 718 süperalaşımı, toz enjeksiyon kalıplama, kırılma tokluğu, darbe dayanımı

## Fracture Toughness and Impact Strength Properties of Powder Injection Molded Superalloy 718 Components

### Abstract

In this study, fracture toughness and impact strength properties of superalloy 718 components manufactured through Powder Injection Molding (PIM) method were investigated. At first, the feedstock was prepared by mixing of prealloyed superalloy 718 powder with a polymeric binder system. After that, the prepared feedstock was shaped by injection. Later, these shaped samples were subjected to solvent and thermal debinding processes. Subsequently, the debinded samples were sintered at 1290 °C for 3 hours and then the sintered samples were solution treated at 980 °C for an hour and then aged in two stages; at 720 °C for 9 hours and at 620 °C for 8 hours. Both sintered and aged samples were exposed to the fracture toughness and impact tests. Microstructural investigations were carried out by using optical microscope (OM), scanning electron microscope (SEM) and transmission electron microscope (TEM). The results illustrated that aging process causes the formation of some precipitates in the microstructure. Due to these precipitates, fracture toughness and impact strength values decrease while the hardness of aged samples increases.

**Keywords:** Superalloy 718, powder injection molding, fracture toughness, impact strength

### 1. Giriş

Mühendislik uygulamalarında en başarılı uygulanan süperalaşımardan biri olan 718 süperalaşımı [1], dünya süperalaşım tüketiminin neredeyse yarısını teşkil etmektedir [2]. Çökelme ile sertleştirilebilen 718 süperalaşımı; sahip olduğu iyi korozyon direnci, yüksek mukavemet ve 650 °C'ye kadar yüksek sıcaklıklarda kararlı olan mikroyapısı sayesinde; gaz türbinlerinde, roket motorlarında, uzay araçlarında, nükleer reaktörlerde, pompalarda

ve işleme takımlarında yaygın olarak kullanılmaktadır. 718 alaşımında mukavemet artırma mekanizmasını temel olarak kübik veya küresel şekilli nano ölçülerdeki  $\gamma'$ -Ni<sub>3</sub>Al ve lens gibi disk şekilli  $\gamma'$ -Ni<sub>3</sub>Nb çökeltileri oluşturmaktadır [3-7].  $\gamma'$  fazı sıklıkla  $\gamma'$  fazı ile birlikte çökelmesine rağmen bu alaşımın esas mukavemet artırıcı faz  $\gamma'$  çökeltileridir [8,9].

Her ne kadar Ni esaslı süperalaşımın sertlik ve mukavemetlerini esas olarak intermetalik çökeltilerden ( $\gamma'$  ve  $\gamma''$ ) kazansalar da, hem üretim esnasında hem de mukavemet kazandırıcı bu fazların oluşturulabilmesi için yapılan ısı işlemler esnasında, bu malzemelerde hatırı sayılır miktarda sert ve gevrek davranış sergileyen karbürlerin ve topolojik sıkı paket fazların (TCP) oluşması da kaçınılmazdır [10,11]. Bu tür sert fazlar içeren Ni esaslı süperalaşımında, kırılma tokluğu özelliklerinin belirlenmesi büyük önem

<sup>1</sup>Bingöl Üniversitesi, Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi, Makine Mühendisliği Bölümü, 12000, Bingöl, TÜRKİYE

<sup>2</sup>Sakarya Üniversitesi, Teknoloji Fakültesi, Metalurji ve Malzeme Mühendisliği Bölümü, 54187, Sakarya, TÜRKİYE

<sup>3</sup>Marmara Üniversitesi, Teknoloji Fakültesi, Metalurji ve Malzeme Mühendisliği Bölümü, 34722, İstanbul, TÜRKİYE

\*Sorumlu yazar eposta: oozgun@bingol.edu.tr

taşımaktadır. Nikel esaslı süperalaşım çalışmaları ortamlarında bazen darbe yüklerine de maruz kalmaktadırlar. Bu nedenle darbe tokluğu birçok malzeme için olduğu gibi Ni esaslı süperalaşım için de oldukça önemli bir mekanik özelliktir. Sinterlenmiş malzemelerin mekanik özellikleri gözeneklilik ve fazların durumu gibi mikroyapı özelliklerinden güçlü bir şekilde etkilenmektedir [12].

Yüksek boyutsal hassasiyete sahip ürünleri kusursuz, ince taneli yapıda ve mekanik özellikleri anizotropik olmayacak bir şekilde üretmeyi mümkün kılan TEK, metal ve/veya seramik tozlarını homojen bir besleme stoğu elde etmek için bağlayıcılarla karıştırma, elde edilen besleme stoğunu kapalı bir kalıp içerisine enjekte etme (kalıplama), şekillendirilen parçaları kalıptan çıkarma, bağlayıcı giderme, sinterleme ve gerektiğinde ilave işlemler olarak sıralanabilecek bir dizi ardışık operasyon içermektedir [13]. Geleneksel kalıpla presleme ile üretilen parçalardan daha yüksek yoğunluk ve dolayısıyla daha üstün mekanik özellikler elde edilmesini sağlayan TEK teknolojisi, gerek talaşlı imalat gerekse de döküm yöntemlerine nazaran daha karmaşık şekilli parçaların yüksek yüzey kalitesine sahip olacak şekilde, yüksek ölçü hassasiyetiyle üretilebilmesine olanak tanımakla kalmaz; bunun yanında ince tane yapısına sahip ve kimyasal bileşimi her yerinde homojen olan parçaların ekonomik olarak üretilmesini de sağlar [14]. Son yıllarda süperalaşımın TEK yöntemi ile üretilmesi üzerine birçok çalışma yapılmış olmasına rağmen [15-20], literatürde TEK tekniği ile üretilmiş Ni esaslı süperalaşımın kırılma tokluğu ve darbe tokluğu özellikleri ile ilgili yeterli bilgi bulunmamaktadır.

Bu çalışmada 718 süperalaşım tozundan TEK yöntemi ile parça üretimi yapılmıştır. Üretilen parçalar yaşlandırma ısı işlemine tabi tutularak hem ısı işlem görmüş hem de ısı işlem görmemiş durumdaki kırılma tokluğu ve darbe dayanımı özellikleri karakterize edilmiştir. Mekanik testlerden elde edilen veriler OM, SEM ve TEM çalışmaları ile desteklenmiştir.

## 2. Deneysel Çalışmalar

Deneysel çalışmalarda Osprey firması tarafından gaz atomizasyonu yöntemiyle üretilmiş küresel partikül şekline sahip önalaşım Ni esaslı 718 süperalaşım tozu kullanılmış olup, bu tozun partikül boyutu 4-27  $\mu\text{m}$  (D50: 11,9  $\mu\text{m}$ ) aralığındadır. Tablo 1’de kullanılan süperalaşım tozunun kimyasal bileşimi verilmiştir. Hacimsel olarak %60 süperalaşım tozu ile %40 bağlayıcıdan oluşan besleme stoğunun hazırlanması amacıyla 718 süperalaşım tozu,

ağırlıkça %69 parafin mum, % 20 polipropilen, %10 brezilya mumu ve %1 stearik asit içeren çok bileşenli bir bağlayıcı sistemi ile 170 °C’de ve vakum ortamında 30 dk karıştırılmıştır. Elde edilen besleme stoğu 170 °C’de 12,5 MPa basınç ile kalıplanmıştır. Kalıplanan numuneler iki aşamalı bir bağlayıcı giderme işlemine (solvent debinding and thermal debinding) tabi tutulmuşlardır. Bağlayıcı giderilmiş numunelerin sinterleme işlemi 1290 °C’de ve vakum ortamında 3 saat bekleme süresi ile gerçekleştirilmiştir. Sinterlenmiş numuneler 980 °C’de 1 saat çözeltiye alındıktan sonra suda soğutularak 720 °C’de 9 saat ve 620 °C’de 8 saat bekletilerek yaşlandırılmışlardır. Sinterlenen numunelerin Arşimet prensibine göre yoğunlukları ölçülmüştür. Metalografik hazırlıkta dağlayıcı olarak Calling solüsyonu kullanılmıştır. OM incelemeleri NIKON LP 1200 ELIPSE marka mikroskop ile yapılmıştır. Sertlik ölçümleri Shimadzu marka cihazda Vickers (HV<sub>0,1</sub>) yöntemi ile belirlenmiştir.

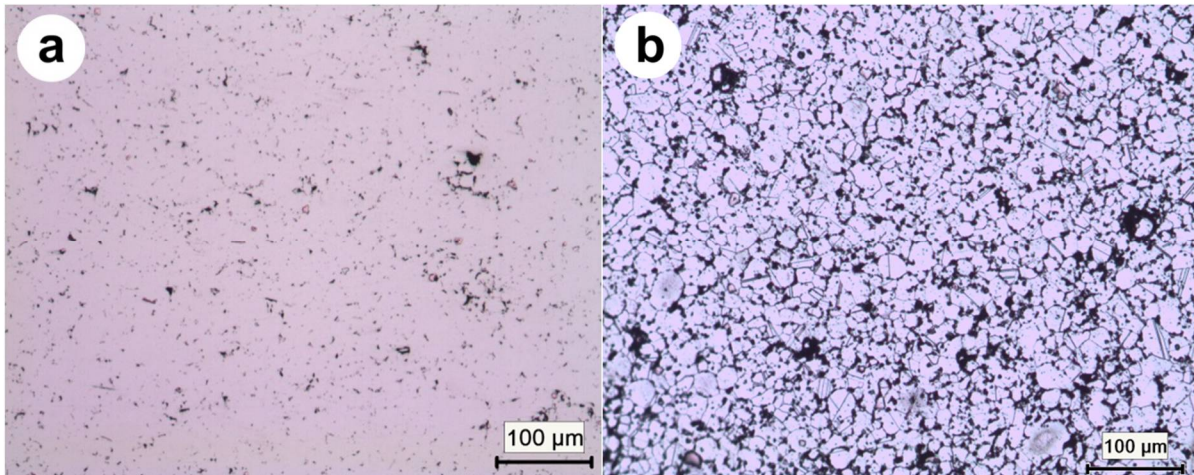
**Tablo 1.** Kullanılan 718 süperalaşım tozunun ağırlıkça % olarak kimyasal kompozisyonu

Ni	Cr	Fe	Nb	Mo	Al	Ti	C	Si	Mn
52,300	18,7	19,306	5,0	3,1	0,33	0,71	0,011	0,29	0,24

## 3. Bulgular ve Tartışma

### 3.1. Yoğunluk, Sertlik ve Mikroyapı

Sinterlenmiş numunelerin ortalama bağıl yoğunluk değeri %97,3 olarak ölçülmüştür. Şekil 1’de sinterlenmiş numunede gözenek durumunu ve tane yapısını görmek amacıyla alınmış OM görüntüleri verilmiştir. Parlatma işleminden sonra alınmış görüntüden (Şekil 1.a) yoğunluk değerine uygun olarak sinterlenmiş numunedeki gözenek miktarının düşük olduğu görülmektedir. Var olan gözeneklerin de küçük boyutlu ve küresel şekilli olduğu görülmekte olup, bunların boyut ve morfoloji açısından kırılma tokluğu ve darbe dayanımı için en az tehdit oluşturacak tarzda oldukları düşünülmektedir. Dağlama işleminden sonra alınmış OM görüntüsünde (Şekil 1.b) TEK ile üretilmiş numunelerin tanelerinin eş eksenli olduğu görülmektedir. Malzemenin mekanik özellikleri bakımından oldukça büyük öneme sahip bir özellik olan tane boyutu 20-30  $\mu\text{m}$  arasında değişmektedir. ASTM tane boyutu numarası 7 olarak hesaplanmıştır. Tane boyutunun ince oluşunun darbe dayanımı için olumlu etkiye sahip olduğu düşünülmektedir.



**Şekil 1.** Sinterlenmiş numuneye ait; a. dağlama öncesi, b. dağlama sonrası OM görüntüsü

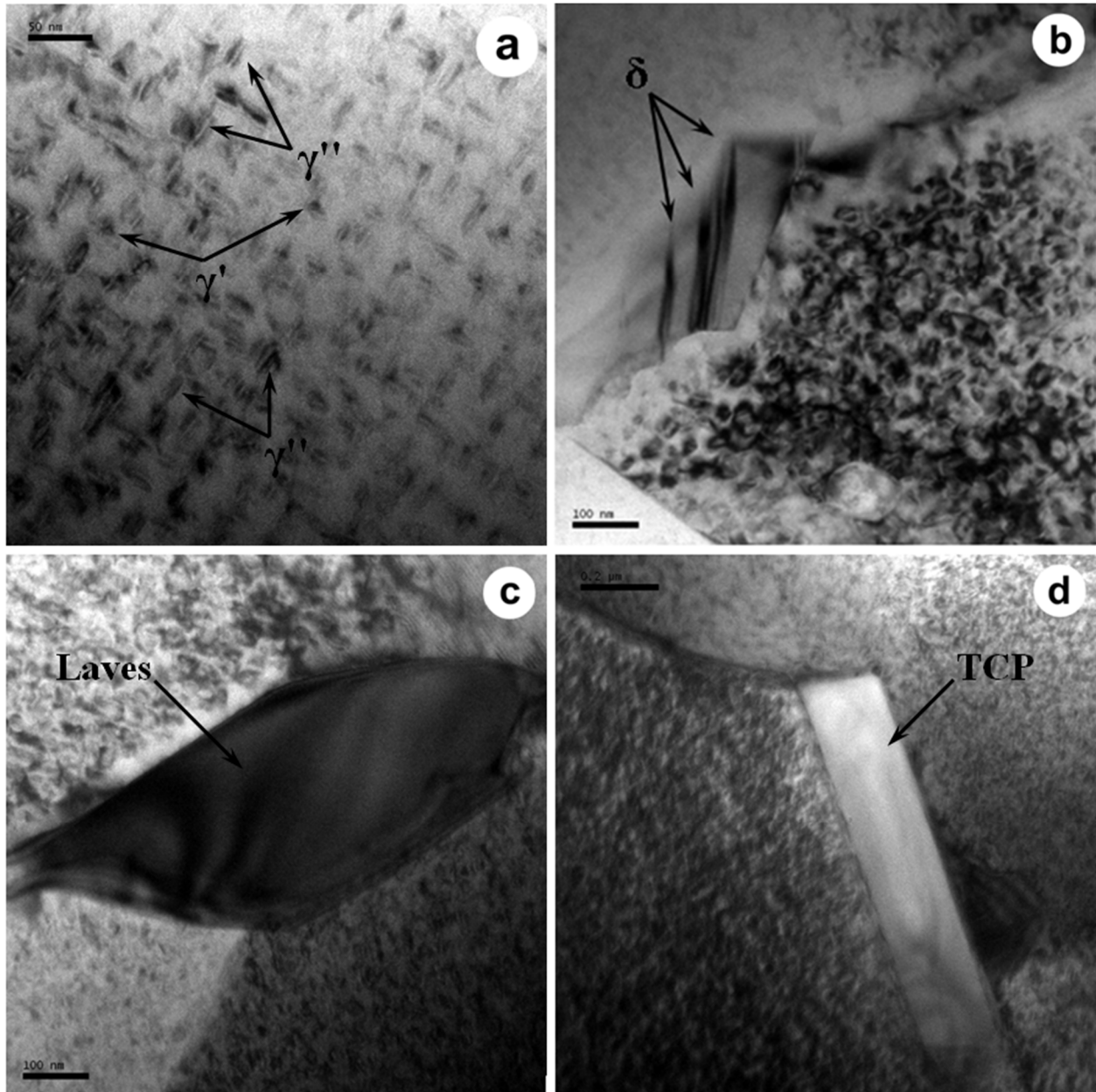


Yaşlandırma işleminden sonra mikroyapıda bulunan fazların tespit edilebilmesi amacıyla alınan TEM görüntüleri Şekil 2’de verilmiştir. Yaşlandırma ısıl işleminin nikel esaslı süperalaşımların mekanik özellikleri üzerine önemli etkileri bulunmaktadır [21]. TEM görüntüleri genel olarak malzemede farklı özelliklere sahip bol miktarda çökelti fazı oluştuğunu göstermektedir. Sinterleme işleminden sonra numunelerin sertliği  $348 \pm 10$  HV<sub>0,1</sub> olarak ölçülmüştür. Yaşlandırma işleminden sonra elde edilen sertlik değerleri 442-468 HV<sub>0,1</sub> arasında değişmekte olup, ortalama 454 HV<sub>0,1</sub>’dir. Sertlikteki bu artışın TEM görüntülerinde oluştuğu görülen bu çökeltiler tarafından sağlandığı anlaşılmaktadır.

Şekil 2.a’daki TEM görüntüsünde 718 alaşımına uygulanan ısıl işlemler sonucu oluşan intermetalik çökeltiler net bir biçimde görülmektedir. Görüntü incelendiğinde oluşmuş olan bu çökeltilerin büyük çoğunluğunun yaklaşık olarak 5 nm kalınlıkta ve 20–25 nm çapında disk şekilli oldukları ve homojen bir dağılım sergiledikleri görülmektedir. Morfolojilerinin disk şeklinde olması bu çökeltilerin 718 alaşımının üstün mekanik özelliklere sahip

olmasında en büyük rolü üstlenen ve yaşlandırma işleminin asıl gayesini teşkil eden  $\gamma''$  çökeltileri olduğuna işaret etmektedir [11]. Çalışmada kullanılan 718 alaşım tozunun bileşiminde Al ve Ti elementlerinin bulunması yaşlandırma işlemiyle malzeme içerisinde  $\gamma'$  çökeltileri de meydana gelmesini gerektirmektedir [11]. TEM görüntüsünde yer yer küresel şekilli olan  $\gamma'$  çökeltileri olduğu da görülmektedir. 718 alaşımı, yaşlanma işlemiyle oluşturulan bu fazlar ile gama matris arasında meydana gelen bağdaşıklık gerilmeleri sayesinde mukavemet kazanmaktadır [11,22].

Şekil 2.b’de yaşlandırılmış 718 alaşımının malzemesinin tane sınırından alınmış TEM görüntüsünde iğnesel şekilli ve büyük boyutlu çökeltiler olduğu görülmektedir. Bu çökeltilerin, formülü Ni<sub>3</sub>Nb olan ortorombik yapılu  $\delta$  fazı çökeltileri olduğu düşünülmektedir.  $\gamma''$  veya  $\gamma'$  fazlarının çökmesiyle mukavemet kazanan ve yüksek miktarda Nb içeren tüm nikel esaslı ve nikel-demir esaslı alaşımlar üretim veya servis şartlarında dönüşen  $\delta$  fazı oluşumuna karşı hassastırlar [11]. Yüksek sıcaklıklarda taneler arasında çökelen  $\delta$  fazının [23], levha veya küresel şekilli olabileceği bildirilmektedir [11].



Şekil 2. Yaşlandırılmış 718 süperalaşım numunesinden alınmış TEM görüntüleri

Şekil 2.b'de yaşlandırılmış 718 alaşımının malzemesinin tane sınırından alınmış TEM görüntüsünde iğnesel şekilli ve büyük boyutlu çökeltiler olduğu görülmektedir. Bu çökeltilerin, formülü  $Ni_3Nb$  olan ortorombik yapı  $\delta$  fazı çökeltileri olduğu düşünülmektedir.  $\gamma''$  veya  $\gamma'$  fazlarının çökmesiyle mukavemet kazanan ve yüksek miktarda Nb içeren tüm nikel esaslı ve nikel-demir esaslı alaşımlar üretim veya servis şartlarında dönüşen  $\delta$  fazı oluşumuna karşı hassastırlar [11]. Yüksek sıcaklıklarda taneler arasında çökelen  $\delta$  fazının [23], levha veya küresel şekilli olabileceği bildirilmektedir [11].

Yaşlandırılmış 718 süperalaşım numunesinin başka bir bölgesinden alınmış Şekil 2.c'deki TEM görüntüsünde tane sınırında oluşmuş olan bir çökelti görülmektedir. Yapılan EDS analizi, tane sınırında görülen bu çökeltilerde Nb miktarının oldukça yüksek olduğunu göstermiştir (Tablo 2). Nb ile birlikte bu çökeltilerde önemli miktarda Mo ve Ni bulunmaktadır. Hepsinden önemlisi bu çökeltilerin başlangıç tozuna nazaran yüksek miktarda Si ihtiva etmesi, TCP fazlarından biri olan Laves fazı olabileceğini düşündürmektedir. Çünkü Si ve Nb elementlerinin 718 alaşımında Laves fazı oluşumunu teşvik edici rol oynadıkları bildirilmektedir. Laves fazı en çok demir-nikel esaslı alaşımlarda taneler arası çökeltiler şeklinde görülürken, tane içi çökeltiler şeklinde de görülebilmektedir. Aşırı miktarları oda sıcaklığı çekme sünekliğini azaltırken sürünme özellikleri üzerine önemli etkileri yoktur [24].

**Tablo 2.** Şekil 2.c'de görülen çökeltilerin TEM/EDS analizi sonucu belirlenen kimyasal bileşimi (ağırlıkça %)

Ni	Cr	Fe	Nb	Mo	Ti	Si
35,14	13,02	13,62	23,21	11,62	0,26	3,14

Şekil 2.d'deki TEM görüntüsünde görülen çökeltilere de EDS analizi yapılmış olup Tablo 3'de verilen analiz sonucu, bu çökeltilerin de bir tür TCP fazı olabileceğini düşündürmektedir.

**Tablo 3.** Şekil 2.d'de görülen çökeltilerin TEM/EDS analizi sonucu belirlenen kimyasal bileşimi (ağırlıkça %)

Ni	Cr	Fe	Nb	Mo	Ti
47,44	19,59	20,04	7,30	4,75	0,88

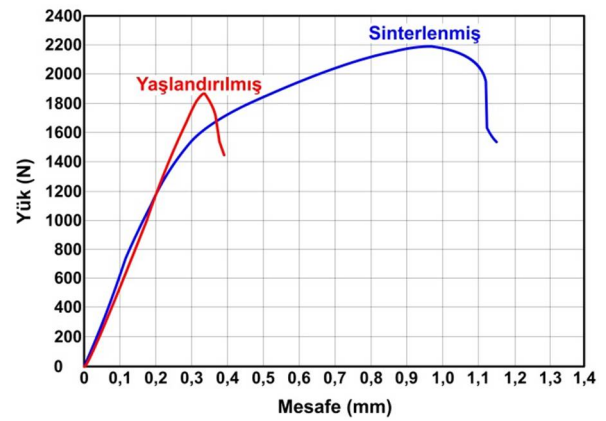
### 3.2. Kırılma Tokluğu

Şekil 3'te sinterlenmiş durumdaki ve yaşlandırılmış durumdaki 3'er adet 718 numunesine uygulanan kırılma tokluğu deneylerinden elde edilen ortalama yük-mesafe eğrileri verilmiştir. Çentik açılmış numunelere uygulanan kırılma tokluğu testlerinde sinterlenmiş durumdaki numunenin daha yüksek yük taşıma kapasitesine sahip olduğu görülmüştür. Malzemelerin mekanik özellikleri sahip oldukları mikroyapı özelliklerine son derece bağlı olup, mikroyapılar uygulanan ısı işlemlerle değiştirilebilmektedir. Dolayısıyla ısı işlemler malzemelerin mekanik özelliklerini etkilemektedir [25]. Bu açıklamalara da dayanılarak yaşlandırılmış numunenin sinterlenmiş durumdaki numuneye kıyasla daha düşük yük taşıyabilmesinin, yaşlandırma işlemiyle malzeme içerisinde olduğu TEM incelemeleriyle ispatlanan çökeltilerden kaynaklandığı düşünülmektedir.

Yaşlandırma ısı işleminin genel olarak malzemelerin sertlik ve mukavemetini arttırdığı bilinmektedir [25,26]. Malzemenin sertliğinde meydana gelen artışla ters orantılı olarak süneklik, dolayısıyla da tokluğun azalacağı genel bir kaidedir [26]. Toz metalurjisi ile üretilmiş çeşitli malzemeler

üzerine yapılan çalışmalar, malzemelerin sahip oldukları kimyasal bileşimin malzemenin sertliği, dolayısıyla kırılma tokluğu değerleri üzerine önemli etkileri olduğunu göstermiştir [27,28]. Yapılan sertlik ölçümleri yaşlandırma ısı işleminin 718 süperalaşımının sertliğini önemli ölçüde arttırdığını göstermiştir. TEM incelemeleri malzemenin sertliğinde meydana gelen bu artışın yaşlandırma işlemiyle malzeme içerisinde meydana gelen çökeltiler tarafından sağlandığını göstermiştir.

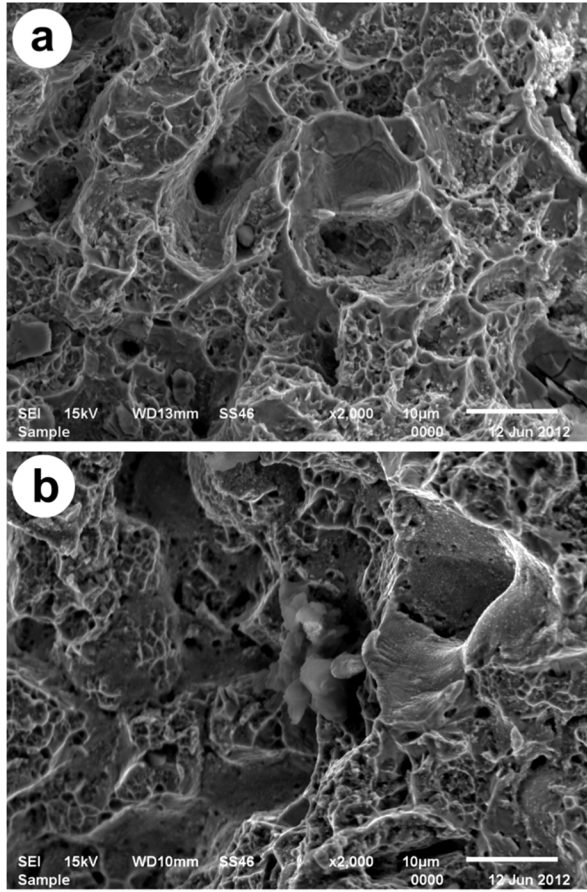
Literatürde süperalaşımın nispeten sünek malzemeler olduğu, sünekliğin kısa süreli çekme testlerindeki uzama ile belirlendiği ve uzama değerinin genellikle %10-70 arasında değiştiği belirtilmektedir. Fakat  $\gamma'$  ile mukavemet kazanan alaşımlarda uzama değerinin daha düşük olup, %10-40 arasında değiştiği bildirilmektedir [29]. Buradan Ni esaslı süperalaşımlarda ısı işlemlerle oluşturulan ve matris ile arasındaki bağdaşıklık gerilmeleri ile malzemenin mukavemet ve sertliğini arttırdığı bilinen  $\gamma'$  fazının malzemenin sünekliğini azalttığı anlaşılmaktadır. 718 süperalaşımında  $\gamma'$  fazı ile birlikte ısı işlemlerle oluşturulan ve alaşımın sertlik ve mukavemetindeki artışta asıl rolü oynayan  $\gamma''$  fazının da  $\gamma'$  fazına benzer şekilde malzemenin sünekliğini azaltacağı söylenebilir. TEM incelemeleri yaşlandırılmış durumdaki malzemede bu çökeltilerin oluştuğunu göstermiş, sertlik değerleri de bunu desteklemiştir. Bunlar göz önünde bulundurulduğunda yaşlandırılmış malzemenin sinterlenmiş durumdaki malzemeye oranla taşıyabileceği yükün az olmasında nano boyutlu çökeltilerin ( $\gamma'$ ,  $\gamma''$ ) etkisi şüphesiz olmaktadır.



**Şekil 3.** 718 süperalaşım numunelerinin kırılma tokluğu deneylerinden elde edilen yük-mesafe eğrileri

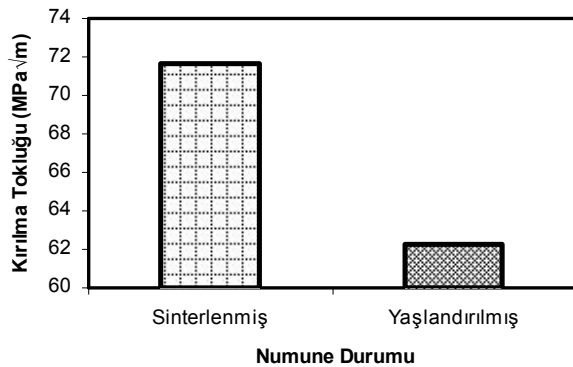
Yaşlandırılmış malzeme ile sinterlenmiş durumdaki malzemede taşınabilen yüklerin farklı olmasında oluşan nano boyutlu çökeltilerin yanında malzeme içerisindeki karbür çökeltilerinin ve TCP fazlarının da etkili olduğu düşünülmektedir. Birçok araştırmacı tarafından Inconel 718 alaşımının mikroyapısında bulunan Laves fazının, çekme sünekliği, kırılma tokluğu, yorulma ve sürünme özelliklerine olumsuz etkilerinin olduğu bildirilmiştir [30]. Laves fazının gevrek bir bileşik olması nedeniyle çatlak oluşumu ve ilerlemesi için favori bölgeler teşkil ettiği bildirilmektedir [31].

Şekil 4'te kırılma tokluğu deneyine tabi tutulmuş farklı durumdaki 718 süperalaşım numunelerinin kırılma yüzeyinden alınmış SEM görüntüleri verilmiştir. Sinterlenmiş durumdaki numunenin kırılma yüzeyinde gamze şeklinde çukurcuk oluşumunun daha yüksek miktarda olduğu görülmektedir. Buna karşılık yaşlandırılmış durumdaki numunenin daha gevrek bir kırılma sergilediği söylenebilir.



Şekil 4.a. Sinterlenmiş, b. Yaşlandırılmış IN718 numunelerinin kırılma tokluğu deneyinden sonra alınmış SEM görüntüleri

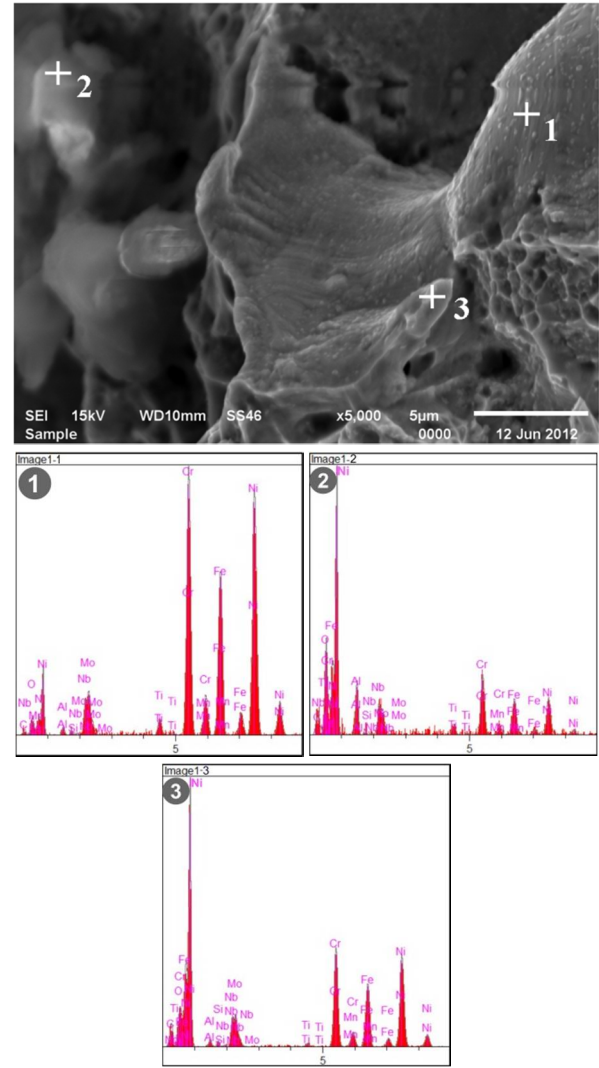
Üç nokta kırılma tokluğu deneylerinden elde edilen maksimum yüklerin ASTM E-399 standardında verilen eşitliklere yerine yazılmasıyla kırılma tokluğu değerleri hesap edilmiştir. Elde edilen değerler Şekil 5’te verilmiştir. Daha önce yapılmış olan TEM incelemeleri ve yukarıdaki açıklamalar ile uyumlu olarak kırılma tokluğu değerinin yaşlandırma işlemine bağlı olarak bir azalma sergilediği görülmektedir.



Şekil 5. 718 süperalaşım numunelerinin kırılma tokluğu değerleri

Şekil 6’da yaşlandırılmış bir 718 numunesinin kırılma tokluğu deneyinden sonra yüzeyinden alınmış SEM/EDS analizine ait görüntüler verilmiştir. 1 numaralı bölgede elementler, başlangıç tozuna çok yakın bir dağılım sergilemektedirler. 2 numaralı bölgede Ni, Cr ve Fe gibi matrisi oluşturan elementlerin miktarlarında bir azalma

görülmektedir. 3 numaralı bölgede de 2 numaralı bölgedekine benzer bir karbür oluşumu olduğu düşünülmektedir. Görüntüde özellikle 1 numaralı bölgedekine benzeyen düz yüzeylerde intermetalik çökeltiler olduğu düşünülen nano ölçülü çökeltilerin olduğu görülmektedir. Düz yüzeylerde belirgin olan bu çökeltilerin  $\gamma'$  ve  $\gamma''$  çökeltileri olduğu düşünülmektedir.

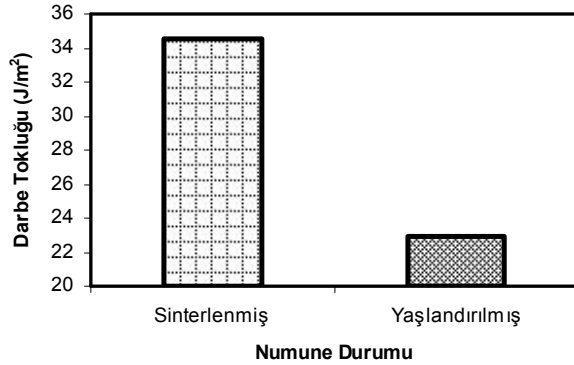


Şekil 6. Yaşlandırılmış 718 süperalaşım numunesinin kırılma tokluğu testinden sonra kırılma yüzeyinden alınmış SEM/EDS analizi

### 3.3. Darbe Dayanımı

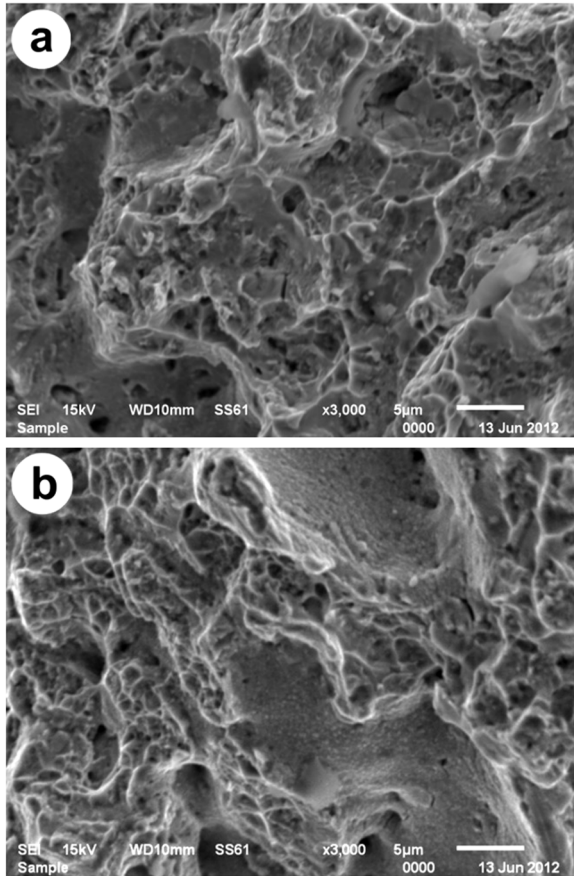
Şekil 7’de sinterlenmiş ve yaşlandırılmış durumdaki 3’er adet 718 süperalaşım numunenin elde edilen darbe enerjilerinin (Joule) numune kesitine ( $\text{cm}^2$ ) bölünmesi suretiyle hesap edilen ortalama darbe tokluğu değerleri verilmiştir. Yaşlandırma işleminin malzemenin darbe tokluğunu düşürdüğü görülmektedir. Darbe tokluğunun malzemenin içerdiği alaşım elementleri ve uygulanan ısı işlemlerinde büyük ölçüde etkilendiği bildirilmektedir [32]. Literatürde daha az karbon içeren süperalaşımın daha sünek oldukları ve çok yüklemelere veya darbelerle maruz uygulamalar için daha uygun oldukları bildirilmektedir [33]. Bu durum, yukarıda da bahsedildiği gibi malzeme

içerisindeki sert çökeltilerin (karbürler, TCP fazları) gerilme yığılmasına, dolayısıyla çatlak oluşumuna öncülük etmelerinden dolayı malzemede sünekliliği düşürücü rol oynadıklarını gösterir. Yaşlandırılmış durumdaki 718 süperalaşımın darbe tokluğu değerinin sinterlenmiş durumdaki malzemeye oranla daha düşük olması da daha yüksek miktarda karbür ve TCP fazı içermesine bağlıdır. Daha da önemlisi yaşlandırılmış malzemede nano boyutlu intermetalik çökeltilerin miktarı sinterlenmiş durumdaki malzemeden çok daha yüksektir.



Şekil 7. Sinterlenmiş ve yaşlandırılmış durumdaki IN718 numunelerinin darbe tokluğu değerleri

Şekil 8.a'da sinterlenmiş durumdaki, Şekil 8.b'de ise yaşlandırılmış durumdaki 718 numunelerinin darbe deneyi sonrası kırılma yüzeylerinden alınmış SEM görüntüleri verilmiştir.



Şekil 8.a. Sinterlenmiş, b. Yaşlandırılmış 718 süperalaşım numunelerinin darbe deneyi sonrasında kırılma yüzeylerinden alınmış SEM görüntüleri

Sinterlenmiş durumdaki malzemenin kırılma yüzeyinin daha sünek bir görüntü sergilediği görülmektedir (Şekil 8.a). Bununla birlikte yaşlandırılmış durumdaki malzemenin SEM görüntüsünde nano boyutlu intermetalik çökeltilere ait olduğu düşünülen ve düz bölgelerde daha belirgin olan benekli bir görüntü söz konusudur (Şekil 8.b). Aynı görüntü yaşlandırılmış numunenin kırılma tokluğu deneyinden sonra kırılma yüzeyinden alınan SEM görüntüsünde de mevcut olup, bu fikre kuvvet katmaktadır. Her iki durumdaki malzemede de kırılmanın taneler arasından meydana geldiği, sinterlenmiş durumdaki malzemede gamze şeklinde çukurcuk oluşumlarının daha belirgin olduğu dikkat çekmektedir. Sinterlenmiş numunede gamze şeklinde çukurcuk oluşumlarının daha derin olması aynı zamanda yaşlandırma işleminin numune sertliğine olan etkisinin göstergesidir.

#### 4. Sonuçlar

Bu çalışmada TEK yöntemi kullanılarak 718 süperalaşım parçalar üretilmiş ve üretilen bu parçalara yaşlandırma ısıl işlemi uygulanmıştır. Hem ısıl işlem görmüş hem de görmemiş durumdaki malzemelere uygulanan kırılma tokluğu testleri ısıl işlemin kırılma tokluğu değerlerinde düşüşe neden olduğunu göstermiştir. Yaşlandırma işlemi ile sertlikte sağlanan artışın, ısıl işlem görmüş numunelerde kırılma tokluğu değerlerinin daha düşük çıkmasında rol oynadığı düşünülmektedir. SEM ve TEM incelemeleri malzemenin sertliğinde meydana gelen artışın yaşlandırma işlemiyle malzeme içerisinde oluşturulan intermetalik çökeltiler ve karbür çökeltileri tarafından sağlandığını göstermiştir. Ayrıca TEM incelemeleri malzeme içerisinde TCP fazlarının da oluştuğunu göstermiştir. Kırılma tokluğu değerlerinin düşmesinde yaşlandırılmış malzeme içerisinde oluşmuş olan çökelti fazlarının çatlak oluşumuna öncülük ederek etkili oldukları aşikârdır. Kırılma tokluğu testlerinden elde edilen sonuçlara benzer olarak yaşlandırma işlemi ile yapı içerisinde oluşan sert fazların gerilme yığılmalarına ve dolayısıyla çatlak oluşumuna neden olarak darbe tokluğu değerlerini de düşürdüğü görülmüştür.

#### Kaynaklar

- [1] Cieslak M.J., Headley T.J., Kollie T., Roming A.D. A melting and solidification study of Alloy 625, Metallurgical Transactions A 19A: 2319-2331, 1988.
- [2] Patel S.J., Smith G.D. The Role of Niobium in Wrought Superalloys, Superalloys 718, 625, 706 and Various Derivatives, 135-154, 2005.
- [3] Chaturvedi M.C., Han Y. Strengthening Mechanisms in Inconel 718 Superalloy, Metal Science 17(3): 145-149, 1983.
- [4] Cozar R., Pineau A. Morphology of  $\gamma'$  and  $\gamma''$  Precipitates and Thermal Stability of Inconel 718 Type Alloys, Metallurgical and Materials Transactions B 4(1): 47-59, 1973.
- [5] Kirman I., Warrington D.H. Precipitation in Nickel-Based Alloys Containing both Niobium and Titanium, Institute of Metals 99:197-199, 1971.
- [6] Paulonis D.F., Oblak J.M., Duvall D.S. Precipitation in Nickel-base Alloy 718, Transactions Quarterly 62(3): 611-622, 1969.
- [7] Quist W.E., Taggart R., Polonis D.H. The Influence of Iron and Aluminum On the Precipitation of Metastable



- Ni<sub>3</sub>Nb Phases In the Ni-Nb System, Metallurgical and Materials Transactions B 2(3): 825-832, 1971.
- [8] Donachie M.J., Donachie S.J. Superalloys: A Technical Guide, ASM International, Materials Park, OH., 2002
- [9] Wang C., Li R. Effect of Double Aging Treatment on Structure in Inconel 718 Alloy, Journal of Materials Science 39: 2593 – 2595, 2004.
- [10] Garimella L., Liaw P.K., Klarstrom D.L. Fatigue Behavior in Nickel-Based Superalloys: A Literature Review, JOM pp. 67–71, 1997.
- [11] Sundararaman M. The Role of Refractory Metal Additions in Precipitation Processes in Superalloys, Mineral Processing and Extractive Metallurgy Review 22(4): 681-700, 2002.
- [12] Carabajar S., Verdu C., Fougeres R. Damage mechanisms of a nickel alloyed sintered steel during tensile tests, Mater. Sci. Eng. A 232: 80–87, 1997.
- [13] Kryachek V.M. Injection Moulding (Review), Powder Metallurgy and Metal Ceramics 7: 336–348, 2004.
- [14] German R.M. Powder Injection Molding, In ASM Handbook: Powder Metal Technologies and Applications 7: 831–851, 1998.
- [15] B.N., Waldyr R.Jr., Machado R. MIM processing and plasma sintering of nickel base superalloys for aerospace and automotive applications, Powder Metallurgy 51(2): 107-110, 2008.
- [16] Gülsoy H.Ö., Özbek S., Günay V., Baykara T. Mechanical Properties of Powder Injection Molded Ni-Based Superalloys, Advanced Materials Research 278: 289–294, 2011.
- [17] Contreras J.M., Morales A.J., Torralba J.M. Improvement of Rheological Properties of Inconel 718 MIM Feedstock Using Tailored Particle Size Distributions. Powder Metallurgy 51(2):103-106, 2008.
- [18] Ozgun O., Gulsoy H.O., Findik F., Yilmaz R. Microstructure and Mechanical Properties of Injection Molded Nimonic-90 Superalloy Parts, Powder Metallurgy 55 (5): 413-422, 2012.
- [19] Özgün Ö., Gülsoy H.Ö., Yılmaz R., Findik F. Injection Molding of Nickel Based 625 Superalloy: Sintering, Heat Treatment, Microstructure and Mechanical Properties, Journal of Alloys and Compounds 546: 192-207, 2013.
- [20] Özgün Ö., Gülsoy H.Ö., Yılmaz R., Findik F. Microstructural and Mechanical Characterization of Injection Molded 718 Superalloy Powders, Journal of Alloys and Compounds 576: 140-153, 2013.
- [21] Ross E.W., Sims C.T. Superalloys-II, John Wiley & Sons, New York, pp. 97–133, 1987.
- [22] Slama C., Abdellaoui M. Structural Characterization of the Aged Inconel 718” Journal of Alloys and Compounds 306: 277–284, 2000.
- [23] Sundararaman M., Mukhopadhyay P., Banerjee S. Precipitation of the  $\delta$ -Ni<sub>3</sub>Nb Phase In Two Nickel Base Superalloys, Metallurgical and Materials Transactions A 19(3): 453-465, 1988.
- [24] Davis J.R. Metallography and Microstructures of Heat Resistant Alloys, In ASM Specialty Handbook: Nickel Cobalt, and Their Alloys, 298-330, 2000.
- [25] Savaşkan T. Malzeme Bilgisi ve Muayenesi, s. 111-114, Trabzon, 1999.
- [26] Onaran K. Malzeme Bilimi, Bilim Teknik Yayın Evi, 1997.
- [27] Yılmaz R., Gökçe A. Toz Metalurjisi İle Üretilen Düşük Alaşımli Çeliklerde Ferro-Titanyum İlavasının Darbe Ve Kırılma Tokluğuna Etkisi, 13. Uluslararası Metalurji ve Malzeme Kongresi, İstanbul, 903–909, 2006.
- [28] Yılmaz R., Özgün Ö. The Effect of Chemical Composition on Fracture Toughness of Sintered Steel, 13. International Materials Symposium, IMSP’2010, Denizli, 1382-1390, 2010.
- [29] Donachie M.J., Donachie S.J. Selection of Superalloys for Design. In Handbook of Material Selection, Myer KUTZ (ed.), John Wiley & Sons, Inc., 10: 293-334, 2002.
- [30] Ram G.D.J., Reddy A.V., Rao K.P., Reddy G.M., Sundar J.K.S. Microstructure and tensile properties of Inconel 718 pulsed Nd-YAG laser welds, Journal of Materials Processing Technology 167: 73-82, 2005.
- [31] Schirra J.J., Caless R.H., Hatala R.W. The Effect of Laves Phase on the Mechanical Properties of wrought and cast+HIP Inconel 718, Superalloys 718, 625, 706 and Various Derivates, E.A. Loria, ed., TMS, Warrendale, PA, sayfa: 375, 1991.
- [32] Yang Y.H., Yu J.J., Sun X.F., Jin T., Guan H.R., Hu Z.Q. Investigation of impact toughness of a Ni-based superalloy at elevated temperature, Materials and Design 36: 699-704, 2012.
- [33] Stoloff N.S. Wrought and Powder Metallurgy (P/M) Superalloys, In ASM Handbook: Properties and Selection: Irons, Steels, and High Performance Alloys 1: 1478–1527, 2005.



## Türk Doğa ve Fen Dergisi Turkish Journal of Nature and Science

<http://www.bingol.edu.tr/dergiler/turk-doga-ve-fen-dergisi.aspx>



## Bitki Zekâsında Yeni Bir Alan: Kök Kütlesi Optimizasyonu

Ümit CAN<sup>1</sup>, Bilal ALATAŞ\*<sup>2</sup>

### Özet

Genel amaçlı metasezgisel yöntemler biyolojik tabanlı, fizik tabanlı, sürü tabanlı, sosyal tabanlı, müzik tabanlı, spor tabanlı, kimya tabanlı ve matematik tabanlı yöntemler olmak üzere sekiz farklı grupta değerlendirilmektedir. Özellikle sürü zekâsı tabanlı algoritmalar son zamanlarda daha da popüler hale gelmiştir. Bitkiler hakkında yapılan en son çalışmalarda bitkilerin zeki davranışlar sergiledikleri görülmüştür. Bu çalışmada, bitki zekâsı optimizasyon algoritmalarından en günceli olan ve literatürde sadece tek çalışma bulunan kök kütlesi optimizasyonu detaylı olarak açıklanmış ve diğer algoritmalara göre seçilen kalite testi fonksiyonlarında performans karşılaştırılması sunulmuştur.

**Anahtar Kelimeler:** Metasezgisel algoritmalar, bitki zekâsı, kök kütlesi optimizasyonu

## A New Field in Plant Intelligence: Root Mass Optimization

### Abstract

General purposed metaheuristic methods can be classified as eight different groups: biology based, physics based, swarm based, social based, music based, sport based, chemistry based, and mathematics based. Especially nowadays, swarm intelligence based algorithms become more popular. Studies on plants in recent years have shown that plants exhibit intelligent behaviors. In this study, the most current plant intelligence based algorithm yecept root mass algorithm, about which only one research has been performed, has been described and performance comparison with other algorithms in the selected benchmark functions have been presented.

**Keywords:** Metaheuristic algorithms, plant intelligence, root mass optimization

### 1. Giriş

Optimizasyon problemini çözmek için birçok araştırmacı doğadan ve birçok metafiziksel algoritma da biyolojik davranışlardan esinlenmiştir. Genetik Algoritma (GA) doğal evrimi taklit etmiştir [1]. Parçacık Sürü Optimizasyonu Algoritması (PSO) kuş ve balık sürülerinin davranışlarını taklit eder [2]. Ateşböceği Algoritması (AA) ateşböceklerinin birbirleri arasındaki davranışlarını taklit eder [3]. Bakteriyel Besin Arama Optimizasyonu (BBAO) E.coli bakterilerinin yaşam döngülerinin modelini taklit eder [4]. Yapay Balık Sürüsü Algoritması (YBSA) bir balık sürüsünün avlanmasını ve sürü özelliğini taklit eder [5]. Karınca Koloni Algoritması da (KKA) bir karınca kolonisinin hareketlerini modeller [6]. Yapay Arı Kolonisi Algoritması (YAKA) arıların besin arama davranışlarından esinlenerek Karaboğa tarafından önerilmiştir [7].

Yukarıda görüldüğü gibi çoğu biyolojiden esinlenmiş algoritmalar hayvanların davranışlarını taklit eder. Bitkilerin büyümesini taklit eden algoritmalar nadiren görülür. Fakat bitkilerin de beyin benzeri bir kontrolleri vardır [8, 9].

Bitkiler fazla hareketli olmadıkları için yeraltından köklerle temas vasıtasıyla ve etraftaki sarsıntılarla gelen böceklerle veya susuzluğa karşı epeyce geniş bir sinyalizasyon ve korunma sistemi geliştirmektedirler. Geçmişte yapılan çalışmalar sonucunda bitkilerin cinsel kimliğe ve bağımsızlık sistemine sahip olduğu gözlenmiştir. En son yapılan çalışmalarda artık ortama sadece uyum sağlama ile değil, korunma ve değişim refleksi ile bitkilerin de zeki davranışlar sergiledikleri görülmüştür. Buna göre bitkilerin sinir sistemine sahip olduğu düşünülmektedir. Örneğin köklerde, dışarıdan alınan ışık ve zehir bilgileri kök uçlarındaki büyüme merkezlerine iletilmektedir ve kökler ona göre bir yönelim gerçekleştirmektedir. Ya da bitkilerin elektrik akımları ile dış dünya ile bağlantı kurduğu düşünülmektedir. Buna örnek olarak ise bitkilerin yaprak biti ya da tırtıla karşı gösterdiği savunma mekanizması gösterilebilir. Kanada'da çamlara enjekte edilen radyoaktif markerleri birkaç gün içinde komşu ağaçlarda da tespit edilmiştir. Tütün bitkisi ise zararlılara karşı, zararlılar için de bir zehir olan nikotin üretimini artırmaktadır. Nikotine karşı bağışık olan tütün tırtılına karşı ise bitki o tırtılı öldürecek böcekleri kimyasal yoldan çağırarak korunmaktadır. Gerçekleşen ilk saldırıdan sonra bitkiler tadını kötüleştirerek ya da düşmanını zehirleyebilecek salgılar üretmektedirler. Bunlar dışında

<sup>1</sup>Tunceli Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Bilgisayar Mühendisliği Bölümü, 62000, Tunceli, TÜRKİYE

<sup>2</sup>Fırat Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Yazılım Mühendisliği Bölümü, 23119, Elazığ, TÜRKİYE

\*Sorumlu yazar eposta: balatas@firat.edu.tr

bitkilerin de göç ettiği görülmektedir. En bariz örneklerden biri de okaliptüstür. Okaliptüs yayılmakta ve yaygınlaşmaktadır ve kısmen daha dayanıklı olduklarından diğer bitkilerin yaşam alanlarını kısıtlamaktadır. Bu şekilde doğal biyotop bile değişebilmektedir.

Bitkilerin bu zeki davranışlarından esinlenerek son zamanlarda geliştirilen algoritmalar Şekil 1’de listelenmiştir. Bu algoritmalar oldukça yenidir ve bunların yakın zamanda oldukça popüler olması beklenmektedir. Bazı araştırmacılar bitkilerin büyümesini taklit eden Bitki Büyüme Simülasyon Algoritması (BBSA) önermiştir [10]. Çiçeklerin tozlaşma olayından esinlenerek geliştirilen Çiçek Tozlaşma Algoritması [11], istilacı ot kolonilerinin fenomeninden esinlenerek geliştirilen İnvazif Ot Optimizasyonu [12], pirinç tarlasının büyüme sürecini simüle eden Pirinç Tarlası Algoritması [13], fotosentezi ve ışığa yönelim mekanizmasını içeren bitkilerin büyüme modelini simüle eden Yapay Bitki Optimizasyon Algoritması [14], fidanların ekimi, büyümesi ve eşleşmesine dayalı, arama ve optimizasyon problemleri için geliştirilmiş bir hesaplama tekniği olan Fidan Gelişim Algoritması [15], kökün gelişim süresinden esinlenerek geliştirilen Kök Gelişim Algoritması [16], fotosentezdeki biyokimyasal olay ve süreçlerden esinlenerek geliştirilen Fotosentez Algoritması [17] diğer güncel bitki zekâsı algoritmalarıdır. Bazı algoritmalar bitkinin toprak üstündeki davranışlarından esinlenirken; bazıları toprak altındaki davranışlarından, bazıları ise her ikisinden esinlenerek geliştirilmiştir. Her algoritmanın avantajları ve dezavantajları vardır. Her tür arama ve optimizasyon problemleri için en iyi sonucu veren tek bir algoritma yoktur. Bu yüzden sürekli var olan algoritmalara iyileştirmeler yapılmakta, ya da yeni algoritmalar önerilmektedir.

Bu makalede bitkinin kök büyüme davranışından esinlenerek geliştirilen bitki zekâsı tabanlı en güncel metasezgisel algoritmalarından Kök Kütlesi Optimizasyonu (KÖKO) tanıtılmış ve diğer algoritmalara göre performans karşılaştırılması sunulmuştur. İkinci bölümde bu algoritma detaylıca incelendikten sonra üçüncü bölümde kalite testi fonksiyonlarından elde edilen karşılaştırmalı deneysel sonuçlar açıklanmış ve dördüncü bölümde makale sonlandırılmıştır.

## 2. Kök Kütlesi Optimizasyonu Algoritması

Birçok araştırmacı bitki köklerinin biyolojik işleyişini anlayabilmek için bitkilerin büyüme davranışlarını taklit eden birçok model oluşturmuşlardır. Her bir farklı model farklı amaçlar edinmiştir. Bitkinin büyüme işlemini tanımlamak için bazı matematiksel modeller oluşturulmuştur ve bu modeller toprağın etkisinin araştırılmasında, suyun kullanımında nitrojen uygunluğunda ve mahsul üretimine etki eden diğer faktörlerde faydalı olmuştur [18]. Büyük orada kanıtlanmıştır ki kökler arası etkileşim çok karmaşıktır. Roger Newson bitkilerin köklerinin büyüme stratejisini bir modelle karakterize etmiştir [19]:

- (1) Her bir kök ucu alt tabakalarda aşağıya doğru göç edebilir.
- (2) Her bir kök ucu göç ettikçe arkasında kalan bir kök kütle izi bırakır.
- (3) Her bir kök ucu kardeş kök uçları üretebilir.

(4) Her bir kök ucu yukarıdaki fonksiyonunu bitirebilir; kök kütlelerini yeniden oluştururken ve göç ederken sonuç olarak olağan bir şekilde farklılaşır.

Yukarıdaki bakış açısına göre kök ucu büyümesinin anlamı iki tane bakış açısını içerir. Bir tanesi kök ucunun kendi kendine büyümesidir. Diğeri de kök dalları oluşturmasıdır. Bu iki çeşit büyüme bazı sebeplerden durabilir. Var olan kök sistem modelleri, kök sisteminin morfolojisini tanımlayan saf kök büyüme modeli ve birçok kök çevre etkileşim işlemini içeren holistik modeller olarak bölünebilir [20]. Fakat burada kök sistemlerin biyolojik ve tarımsal anlamları dikkate alınmamıştır. Bitki kökleri kendi büyüme stratejilerine bağlı olarak toprakta kendilerine su ve nitrojen sağlayan en iyi pozisyonu bulabildikçe çok etkileyici bir şekilde büyürler. Bu stratejiler bir uygunluk fonksiyonu için kök büyüme işlemini, optimizasyon işlemi ile ilişkilendirmiştir.

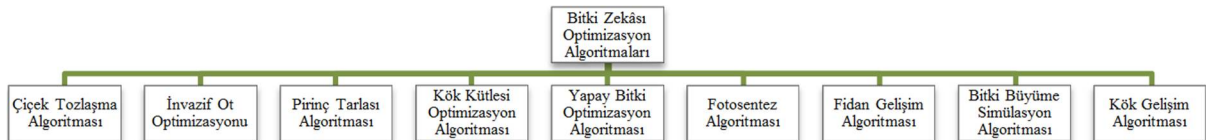
Kök büyümesi, yeni bir optimizasyon algoritması önermek için harika bir ilham kaynağıdır. Amaç fonksiyonu, bitki köklerinin büyüme ortamı olarak kabul edilmektedir. Başlangıç kök uçları bir kök kütlelerini oluşturur. Her bir kök ucu problemin çözümü olarak kabul edilebilir. Kökler optimal toprak, su ve gübre koşullarını sağlayan tarafa yönelirler ve böylece tomurcuklanabilirler. Bu süreç, bir amaç fonksiyonunun topraktaki optimizasyon işlemi ile yer değiştirmesi olarak düşünülebilir. Bu düşünceden hareketle, Kök Kütlesi Optimizasyonu (KÖKO) algoritması önerilmiştir [21]. Aynı zamanlarda farklı araştırmacılar tarafından kök büyümesinden esinlenerek geliştirilen bir diğer algoritma ise Kök Gelişim Algoritmasıdır [22]. Bazı kurallar, KÖKO’daki kök büyüme davranışlarını idealize eder: (1) Bütün kök uçları bir kök kütleleri oluşturur. Kök yeniden- büyümesi ve kök dallanması olmak üzere iki operatöre, kök büyüme davranışını idealize etmek için ihtiyaç duyulur. Her kök ucu bu iki operatörden birini kullanarak büyümektedir. (2) Kök kütleleri uygunluğuna göre üç gruba ayrılmaktadır. İyi uygunluğa sahip olan grup yeniden-büyüyen grup olarak adlandırılmaktadır. Kötü uygunluğa sahip olan grup durduran grup olarak adlandırılır ve büyümeyi durdurur. Geri kalan kök kütleleri ise dallanan grup olarak adlandırılır. Kök büyümesi ve kök dallanması olmak üzere iki operatörün anlamları alt bölüm 2.1 ve 2.2’de listelenmektedir [21]. Algoritmanın kendisi ise Bölüm 3’te açıklanmıştır.

### 2.1. Kök Yeniden Büyümesi

Bu operatör, kök ucunun orijinal yön boyunca yeniden büyümesi anlamına gelir. Kök ucu, kendisine optimal toprak suyu ve gübre koşullarını sağlayan en iyi pozisyona doğru göç edebilmektedir. Bu operatör eşitlik (1) kullanılarak formüle edilebilmektedir.

$$n_i = x_i + r * (g_{best} - x_i) \quad (1)$$

$r$ , her bir elemanı -1 ile 1 aralığında olan bir rastgele vektördür.  $n_i$   $i$ ’nci kök ucunun yeni konumudur.  $x_i$ ,  $i$ ’nci kök ucunun orijinal pozisyonudur.  $g_{best}$ , her bir jenerasyondaki en iyi uygunluklu kök tepesidir [21].



Şekil 1. Bitki zekâsı optimizasyon algoritmaları

## 2.2. Kök Dallanması

Bu operatörün anlamı, kök tepesinin, orijinal yönü boyunca büyümesi yerine yeni bir büyüme noktası ürettiği anlamına gelmektedir. Büyüme noktası, rastgele bir  $\beta$  açısıyla, orijinal kökün rastgele bir pozisyonunda üretebilmektedir. Bu operatör eşitlik (2) kullanılarak formüle edilebilmektedir.

$$n_i = \beta \alpha x_i \quad (2)$$

$0 < \alpha < 1$  aralığında bir rastgele sayıdır.  $n_i$ ,  $i$ 'nci kök ucunun yeni pozisyonudur.  $x_i$ ,  $i$ 'nci kök ucunun orijinal pozisyonudur.  $\beta$  eşitlik (3) kullanılarak hesaplanabilmektedir.

$$\beta = \lambda_i l \sqrt{\lambda_i^T \lambda_i} \quad (3)$$

$\lambda_i$  bir rastgele vektördür [21].

## 2.3. KÖKO Algoritması

KÖKO algoritmasının sözde kodu Şekil 2'de listelenmektedir. Her bir jenerasyonda, kök uçları uygunluklarına göre azalan sırada sıralanmaktadır. Sonraki nesle katılacak kök uçlarının seçimi, eşitlik (4)'e göre doğrusal azalan yolu kullanmaktadır. Bu yol, kök uçlarının daha iyi uygunluk performanslı kök büyümesini veya kök dallanmasını yapar ve kötü olanların büyümesini engeller. Seçim aşamasında, önden kök uçlarının belli bir yüzdesi seçilmektedir ve bu kök uçlarının (büyüyen grup) kök büyüme operatörünü kullanarak yeniden büyümesine izin verilmektedir; geri kalan kök uçları (dallanma grubu), kök dallanma operatörünü kullanarak dallanmaktadır [21].

$$Oran = BasOran - (BasOran - SonOran) \frac{DegSay}{MaksDegSay} \quad (4)$$

$DegSay$  mevcut fonksiyon değerlendirme sayısı ve  $MaksDegSay$  maksimum fonksiyon değerlendirme sayısıdır.  $BasOran$  başlangıç yüzdesi ve  $SonOran$  son yüzdedir [21].

1. Bir kök kütlesi oluşturmak için kök uçlarının başlangıç pozisyonlarını ayarla ve kök uçlarının uygunluklarını hesapla
2. **While** sonlandırma koşulları sağlanmadı
3. Kök uçlarını, yeniden büyüme grubu, dallanma grubu ve durdurma grubuna bölme
4. Yeniden büyüme fazı
5. **For** yeniden büyüme grubundaki her bir kök ucu  
Kök yeniden-büyüme operatörünü kullanarak büyüme  
Yeni kök uçlarının uygunluklarını hesaplama  
Açgözlü seçim uygulama  
**End For**
6. Dallanma fazı
7. **For** dallanma grubundaki her bir kök ucu  
Kök dallanma operatörünü kullanarak iki tane büyüme noktası üretme  
Uygunluklarını hesaplama  
Açgözlü seçim uygulama  
**End For**
8. Kök uçlarını sırala ve mevcut en iyi kök ucunu hafızada tutma
9. **End While**
10. Son süreç sonuçları

Şekil 2. KÖKO'nun sözde kodu

## 3. Deneysel Sonuçlar

KÖKO, PSO VE YAKA'nın performansları karşılaştırılmıştır. Bu amaçla kullanılan kalite testi fonksiyonları hakkında bilgi Bölüm 3.1'de verilmiştir. Deneysel sonuçlar ve analiz ise Bölüm 3.2'de sunulmuştur.

### 3.1. Kalite Testi Fonksiyonları

Matematiksel fonksiyonlara bağlı iyi tanımlanmış kalite testi fonksiyonları, optimizasyon yöntemlerinin performanslarını ölçmek ve test etmek için kullanılabilir. Bu kalite testi fonksiyonlarının doğası, karmaşıklığı ve diğer özellikleri tanımlarından kolaylıkla elde edilebilmektedir. Çoğu kalite testi fonksiyonların zorluk dereceleri parametrelerinin değiştirilmesiyle ayarlanabilir

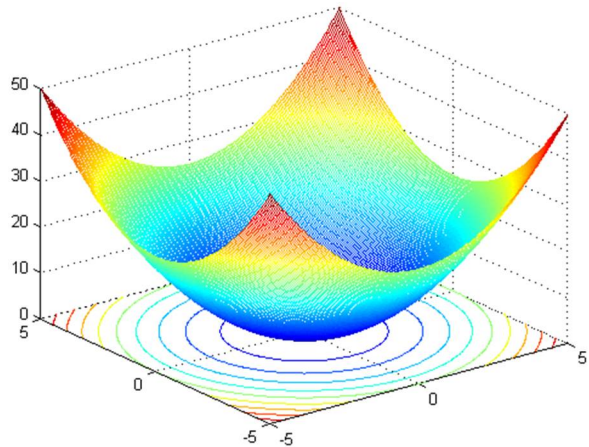
Birçok araştırmacı tarafından da kullanılan beş kalite testi fonksiyonu Tablo 1'de listelenmiştir [23]. Bu fonksiyonların açıklamaları alt bölümlerde verilmiştir.

#### 3.1.1. Sphere Fonksiyonu

Bu minimizasyon amaçlı kullanılan basit, düz, oldukça konveks tek-modlu bir fonksiyondur ve fonksiyon küresel olmasından dolayı optimizasyon algoritmalarının yerel minimuma takılma olasılıkları oldukça düşüktür. Fonksiyon eşitlik (5)'te gösterildiği şekilde temsil edilmektedir.

$$f_1(x) = \sum_{i=1}^n x_i^2 \quad (5)$$

Sınırlar  $-5,12 \leq x \leq 5,12$ 'dir. Global minimumu  $x^* = (0, 0, \dots, 0)$  noktasındadır ve  $f_1(x^*) = 0$ . Şekil 3, verilen sınırlarda fonksiyonun iki boyutlu grafiğini göstermektedir.



Şekil 3. Sphere fonksiyonu

#### 3.1.2. Rosenbrock Fonksiyonu

Bu kalite testi fonksiyonu bazı değerleri arasında önemli etkileşimleri olan tek-modlu bir fonksiyondur. Birçok dar tepelik içerdiğinden dolayı zor bir fonksiyon olarak düşünülmektedir. Tepe noktaları çok keskindir. Global minimum nokta uzun, dar, parabolik şekilli düz bir vadide yer almaktadır. Vadiyi bulmak kolay olabilir ancak global optimuma yakınsamak zordur. Algoritmalar bu problemde ilerlenebilecek iyi noktaları tayin edememektedir. Fonksiyonun optimum noktası dar, parabolik bir alanda olduğu için algoritmaların optimuma ulaşması daha zor olmaktadır. Bu yüzden bu fonksiyon optimizasyon algoritmalarının performanslarını ölçmek için sürekli kullanılmıştır [24, 25]. Fonksiyon

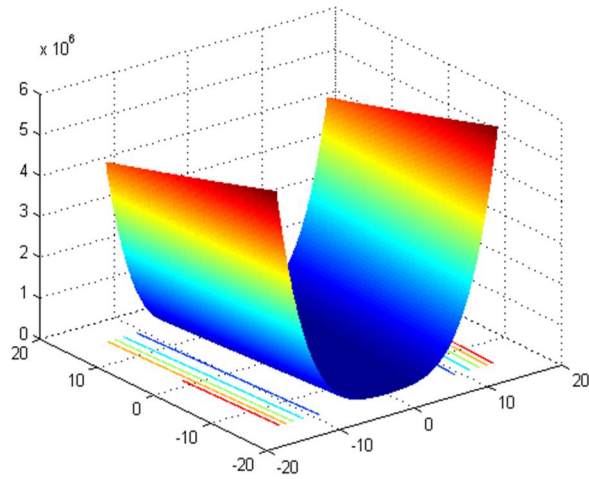


**Tablo 1.** Kalite testi fonksiyonları

Fonksiyon No	Fonksiyon Adı	Tamımı	Değişken değer aralığı
1	Sphere	$f_1(x) = \sum_{i=1}^n x_i^2$	$-5,12 \leq x_i \leq 5,12$
2	Rosenbrock	$f_2(x) = \sum_{i=1}^n (100(x_i^2 - x_{i+1})^2 + (1 - x_i^2))$	$-15 \leq x_i \leq 15$
3	Rastrigin	$f_3(x) = \sum_{i=1}^n (x_i^2 - 10 \cos(2\pi x_i) + 10)$	$-15 \leq x_i \leq 15$
4	Ackley	$f_4(x) = 20 + e - 20 \exp(-0.2 \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i^2}) - \exp(\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \cos(2\pi x_i))$	$-32,768 \leq x_i \leq 32,768$
5	Griewank	$f_5(x) = \frac{1}{4000} (\sum_{i=1}^n x_i^2) - (\prod_{i=1}^n \cos(\frac{x_i}{\sqrt{i}})) + 1$	$-600 \leq x_i \leq 600$

$$f_2(x) = \sum_{i=1}^{30} 100(x_{i+1} - x_i^2)^2 + (1 - x_i)^2 \quad (6)$$

şeklinde tanımlanır. Sınırlar  $-15 \leq x \leq 15$  olacak şekilde seçilmiştir. Global minimumu  $f_2(x^*) = 0$ 'dır ve  $x^* = (1, 1, \dots, 1)$ 'de yerleşmiştir. İki boyut için fonksiyonun grafiği Şekil 4'te gösterilmiştir.

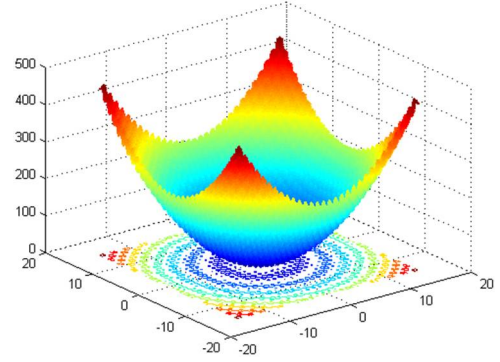
**Şekil 4.** Rosenbrock fonksiyonu

### 3.1.3 Rastrigin Fonksiyonu

Bu fonksiyon da geniş arama uzayı ve çok sayıda lokal optimum noktalardan dolayı oldukça zor bir problemidir. Fonksiyon oldukça çok-modludur ve doğrusal değildir [26]. Lokal minimumların yeri düzgün dağılmıştır. Fonksiyon

$$f_3(x) = 10 \times 30 + \sum_{i=1}^{30} (x_i^2 - 10 \cdot \cos(2\pi x_i)) \quad (7)$$

şeklinde tanımlanır. Sınırlar  $-15 \leq x \leq 15$  olacak şekilde seçilmiştir. Global minimum nokta  $x^* = (0, 0, \dots, 0)$  ve  $f_3(x^*) = 0$ . Fonksiyonun grafiği Şekil 5'te görülmektedir.

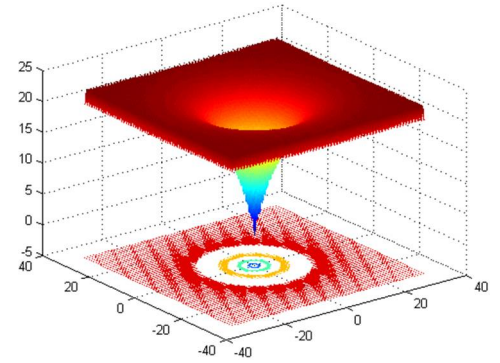
**Şekil 5.** Rastrigin fonksiyonu

### 3.1.4 Ackley Fonksiyonu

Bu derin lokal optimumları olan çok-modlu bir fonksiyondur ve değişkenleri birbirinden bağımsızdır [27, 28]. Fonksiyon denklemini eşitlik (8)'de gösterilmiştir.

$$f_4(x) = 20 + e - 20 \exp(-0.2 \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i^2}) - \exp(\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \cos(2\pi x_i)) \quad (8)$$

Arama sınırları  $-32,768 \leq x_i \leq 32,768$ ,  $i = 1, 2, \dots, n$ 'dir.  $n$  boyut sayıdır. Global minimum  $x^* = (0, \dots, 0)$ ,  $f_4(x^*) = 0$ . Şekil 6 fonksiyonun grafiğini göstermektedir.

**Şekil 6.** Ackley fonksiyonu

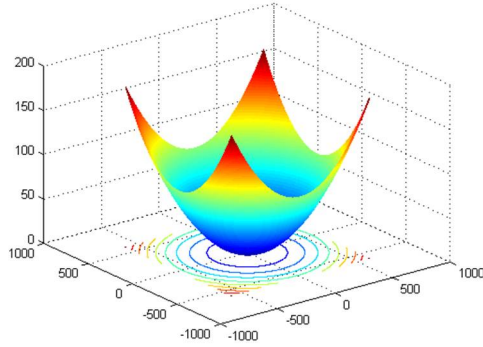
### 3.1.5 Griewank Fonksiyonu

Test fonksiyonu düzenli dağıtılmış birçok yaygın lokal minimuma sahiptir [29]. Bu fonksiyon sürekli, çok-modlu,

ölçeklenebilir, konveks ve ikinci dereceden bir fonksiyondur ve

$$f_3(x) = \sum_{i=1}^{30} \left( \frac{x_i^2}{4000} \right) - \prod_{i=1}^{30} \cos \left( \frac{x_i}{\sqrt{i}} \right) + 1 \quad (9)$$

şeklinde ifade edilir. Sınırlar  $-600 \leq x \leq 600$  olacak şekilde seçilmiştir. Global minimum noktası  $x^* = (0, 0, \dots, 10)$  ve  $f_3(x^*) = 0$ 'dir. Şekil 7'de verilen sınırlarda fonksiyonun grafiği gösterilmiştir. Tanımındaki toplama terimi fonksiyona parabolik özelliği kazandırmaktadır. Bu fonksiyonda yerel minimum derecesi parabolik derecesinden daha üst seviyededir. Çarpım terimi baz alınarak arama uzayının boyutları artırılmakta ve yerel minimumların sayısı azaltılmaktadır. Arama aralığı ne kadar fazlaysa fonksiyon daha yatık (yassı) halde görülmektedir.



Şekil 7. Griewank fonksiyonu

### 3.2. Deneysel Sonuçlar

Algoritmaların performans karşılaştırması için maksimum fonksiyon hesaplama sayısı 10.000 olarak belirlenmiştir. PSO'da eylemsizlik kütlesinin 0,9 ile 0,7 arasında, öğrenme katsayıları  $c_1$  ve  $c_2$  2,0 olarak

ayarlanmıştır. Her üç algoritmanın popülasyon sayıları 40 olarak belirlenmiştir. Her bir algoritma 30 defa çalıştırılmıştır. KÖKO'da her bir jenerasyondaki seçilmiş kök uçlarının yüzde otuzu yeniden büyüyen kök uçları sayısıdır. *BasOran* 0,9 ve *SonOran* 0,4 olarak seçilmiştir.

Tablo 2'de görüldüğü gibi kalite testi fonksiyonlarının iki boyutlu durumlarında YAKA; KÖKO ve PSO'dan  $f_1$ ,  $f_3$  ve  $f_4$  fonksiyonlarında daha iyi sonuçlar vermiştir. PSO en iyi performansını  $f_2$  fonksiyonunda göstermiştir. KÖKO sadece  $f_3$  fonksiyonunda en iyi sonucu elde etmiştir, fakat aynı zamanda  $f_1$ ,  $f_2$ ,  $f_3$  ve  $f_4$  için tatmin edici doğrulukta sonuçlar vermiştir. On beş boyut ile yapılan deney sonuçları Tablo 3'te gösterilmiştir. Bu tabloda  $f_2$  fonksiyonu dışında KÖKO ile daha iyi sonuçlar elde edilmiştir. Tablo 4 ve Tablo 5'te tüm fonksiyonlar için, KÖKO'nun YAKA ve PSO'dan daha iyi sonuçlar elde ettiği görülmüştür. Çok boyutlu durumlarda birçok kalite testi fonksiyonunda, doğruluk konusunda KÖKO diğer algoritmalara göre daha iyi sonuç vermiştir.

Elde edilen sonuçlara göre KÖKO'nun elde ettiği sonuçların tatmin edici olduğu ve algoritmanın da çok umut verici olduğu görülmektedir. Özellikle test fonksiyonlarının çok boyutlu durumlarında güçlü optimizasyon yeteneği sergilemiştir.

### 4. Sonuçlar

Son yıllarda yapılan çalışmalarda artık ortama sadece uyum sağlama ile değil, korunma ve değişim refleksleri ile bitkilerin de zeki davranışlar sergiledikleri görülmüştür. Buna göre bitkilerin sinir sistemine sahip olduğu düşünülmektedir. Ayrıca bitkilerin de göç ettiği görülmektedir. Bu zekice hareketlerden esinlenerek metasezgisel optimizasyon algoritmalarına yeni bir dal eklenmiş ve bitki zekâsı optimizasyon algoritmaları geliştirilmiştir. Tüm problemler için en iyi sonucu veren algoritma bulunmadığı için ve araştırmacıların daima en iyiyi bulma istekleri dolayısıyla sürekli bu tür algoritmalar önerilmektedir ve gelecekte de önerilmeye devam edecektir.

Tablo 2. İki boyutlu kalite testi fonksiyonlarında YAKA, PSO ve KÖKO sonuçları

Fonksiyon		YAKA	PSO	KÖKO
$f_1$	Ortalama	<b>2,67680e-018</b>	3,13912e-014	6,31869e-017
	Standart Sapma	<b>2,30179e-018</b>	5,99525e-014	1,15724e-016
$f_2$	Ortalama	2,44453e-002	<b>2,17246e-010</b>	2,48765e-002
	Standart Sapma	2,90649e-002	<b>7,02026e-010</b>	3,54920e-002
$f_3$	Ortalama	<b>0</b>	4,28023e-010	7,56728e-014
	Standart Sapma	<b>0</b>	1,60122e-009	1,11558e-013
$f_4$	Ortalama	<b>8,88178e-016</b>	3,00013e-006	6,38552e-008
	Standart Sapma	<b>2,00587e-031</b>	3,06260e-006	6,33102e-008
$f_5$	Ortalama	6,01118e-007	2,25163e-003	<b>1,18805e-013</b>
	Standart Sapma	3,28120e-006	3,61174e-003	<b>2,56555e-013</b>

Tablo 3. On beş boyutlu kalite testi fonksiyonlarında YAKA, PSO ve KÖKO sonuçları

Fonksiyon		YAKA	PSO	KÖKO
$f_1$	Ortalama	4,99706e-007	3,00736e-004	<b>3,17457e-017</b>
	Standart Sapma	1,24507e-006	2,55414e-004	<b>3,16538e-017</b>
$f_2$	Ortalama	<b>5,75084e+000</b>	3,39054e+001	1,39190e+001
	Standart Sapma	<b>5,25142e+000</b>	4,30184e+001	3,52324e-002
$f_3$	Ortalama	2,16707e+000	2,79516e+001	<b>0</b>
	Standart Sapma	1,22010e+000	1,11010e+001	<b>0</b>
$f_4$	Ortalama	3,38283e-002	1,73043e+000	<b>1,08484e-010</b>
	Standart Sapma	2,37433e-002	8,12113e-001	<b>1,13511e-010</b>
$f_5$	Ortalama	3,67391e-002	2,18996e-001	<b>2,96059e-017</b>
	Standart Sapma	2,13001e-002	9,42148e-002	<b>4,99352e-017</b>

**Tablo 4.** Otuz boyutlu kalite testi fonksiyonlarında YAKA, PSO ve KÖKO sonuçları

Fonksiyon		YAKA	PSO	KÖKO
$f_1$	Ortalama	6,12616e-003	2,93943e-002	<b>3,09257e-017</b>
	Standart Sapma	1,10377e-002	1,14802e-002	<b>3,06840e-017</b>
$f_2$	Ortalama	1,66525e+002	1,62023e+002	<b>2,89378e+001</b>
	Standart Sapma	2,46282e+002	6,00192e+001	<b>4,43782e-002</b>
$f_3$	Ortalama	2,77714e+001	1,04094e+002	<b>0</b>
	Standart Sapma	8,58554e+000	1,76451e+001	<b>0</b>
$f_4$	Ortalama	3,83016e+000	3,54363e+000	<b>1,70717e-011</b>
	Standart Sapma	7,92153e-001	6,32969e-001	<b>2,68388e-011</b>
$f_5$	Ortalama	5,82595e-001	1,09786e+000	<b>2,96059e-017</b>
	Standart Sapma	3,01591e-001	4,47926e-002	<b>4,99352e-017</b>

**Tablo 5.** 128 boyutlu kalite testi fonksiyonlarında YAKA, PSO ve KÖKO sonuçları

Fonksiyon		YAKA	PSO	KÖKO
$f_1$	Ortalama	2,05907e+002	9,06713e+000	<b>3,85926e-017</b>
	Standart Sapma	2,99124e+001	1,48865e+000	<b>3,08812e-017</b>
$f_2$	Ortalama	1,10722e+007	3,38841e+004	<b>1,26939e+002</b>
	Standart Sapma	3,03572e+006	8,03505e+003	<b>2,82328e-002</b>
$f_3$	Ortalama	2,67134e+003	1,11605e+003	<b>0</b>
	Standart Sapma	2,71514e+002	7,93187e+001	<b>0</b>
$f_4$	Ortalama	1,88570e+001	1,05328e+001	<b>3,16843e-013</b>
	Standart Sapma	2,58762e-001	6,95615e-001	<b>4,12864e-013</b>
$f_5$	Ortalama	6,61743e+002	3,32923e+001	<b>1,85037e-017</b>
	Standart Sapma	1,08413e+002	4,18386e+000	<b>4,20829e-017</b>

Kök büyümesi, yeni bir optimizasyon algoritması önermek için harika bir ilham kaynağıdır. Amaç fonksiyonu, bitki köklerinin büyüme ortamı olarak kabul edilmektedir. Başlangıç kök uçları bir kök kütlesini oluşturur. Her bir kök ucu problemin çözümü olarak kabul edilebilir. Kökler optimal toprak, su ve gübre koşullarını sağlayan tarafa yönelirler ve böylece tomurcuklanabilirler. Bu süreç, bir amaç fonksiyonunun topraktaki optimizasyon işlemi ile yer değiştirmesi olarak düşünülebilir. Bu düşünceden hareketle, bitkilerin kök büyüme davranışlarını temel alan en güncel bitki zekası tabanlı arama ve optimizasyon algoritması KÖKO algoritması önerilmiştir. KÖKO'nun performansını PSO ve YAKA ile karşılaştırmak için beş adet kalite testi fonksiyonu kullanılmıştır. Sayısal deney sonuçları, KÖKO'nun birçok kalite testi fonksiyonunda PSO ve YAKA'dan daha iyi sonuç verdiğini göstermiştir. Özellikle çok boyutlu fonksiyonlarda KÖKO'nun PSO ve YAKA'dan daha güçlü olduğu elde edilen deneysel sonuçlardan anlaşılmaktadır.

Algoritmanın daha iyi performans vermesi için parametrelerin değerlerinin ayarlanması, bitim şartlarının değiştirilmesi, farklı modellerinin kullanılması, farklı algoritmalarla melez versiyonlarının geliştirilmesi ve özellikle gerçek dünyadaki problemlere tam cevap verebilme adına çok amaçlı halinin geliştirilmesi ileride yapılabilecek çalışmalar arasındadır. Algoritmanın iyi optimize edilmiş paralel ve dağıtık versiyonlarının geliştirilmesi de başka bir çalışma alanı olarak görülmektedir.

#### Kaynaklar

- [1] Holland, J.H.: Adaptation in Natural and Artificial Systems. University of Michigan Press, Ann Arbor, 1975.
- [2] Kennedy, J., Eberhart, R.: Particle Swarm Optimization. In: IEEE Int. Conf. Neural Networks, pp. 1942–1945, 1995.
- [3] Yang, X.-S.: Nature-inspired Metaheuristic Algorithms. Luniver Press, 2008.
- [4] Passino, K.M.: Biomimicry of Bacterial Foraging for Distributed Optimization and Control. IEEE Control Systems Magazine 22, 52–67, 2002.
- [5] Li, X., Shao, Z., Qian, J.: An Optimizing Method Based on Autonomous Animals: Fish-Swarm Algorithm. Systems Engineering Theory & Practice 22, 32–38, 2002.
- [6] Colnari, A., Dorigo, M., Maniezzo, V.: Distributed Optimization by Ant Colonies. In: The 1st European Conference on Artificial Life, Paris, France, pp. 134–142, 1991.
- [7] Karaboga, D.: An Idea Based on Honey Bee Swarm for Numerical Optimization. Erciyes University, Engineering Faculty, Computer Engineering Department, 2005.
- [8] Trewavas, A.: Green Plants as Intelligent Organisms. Trends in Plant Science 10, 413–419, 2005.
- [9] Trewavas, A.: Response to Alpi et al.: Plant Neurobiology – All Metaphors Have Value. Trends in Plant Science 12, 231–233, 2007.
- [10] Cai, W., Yang, W., Chen, X.: A Global Optimization Algorithm Based on Plant Growth Theory: Plant Growth Optimization. In: International Conference on Intelligent Computation Technology and Automation (ICICTA), pp. 1194–1199, 2008.
- [11] Yang, X. S. Karamanoglu, M., He, X. S., Flower Pollination Algorithm: A Novel Approach for Multiobjective Optimization, Engineering Optimization, 46 (9), pp. 1222–1237, 2014.



- [12] Ghasemi, M., Ghavidel, S., Akbari, E., & Vahed, A. A., Solving non-linear, non-smooth and non-convex optimal power flow problems using chaotic invasive weed optimization algorithms based on chaos. *Energy*, 73, 340–353, 2014.
- [13] Kong, X., Chen, Y. L., Xie, W., Wu, X., A novel paddy field algorithm based on pattern search method, *International Conference on Information and Automation (ICIA)*, pp.686–690, 2012.
- [14] Zhao, Z., Cui, Z., Zeng, J., Yue, X., Artificial Plant Optimization Algorithm for Constrained Optimization Problems, *Second International Conference on Innovations in Bio-inspired Computing and Applications (IBICA)*, pp.120-123, 2011.
- [15] Karci, A., Natural inspired computational intelligence method: saplings growing up algorithm. *IEEE International Conference on Computational Cybernetics (ICCC)*, 221–226, 2007.
- [16] Zhang, H., Zhu, Y., Chen, H.: Root growth model: a novel approach to numerical function optimization and simulation of plant root system. *Soft Computing*, 18(3), 521–537, 2014.
- [17] Murase, H., Finite element inverse analysis using a photosynthetic algorithm. *Computers and Electronics in Agriculture*, 29, 115–123, 2000.
- [18] Gerwitz, A., Page, E.R.: An Empirical Mathematical Model to Describe Plant Root Systems. *Journal of Applied Ecology* 11, 773–781, 1974.
- [19] Newson, R.: A Canonical Model for Production and Distribution of Root Mass in Space and Time. *J. Math. Biol.* 33, 477–488, 1995.
- [20] Leitner, D., Klepsch, S., Bodner, G.: A Dynamic Root System Growth Model Based on L-Systems. *Plant Soil* 332, 177–192, 2010
- [21] Qi, X., Zhu, Y., Chen, H., Zhang, D., Niu, B. An Idea Based on Plant Root Growth for Numerical Optimization, *Intelligent Computing Theories and Technology*. Springer Berlin Heidelberg, 571–578, 2013.
- [22] Zhang, H., Zhu, Y., Chen, H., Root growth model: a novel approach to numerical function optimization and simulation of plant root system, *Soft Comput.* 18(3): 521–537, 2014.
- [23] Karaboga, D., Akay, B.: A Comparative Study of Artificial Bee Colony Algorithm. *Applied Mathematics and Computation* 214, 108–132, 2009.
- [24] De Jong, K., An Analysis of the Behaviour of a Class of Genetic Adaptive Systems. PhD thesis, University of Michigan, 1975.
- [25] Digalakis, J. G., Margaritis, K. G., An Experimental Study of Benchmarking Functions for Genetic Algorithms. *International Journal Comput. Math.* 79(4): 403–416, 2002.
- [26] Rastrigin, L. A., Extremal Control Systems. In *Theoretical Foundations of Engineering Cybernetics Series*, Moscow, Nauka, Russian, 1974.
- [27] Adorio, E. P., ve Diliman, U. P., MVF - Multivariate Test Functions Library in C for Unconstrained Global Optimization, 2005, <http://www.geocities.ws/eadorio/mvf.pdf>, Erişim zamanı: 01.02.2015.
- [28] Molga, M., & Smutnicki, C. Test Functions For Optimization Needs, 2005, <http://www.robertmarks.org/Classes/ENGR5358/Papers/functions.pdf>, Erişim zamanı: 01.02.2015.
- [29] Griewangk, A. O., Generalized Descent of Global Optimization, *Journal of Optimization Theory and Applications*, 34: 11.39, 1981.



## Türk Doğa ve Fen Dergisi Turkish Journal of Nature and Science

<http://www.bingol.edu.tr/dergiler/turk-doga-ve-fen-dergisi.aspx>



### Ters Akımlı Soğutma Kulesi Performans Analizi

Hasan GÜL<sup>1</sup>, Oğuz BOZKIR<sup>2</sup>, Rasim BEHÇET\*<sup>1</sup>

#### Özet

Soğutma kuleleri yaygın olarak kullanılan ısı ve kütle transferi yapan sistemlerdir. Bu sistemlerin imalatında farklı tip dolgu malzemeleri kullanılabilir. Soğutma kulelerinde kullanılan dolgu malzemelerinin seçiminde, ısı transfer yüzeyi ile sistemdeki suyun sıcaklığı ve niteliği önem arz etmektedir. Sistemden gelen suyun, kule içerisinde daha uzun süre tutulması ve daha geniş alana yayılarak daha fazla sıcaklık değişimleri sağlayabilmesi kullanılacak dolgu tipi ve malzemesi ile ilgilidir. Soğutma kulelerinde genel olarak sıçratmalı tip, film akış ve tel kafes (bigudi) olmak üzere üç farklı tipte dolgu malzemesi kullanılmaktadır. Son yıllarda yapılan soğutma kulelerinde, performans açısından metal ve alüminyuma yakın özellikler göstermesi, paslanma durumunun olmaması ve üretim maliyetlerinin alüminyuma göre daha ucuz olması nedeniyle dolgu malzemesi olarak PVC tercih edilmektedir. Bu çalışmanın amacı ters akımlı soğutma kulelerinde farklı sıcaklık ve debide akan hava ve su akışını deneysel olarak incelemek suretiyle optimum çalışma aralığını bulmaktır. Bu çalışmada soğutma kulesinin esas malzemesi (odunsu) yanında metal (siyah sac) ve alüminyum olmak üzere iki çeşit dolgu malzemesi kullanılarak en etkin malzemenin tespit edilmesi hedeflenmiştir. Deneyler neticesinde metal dolgu malzemesinin en etkili malzeme olduğu ancak bu malzemenin paslanma özelliğinden dolayı dolgu malzemesi olarak kullanılmayacağı, bu sebeple bunun yerine metal malzemeye benzer özellikler gösteren paslanmayan alüminyum malzeme kullanılması uygun olacağı tespit edilmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Soğutma kulesi, dolgu malzemesi, etkinlik, ters akım

### Performance Analysis of Reverse Flow Cooling Tower

#### Abstract

Cooling towers are widely used systems which transfer heat and mass. Different types of packing materials can be used in the manufacture of this system. The heat transfer surface, temperature and the nature of the water in the system are important in the selection of the packing material used in cooling towers. The longer retention time in the tower and providing more temperature changes by spreading over a larger area of the water coming from the system are related to the type and material of packing. In general, splash type, film stream and wire mesh (curler) to three different types of packing materials are used in the cooling tower. In recent years, in the cooling tower PVC is preferred as packing material in terms of showing properties as performance close to metal and aluminum, the absence of the corrosion situation and production costs due to less expensive than aluminum. The purpose of this study is to find the optimum operating range by examining flowing air and water at different temperatures and volume experimentally in the counter flow cooling towers. In this study, it was aimed to determine the most effective material as well as the primary material (woody) of the cooling tower, by using two types of packing material as metals (mild steel) and aluminum. In the result of experiments, it was determined that metal packing material is most effective material but this material can not be used as the packing material because of corrosion property, therefore, rust proof aluminum material, which attributes similar properties to metal material, is suitable for use, instead.

**Keywords:** Cooling tower, packing material, efficiency, counter flow

#### 1. Giriş

Soğutma kuleleri; tesisten ısınarak gelen sıcak suyun bir kısmını buharlaştırıp atmosfere atarak soğutan, gerekli sıcaklığa ulaşmış kalan kısmını ise tesise kullanılmak üzere geri gönderen ısı uzaklaştırma üniteleridir. Diğer bir ifade ile ılık su buharının ısısını havaya vermek suretiyle su soğutmak üzere tasarlanmış cihazlardır (ısı değiştiricileri

sistemleri). Bu cihazlar termik santrallerde, doğalgazlı çevrim santrallerinde, rafinerilerde, petrokimya tesislerinde, demir çelik fabrikalarında açık ve kapalı dolaşımli sistemlerde, ilaç endüstrisinde, gıda endüstrisinde, soğutma gruplarında, plastik enjeksiyon makinelerinde, tekstil, kimya, gübre fabrikaları gibi sanayinin birçok alanı ile büyük bina ve tesislerin iklimlendirme tesislerinde çeşitli büyüklük ve tarzda kullanılabilir. Termik santrallerdeki soğutma kuleleri çok büyük kapasitelerde dizayn edildiği gibi kimya ve proses endüstrisi uygulamalarında karşılaşıldığı üzere çoğunlukla orta ve

<sup>1</sup>İnönü Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Makine Mühendisliği Bölümü, 44280, Malatya, TÜRKİYE

<sup>2</sup>İnönü Üniversitesi, Malatya Meslek Yüksekokulu, 44280, Malatya, TÜRKİYE

\*Sorumlu yazar eposta: rbehcet23@gmail.com

küçük ölçekli kapasitelerde de tasarlanmaktadır. Birkaç çeşit soğutma kulesi tipi bulunmakla birlikte en çok kullanılan modeli ise karşı akışlı soğutma kulesi olarak bilinen suyun üst taraftan spray olarak girdiği ve aşağı doğru aktığı mekanik sürücülü türüdür. Hava, fan yardımıyla kuleye girerek su buharı ile çapraz ya da karşı akımlı olarak temas eder. Eğer fanlar kulenin alt tarafında ve havayı suya karşı üst tarafa doğru üflüyorsa zorlanmış tip kule, eğer fanlar yukarıda ise çekme tip kule olarak sınıflandırılır [1,2]. Cebri çekişli ve karşı akışlı tip su soğutma kulelerinde, işletmeden ısınmış gelen su, özel olarak imal edilmiş su dağıtım sistemi ve fiskiyeler yardımı ile kulenin tüm kesitine yukarıdan aşağı doğru homojen olarak püskürtülür. Püskürtülen su kütleleri, kule dolguları arasından süzülerek parçalanır. Dış ortamın nemine sahip hava, motor fan grubu yardımı ile dolgular üzerinden aşağıdan yukarıya doğru emilir. Dolgu soğutma yüzeyinde hava ile buluşan su havaya ısı vererek soğur ve az bir kısmı buharlaşır. Soğuyan su kulenin soğuk su havuzunda toplanarak işletmeye gönderilir. Suyun buharlaşması sonucu nemi artan hava (doyma oranına yakın), kulenin en üstünde bulunan fan bacasından atmosfere atılır. Büyük ölçekli atmosferik kulelerde fan bulunmadığından dolayı ısınan hava kaldırma kuvveti etkisiyle yükselerek çalışı ve nozul tipi baca şekli ile hava devir daimi sağlanır [1].

Soğutma kulelerinde hava ve suyun birbiriyle daha uzun süre ve daha büyük bir yüzeyde temas edebilmesi için dolgu malzemesi kullanılır. Bu sayede ısınan su havayla daha uzun süre temas ederek yaş termometre sıcaklığına daha fazla yaklaşır. Isının sudan havaya transferini sağlamak için kullanılan dolgu, film veya püskürtme dolgu şeklinde olabilir. Film dolgu genellikle suyun kule içinden geçerek çok ince bir film üzerine dökülmesini sağlayan kapalı bir şekilde paketlenmiş oluklu dikey tabakalar veya organik malzeme tabakalarından meydana gelir. Bu dolgu çok verimlidir ve çoğu uygulamada kullanılabilir. Bazı tipler tortulaşmaya elverişli olduklarından belli düzeyde bir su kalitesine gerek duyarlar. Püskürtme tip dolguya farklı konfigürasyonlarda rastlanabilir. Bu dolgu çeşitli malzemeler (örneğin ahşap) kullanılarak yapılabilir. Püskürtme dolgu film dolguya nazaran çok daha az verimli olmakla birlikte suyun yüksek derecede kirli olduğu veya su kalitesinin zayıf olduğu yerlerde tercih edilebilir. Bu tür yerlerde suyun yüzeyde neden olacağı kirlilik film dolguda bazı problemlere sebep olabilmektedir. Dolgu malzemeleri, suyun daha yavaş akması için genellikle tahtadan veya fiberglasdan yapılır. Bu yapı soğutma kulesinin tipini yaşı, karşı ve çapraz akımlı olarak değiştirdiği gibi etkinliğini de artırdığı için aynı kapasite, daha küçük ebatlardaki kuleler ile de sağlanabilmektedir. Soğutma Kulesinin etkinliği kuledeki aralık ve yaklaşıma bağlı olarak değişebilmektedir. Aralık, soğutma kulesinde suyun sıcaklığındaki azalma yaklaşım ise giren havanın yaş termometre sıcaklığı ile çıkan suyun sıcaklığı arasındaki farkı ifade etmektedir. Soğutma kulesinde ısı transferi, sudan kızgın olmayan havaya doğru olur. Isı transferi için iki zorlayıcı kuvvet vardır. Bunlar; kuru termometre sıcaklıkları arasındaki fark ve su yüzeyi ile havadaki su buharı arasındaki buhar basınç farklarıdır. Soğutma kuleleri için önemli olan diğer parametreler ise ısı ve kütle transferidir.

Farklı bakış noktaları dikkate alınarak soğutma kuleleri ile ilgili birçok araştırma yapılmıştır. Jameel-Ur-Rehman Khan ve arkadaşları [1], soğutma kuleleri ile ilgili yapılan çalışmalarını araştırarak bir soğutma kulesinin risk tabanlı termal performansını fouling model yardımıyla incelemişlerdir. Yaptıkları hassas analizler farklı değerlerdeki kütleli debi oranlarını tasarım hesaplarında kullanmışlardır. Yaptıkları araştırma neticesinde soğutma kulelerinin diğer ısı eşanjörlerine göre, buharlaşma yoluyla ısı transferi sırasında yaş termometre sıcaklığına kuru

termometre sıcaklığına göre daha fazla yaklaştığını tespit etmişlerdir. Khan ve arkadaşları [2], karşı akışlı soğutma kulelerinin performans karakteristiği üzerinde yaptıkları çalışmaları doğrultusunda aynı film dolgu malzemesinde suyun miktarı artırılması ile ısı iletimi ve buharlaşmada azalma olduğu, ısı transfer oranının azaldığı ve suyun çıkış sıcaklığının yükseldiği sonucuna varmışlardır. Simpson ve Sherwood [3] karşı akışlı soğutma kulelerinde altı farklı dolgu malzemesi ile yapılan deneysel çalışmada elde ettikleri deneysel veriler soğutma kulelerinin değerlendirilmesinde ve tasarım hesaplarında kullanılabilmesini ifade ederek hava ve suyun debisi, dolgu malzemesi ve su giriş sıcaklığına göre ortalama kütle transfer katsayısı doğrulanabilirliğini incelemişlerdir. Kelly ve Swenson [4], sıçramalı tip dolgu malzemeli soğutma kulesinde ısı transferi ve basınç düşümü üzerine çalışmalar yapmıştır. Yaptıkları çalışmada su-hava debisiyle birlikte kulenin performansını ilişkilendirmiş ve su-hava debisi oranının, dolgu yüksekliğinin ve dizilişinin ve az da olsa su giriş sıcaklığının kulenin karakteristiğine etkileri olduğunu bulmuşlardır. Eaton [5], karşı akışlı soğutma kulelerinde ısı transferini analiz etmiş ve toplam ısı transferinin %60-90'nının suyun buharlaşması yoluyla yapılan ısı transferi olduğu sonucuna varmıştır. Majumdar ve arkadaşları [6], mekanik zorlamalı ve doğal akışlı kuleleri göz önüne alarak kütle, enerji ve momentum dengesine dayanan iki boyutlu model sunmuştur. Yaptıkları çalışmada değişen çalışma ve tasarım değişikliklerinin kulenin etkinliğine etkisi olduğunu göstermişlerdir. Dreyer ve Erens [7] benzer çapta olan damlalar oluşturabilen dolgu kavramı kullanarak ısı ve hız birlikte dikkate alınabileceği ve başlangıçtaki damla dağılımı kabul edilmesi ile spray ve yağmur bölgesi kulenin tasarımı hesaplarında kullanılabilirliğini araştırmışlar. Mohiuddin ve Kant [8], karşı ve çapraz akışlı mekanik ve doğal taşınımlı soğutma kulesi tasarımında detaylı yöntemi tanımlamışlardır. Çalışmanın ilk bölümünde kule tasarımının farklı adımları tartışılmış, ikinci bölümünde ise takip eden dolgu, doğal taşınımlı kuleler, doğal taşınımlı kuleler için fan tasarımı, besleme su oranını, su dağıtma ve damla tutucular gibi tasarım adımlarını açıklanmıştır. Mohiuddin ve Kant [9], soğutma kulesinin tasarımında kullanılacak soğutma kulesinin performansı  $KaV/L$  oranıyla belirlenebileceğini ve bu oranın kulenin karakteristiği ve transfer birim sayısı (NTU) şeklinde tanımlanabileceğini belirtmişlerdir. Bedekar ve arkadaşları [10], film tipi dolgu malzemeli soğutma kuleleri üzerinde çalışma yapmışlardır. Çalışmada su çıkış sıcaklığı, su-hava oranı ve etkinliğe bağlı olarak sonuçlar elde etmişler. Çalışmada elde edilen sonuçlara göre su-hava oranı arttıkça kulenin performansı diğer soğutma kulesi tiplerinde olduğu gibi azaldığını bulmuşlar. De Villiers ve Kroger [11], farklı geometri ve konfigürasyonlar ile inceleme yaparak efektif damla yarıçapını hesaplamak için kullanılacak kütle transfer ilişkisini açıklamışlardır. Halasz [12], karşı akışlı, paralel ve çapraz akışlı soğutma kulelerinde belirlenen çalışma şartlarını değerlendirmek için bir model uygulamıştır. Modelde soğutma kulesi etkinliği, maksimum ve minimum su debisi arasındaki oran ile transfer birim sayısı (NTU) arasındaki ilişkiyi incelenmiştir. Söylemez [13], karşı akışlı soğutma kulelerinin boyutunu ve performansını tahmin etmek için yeni bir integral metodu kullanarak deneylerin sonuçlarını tahmini formülün geçerliliğini sağlamıştır. Goyashi ve Missenden [14], farklı tipteki oluklu dolgu malzemesi kullanarak tasarladıkları soğutma kulesinde kütle transferi ve basınç düşümünü deneysel olarak incelemişlerdir. Kullanılan dolgu malzemelerinin pürüzlülük durumuna göre kütle transfer katsayısı ile basınç düşümünde değişimler olabileceğini göstermişlerdir. Milosavljevic ve Heikkilä [15], farklı dolgu malzemeleri kullanarak soğutma kulesinin performans analizini yapmak için deneyler

yapmışlardır. Deneylerde farklı hava ve su debilerinde yedi farklı dolgu malzemesi kullanarak malzemelerin basınç düşümü üzerindeki etkisini incelemişler. Jameel-Ur-Rehman Khan ve arkadaşları [16], karşı akışlı soğutma kulesi kullanarak performans karakteristiği üzerinde araştırmalar yapmıştır. Modelin geçerliliğini daha önce yapılan araştırmalara bağlı olarak kontrol etmişler ve kulenin termal performansı değişken hava ve su sıcaklıkları ile doğrudan ilişkili olduğunu açık bir şekilde açıklamışlardır. Bu değişkenlerin kulenin yüksekliği boyunca taşınım ve iletim yoluyla olan ısı transferinin doğrudan etkilediğini göstermişlerdir. Fisenko ve arkadaşları [17], doğal akışlı soğutma kulelerinin performanslarını tahmin etmek için matematiksel bir metot geliştirmiştir. Geliştirdikleri metot ile doğal akışlı soğutma kulelerinde buharlaşma ile meydana gelen soğutma miktarını yaklaşık olarak tespit edebilmişlerdir. Lebrun ve Silvia [18], soğutma kulesine giren ve çıkan havanın yaş termometre sıcaklığının asıl kuvvet olduğu ısı eşanjörü olarak göz önüne almışlar ve bu modelde genel ısı transfer katsayısı hava ve suyun debilerinin bir fonksiyonu olarak verilebileceğini göstermişlerdir. Kloppers ve Kröger [19], 1,5x1,5 kesit alanına sahip karşı akışlı soğutma kulesinde damlama, sıçrama ve zar tipi akışlardaki basınç kayıpları üzerinde çalışmışlardır. Kullandıkları ampirik denklemlerle farklı hava ve su debilerinde basınç kayıplarındaki ilişkiyi açıklamışlardır. Fisenko [20], mekanik zorlamalı soğutma kulelerinin performansları, ısı ve kütle transferi ve damlacıkların düşüş dinamiği hakkında yeni bir matematiksel metot geliştirmiştir. Mekanik zorlamalı soğutma kulelerinde hava ve suyun kütleli debilerinin kulenin termal etkinliği üzerinde etkisi olduğu sonucuna varmıştır. Kloppers ve Kröger [21], e-NTU metotlarını kullanarak yaş soğutma kulelerinde buharlaşmayla soğumada ısı ve kütle transferine ilişkin detaylı ispatlar yapmışlardır. Ghassem Heidarinejad ve arkadaşları [22], karşı akışlı soğutma kulelerinde nümerik simülasyon yapmıştır. Bu modelin avantajı su kayıp oran hesabı, değişken Lewis faktörü, atmosferik hava basıncı, kule hacmi ve etkinliği olarak gösterilebilir. Yaptıkları çalışma ile gerekli soğutma kulesi hacmini %1,5 hata ile tespit etmişlerdir. Kloppers ve Kroger [23], Lewis Faktörünün doğal akışlı ve mekanik zorlamalı soğutma kulelerinin performansı üzerine olan etkisini araştırmıştır. Lemouari ve arkadaşları [24], 0,42 m yüksekliğinde, dikey kesitli dolgu malzemeli ve zigzag formda yerleştirilmiş dört galvaniz levhadan oluşan dolgu malzemesi kullanılarak karşı akışlı soğutma kulesinin termal performansı ile ilgili çalışma yapmışlar. Çalışmada farklı su giriş sıcaklıkları için hava ve suyun debilerinin kule performansını nasıl etkilediklerini incelemişlerdir. Dolgu malzemesi kule boyunca hava ve suyun daha fazla temas etmesini sağladığı için kulenin performansında önemli bir etkiye sahip olduğu belirtilmiştir. Farhad Gharahheizi ve arkadaşları [25], kule karakteristiği (KaV/L), su-hava debileri oranı (su/hava) ve iki tip dolgu malzemesindeki etkinliği incelemişlerdir. Kullanılan dolgu malzemeleri dikey ve düşey kesitli olmak üzere iki şekilde yerleştirilerek dolgu malzemesinin tipi ve düzeni kulenin performansını etkilediği de araştırılmıştır. Ayrıca deneylerde artan su/hava oranında kulenin performansında düşüş olduğunu görmüştür. Elde edilen sonuçlarda dikey kesitli dolgu malzemesinin düşey kesitli dolgu malzemesine göre daha etkin olduğu belirtilmiştir. Elsagrag [26], seramik tipi dolgu malzemeli soğutma kulesinde ısı ve kütle transfer katsayıları üzerinde deneysel çalışmalar yapmıştır. Boyutsal analizden elde edilen kütle transfer katsayısını su ve hava debileri oranlarını ilişkilendirmede kullanmıştır. Yaptıkları yeni korelasyon denklemi ile su ve havanın çıkış sıcaklıklarında  $\pm\%5$  değişim olabileceği bulunmuştur. Lucas ve arkadaşları [27] farklı su ve hava debilerinde farklı damla

tutucular kullanarak karşı akışlı soğutma kulelerinin performans analizi üzerinde incelemeler yapmışlardır. Yaptıkları deneysel çalışmada neticesinde damla tutucunun aynı su/hava oranında kulenin termal verimini etkilediğini tespit etmişlerdir. Karami ve Heidarinejad [28] karşı akışlı soğutma kulelerinde kütle ve ısı transfer karakteristiği üzerinde çalışmalar yapmıştır. Kütleli debi oranında artış olduğunda kulenin etkinliğinin arttığını ancak sıcaklık oranının düştüğünü gözlemlemişlerdir. Marques ve arkadaşları [29], karşı akışlı soğutma kulesinin açık ve kapalı çevrim analizlerini incelemişlerdir. Yaptıkları deneysel çalışma sonucunda kapalı çevrimli soğutma kulelerinin daha verimli olduklarını tespit etmişlerdir. Kara [30], yaptığı deneysel çalışmada soğutma kulesine giren farklı sıcaklık ve debide hava ve suyun soğutma kulesinin etkinliğini ne yönde etkilediğini incelemiştir. En yüksek aralığın, en düşük su/hava oranında olduğunu ve düşük su giriş sıcaklığı, düşük su debisi ve yüksek hava debisinde en iyi soğutma olduğunu belirlemiştir.

Bu çalışmada, ters akışlı prototip bir soğutma kulesinde farklı tip dolgu malzemeleri kullanılarak dolgu malzemesinin termal performans üzerindeki etkisi deneysel olarak incelenmesi hedeflenmiştir. Bu amaca yönelik olarak soğutma kulesinde biri orijinal dolgu malzemesi (odunsu) olmak üzere metal ve alüminyum malzemedan oluşan üç çeşit dolgu malzemesi kullanılarak dolgu malzemelerinin soğutma kulesi performansı üzerindeki etkisi deneysel olarak incelenecektir.

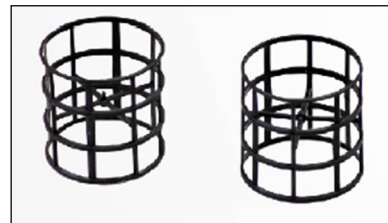
## 2. Materyal ve Metot

### 2.1. Soğutma Kulesi Dolgu Malzemeleri

Soğutma kulesinde amaç sistemden ısınarak gelen suyun hava ile temas ettirilerek soğutulmasını sağlamaktır. Suyun hava ile temas süresini ve yüzeyini artırmak için kulede dolgu malzemesi olarak adlandırılan malzemeler kullanılır. Dolgu malzemeleri çok farklı yapı ve malzemedan imal edilebileceği gibi yapılan araştırmalar PVC'den imal edilmiş olan dolgu malzemelerinin en etkin olduğunu göstermiştir. Bu nedenle günümüzde yapılan soğutma kulelerinde PVC dolgu malzemeleri yaygın olarak kullanılmaktadır. Soğutma kulelerinde daha önceleri plastik bazlı dolgu malzemeleri kullanılmaktaydı. Fakat ısınması sonucu çevreye olan olumsuz etkilerinden dolayı sınırlamalar getirilmiştir. Soğutma kulelerinde genel olarak üç farklı tipte dolgu malzemesi kullanılmaktadır. Bunlar film akış tipi, sıçratmalı tip ve tel kafes (bigudi) tipi elemanlar olarak adlandırılabilir [33].

#### 2.1.1. Polipropilen (Bigudi) Tipi

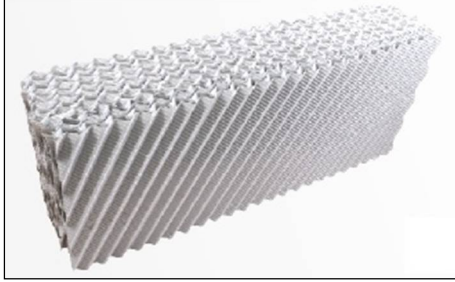
Orta kirli sularda, ortamın kirli ve tozlu olduğu, suyun kireçlenmeye eğilimli olduğu sistemlerde Şekil 1'de gösterilen dolgu malzemesi kullanılır. Polipropilen malzemedan imal edilmiş bu dolgular 90 °C'ye kadar dayanıklıdır. Kullanım ve temizlenmesi kolay olan bir dolgu malzemesidir [33].



Şekil 1. Bigudi tipi dolgu malzemesi [33]

### 2.1.2. Film Tipi

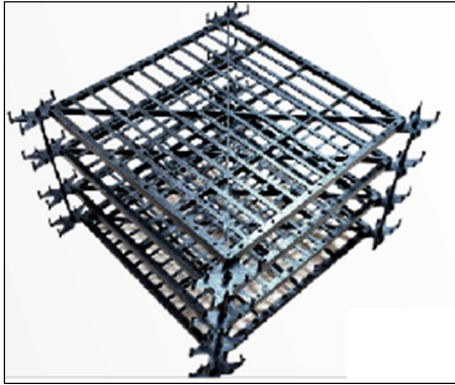
Dolgu elemanı birden çok film tabakasının birleştirilmesinden oluşturulur. Bu elemanlarda su akışı, ince su filmi tabakaları halinde olmaktadır. Böylelikle su akışı ile hava akışı arasında maksimum ısı transferi alanı oluşturulması amaçlanır. Etkif ısı transfer katsayıları çok yüksek olup yanmama özellikleri bulunmaktadır. Bu elemanların hava akışına karşı olan direnç değerleri düşüktür. Örnek bir PVC malzemeden imal edilmiş film tipi dolgu malzemesi Şekil 2’de [34] gösterilmektedir.



Şekil 2. PVC film tipi [33]

### 2.1.3. Sıçratmalı Tip

Araları rahat geçişli çıtalarından oluşur. Sıçratmalı tip dolgu yağlı sularda, ortamın çok kirli ve tozlu olduğu, askıdaki katı maddenin 100 ppm’den fazla olduğu, suyun kireçlenmeye eğimli olduğu sistemlerde tercih edilir. Polipropilen malzemeden imal edilmiş bu dolgular 90°C’ye kadar dayanıklıdır [34].



Şekil 3. Sıçratmalı tip dolgu malzemesi [33]

## 2.2. Deney Düzenegi ve Deneysel Yöntem

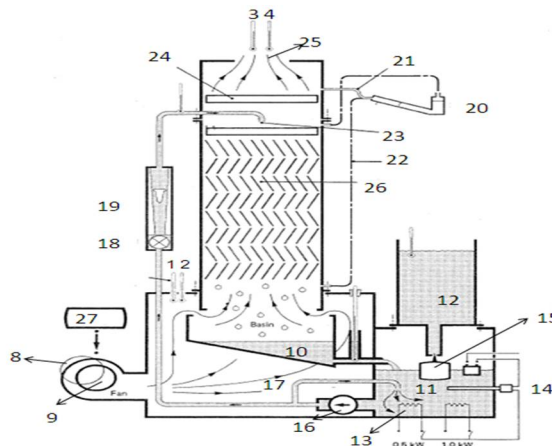
### 2.2.1. Deney Düzenegi

Su soğutma kulelerinde, işletmeden ısınmış gelen su, özel olarak imal edilmiş su dağıtım sistemi ve fiskiyeler yardımı ile kulenin tüm kesitine yukarıdan aşağı doğru homojen olarak püskürtülür. Püskürtülen su kütleleri, kule dolguları arasından süzülerek parçalanır. Dış ortamın nemine sahip hava, motor fan grubu yardımı ile dolgular üzerinden aşağıdan yukarıya doğru emilir. Dolgu soğutma yüzeyinde hava ile buluşan su havaya ısı vererek soğur ve az bir kısmı buharlaşır. Soğuyan su kulenin soğuk su havuzunda toplanarak işletmeye gönderilir. Suyun buharlaşması sonucu nemi artan hava (doyma oranına yakın), kulenin en üstünde bulunan fan bacasından atmosfere atılır [31,32].

Bir soğutma kulesinde çevre havası ile temas haline gelen suyun bir kısmı buharlaşır ve su sıcaklığının düşmesine neden olur. Buharlaşan su hava içine nem olarak girerek havanın özgül neminin ve bağıl neminin artmasına sebep olur. Soğutma kulesinde su teorik olarak en fazla giriş havasının yaş termometre sıcaklığına kadar soğutulabilir. Kule ne kadar etkili ise pratikte yaş termometre sıcaklığına o kadar yaklaşılabilir. Pratikte su sıcaklığı giriş havasının yaş termometre sıcaklığının 4 veya 5 °C üzerindeki sıcaklığa kadar soğutulabilir. Soğutma kulesinin su havuzuna, buharlaşan su miktarına eşit miktarda besleme suyu ilave edilmelidir [31].

Ters akımlı soğutma kulesinin performans analizi üzerine yapılan bu çalışmada, kulede farklı malzemelerden yapılmış üç değişik dolgu malzemesi kullanılarak sonuçların mukayesesi yapılmıştır. Bu amaçla yapılan deneysel çalışmada prototip bir soğutma kulesi kullanılmıştır.

Çalışmada deney düzenegi olarak İnönü Üniversitesi Meslek Yüksekokulu’nda bulunan ve P.A. HILTON Ltd. tarafından üretilmiş H890 model prototip soğutma kulesi kullanılmıştır. Kullanılan H890 model soğutma kulesi hava ve suyu ait giriş debilerini ve sıcaklıklarını değiştirmemize imkân sağlamaktadır. Şekil 4’de de görüldüğü üzere akış kontrol vanası kullanılarak su debisi 0 ile 50 g/s arasında istenilen değere ayarlanabilmektedir. Isıtıcı sistemi kullanarak ise 0,5 , 1,0 ve 1,5 kW’lık bir soğutma yükü oluşturulabilmektedir. Pompanın çalışmasından dolayı 0,1 kW’lık ek bir ısı soğutma suyuna geçmektedir. Fakat üzerinde bulunan termostat sayesinde su sıcaklığı hiçbir zaman 50 °C’ nin üzerine çıkmamaktadır. Fan yardımıyla hava kuleden yukarıya doğru üflenir ve damper kullanılarak sisteme istenilen debide hava sisteme üflenebilmektedir. Hava ısıtıcı ile 0, 0,5 ve 1,0 kW’lık güç ile hava ısıtılabilir [32].



- |                                   |                                      |                                |
|-----------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------|
| 1. Giren Hava Kuru Ter. Sıcaklığı | 8. Damper                            | 18. Akış Kontrol Vanası        |
| 2. Giren Hava Yaş Ter. Sıcaklığı  | 9. Hava Dağıtım Odası                | 19. Debi ölçer                 |
| 3. Çıkan Hava Kuru Ter. Sıcaklığı | 10. Su Tankı                         | 20. Eğik manometre             |
| 4. Çıkan Hava Yaş Ter. Sıcaklığı  | 11. Yükleme Tankı                    | 21. Orifis Diferansiyel Basınç |
| 5. Giren Su Sıcaklığı             | 12. Besleme Tankı                    | 22. Dolgu Basıncı Düşüşü       |
| 6. Çıkan Su Sıcaklığı             | 13. Su Isıtıcı(0,5-1,0kW kapasiteli) | 23. Su Dağıtıcı                |
| 7. Fan                            | 14. Termostat                        | 24. Damla Engelleyici          |
|                                   | 15. Akış Vanası                      | 25. Orifis                     |
|                                   | 16. Pompa                            | 26. Dolgu                      |
|                                   | 17. Sirkülasyon                      | 27. Hava Isıtıcı               |

Şekil 4. Prototip soğutma kulesinin şematik görünüşü



Şekil 5'te resmi verilmiş olan prototip soğutma kulesinin ölçüleri 150 x 150 x 600 mm olup dolgu malzemesi ahşap bazlı bir malzemedir üretilmiştir. Dolgu 10 parçalı 8 kat malzeme kullanılarak hazırlanmış ve tüm parçalar belli bir açı ile yerleştirilmiştir. Bu sayede suyun hava ile daha uzun süre teması sağlanmış ve ısı transfer oranı artırılmıştır. Bu deney çalışmasında mevcut dolgu malzemesi galvanizli sac malzeme ve alüminyum ile değiştirilecek olup yapılacak deneysel çalışmalarla alınan değerler karşılaştırılacak ve hangi malzemenin daha etkin bir tasarım olduğu tespit edilecektir [32].

Kulenin üst tarafına çıkan su buharı miktarını azaltmak üzere damla engelleyici yerleştirilmiştir. Bu şekilde kuleden buharlaşma yoluyla kaybolan su miktarı azaltılacak ve işletme maliyeti düşürülecektir.

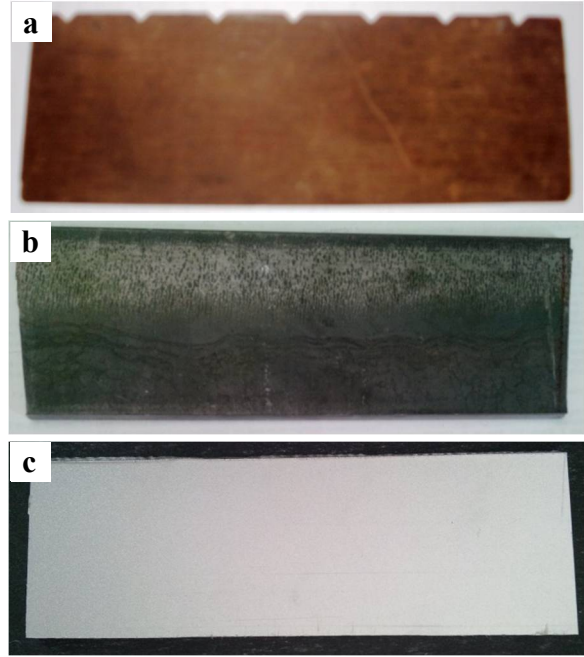


Şekil 5. Prototip soğutma kulesinin şekli

Deney çalışmasında Şekil 6'da gösterilen orijinal malzeme, metal sac ve alüminyum malzemeden yapılmış dolgu malzemeleri kullanılmıştır. Kuledeki dolgu yapısı aşağıdaki Tablo 1'de gösterildiği gibi sekiz sıradan oluşmakta ve her sırada on adet plaka bulunmaktadır. Kullanılan tüm dolgu malzemeleri orijinal malzeme ile bire bir aynı ölçülerde üretilmiş olup, alanı, yüksekliği ve yoğunluğu orijinal malzeme ile aynıdır.

Tablo 1. Dolgu malzemeleri bilgileri

	Orijinal malzeme	Metal sac malzeme	Alüminyum
Sıra Sayısı	8	8	8
Sıradaki Plaka Sayısı	10	10	10
Dolgu Toplam Alanı (m <sup>2</sup> )	1,19	1,19	1,19
Dolgu Yüksekliği m	0,448	0,448	0,448
Dolgu Yoğunluğu Alan/Hacim m <sup>-1</sup>	110	110	110



Şekil 6. Deney çalışmasında kullanılan; a) orijinal dolgu malzemesi, b) metal sac dolgu malzemesi, c) alüminyum dolgu malzemesi

### 2.2.2. Deneysel Yöntem

Bu çalışmada, farklı malzemelerden oluşan üç dolgu malzemesi kullanılarak, hava ve suyun farklı debi ve sıcaklıklarında kulenin performans analizini yapılmıştır. Bu amaçla:

- Giren havanın kuru ve yaş termometre sıcaklıkları
- Çıkan havanın kuru ve yaş termometre sıcaklıkları
- Giren suyun ve çıkan suyun sıcaklıkları
- Hava debisi
- Su debisi (debi ölçer kullanılarak)
- Dolgu malzemesindeki basınç düşüşü

verileri toplanmış olup, karşılaştırma yapılmıştır.

Deneysel çalışmada veriler her 5 dakikada bir olmak üzere toplam 3 veri alınmış olup, bütün verileri alana kadar geçen süre içerisinde değerlerde ihmal edilebilecek ölçülerde değişimler meydana gelmiştir. 2. ölçüm ile 3. ölçüm arasında sistem dengeye ulaştığından dolayı değerlerde ufak değişiklikler meydana geldiğinden daha fazla ölçüm yapılmasına gerek duyulmamıştır.

Soğutma kulesinden buharlaşma yoluyla kaybolan su miktarı besleme tankından yapılan ölçümle hesaplanmaktadır. Çünkü besleme tankının altında bulunan su kontrol vanası şamandıra gibi çalışarak sisteme eksilen miktar kadar su eklenmesini sağlamaktadır.

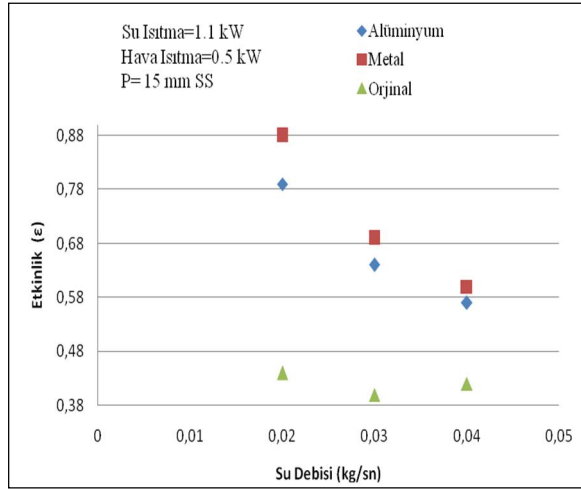
Alınan tüm veriler Microsoft EXCEL programına alınmış olup bu program aracılığıyla karşılaştırılarak değerlendirme yapılmıştır.

Soğutma kulesi orijinal dolgu (odunsu) malzemesi kullanılarak değişkenleri ayrı ayrı olarak üç farklı değerde toplam seksen bir adet deney yapılmıştır. Bu deneylerin etkinlikleri kıyaslanarak en etkin otuz deney seçilmiştir. Seçilen bu deneylerde değişkenlerin deneyleri sac ve alüminyum dolgu malzemesi kullanılarak tekrar yapılmış ve üç malzeme arasında oluşan farklılıklar analiz edilmiştir.

### 3. Bulgular ve Tartışma

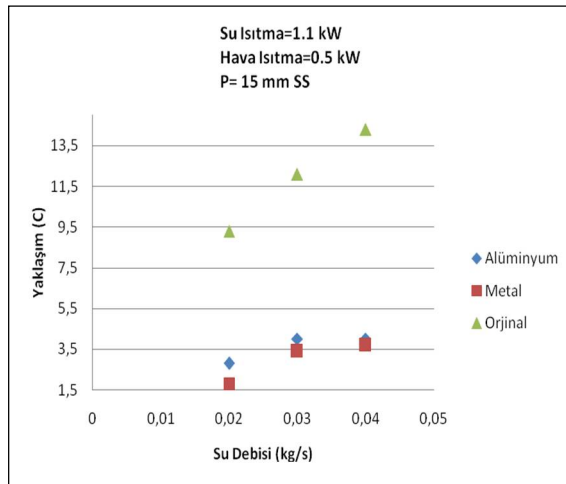
Tablo 2'de gösterildiği gibi üç farklı dolgu malzemesi için suyun debisi 20, 30 ve 40 g/s ile suyun giriş sıcaklığı ise 0,5, 1 ve 1,5 kW değerleri test edilmiştir. Hava debisi için

ise 5, 10 ve 15 mmSS orifis basıncı olacak şekilde damper ayarlanmıştır. Hava sıcaklığı için ise 0, 0,5 ve 1 kW ısı üretecek ısıtma sistemi kullanılmıştır.



**Şekil 7.** Üç farklı dolgu malzemesinin etkinlik ve su debisi arasındaki ilişkisi

DeneySEL çalışma neticesinde tüm dolgu malzemelerine ilişkin hava ısıtma, su ısıtma miktarları ile orifis basınç farkının aynı olduğu ve su debisinin farklı olduğu durumlar dikkate alınarak etkinlik değerlerinin kıyaslaması yapılmıştır. Bunun sonucunda su debisinin 0,02 kg/s olduğu durumda metal malzemenin %88 etkinlik ile en uygun malzeme olduğu sonucuna varılmıştır. Bu sonuç mevcut soğutma kulelerinde dolgu malzemesi olarak metal malzemelerin seçilmesi ile örtüşmektedir. Ayrıca su debisinin 0,04 kg/s olduğu durumda ise orijinal malzemenin %42 ile en kötü malzeme olduğu tespit edilmiştir. Ahşap malzemenin su emerek zamanla özelliğini kaybedeceğinden dolgu malzemesi olarak kullanılmasının uygun olmayacağı değerlendirilmektedir. Orijinal malzeme ile 0,03 kg/s su debisinde yapılan deney sonucunda etkinliğin %40 olarak tespit edilmesi deney sırasında ölçümlerdeki sapmalardan meydana geldiği düşünülmektedir. Ölçüm hataları daha hassas veya dijital termometrelerin kullanılması ile giderilebilecek bir durumdur.

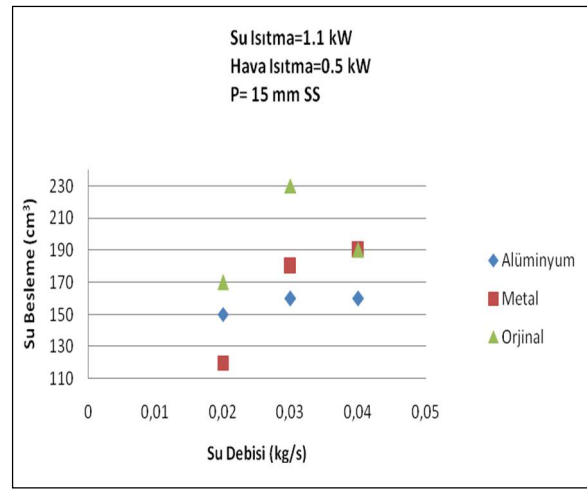


**Şekil 8.** Üç farklı dolgu malzemesinin yaklaşım ve su debisi arasındaki ilişkisi

Şekil 7, 8 ve 9'da gösterilen grafikler, su ısıtma miktarının 1,1 kW, hava ısıtma miktarının 0,5 kW ve orifisteki basınç

düşüşünün 15 mm SS olduğu ve su debisinin 0,04, 0,03 ve 0,02 kg/s olarak değiştirildiği deneyler sonucunda elde edilen sonuçlar karşılaştırılarak hazırlanmıştır.

Yapılan deneyler sonucunda aynı şartlarda sırasıyla metal sac, alüminyum ve soğutma kulesinin orijinal malzemesinin etkin olduğu tespit edilerek 0,03 kg/s su debisi için etkinlik metal sac malzemedeki %69, alüminyum malzemedeki %64 ve orijinal malzemedeki ise %40 olarak belirlendi. Yine aynı şartlarda yapılan deneyler neticesinde yaklaşım miktarı metal malzeme için 3,4 °C, alüminyum malzeme için 4°C ve orijinal malzeme için 12,1 °C olarak tespit edilmiştir. Bu sonuçlar yaklaşım miktarı ile soğutma kulesi veriminin ters orantılı olduğunu göstermektedir. Yani yaklaşım miktarı ne kadar düşük olursa soğutma kulesi o kadar verimli olarak çalışmaktadır. Bu sonuçlar soğutma kulesi hakkında yapılacak olan araştırmalara yön vermektedir.



**Şekil 9.** Dolgu malzemelerinde su besleme miktarı ve su debisi arasındaki ilişkisi

**Tablo.2** Üç farklı dolgu malzemesinin etkinlik ve su debisi arasındaki ilişkisi

Hava Isıtma (W)	Etkinlik	Su Debisi (kg/s)	Malzeme	Orifis Basınç Farkı (mm SS)
0,5	0,57	0,04	Alüminyum	15
0,5	0,64	0,03	Alüminyum	15
0,5	0,79	0,02	Alüminyum	15
0,5	0,6	0,04	Metal	15
0,5	0,69	0,03	Metal	15
0,5	0,88	0,02	Metal	15
0,5	0,42	0,04	Orijinal	15
0,5	0,4	0,03	Orijinal	15
0,5	0,44	0,02	Orijinal	15



#### 4. Sonuçlar

Bu çalışmada, üç farklı dolgu malzemesi kullanılarak su debisinin 0,02-0,04 kg/s, su ısıtmasının 0,5-1,5 kW, hava ısıtmasının 0,5-1,5 kW ve orifisteki hava basınç düşüşünün 5-15 mmSS aralıklarında değişen değerleri için deneyler yapılmıştır. Deneylerde 80 adet plakadan oluşan farklı dolgu malzemelerinin soğutma kulesi etkinliğinde değişkenlerin belirlendiği aralıklarda etkinliğe olan etkisinin tespit edilerek elde edilen sonuçlar şu şekilde özetlenmiştir:

- Hava ve su debilerinin soğutma kulesi performansını ters orantılı olarak etkilediği gözlemlenmiştir. Maksimum etkinliği elde etmek için hava debisinin artırılması ve su debisinin azaltılması ile sağlandığı görülmüştür.
- Yapılan deneyler neticesinde metal malzemenin diğer dolgu malzemelerine göre daha etkin olduğu tespit edilmiş ancak metal malzemenin paslanma özelliği nedeniyle kısa bir süre sonra kullanılamaz hale gelmesi sebebiyle paslanma özelliği olmayan malzemelerin dolgu malzemesi olarak kullanımı daha uygun olacaktır.
- Metal dolgu malzemesi ile yapılan deneylerde buharlaşmanın daha fazla olduğu ve sisteme sürekli taze su eklendiği görülmüş olup sisteme sürekli su eklenmesi işletme maliyetine olumsuz yönde etki etmektedir. Bu nedenle mevcut soğutma kulelerinde etkinliği metal malzemeye yakın olan ve paslanmaya karşı dirençli alüminyum malzeme kullanılmıştır. Böylece alüminyum malzemenin dolgu malzemesi olarak kullanılması ile korozyon problemi giderilmiştir.
- Deneysel sonuçlarında elde edilen veriler dikkate alındığında aynı şartlarda sırasıyla metal sac, alüminyum ve soğutma kulesinin orijinal malzemesinin etkin olduğu tespit edilerek 0,03 kg/s su debisi için etkinlik, metal sac malzemedeki %69, alüminyum malzemedeki %64 ve orijinal malzemedeki ise %40 olarak belirlenmiştir. Yaklaşım miktarı ise metal malzeme için 3,4 °C, alüminyum malzeme için 4 °C ve orijinal malzeme için 12,1 °C olarak tespit edilmiştir.
- Literatürde yaklaşık miktarının en az 4-5 °C olduğu belirtilmişse de deney sonuçlarının bu değerden daha düşük çıkması ölçüm hatalarından kaynaklanabileceği düşünülmektedir. Bu durum basit hata olarak değerlendirilmiş olup, daha hassas ölçüm aletlerinin kullanımı ile giderilebilecektir.

Sonuç olarak metal dolgu malzemesinin en verimli malzeme olmasına rağmen malzemenin paslanma özelliğinden dolayı soğutma kulesinde dolgu malzemesi olarak kullanılamayacağı için bunun yerine en verimli ve en uygun dolgu malzemesinin alüminyum olacağı kanaatine varılmıştır.

#### Kaynaklar

- [1] Khan J.R., Qureshi B.A., Zubair S.M., A comprehensive design and performance evaluation study of counter flow wet cooling towers, *International Journal of Refrigeration*, 27:914-923, 2004.
- [2] Khan J.R., Yaqub M., Zubair S.M., Performance characteristics of counter flow wet cooling towers, *Energy Conversion and Management*, 44: 2073-2091, 2002..
- [3] Simpson W.M., Sherwood T.K. Performance of small mechanical draft cooling towers, *AmSoc. Refrig. Eng.*, 52:535-543, 1946.

- [4] Kelly N.W., Swenson L.K. Comparative performance of cooling tower packing arrangements, *Chemical Engineering Progress*, 52:263-268, 1956.
- [5] Eaton T.E., Evaporative heat removal in wet cooling towers, *Cooling Tower Institute Technical Papers*, 12:28, 1979.
- [6] Majumdar A.K., Singhal A.K., Spalding D.B., Numerical modeling of wet cooling towers – part I: mathematical and physical models, *J Heat Transfer*, 105:736-743, 1983.
- [7] Dreyer A. A. Evens P. J., *International Journal of Heat and Mass Transfer*, 39:109, 1996.
- [8] Mohiuddin A.K.M., Kant K., Knowledge base for the systematic design of wet cooling towers. Part I: selection and tower characteristics, *International Journal of Refrigeration*, 19:43-51, 1997.
- [9] Mohiuddin A.K.M., Kant K., Knowledge base for the systematic design of wet cooling towers. Part II: fill and other design parameters”, *International Journal of Refrigeration*, 19:52-60, 1999.
- [10] Bedekar S. V., Nithiarasu P., Seetharamu K.N., Experimental investigation of the performance of a counter flow packed bed mechanical cooling tower, *Energy*, Vol 23, 943-947, 1998.
- [11] Villiers E. De, Kroger D.G., Analysis of heat, mass and momentum transfer in the rain zone of counter flow cooling towers, *Journal of Engineering for Gas Turbines and Power*, 121:751-755, 1999.
- [12] Halasz B., A general mathematical model of evaporative cooling devices, *Revue Générale de Thermique*, 37:245-255, 1998.
- [13] Söylemez M.S., Theoretical and experimental analyses of cooling towers, *ASHRAE Trans*, 105:330-337, 1999.
- [14] Goshayshi H.R., Missenden J.F., The investigation of cooling tower packing in various arrangements, *Applied Thermal Engineering*, 20: 69-80, 2000.
- [15] Milosavljevic N., Heikkila P., A comprehensive approach to cooling tower design, *Applied Thermal Engineering*, 21: 899-915, 2001.
- [16] Khan J.R., Qureshi B.A., Zubair S.M., A comprehensive design and performance evaluation study of counter flow wet cooling towers, *International Journal of Refrigeration*, 27: 914-923, 2004.
- [17] Fisenko S.P., Petrushik A.I., Solodukhin A.D., Evaporative cooling of water in a natural draft cooling tower, *International Journal of Heat and Mass Transfer*, 45: 4683-4694, 2002.
- [18] Lebrun J., Silva C.A., Cooling tower—model and experimental validation, *ASHRAE Trans*, 108:751-759, 2002.
- [19] Klopppers J.C., Kröger D.G., Loss coefficient correlation for wet cooling tower fills, *Applied Thermal Engineering*, 23:2201-2211, 2003.
- [20] Fisenko S.P., Brin A.A., Petrushik A.I., Evaporative cooling of water in a mechanical draft cooling tower, *International Journal of Heat and Mass Transfer*, 47:165-177, 2004.

- [21] Kloppers J.C., Kröger D.G., A critical investigation into the heat and mass transfer analysis of counter flow wet cooling towers, *International Journal Heat and Mass Transfer*, 48:765-777, 2005.
- [22] Heidarinejad G., Karamiand M., Delfani S., Numerical Simulation of counter flow wet cooling towers, *International Journal of Refrigeration*, 32: 996-1002, 2009.
- [23] Kloppers J.C., Kröger D.G., The Lewis factor and its influence on the performance prediction of wet cooling towers, *International Journal of Thermal Sciences*, 44: 879-884, 2005.
- [24] Lemouari M., Boumaza M., Mujtaba I.M., Thermal performances investigation of a wet cooling tower, *Applied Thermal Engineering*, 27:902-909, 2006.
- [25] Gharagheizi F., Hayati R., Fatemi S., Experimental study on the performance of mechanical cooling tower with two types of film packing, *Energy Convers Manage*, 48:277-280, 2007.
- [26] Elsarrag E., Experimental study and predictions of an induced draft ceramic tile packing cooling tower, *Energy Conversion and Management*, 47: 2034-2043, 2006.
- [27] Lucas M., Martinez P.J., Viedma A., Experimental study on the thermal performance of a mechanical cooling tower with different drift eliminators, *Energy Conversion and Management*, 50:490-497, 2009.
- [28] Karami M., Heidarinejad G., Investigation of Performance characteristics of counter flow wet cooling towers, Accepted to Oral Presentation and Publication in 16th International Conference of Iranian Society of Mechanical Engineering (ISME), Kerman, Iran, May 14–16.
- [29] Marques C.A.X., Fontes C.H., Embirucu M., Kalid R.A., Efficiency control in a commercial counter flow wet cooling tower, *Energy Conversion and Management*, 50:2843–2855, 2009.
- [30] Kara E.C., Heat and mass transfer analysis of a counter flow cooling tower under various air and water flow arrangements, *Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana, 2010.*
- [31] P.A. HILTON Ltd. H890 Model Soğutma Kulesi Kullanma Kılavuzu.
- [32] The TRAIN Company Trane Air Conditioning Kullanma Kılavuzu.
- [33] ENSOTEK CTP Su Soğutma Kuleleri ve Teknolojileri Mühendislik San. Tic. Ltd. Şti, Soğutma Kulesi Broşürü.



## Türk Doğa ve Fen Dergisi Turkish Journal of Nature and Science

<http://www.bingol.edu.tr/dergiler/turk-doga-ve-fen-dergisi.aspx>



# İnternet Bankacılığı ve Telekomünikasyon Alanında Siber Güvenliğe Genel Bakış

Harun BİNGÖL<sup>\*1</sup>, Mehmet Mehdi KARAKOÇ<sup>2</sup>

## Özet

Günlük hayatın yoğunluğundan bankacılık işlemleri için şubeye gidememek veya şubelerde çok sıra beklemek bankacılık sektörünü farklı bir arayışa itmiştir. İnternetin hayatımızın her alanına girmesi ve mobil cihazlarda da kullanılabilir olması çevrimiçi bankacılığı da beraberinde getirmiştir. Fakat bu, bazı güvenlik problemlerini de beraberinde getirmiştir. Temel amacı kesintisiz hizmet sağlamak olan telekomünikasyon sektörü müşterilerinin 7 gün 24 saat hizmet alabilmesini sağlayabilmek ve muhtemel kesintileri öngörüp engellemek için gerekli önlemleri almak ve uygulamakla mükelleftir. Bu çalışmada finans, çevrimiçi bankacılık ve iletişim sektöründe en çok karşılaşılan siber güvenlik problemleri ve saldırı yöntemleri, bu alanlarda yaşanan saldırılara karşı farkındalığı arttırmak ve korunma yöntemleri hakkında bilgi vermek amacıyla anlatılmış ve örneklendirilmiştir. Sonuç olarak; güvenli internet bankacılığı için kullanıcıların bu alanda eğitilmeleri gerektiği, iki basamaklı kimlik doğrulama yöntemlerinin de bazı zararlı yazılımlar tarafından aşılabilirdiği, bu zararlı yazılımların kendilerini anti virüs yazılımlarından gizleyebildiği anlaşılmış; iletişim alanındaki saldırıların bir kısmının sadece sistemi iş göremez hale getirmek için yapıldığı ve bunlara karşı farklı katmanlarda önlem alınabileceği tespit edilmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Siber güvenlik, çevrimiçi bankacılık, DDOS

## An overview of Cybersecurity in Internet Banking and Telecommunication Sector

### Abstract

Density of daily life or awaiting one's turn obstructs to go branch banks. That's why the banking sector has looked for a new approach. Because of the internet is everywhere and also can use on mobile devices, caused online banking. But carry with it some security problems are occurred. The services of telecommunication must be non-stop. It must go on 24/7. That's why these companies must estimate risks and make provision. In this study we explain the most common cyber security problems, attack methods and give some examples about these methods on finance, banking and telecommunication sectors. In conclusion; for secure internet banking, users should be trained in this area, two step authentication methods can be overcome by some malwares and some of malwares can hide themselves from anti-virus software. Some of the attacks in the communications sector, for denial of service and to protect against this attack, measures which can run on different layers can be taken.

**Keywords:** Cyber security, online banking, DDOS

### 1. Giriş

Bilgilerin ve verilerin dijital ortamlarda saklanması ve internet üzerinden erişilebilir olması insan hayatını kolaylaştırdığından birçok teknoloji kullanıcısı hemen her türlü bilgiyi gerek yerel elektronik kaynaklarda gerekse de ağ üzerinde depolamaktadır. Ayrıca bankalar, kamu kurumları, özel şirketler de kurumsal ve müşterilere ait tüm bilgilerini yine benzer dijital sistemlerde saklamakta ve işlemektedir. Bir bankanın müşteri hesap bilgileri, bir şirketin üzerinde çalıştığı gizli bir proje, bir kamu kurumunun sakladığı devlet sırlarının dijital ortamlarda

tutulması ve ayrıca bu bilgilerin internet korsanlarının ilgisini çekmesi bilgi güvenliğini ön plana çıkarmaktadır.

Günümüzde alışverişlerin çoğu ya kredi kartı ya da banka kartları kullanılarak yapılmaktadır. İnternet korsanları genelde iki amaca sahiptirler; özel bilgilere erişmek ve kurbanların paralarını çalmak. Bu yüzden finans sektöründeki bankalar müşterilerinin varlıklarını internet korsanlarından korumak zorundadırlar ve her koşulda güvenilir olmalıdırlar. Zira bu sektörde ayakta durabilmek için en önemli etken güvenlidir.

İletişimde temel amaç sürdürülebilir kesintisiz hizmet sağlamaktır. Örneğin internetin, telefonun, kablolu TV'nin kesintisiz kullanılabilmesi gerekmektedir. Telekomünikasyon firmaları müşterilerine haftanın 7 günü, 24 saat hizmet sağlayabilmek zorundadır. Bu yüzden siber

<sup>1</sup>Bingöl Üniversitesi, Teknik Bilimler Meslek Yüksekokulu, Bilgisayar Teknolojileri Bölümü, 12000, Bingöl, TÜRKİYE

<sup>2</sup>Ağrı İbrahim Çeçen Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, 04100, Ağrı, TÜRKİYE

\*Sorumlu yazar eposta: dozturk@bingol.edu.tr

güvenlik alanında uzman kişiler ile sistemlerini ulaşılabılır ve her daim güvenli halde bulundurmaları durumundadırlar.

## 2. Finans Sektöründe Siber Güvenlik

Siber tehditler çevrimiçi ve mobil bankacılığı kullanan müşteri sayılarındaki hızlı artışla doğru orantılı olarak büyümektedir. Siber güvenlik bir finans kurumunun hayatta kalması için hayati derecede önem arz etmektedir [1].

Bir siber güvenlik personelinin çalışmış olduğu finans kurumunda her gün karşı karşıya kaldığı güvenlik ve operasyonel riskleri anlaması gerekmektedir. Bu personel riskleri azaltmak için sürekli çalışmalar yapmalı ve daha da önemlisi finans kurumunun güvenini bozmak veya para çalmak için tasarlanmış hedefli ve daha spesifik siber suçlar için riskleri göz önünde bulundurmalı, gerekli tedbirleri önceden almalıdır [2].

İnsanlar banka ve banka çalışanları hakkında şu yargılara sahiptir: *“Eğer bir bankanın çalıştıysanız; o bankanın parasal hacmini tahmin edebilirsiniz, birileri her zaman sizden bir şeyler çalmayı deneyebilir ve her an saldırıya maruz kalabilirsiniz, bu sizler için sürpriz olmamalıdır. Çünkü sizde çok para vardır. Ayrıca eğer bir banka çalıştıysanız müşteriler size güvenirlere ve paralarını size verirler ve bankada bu paraları korur”* [1].

İnsanlar bir banka şubesinden ve çalışanlarından beklentilerinin çevrimiçi banka şubeleri tarafından karşılanmasını bekler. Yani çevrimiçi şubelere hem güven duyarlar hem de bu şubeler her an saldırıya maruz kalabilirler. Bu yüzden bir banka şubesi nasıl ki güvenli ve korumalı yerlere sahip olmalıdır; aynen öyle de çevrimiçi şubelerin de gerekli güvenlik ve koruma tedbirleri alınmalıdır [3].

### 2.1. Bankacılıktaki Riskler

Türk Dil Kurumu'na (TDK) göre risk zarara uğrama tehlikesidir. Her alanda olduğu gibi finans sektöründe de çeşitli riskler mevcuttur. Bankacılıkta 3 çeşit riskten söz edilebilmektedir [1, 4-6].

1. Kredi Riski
2. Pazarlama Riskleri
3. Operasyonel Riskler

#### 2.1.1. Kredi Riski

“Gerçek veya tüzel kişilerin almış olduğu krediyi geri ödememe riski”. Bankacılığa özgü olan bu risk varsayılan risk olarak da adlandırılmaktadır. Türkiye Bankalar Birliği (TBB) kredi riskini; *“Bir bankanın kredi müşterisinin (borrower) ya da kendisiyle bir anlaşmaya taraf olanın (counterparty) anlaşma koşullarına uygun biçimde yükümlülüklerini karşılayamama olasılığıdır.”* şeklinde tanımlar [6].

#### 2.1.2. Pazarlama Riskleri

Ticari faaliyetler ile ilgili risklerdir. Pazarlama riskleri, bankanın pazarın gereklerine uymayan ürünlerin pazarlanması, Pazarı yeterince tanımama veya pazara uygun planlama yapamama ve bankanın işletme giderlerinin olması gerekenden fazla olmasından kaynaklanan risklerdir [5].

#### 2.1.3. Operasyonel (İşlemsel) Riskler

İnsanlar, sistemler ve dolandırıcılık ve sahtekârlık içeren süreçler ile şirketin maruz kalacağı risklerdir. Operasyonel risk türleri aşağıda sıralanmıştır [1]:

1. İstihdam ve İş Yeri Güvenliği
2. Fiziksel varlıklara zarar vermek
3. Yasal Riskler
4. Mevzuat ve Uygulama Riskleri
5. Dâhili Soygun ve Hırsızlıklar
6. Dış Hırsızlıklar (ATM, çevrimiçi,...)
7. Güvenlik Riskleri
8. Süreç Yönetim Riskleri
9. İşleri Bozma ve Sistemi Çökertme

Bu konu ile ilgili olarak incelenecek olan işlemsel riskler; çevrimiçi dış soygunlar ve sistem çökertme riskleridir.

ATM soygunları kaba kuvvet kullanılarak yapılabileceği gibi insanları yardım bahanesi ile kandırarak kart ve/veya hesap bilgilerini almak suretiyle de yapılabilmektedir. Ayrıca ATM kart yuvasına takılan bazı cihazlarla kart bilgileri kopyalanarak da kurbanlardan para çalınabilmektedir [7].

Çevrimiçi hırsızlıklar ise çok daha profesyonelce ve daha büyük çapta olabilmektedir. Sosyal mühendislik ile beraber zararlı yazılımlar ile hem kullanıcı bilgileri elde edilmekte hem de ikili kimlik doğrulama sistemleri aşılabilmektedir. Ayrıca oltalama denen teknik ile bazen bir avukat, bazen bir fatura tahsilat sitesi, bazen çalışan arayan bir işyeri, bazen ödül dağıtan bir firma gibi davranarak kurbanlar kandırılabilir; kişisel bilgileri ve paraları çalınabilmektedir [8]. Bir sonraki bölümde çevrimiçi bankacılığa siber güvenlik konusuna değinilecek ve yaşanan bazı örnekler anlatılacaktır.

## 3. İnternet Bankacılığında Siber Güvenlik

İnternet bankacılığı insan hayatını kolaylaştıran bir buluştur. İnsanların yoğun iş hayatlarında banka şubelerine gitmeye vakit bulamamaları, şubelerdeki uzun kuyruklar insanları internet bankacılığını kullanmaya yönlendirmiştir.

Bilinen ilk 1983'te Bank of Scotland (İskoçya Bankası) tarafından hizmete açılmıştır. Sistem, telefon ve televizyonun beraber kullanılması ile faturaların ödenmesine ve para transferine imkan sağlamaktaydı [9].

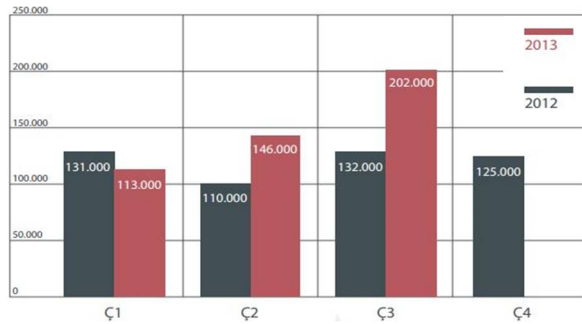
1994 yılında Microsoft firmasına ait Microsoft Money isimli yazılım ile 100.000 insan evden banka hesaplarına çevrimiçi erişim sağlamıştır. Stanford Credit Union bankası ilk çevrimiçi bankacılık sitesini yine bu yıl hizmete sunmuştur. 1996'da “Atlanta Internet Bank” adı altında kurulmuş olan NetBank ise ilk internet bankacılığı uygulamasıdır. Citibank ve Wells Fargo gibi bankalar tarafından 2001'de sunulmaya başlanmıştır [9, 10].

Günümüzde neredeyse tüm bankaların çevrimiçi şubeleri mevcuttur. İlk kurulum maliyetinden sonraki maliyeti, şube açıp personel çalıştırmaktan daha ucuz olduğu için bu sistem bankalara da cazip gelmektedir. Fakat bir banka şubesinin güvenliği ne kadar gerekli ise çevrimiçi bir şubenin güvenliği de en az o kadar önemli ve gereklidir. Zira ilk bölümde de açıklandığı gibi; kötü niyetli insanlar bankalardan para çalmak isterler, bu ister fiziksel bir şube olsun ister çevrimiçi, fark etmemektedir. Tablo 1'de çevrimiçi bankacılık kurbanı ülkelerin sıralaması verilmiştir [11].

2013 yılının 3. çeyreğinde çevrimiçi bankacılığı hedef alan zararlı yazılımların çoğu ZeuS/ZBOT Truva Atlarının türevleri idi ve bunlar istenmeyen e-posta ile dağıtıldı. Bu çeyrekte çevrimiçi bankacılığı hedef alan zararlı yazılımların bulaşma 2002'den bu yana en yüksek değer olan 200.000'in üzerine çıktı. Bu bulaşmalar sadece Avrupa ve Amerika sınırlı kalmayıp dünya geneline yayıldı. Şekil 1'de 2012 ve 2013'ün karşılaştırılmalı zararlı çevrimiçi bankacılık bulaşma miktarları verilmiştir.

**Tablo 1.** Çevrimiçi bankacılık kurbanı ülkeler [11]

ÜLKE	PAYI
1 ABD	%23
2 Brezilya	%16
3 Japonya	%12
4 Hindistan	%6
5 Avustralya	%3
6 Fransa	%3
7 Almanya	%2
8 Vietnam	%2
9 Tayvan	%2
10 Meksika	%2
Diğerleri	%29

**Şekil 1.** 2012 ve 2013'ün karşılaştırılmalı zararlı çevrimiçi bankacılık bulaşma miktarları [11]

Artık saldırılar ve bulaşmalar sadece gelişmiş ülkelerde değil tüm dünyada görülmektedir. Artan saldırılar ülkeleri hem bilgi güvenliği hem de siber güvenlik konusunda önlem almaya zorlamıştır. Tablo 2'de ülkelerin siber savaş kabiliyetleri verilmiştir [12, 13]. Tablo 3'de en fazla kötü amaçlı URL yayıyan ülkeler, Tablo 4'te kötü amaçlı URL'lere en çok erişen ülkeler, Tablo 5'te ise uygulama kullanımından dolayı gizliliğin en fazla risk altında olduğu ülkeler verilmiştir [11].

### 3.1. Çevrimiçi Bankacılık Saldırılarında Kullanılan Zararlı Yazılımlar Türleri

Geliştirilen her zararlı yazılımın esasına sadece programcısının yapmasını istediği şeylerle sınırlıdır. Genelde birçoğunun özel bir görevi vardır. Kimisi sadece bulaştığı bilgisayarın klavyesini izlemeye alırken kimi donanımına saldırarak iş göremez hale getirebilmektedir. Çevrimiçi banka şubeleri için özel olarak geliştirilmiş zararlılar da bulunmaktadır [14].

#### 3.1.1. Zeus Truva Atı

Zeus, botnet türü bir zararlıdır ve genellikle finans ve çevrimiçi bankacılık alanını tehdit etmektedir. Botnetler bulaştıkları bilgisayarı ele geçirdikleri gibi işleri bittiğinde arkaalarında bıraktıkları izleri de silmektedirler. Saldırganları bilinen kurumlardan gelen fatura, kredi kartı hesap özeti ve uçak rezervasyonu gibi bir e-posta ile kandırmaya çalışan bu zararlı yazılım mevcut antivirüs yazılımlarının sadece %39,48'dir. Gönderilen e-postada sanki pdf formatında bir fatura gönderilmiş izlenimi uyandırılmaktadır. Oysa bu

dosta çalıştırılabilir bir uygulamadır ve Windows'un bilinen dosya türlerinin uzantılarını gizlemesinden kaynaklı "fatura.pdf.exe" isimli dosyayı kurban, "fatura.pdf" olarak görmekte ve zararsız olduğunu düşünerek açmaktadır. Bu yazılım çalıştırdıktan sonra kullanıcının tüm klavye hareketlerini kaydederek sahibine göndermektedir. Fakat Zeus sadece Internet Explorer'da çalışabilmektedir. Türkiye, dünyada en çok Zeus bulaşmış ülkeler listesinde 3. sırada yer almaktadır. Şekil 2'de Çevrimiçi bankacılığı hedef alan zararlı yazılım araç kitlerinin son yıllara göre dağılımı verilmiştir [11].

**Tablo 2.** Ülkelerin siber savaş kabiliyetleri [12, 13].

GRUP	ÜLKELER	ÖZELLİKLERİ
Birinci Grup	ABD, Çin, Rusya	Siber güvenlik ve savunma geliştirme çabaları üzerine uluslararası politika koyma kabiliyetine sahip ülkeler. Bu ülkeler siber güvenlik politikaları ve siber savunma çalışmalarına en fazla kaynak ve insan desteği sağlayan ülkeler. Çok sayıda iyi tanımlanmış ve uzmanlaşmış askeri ve istihbari kurumlara sahip. Diğer ülkelere karşı kapsamlı, devamlı ve karmaşık saldırı ve savunma eylemleri uygulama kabiliyeti.
İkinci Grup	İngiltere, Fransa, İsrail	Birinci gruptaki ülkeleri yakından takip ediyorlar. Daha az personel ve daha kısıtlı altyapıya sahipler. Çok sayıda, iyi tanımlanmış ve uzmanlaşmış askeri ve istihbari kurumları var, fakat daha az kaynak sağlıyorlar. Diğer ülkelere, kısıtlı sayıda ülkelere karşı kısıtlı kapsamı olan, devamlı ve karmaşık saldırı ve savunma eylemleri uygulama kabiliyeti.
Üçüncü Grup	Türkiye, Hindistan, G. Kore, Tayvan, Almanya, K. Kore	Siber güvenlik politikaları ve savunma kabiliyetleri geliştirilmesi için önemli ölçüde kaynak ayıran ülkeler. Ancak bu alan öncü değiller. Birçok durumda birinci ve ikinci gruptaki ülkeleri taklit ediyorlar. Birkaç iyi tanımlanmış kuruma sahipler, fakat kurumsallaşmanın daha ileri olması gerekiyor. Kapsamlı ve devamlı siber savunma kabiliyetleri var, fakat siber saldırı kabiliyetleri zayıf.
Dördüncü Grup	Japonya, Avustralya, Hollanda, İran, Pakistan, Finlandiya	Siber güvenlik politikaları ve savunma kabiliyetleri geliştirilmesi için kısıtlı kaynak ayıran ülkeler. Az sayıda geliştirilmesi gereken kuruma sahipler. Güçlü ama yetersiz siber savunma kabiliyeti, kısıtlı siber saldırı faaliyetleri vardır. Kendi iç kaynaklarını korumaya odaklanılmışlardır.

**Tablo 3.** En fazla kötü amaçlı URL yayan ülkeler [11]

ÜLKEAYI	ÜLKE	PAYI
1	ABD	%24
2	Hollanda	%3
3	Çin	%3
4	Almanya	%3
5	Fransa	%3
6	Güney Kore	%2
7	İngiltere	%2
8	Rusya	%1
9	Japonya	%1
10	Kanada	%1
	Diğerleri	%57

**Tablo 4.** Kötü amaçlı URL'lere en çok erişen ülkeler [11]

	ÜLKE	PAYI
1	ABD	%35
2	Japonya	%14
3	Çin	%7
4	Hindistan	%4
5	Tayvan	%4
6	Güney Kore	%4
7	Almanya	%3
8	Avustralya	%3
9	Rusya	%2
10	İngiltere	%2
	Diğerleri	%22

**Tablo 5.** Gizliliğin en fazla risk altında olduğu ülkeler [11]

ÜLKE	PAYI
Kazakistan	%26
Uganda	%20
Ukrayna	%11
Hindistan	%10
Arjantin	%9
Filipinler	%7
Antigua ve Barbuda	%7
Tayland	%7
Kanada	%7
Myanmar (Burma)	%6

### 3.1.2. Expiro

EXPIRO ilk olarak 2010 yılında ortaya çıkmıştır. Dosyalara virüs bulaştırarak çalışıp yayılmaktadır. Daha

sonradan bazı varyantları FTP kimlik bilgilerini de çalmıştır. EXPIRO varyantlarının dağıtımı için Styx Saldırı Kiti de kullanılmıştır [17, 18].

### 3.1.3. Mevade

Mevade de bir botnet türü zararlı yazılımdır. Onu diğerlerinden ayıran ise gizlenmek, yayılmak ve komuta merkezi ile irtibata geçebilmek için Tor ağlarını kullanmasıdır. Bu sayede güvenlik sistemleri tarafından yakalanma ihtimallerini azaltmaktadır. Son zamanlarda tor ağlarına bağlanma sayılarındaki artışın sebebinin de bu olduğu söylenmektedir. Mevade, çeşitli reklamların yanı sıra, Adobe Flash Player güncellemesi gibi saklanarak da yayılmakta, sisteme bulaştıktan sonra da öncelikle tor ağlarına bağlanabilmek için bir yazılım indirmektedir. Daha sonra kumanda merkezi ile bu indirdiği yazılım sayesinde Tor ağı üzerinden bağlantı kurabilmektedir [11, 19, 20].

### 3.1.4. SpyEye

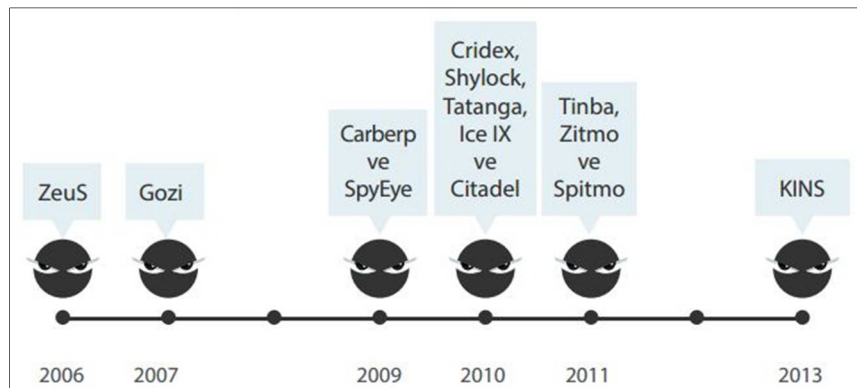
SpyEye, gelişmiş bir internet korsanı aracıdır. Sızdığı bilgisayarlarda çevrimiçi banka hesaplarından gizlice para çekmektedir. SpyEye, ak 2009 yılında Aleksandr Andreevich Panin tarafından geliştirilmiş ve özellikle Amerika Birleşik Devletleri'ndeki kullanıcıları hedef almış ve geniş kitlelere yayılmıştır. Tahminlere göre SpyEye, 1.4 milyondan daha fazla bilgisayara sızmıştır. 2013 yılında 10 binden fazla banka hesabına girdiği düşünülmektedir [21, 15].

## 3.2. Çevrimiçi Bankacılık Saldırı Örnekleri

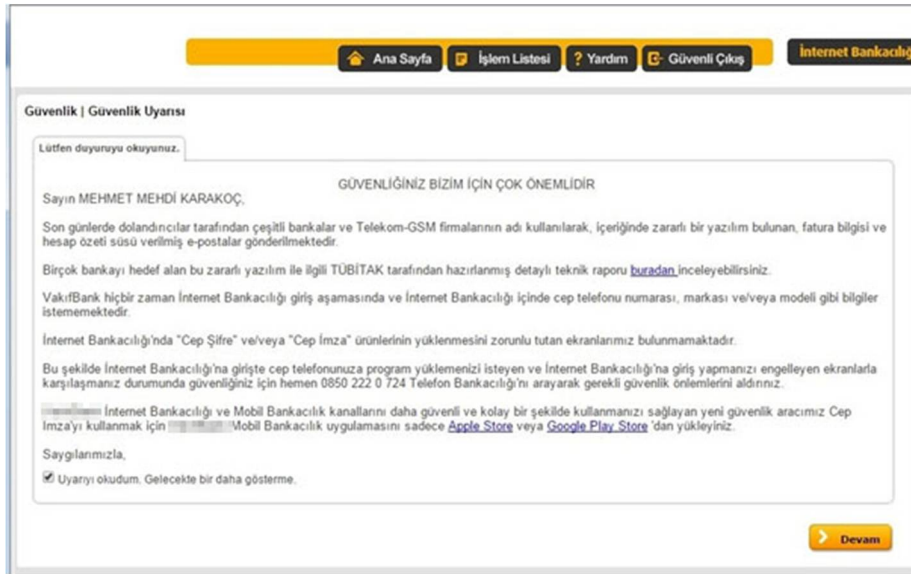
Son yıllarda bankacılık sektörünü hedef alan birçok saldırı düzenlenmiş ve düzenlenmeye devam etmektedir. Yargıtay'ın verdiği emsal karar sonrası bu yollarla yapılan dolandırıcılık olaylarında bankaların da sorumluluğu olduğundan bankalar müşterilerin bu konuda sık sık uyarı bildirimleri göndermektedir. Şekil 3'te bir bankanın gönderdiği uyarı mesajı verilmiştir [23].

### 3.2.1. Fatura Zararlı Yazılımı (FatMal)

2012'nin aralık ayında başlamış bir saldırı yöntemi olan FatMal, kurbanlara çok bilinen firmalar adına e-posta göndererek onları kandırmaya çalışmaktadır. Sistemi ele geçirdikten sonra kurbanlara ait banka hesap bilgilerini, kullanıcı adı ve parolalarını ele geçirmektedir. Çok iyi kendini saklayabildiği için antivirüs yazılımları tarafından da tespit edilemeyebilir. Şekil 4'te bu e-postalardan biri görülmektedir [25].

**Şekil 2.** Çevrimiçi bankacılığı hedef alan zararlı yazılım araç kitleri [11]





Şekil 3. Bir bankanın gönderdiği güvenlik uyarısı mesajı [23]

### 3.2.1. Fatura Zararlı Yazılımı (FatMal)

2012'nin aralık ayında başlamış bir saldırı yöntemi olan FatMal, kurbanlara çok bilinen firmalar adına e-posta göndererek onları kandırmaya çalışmaktadır. Sistemi ele geçirdikten sonra kurbanlara ait banka hesap bilgilerini, kullanıcı adı ve parolalarını ele geçirmektedir. Çok iyi kendini saklayabildiği için antivirüs yazılımları tarafından da tespit edilemeyebilir. Şekil 4'te bu e-postalardan biri görülmektedir [25].

E-postalar; çok bilinen ulaşım, iletişim ve banka gibi kurumlar adına gönderilmekte ve kullanıcıların gönderilen iletiye iliştilmiş dosyayı açmaları istenmektedir. Gelen e-postaya Fatura\_Bildirimi.pdf.zip isimli bir dosya iliştilmiştir ve içinde Fatura\_Bildirimi.pdf.exe uygulama dosyası bulunmaktadır. Windows'ta bilinen dosya uzantıları varsayılan olarak "Gizli" olduğundan kullanıcı bu dosyayı ".pdf" uzantılı olarak görmekte ve açarak bu zararlıyı kendi sistemine buluşturmaktadır.

Fatura\_Bildirimi.pdf.exe bir Truva atı indiricidir. Bu zararlı yazılım çalıştığında ilk olarak kendisinin bir kopyasını oluşturmakta, sonra da bu kopya üzerinde bazı değişiklikler yaparak çalıştırmaktadır. Bu kopya program da çalışırken zararlı yazılım analizi yapan bir programın çalışıp

çalışmadığını kontrol edip ona göre çalışmaktadır. Sisteme tam olarak yerleştikten sonra yazılım gerçek işlemi yapacak Truva atını indirmektedir. İndirdiği bu yazılım spoils.exe'dir. Bu program da sisteme buluştuktan sonra KB00599455.exe isminde kendi kopyasını oluşturmakta ve bunu sistemin başlangıcında otomatik çalışacak şekilde ayarlamaktadır. Ardından oluşturduğu kopyayı çalıştırmakta ve kendini sistemden temizlemektedir. Oluşturulan bu yeni kopya da explorer.exe (Windows gezgini) prosesine kod enjekte etmekte ve kendisini sonlandırmaktadır. Bundan sonra explorer.exe önceden belirlenmiş bazı sitelere bağlanarak bir konfigürasyon dosyası indirmektedir. Bu dosyada birçok bankaya ait web sitesi adresleri mevcuttur. Şekil 5'te bu konfigürasyon dosyasına ait bir kesit verilmiştir.

FatMal, kullanıcının girdiği banka sitelerini tespit ederek bu bankaya özel JavaScript kodlarını üretmek suretiyle sisteme enjekte etmektedir. Şekil 6'da, yapılandırma dosyasında bir banka için hazırlanmış kod parçacığı verilmiştir. Bu kod ile custom-apistore.com adresine bağlanılarak banka ismi ve dil gibi parametreler gönderilmektedir. Sayfada bulunan uygulama bankaya göre özelleştirilmiş JavaScript kodunu üretmektedir.



Şekil 4. FatMal'in gönderdiği örnek bir E-Posta [25]



```
*tdbank.com*, *finansbank.com.tr*, *garanti.com.tr*, *ingbank.com.tr*, *isbank.com.tr*, *tes.teb.com.tr*, *akbank.com*,
*kuveytturk.com.tr*, *vakifbank.com.tr*, *yapikredi.com.tr*, *facebook.com*, *twitter.com*, *blogger.com*,
*flickr.com*, *livejournal.com*, ...
```

Şekil 5. FatMal'in indirdiği konfigürasyon dosyasına ait bir kesit [25]

```
var _url_ = 'hxxps://custom-apistore.com/n/';
function jsLoader (url) {
    var loader = document.createElement('script');
    loader.type = 'text/javascript';
    loader.src = url;
    document.body.appendChild(loader);
}

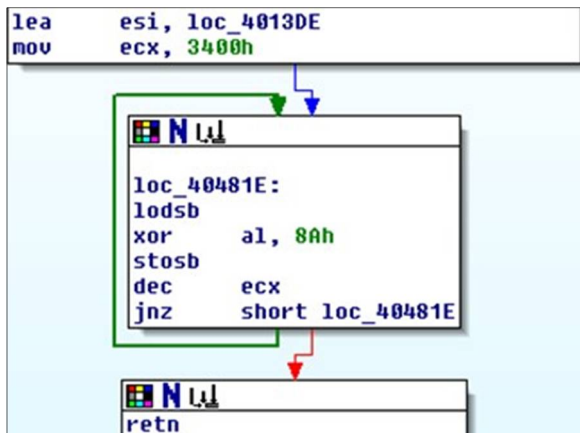
function loadInject () {
    var load = ($('#Ingid').html().indexOf('User Code') == -1 ? 'tr' : 'en');
    showInjectLoading();jsLoader(_url_ + '?load=' + load + '&login=' + $('#input[name="h7"]').val() + '&url=ing&m=' +
    Math.random());
}
```

Şekil 6. Konfigürasyon dosyasında Ing Bank ile ilgili geçen kod parçacıkları [25]

### 3.2.2. Tinba

Tinba, Tiny Banker kelimesinin ilk harflerinden türetilmiştir. Boyutu 18 kb olan bu zararlı yazılım özellikler çevrimiçi bankacılık işlemlerini hedef almaktadır. Ayrıca Tinba Türkiye için özelleşmiş ve çoğunlukla Türkiye üzerinde aktif olarak çalışmaktadır. Amacı veri çalmak olan bu yazılım tarayıcılarından kanca atma yöntemiyle oturum açma bilgilerini toplayabilme, ağ trafiğini dinleme, araya girme saldırıları ve belli web sayfalarının görünümünü değiştirerek iki aşamalı yetkilendirmeyi aşabilme yeteneklerine sahiptir [26].

Zararlı yazılım çalıştırdıktan sonra %APPDATA%\Default\bin.exe olarak dosyasını oluşturup bunu sistemin açılışına eklemektedir. Daha sonra "winver.exe", "svchost.exe" ve "explorer.exe" proseslerine dll injection yöntemi ile asıl zararlı faaliyetlerde bulunan kod kısmını enjekte etmektedir. Kontrol kumanda merkezi ile bağlantı kurma ve yeni proseslere sızma işini bu kod parçacığı gerçekleştirmektedir. Çekirdeğin içine yazılan verile XOR işleminden geçirilerek kodlanmaktadır. Şekil 7'de çekirdek kodunun encode edilişi görülmektedir [28].



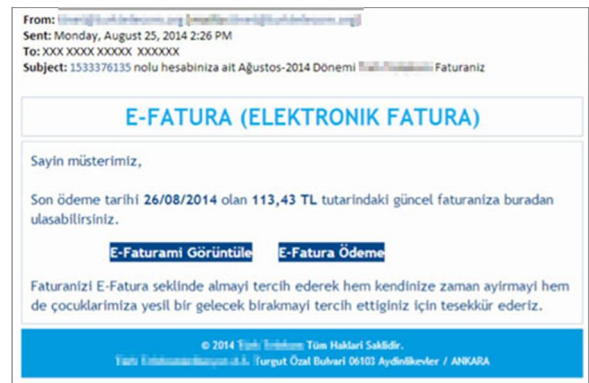
Şekil 7. Çekirdek kodunun encode edilişi [28]

Sızma işlemi başarı ile gerçekleştikten sonra "bin.exe" prosesi kendisini sonlandırmaktadır. Sızma işleminden sonra kontrol kumanda merkezi ile bağlantı kurmak için her bir

zararlı yazılımda, kullandıkları sunuculardan sadece 4 tanesinin adresi kayıtlıdır. Bu adresler ile aralarında 80 portu üzerinden HTTP POST isteği gönderilmekte ve iletişim HTTP protokolü ile RC4 şifreleme ile gerçekleştirilmektedir [27, 26].

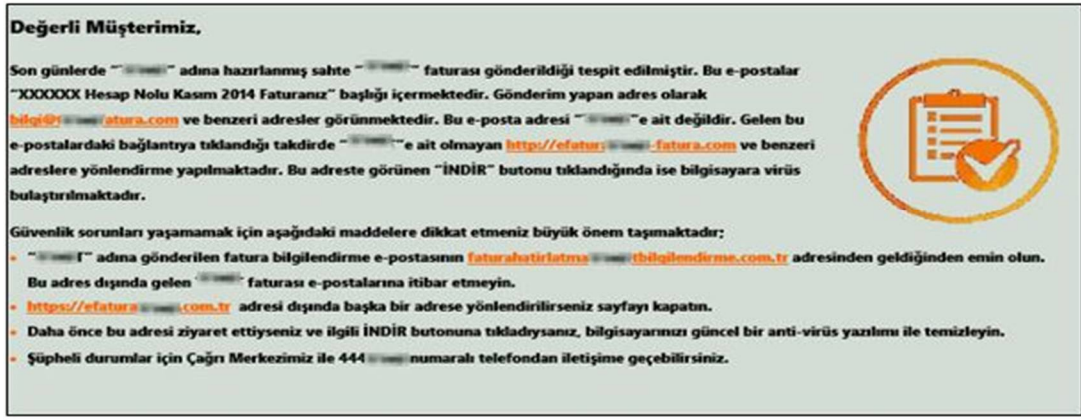
### 3.2.3. Hesperbot (DefRef)

DefRef, ortalama e-postalarını kullanıp kullanıcıları kandırarak, Man-in the-Middle saldırısı ile kurbanların banka hesap bilgilerini ele geçiren bir zararlı yazılımdır. Man-in the-Middle, bir ağ üzerinde kurban bilgisayar ile diğer ağ arasına girerek verileri yakalayan bir saldırı biçimidir [29]. FatMal gibi bu da Fatura Virüsü olarak adlandırılmaktadır ve benzer şekilde bilinen kurumların adını kullanarak sahte e-postalar gönderip kurbanları kandırmaya dayalı bir sistem kullanmaktadır. Şekil 8'de örnek bir sahte e-posta verilmiştir [30, 31].



Şekil 8. Örnek bir sahte E-Posta [30, 31]

Hesperbot'un eski sürüm fatura virüslerinden farkı bankaların kullandığı iki aşamalı kimlik doğrulama yöntemini aşabilmesidir. Bu saldırılar çok fazla yaygınlaştığından söz konusu sahte e-postalarda adı geçen bazı firmalar müşterilerine uyarı mesajları göndermektedir. Bu zararlı önce bilgisayara sonra da cep telefonuna sızarak iki cihazı da ele geçirmektedir. Şekil 9'da bir firma tarafından gönderilmiş örnek bir uyarı mesajı görülmektedir [30].



Şekil 9. Örnek bir uyarı mesajı [30]



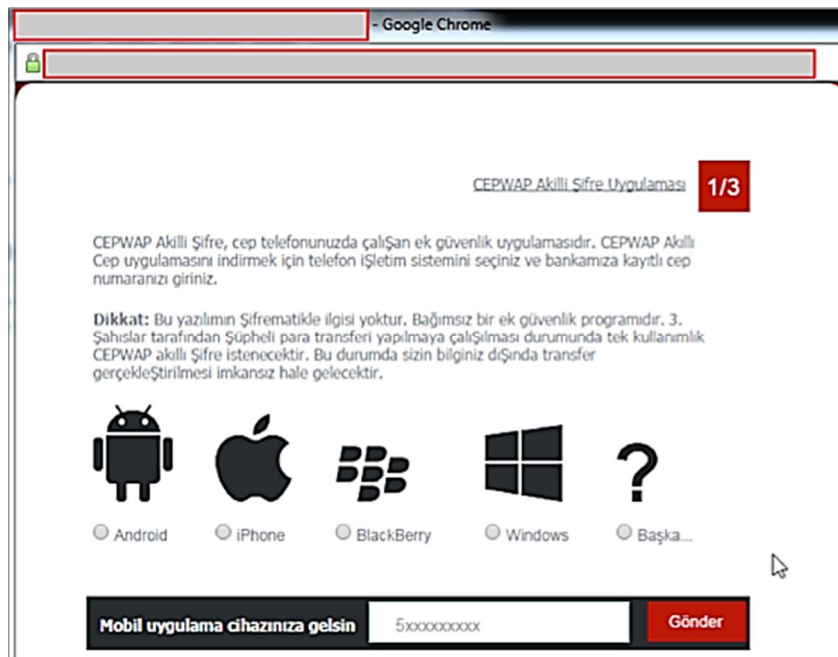
Şekil 10. Tarayıcıya enjekte edilen örnek bir kod parçası [30]

Hesperbot bulaştığı sistemde web tarayıcısı üzerinden internet bankacılığı sitelerine girildiğini tespit edebilmekte ve ilgili bankaya özel hazırlanmış zararlı JavaScript kodlarını tarayıcıya enjekte etmektedir. Şekil 10'da tarayıcıya enjekte edilen örnek bir kod parçası görülmektedir [30].

Yukarıdaki şekilde gösterilen "Banka ID" her bankaya göre özel bir anahtardır. Bu kod sayesinde zararlı yazılım kontrol kumanda merkezinden bu bankaya özel bir JavaScript kodu indirmektedir.

Bilgisayara sızma aşaması tamamlandıktan sonra zararlı yazılı bu kez de cep telefonuna sızma işlemini başlatmaktadır. Zararlı, kullanıcının bilgisayar ile çevrimiçi banka şubesine başarıyla giriş yapıp yapmadığını izleme altına alıp başarıyla giriş yapıldıysa müşteri numarası ve

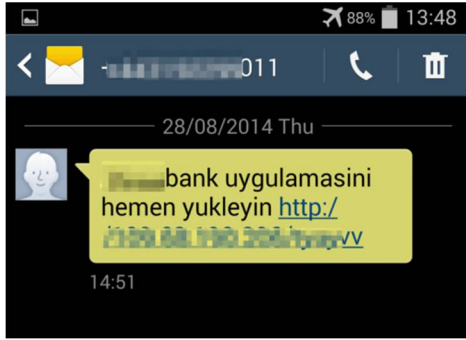
şifreyi kontrol kumanda merkezine göndermektedir. Bu bilgiler kontrol edilerek bu sistemin daha önce ele geçirilip geçirilmediği kontrol edilmektedir. Eğer daha önce bulaşılmayan bir sistemse kurbanın kullandığı bankaya özel tasarlanmış sahte sayfalar ile kurbanın telefon numarası, cep telefonunun modeli ve işletim sistemi gibi bilgiler talep edilmektedir. Daha sonra da yine aynı bankadan geliyormuş gibi görünen bir SMS ile kurbanın telefonuna bir uygulama indirmesi istenmektedir. Şekil 11'de kullanıcıdan telefon bilgilerinin istendiği sahte sayfa, şekil 12'de mobil uygulamanın cihaza indirilebilmesi ile ilgili talimatların belirtildiği sayfa, şekil 13'te ise ilgili telefona, ilgili uygulamanın indirilebilmesi için gerekli bağlantının gönderildiği sms mesajı görülmektedir [30].



Şekil 11. Kullanıcıdan telefon bilgilerinin istendiği sahte sayfa [30]



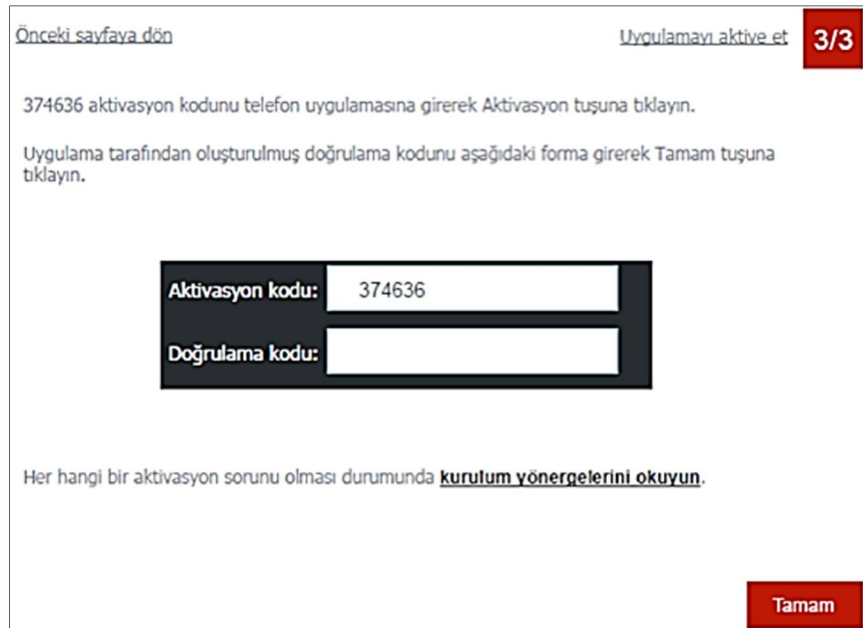
Şekil 12. Mobil uygulamanın cihaza indirilebilmesi ile ilgili talimatlar [30]



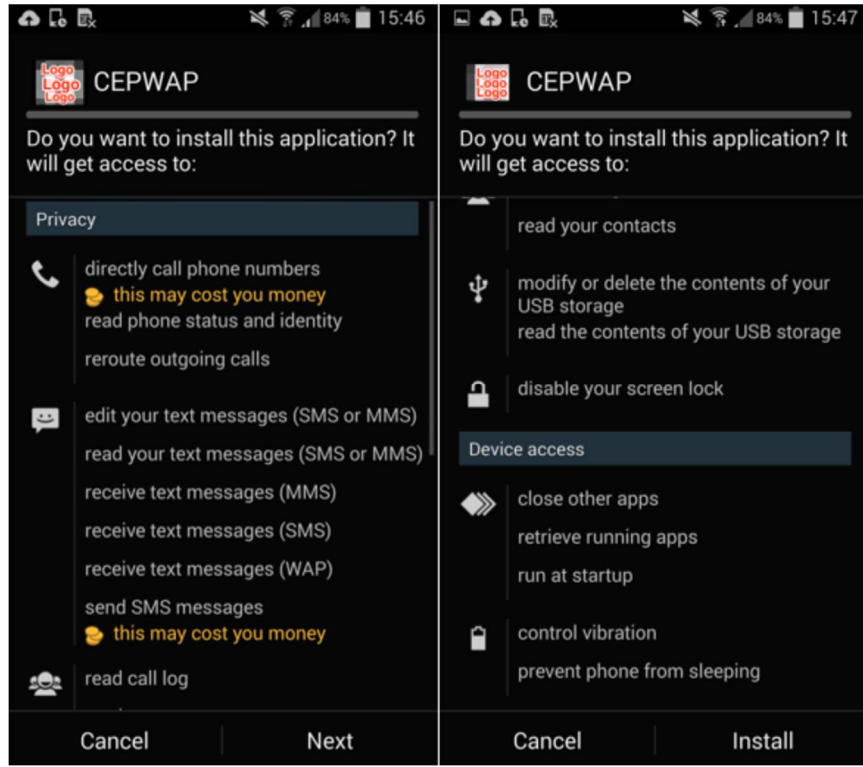
Şekil 13. İlgili uygulamanın linkinin gönderildiği SMS mesajı [30]

Kurban şekil 12'deki sayfadan veya gelen SMS ile uygulamayı cep telefonuna indirdikten sonra mobil uygulama kurbandan Aktivasyon Kodu girilmesini istemektedir. Bu kod bilgisayarda kullanıcıya bir sayfa olarak gösterilmekte ve buraya da mobil uygulamadan alınacak bir doğrulama kodu girilmesi istenmektedir. Şekil 14'te kullanıcıya Aktivasyon Kodunun verildiği ve doğrulama kodunun girileceği ekran gösterilmektedir.

Kullanıcıdan çift taraflı doğrulama istendiği için kullanıcının güveni de kazanılmış olmakta, oysaki zararlıların hem telefona hem de bilgisayara başarıyla kurulup kurulmadığının denetimi yapılmak istenmektedir. Aktivasyon gerçekleştiğinde kontrol kumanda merkezine sızma işleminin başarıyla tamamlandığı bilgisi gitmektedir.



Şekil 14. Aktivasyon kodunun verildiği ve doğrulama kodunun istendiği ekran [30]



Şekil 15. Zararlı mobil uygulamanın talep ettiği izinler [30]

Uygulama telefona yüklenirken SMS-MMS alma, SMS gönderme, telefon rehberine erişim, telefon açma, cihaz başlatıldığında haber alma, cihazı yeniden başlatma veya kapatma, çalışan süreçleri sonlandırma ve log kayıtlarına erişim gibi izinleri de talep etmektedir. Şekil 15'te zararlı mobil uygulamanın talep ettiği izinler görülmektedir [30].

Mobil taraftaki zararlı, bir aktivasyon ve tek kullanımlık şifre üretme uygulaması olarak görülmektedir. Ancak aktivasyon tamamlandıktan sonra uygulama kendisini cihaz yöneticileri listesine ekleyerek antivirüsler tarafından silinmesini engellemektedir.

Cihaz yeniden başlatıldıktan sonra zararlı yazılım artık arka planda çalışmaktadır ve istediği tüm SMS'leri kullanıcıya göstermeden okuyabilmektedir. Bu sayede bankaların kullandığı ikili kimlik doğrulama sistemi aşılabilir [31].

### 3.3. İnternet Bankacılığının Güvenli Kullanımı İçin Yapılması Gerekenler

Aşağıda internet bankacılığını güvenli bir şekilde kullanabilmek için yapılması gereken bazı işlemler anlatılmaktadır [15, 32].

- Türkiye'de doğrulama şifresi olmadan internet bankacılığı kullanılamamaktadır. Bunun en alt seviyesi SMS şifresidir. İnternet bankacılığı için şifre üreten cihazlar gibi daha güvenli sistemler tercih edilmelidir.
- Ortak kullanım alanlarında (birden fazla kişinin aynı bilgisayarı kullandığı) internet bankacılığı kullanılmamalıdır.
- Wireless modeminiz varsa güvenlik tedbirleri ve belirtilen talimatlar harfiyen uygulanmalıdır.
- Antivirüs programı satın alınmalı ve güncel tutulmalıdır.
- Lisanslı işletim sistemi ve programlar kullanılmalı ve güncel tutulmalıdır.

- Mümkünse çevrimiçi bankacılık hesabı için statik IP adresinizi tanımlayarak tek bir ip üzerinden erişime izin verilmelidir.
- Fatura şeklinde gelen ve ekinde sıkıştırılmış dosya bulunan elektronik postalar açılmamalıdır.
- Kullanıcıdan telefon marka ve modeli istenen ekranlar görülürse bilgisayar hemen virüs taramasında geçirilmeli veya işletim sistemi yeniden yüklenmelidir.
- Telefonlara yüklenen uygulamalara dikkat edilmeli ve yazılımcının kaynağı, kurulurken istenen yetkiler kontrol edilmelidir.
- Man in the Browser saldırılarına karşı internet tarayıcıları güncel tutulmalıdır ve kaynağı belirsiz eklentiler yüklenmemelidir.
- Anti-logger yazılımları ile ekranı yakalayan key-logger zararlılarına karşı önlem alınmalıdır.
- Bankaların internet sitelerine bilgi girerken ekran klavyesi kullanılmalıdır.
- Çevrimiçi şubeye her girişte geçmiş işlemler kontrol edilmeli ve şüpheli olanlar varsa banka durumdan haberdar edilmelidir.
- İnternet bankacılığı şifreleri banka çalışanları dâhil kimseye söylenmemelidir.

### 4. Telekomünikasyonda Siber Suçlar

Girişte de ifade edildiği gibi, telekomünikasyonda temel amaç sürdürülebilir kesintisiz hizmet sağlamaktır. Örneğin internetin, telefonun, kablolu TV'nin kesintisiz kullanılabilmesi gerekmektedir. Telekomünikasyon firmaları müşterilerine haftanın 7 günü, 24 saat hizmet sağlayabilmek zorundadır. Bu yüzden siber güvenlik alanında uzman kişiler ile sistemlerini ulaştırılabilir ve her zaman güvenli halde bulundurmaları gerekmektedir [33].

Büyük küçük bütün işletmeler günlük işlerinde interneti kullanılmaktadır. Bu sektörlerde sürekli erişimin sağlanması telekomünikasyon sektörüne bağlıdır. Bunu



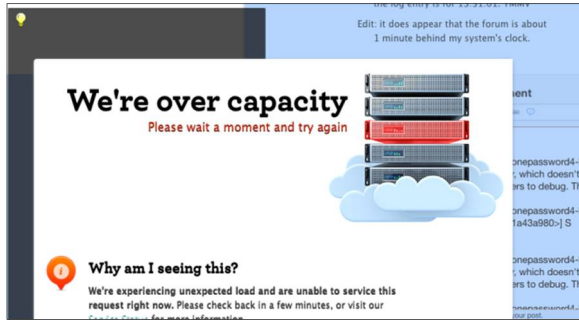
gerçekleştirebilmesi için telekomünikasyon sektörü siber saldırılara karşı hazır ve dikkatli olmak zorundadır. Bunun için de telekomünikasyon sektörü, yaygın bir saldırı şekli olan Dos (Denial of Service: Hizmet Reddi) ve Ddos (Dağıtık Dos) saldırılarını azaltmak zorundadır. Bu bölümde Dos ve Ddos saldırılarını açıklanacaktır ve bu saldırıları hafifletmek için çözüm önerileri sunulacaktır.

#### 4.1. DOS Saldırıları

Dos (Denial of Service: Hizmet Reddi) saldırıları bir şeyler çalmak veya değiştirmek için yapılan saldırılar değil saldırganların bir sistemi çalışmaz duruma getirme çabasıdır. Genellikle bir sunucuya kapasitesinden çok daha fazla sayıda istekte bulunularak sunucunun gelen hiç bir isteğe cevap veremez hale getirilerek işlevsiz kalması ve verilen hizmetin kesintiye uğramasıdır [34, 35]. Şekil 16 ve 17'de maksimum istek kapasitesini aşmış siteler görülmektedir [36, 37].



Şekil 16. Maksimum hizmet kapasitesini aşmış bir site [37]



Şekil 17. Maksimum hizmet kapasitesini aşmış bir site [37]

DOS saldırıları genellikle sunuculardaki saldırı tespit yazılımları ile fark edilip durdurulabilir. Zira tek bir IP adresinin normal şartlarda bir sunucudan talep edebileceği veri miktarı yaklaşık olarak bellidir. Eğer aynı istemci çok kısa bir zaman aralığında çok fazla miktarda veri talebinde bulunursa sunucu tarafından engellenerek saldırı durdurulabilmektedir. Ayrıca saldırgan bu yöntem ile kendi IP adresini ele vermiş olacağından yakalanma ihtimalini de arttırmış olacaktır. Bu yüzden saldırganlar genellikle DOS saldırılarını başka bilgisayarlar üzerinden yapmaktadır. Bu saldırılara DDOS (Distributed Denial of Service: Dağıtık DOS) saldırısı denmektedir [36].

#### 4.2. DDOS Saldırıları

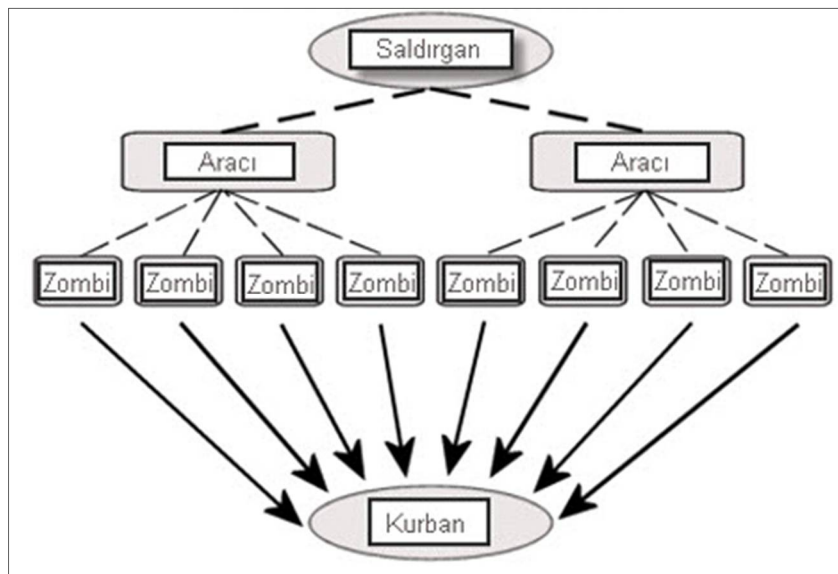
Saldırganlar hem kendilerini açık hedef haline getirmemeleri hem de bir sunucuya daha büyük çapta bir saldırı düzenleyebilmeleri için başka bilgisayarları ele geçirerek bu bilgisayarlar üzerinden saldırı düzenlerler. Saldırının ilk adımı başka bilgisayarları çeşitli yöntemlerle ele geçirmektir. Ele geçirilen bu bilgisayarlara "Zombi Bilgisayar" denir. İkinci adım ise belirlenen zamanda ve belirlenen hedefe tüm zombilerle saldırmaktır. Şekil 18'de bir DDOS saldırısı resmedilmiştir [38-40].

Şekil 18'de de görüldüğü gibi saldırgan aracı sistemler kullanarak kendini gizlemeye çalışmaktadır. Aynı anda birçok zombi üzerinden saldırdığı için de kurban sistemin yükü daha da artmaktadır.

##### 4.2.1. DDOS'un Hedefleri

Bir ağa bağlanabilen bütün cihazlara DDOS saldırısı düzenlenebilmektedir. Sunucu özelliği olmayan bir PC'ye bile aynı anda çok büyük miktarda veri kopyalama talebi geldiğinde bu bilgisayar kilitlenmektedir. Fakat genellikle; hükümetler, resmi siteler, büyük firmalar, önde gelen şirketler, rakip şirketler veya araştırma kuruluşları ve spor kuruluşları gibi siteler daha fazla saldırıya uğramaktadır. Ayrıca herhangi bir çevrimiçi alışveriş sitesi, kumar siteleri, pornografik siteler, bankalar da bu saldırılara maruz kalabilmektedir [41].

Bazen DDOS saldırıları ideolojik veya intikam amaçlı da olabilmektedir. Örneğin rakip partiden bir siyasetçinin ya da kendi ülkesinin milli değerlerine veya çıkarlarına aykırı içerikler barındırdığı düşünülen siteler de bu yöntemle çöktürülebilmektedir [42-44].



Şekil 18. Dağıtık DOS Saldırısı [40]



#### 4.2.2. DDOS Saldırılarından Korunma Yöntemleri

DDOS'tan korunmak için her haberleşme katmanında alınabilecek önlemler mevcuttur. Bu bölümde sadece uygulama katmanında alınabilecek önlemlerden bahsedilmiştir [34, 45, 46].

1. İstek Sayısı Limitleme: Bir IP adresinden belirli bir süre zarfında gelebilecek istek sayısını sınırlandırmaktır. Bu sınırı aşan istek sahiplerine önceden belirlenmiş fiil uygulanır. Örneğin bu IP adresinin yeni isteklerine belirli bir süre yanıt verilmeyebilir veya cevabın tamamı değil belirli bir kısmını gönderilebilir.
  - a. Düşük Kaynaklı Cevap Süresini Belirleme: Kural ihlali yapan bir IP adresine düşük kaynak tüketen (Örneğin boş bir sayfa) bir sayfanın gönderilmesi ve belirlenen süre kadar bu sayfanın görüntülenmesidir. Bu süre zarfında yeniden kural ihlali yapabilmeye ihtimali için ayrıca yeni kurallar tanımlanabilir.
  - b. Kural İhlali Yapan IP Adresine Her Zaman CAPTCHA Sorulması: Kullanıcıyı boş bir sayfa izlemeye zorlamaktansa ihlali yaptıktan sonra başka bir listeye almak ve bu listedeki herkese CAPTCHA (Resim Yazısı) sormak da mümkündür.
2. Örtük Engelleme ve Jetonlu Erişim Metodu: Bu yöntem tüm istemcilerin kötü amaçlı DOS saldırılarına olduğunu varsayar. Sisteme giriş için kullanıcıdan her seferinde CAPTCHA istenir. Fakat CAPTCHA girilirken de kural ihlali yapan istemciler kara listeye alınır ve güvenlik duvarları veya diğer ağ cihazları üzerinden engellenebilir.

#### 5. Sonuç ve Öneriler

Bankacılık sektörü insanların mali yaşamlarını kolaylaştırmak için vardır.

Günlük hayatın yoğunluğu internet bankacılığını beraberinde getirmiştir.

İnternet bankacılığının güvenliği bir banka şubesinininkiyle aynı öneme sahiptir.

Bankacılık sektöründe en önemli unsur olan güven duygusunun korunabilmesi için siber güvenliğinin de fiziksel güvenlik gibi en üst düzeyde olması gerekmektedir.

Siber saldırılar sonucu oluşan zararda bankanın da sorumluluğunun olması bankaları ek önlemler almaya zorlamıştır.

Doğrudan internet bankacılığını hedef alan zararlı yazılımlar ve bunların türevleri mevcuttur.

Bankaların ikili kimlik doğrulama metodu bazı zararlıları geçici süreliğine de olsa durdurmuştur.

Akıllı cep telefonlarının kullanımı saldırganların ikili doğrulamayı aşabilmelerini sağlayan imkânlar sunmaktadır.

Tüm dijital sistemlerin sürekli güncel tutulması ve kaynağı şüpheli e-postaların açılmaması saldırıya uğrama riskini azaltmaktadır.

Türkiye bilgi güvenliğinde büyük bütçeler harcayan ve kısmi başarıya ulaşmış ülkelerdendir.

Telekomünikasyon alanında en büyük risk hizmet engelleme (DOS) saldırılarıdır.

DOS saldırıları genellikle Dağıtık şekilde gerçekleştirilmektedir. (DDOS)

Birçok saldırının ortalama sonucu gerçekleşiyor olması, insanların sadece internet bankacılığı için değil tüm dijital sistemlerin güvenliği konusunda eğitilmelerinin saldırı sayısını azaltabileceğini göstermektedir.

Mobil uygulama yüklerken sadece işletim sisteminin gösterdiği depoları kullanmanın güvenliği arttıracaktır.

Mobil uygulamaların yüklenirken istediği yetkiler kontrol edilmeli, şüpheli bir istek varsa uygulama yüklenmemelidir.

#### Kaynaklar

- [1] Geer E. V. D., Finance Industry Cyber Attacks. netacad.com/courses/.../pages/finance-industry-cyber-attacks?module\_item\_id=11425633. Erişim Tarihi: 25 Ekim 2014.
- [2] Merih K., Bankacılık Sisteminde Piyasa Riskleri. <http://www.riskonomi.com/wp/?p=366>. Erişim Tarihi: 24 Kasım 2014.
- [3] Anonim, Tapestry Networks, The Future of Global Banking. [http://www.tapestrynetworks.com/initiatives/financial-services/upload/Tapestry\\_EY\\_BGLN\\_Summit\\_View\\_The\\_future\\_of\\_global\\_banking-Dec14.pdf](http://www.tapestrynetworks.com/initiatives/financial-services/upload/Tapestry_EY_BGLN_Summit_View_The_future_of_global_banking-Dec14.pdf). Erişim Tarihi: 24 Aralık 2014..
- [4] Ekici A., Bankacılık Mevzuatı Kapsamında Banka ve Müşteri Sırrı. Bankacılar Dergisi, (63) 51-70 2007.
- [5] Üçkardeş İ., Risk Analizi ve Havacılık Sektöründe Kaza Risklerinin Değerlendirilmesi, Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstatistik Anabilim Dalı, (Yüksek Lisans Tezi), Adana, 2012.
- [6] Türkiye Bankalar Birliği, Kredi Riskinin Yönetimine İlişkin İlkeler. [http://www.tbb.org.tr/dosyalar/arastirma\\_ve\\_raporlar/risk\\_yonetim.doc](http://www.tbb.org.tr/dosyalar/arastirma_ve_raporlar/risk_yonetim.doc). Erişim Tarihi: 29 Kasım 2014.
- [7] Aktaran M., Dikkat! ATM'lerde yeni dolandırıcılık yöntemi. <http://www.milliyet.com.tr/dikkat-atm-lerde-yeni-dolandiricilik-yontemi/gundem/gundemdetay/18.10.2012/1613734/default.htm>. Erişim Tarihi: 20 Kasım 2014.
- [8] Haber 7, Online dolandırıcılıkta en yaygın 7 yöntem!. <http://www.haber7.com/internet/haber/1034431-online-dolandiricilikta-en-yaygin-7-yontem>. Erişim Tarihi: 25 Kasım 2014.
- [9] The Financial Brand, Infographic: The History Of Internet Banking (1983 – 2012). <http://thefinancialbrand.com/25380/yodlee-history-of-internet-banking/>. Erişim Tarihi: 10 Aralık 2014.
- [10] Pala E. ve Kartal B., Banka Müşterilerinin İnternet Bankacılığı ile İlgili Tutumlarına Yönelik Bir Pilot Araştırma. Celal Bayar Üniversitesi-Yönetim ve Ekonomi Dergisi, 17 (2) 43-61, 2010.
- [11] Trend Micro, Görünmez Web'in Maskesi Düştü (TrendLabs 3Ç 2013 Güvenlik Özeti). <http://www.trendmicro.com.tr/media/misc/trendlabs-q3-2013-security-roundup-tr.pdf>. Erişim Tarihi: 10 Kasım 2014.
- [12] Dikbıyık F., Ülkelerin Siber Savaş Kabiliyetleri. [https://dosya.sakarya.edu.tr/Dokumanlar/2014/SG507/263242878\\_108\\_sg\\_507\\_ulkelerin\\_siber\\_sava\\_s\\_kabiliyetleri.pdf](https://dosya.sakarya.edu.tr/Dokumanlar/2014/SG507/263242878_108_sg_507_ulkelerin_siber_sava_s_kabiliyetleri.pdf). Erişim Tarihi: 29 Kasım 2014.

- [13] Davulcu B., Sanal dünyada gerçek savaş: Siber saldırılar. [http://www.aksiyon.com.tr/dosyalar/sanal-dunyada-gercek-savas-siber-saldirilar\\_537461](http://www.aksiyon.com.tr/dosyalar/sanal-dunyada-gercek-savas-siber-saldirilar_537461). Erişim Tarihi: 25 Kasım 2014.
- [14] G Canbek. ve Sağiroğlu Ş., Kötücül ve Casus Yazılımlar: Kapsamlı Bir Araştırma. Gazi Üniv. Müh. Mim. Fak. Der., 22 (1) 121-136, 2007.
- [15] Shu D., Cyber Security in Internet Banking. [netacad.com/courses/.../pages/cyber-security-in-internet-banking?module\\_item\\_id=11425634](http://netacad.com/courses/.../pages/cyber-security-in-internet-banking?module_item_id=11425634). Erişim Tarihi: 30 Ekim 2014.
- [16] Maslennikov D., Zeus-in-the-Mobile - Facts and Theories. <http://securelist.com/analysis/36424/zeus-in-the-mobile-facts-and-theories/>. Erişim Tarihi: 22 Kasım 2014.
- [17] Trend Micro Incorporated, More Details on EXPIRO File Infectors. <http://blog.trendmicro.com/trendlabs-security-intelligence/more-details-on-expiro-file-infectors/>. Erişim Tarihi: 29 Kasım 2014.
- [18] Inocencio R., File Infector EXPIRO Hits U.S., Steals FTP Credentials. <http://blog.trendmicro.com/trendlabs-security-intelligence/file-infector-expiro-hits-us-steals-ftp-credentials/>. Erişim Tarihi: 25 Kasım 2014.
- [19] Aru Ç., TOR Network Kullanımındaki Artışın Asıl Sebebinin Botnet Olduğu Anlaşıldı. <http://www.turk-internet.com/portal/yazigoster.php?yaziid=43760>. Erişim Tarihi: 29 Kasım 2014.
- [20] Çıtak E., F-secure, 2013 için hazırladığı raporu sundu. <http://www.techno-labs.com/f-secure-2013un-ikinci-yarisi-icin-hazirladigi-raporunu-sundu>. Erişim Tarihi: 29 Kasım 2014.
- [21] NoVirusThanks Blog, A new sophisticated bot named SpyEye is on the market. <http://blog.novirusthanks.org/2010/01/a-new-sophisticated-bot-named-spyeye-is-on-the-market/>. Erişim Tarihi: 15 Aralık 2014.
- [22] Çeker M., Banka Hukuku Açısından Havale İşlemi ve Karşılaşılan Sorunlar. Gazi Üniversitesi Hukuk Fakültesi Dergisi, XII, 1-2, 2008.
- [23] VakıfBank, Türkiye Vakıflar Bankası A.Ş. [www.vakifbank.com.tr](http://www.vakifbank.com.tr). Erişim Tarihi: 20 Kasım 2014.
- [24] Milliyet, Dikkat 'FATMAL' virüsü dolaşiyor. <http://www.milliyet.com.tr/dikkat-fatmal-virusu-dolasiyor/ekonomi/ekonomidetay/29.12.2012/1648538/default.htm>. Erişim Tarihi: 15 Kasım 2014.
- [25] Pamuk O. ve Şişeci N. E., Fatura Zararlı Yazılımı (FatMal). <https://www.bilgiguvenligi.gov.tr/zararli-yazilimler/fatura-zararli-yazilimi-fatmal.html>. Erişim Tarihi: 10 Kasım 2014.
- [26] Kruse P., Hacquebord F. ve McArdle R., Threat Report: W32.Tinba (Tinybanker) The Turkish Incident. [http://www.trendmicro.com/cloud-content/us/pdfs/security-intelligence/white-papers/wp\\_w32-tinba-tinybanker.pdf](http://www.trendmicro.com/cloud-content/us/pdfs/security-intelligence/white-papers/wp_w32-tinba-tinybanker.pdf). Erişim Tarihi: 20 Kasım 2014.
- [27] Kruse P., Say hello to Tinba: World's smallest trojan-banker. 31 Mayıs 2012. <https://www.csis.dk/en/csis/news/3566/>. Erişim Tarihi: 29 Kasım 2014.
- [28] Pamuk O., Tinba Zararlı Yazılım Analizi. <http://www.bilgiguvenligi.gov.tr/zararli-yazilimler/tinba-zararli-yazilim-analizi.html>. Erişim Tarihi: 28 Kasım 2014.
- [29] Katz J., Efficient Cryptographic Protocols Preventing "Man-in-the-Middle" Attacks, Columbia University, Graduate School of Arts and Sciences, (PhD thesis) New York, 2002.
- [30] Topgül O., A. H. İslamoğlu ve S. Özer, Hesperbot (DefRef) Saldırıları Gelişerek Devam Ediyor. <http://www.bilgiguvenligi.gov.tr/siniflandirilmamis/hesperbot-defref-saldirilari-geliserek-devam-ediyor.html>. Erişim Tarihi: 10 Kasım 2014.
- [31] Cherepanov A. ve Lipovsky R., HESPERBOT: A New, Advanced Banking Trojan in the Wild. [http://www.welivesecurity.com/wp-content/uploads/2013/09/Hesperbot\\_Whitepaper.pdf](http://www.welivesecurity.com/wp-content/uploads/2013/09/Hesperbot_Whitepaper.pdf). Erişim Tarihi: 22 Kasım 2014.
- [32] İstanbul Emniyet Müdürlüğü, Mağdur Olmamak İçin. [https://sibersuclar.iem.gov.tr/magdur\\_olmamak\\_icin.html](https://sibersuclar.iem.gov.tr/magdur_olmamak_icin.html). Erişim Tarihi: 18 Kasım 2014.
- [33] Chakrabarty S., Cyber Crime in Telecommunications. [netacad.com/courses/.../pages/cyber-crime-in-telecommunications?module\\_item\\_id=11425635](http://netacad.com/courses/.../pages/cyber-crime-in-telecommunications?module_item_id=11425635). Erişim Tarihi: 30 Ekim 2014.
- [34] Rao S. R. S., Denial of Service attacks and mitigation techniques: Real time implementation with detailed analysis, Swansea: SANS Institute, 2011.
- [35] Önal H., Web Sunuculara Yönelik DOS/DDOS Saldırıları. [http://www.bga.com.tr/calismalar/web\\_ddos.pdf](http://www.bga.com.tr/calismalar/web_ddos.pdf). Erişim Tarihi: 27 Kasım 2014.
- [36] Önal H., Siber Saldırı Aracı Olarak DDoS. [http://www.bga.com.tr/calismalar/siber\\_savas\\_ddos.pdf](http://www.bga.com.tr/calismalar/siber_savas_ddos.pdf). Erişim Tarihi: 28 Aralık 2014.
- [37] AgileBits, Servers are too busy. <https://discussions.agilebits.com/discussion/22336/fyi-your-forum-vendors-servers-are-too-busy-its-a-bug-in-the-forum-will-fix-in-the-future>. Erişim Tarihi: 21 Kasım 2014.
- [38] Chip Dergisi, İnternetin saklı adresleri: Karanlık ağlar. [http://www.chip.com.tr/makale/gizli-internet-ddos-saldirisinin-tespiti\\_35684\\_6.html](http://www.chip.com.tr/makale/gizli-internet-ddos-saldirisinin-tespiti_35684_6.html). Erişim Tarihi: 27 Kasım 2014.
- [39] Zhou W., W Jia., Wen S., Xiang Y. ve Zhou W., Detection and defense of application-layer DDoS attacks in backbone web traffic. Future Generation Computer Systems, 38, 33-46, 2014.
- [40] Pescatore J., How DDoS Detection and Mitigation Can Fight Advanced Targeted Attacks. <http://www.sans.org/reading-room/whitepapers/analysis/ddos-detection-mitigation-fight-advanced-targeted-attacks-35000>. Erişim Tarihi: 20 Kasım 2014.

- [41] Bender H., 5 most targeted industries for DDoS attacks.  
[http://www.propertycasualty360.com/2014/09/12/5-most-targeted-industries-for-ddos-attacks?t=tech-management&page=6&page\\_all=1](http://www.propertycasualty360.com/2014/09/12/5-most-targeted-industries-for-ddos-attacks?t=tech-management&page=6&page_all=1). Erişim Tarihi: 28 Kasım 2014.
- [42] <http://www.cyber-warrior.org/SuccessHistory.asp>. Erişim Tarihi: 15 Aralık 2014.
- [43] <http://www.turkhackteam.org/>. Erişim Tarihi: 15 Aralık 2014.
- [44] <http://www.ayyildiz.org/>. Erişim Tarihi: 15 Aralık 2014.
- [45] Emre B., Dağıtık Servis Dışı Bırakma (DDoS) Saldırıları ve Korunma Yöntemleri. 6. Kamu Kurumları Bilgi Teknolojileri Güvenlik Konferansı , Ankara, 2011.
- [46] Onal H., DoS/DDoS Saldırılarından Korunmak İçin Temel Öneriler.  
<http://blog.bga.com.tr/2012/12/dosddos-saldirlarndan-korunmak-icin.html>. Erişim Tarihi: 20 Aralık 2014.



## 1,3,4-oksadiazol-2-tiyon Halkası İhtiva Eden Yeni Karboksilik Asit ve Mannich Türevlerinin Sentezi ve Karakterizasyonu

Ahmet ÇETİN\*<sup>1</sup>

Bu çalışma “1,3,4-oksadiazol, 1,3,4-tiyadiazol ve 1,2,4-triazol Halkası İhtiva Eden Bazı Bileşiklerin Sentezi ve Karakterizasyonu” adlı doktora tezinin bir bölümüdür.

### Özet

Bu çalışmada, hidrazit türevlerinin, bazik ortamda karbon sülfür ile reaksiyonundan oluşan 1,3,4-oksadiazol halkası ihtiva eden çeşitli yeni bileşiklerin sentezi yapılmıştır. Sentezi gerçekleştirilen 1,3,4-oksadiazol halkası içeren bileşiklerin tiyon formlarından Mannich bazları, tiyol formlarından asit türevleri hazırlanmıştır. Bu çalışmada kullanılan çözücü ve reaktifler literatüre uygun olarak saflaştırılmıştır. Karakterizasyonda saflık derecesi önemli olduğu için sentezlenen bileşikler de saflaştırılmıştır. Bileşiklerin karakterizasyonu için; erime noktaları, FT-IR, <sup>1</sup>H-NMR (400 MHz) ve <sup>13</sup>C-NMR (100 MHz) teknikleri kullanılmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** 1,3,4-Oksadiazol, Mannich bazları, tiyol-tiyon tautomerlik dengesi

## The Synthesis and Characterization of New Carboxylic Acid and Mannich Bases Derived from Compounds of Including Ring 1,3,4-oxadiazole-2-thion

### Abstract

In this work, various new compounds including ring 1,3,4-oxadiazole were synthesized from the reactions of hydrazide compounds with carbon sulfur in basic medium. Furthermore, Mannich bases were prepared by tiyol tautomer form of 1,3,4-oxadiazole and acid derivatives were prepared by tiyon tautomer form of 1,3,4-oxadiazole. The solvents, and reactants used in the study were purified according to literature. In addition, the synthesized compounds were also purified because of being importance of purify for characterization of organic compounds. Then these compounds were characterized by performing of melting point, FT-IR, <sup>1</sup>H-NMR (400 MHz), and <sup>13</sup>C-NMR(100 MHz).

**Keywords:** 1,3,4-oxadiazole, Mannich Bases, tiyol-tiyon tautomerism

### 1. Giriş

Günümüzde; organik sentezlerde geniş antimikrobiyal ve biyolojik aktiviteye sahip polifonksiyonel ve heteroatom ihtiva eden halkalı bileşiklerin sentezi önemli alan oluşturmaktadır.

Karbohidrazitlerin halka kapanma reaksiyonları, üzerinde çokça çalışılan ve iyi bilinen bir konudur. Bu reaksiyonlarla, 1,3,4-oksadiazol, 1,3,4-tiyadiazol ve 1,2,4-triazol gibi üç heteroatomlu beş üyeli heterosiklik bileşikler oluşur Fülöp ve ark [1]. Karboksilik asit hidrazitler, etanolik KOH içerisinde CS<sub>2</sub> ile reaksiyona girerek iyi verimle potasyum 3-arilditiyokarbazat tuzlarını verirler. Oluşan bu tuz, piridin veya susuz NaOH beraberinde halka kapanması gerçekleştirilerek 5-aril-2-merkpto-1,3,4-oksadiazol bileşimini oluşturur Reid ve ark., Rigo ve ark. [2, 3]. Yapılan

diğer bir çalışmada Cansız ve arkadaşları 3-furil-1,2,4-triazol-5-tiyon bileşiminden yola çıkarak, bir seri Mannich bazı sentezini gerçekleştirmişlerdir Cansız ve ark. [4]. Açılıhidrazinlerin tetrahidrofuran içerisinde -78 °C'de fosgenle reaksiyonu sonucu 2-sübstitüe 1,3,4-oksadiazol-5-on, tiyofosgen ile reaksiyonu 2-sübstitüe-1,3,4-oksadiazol-5-tiyon türevleri kazanılmaktadır Sherman ve ark., ve Mullican ve ark. [5,6]. Pandeya ve ark., isatin türevlerinin Schiff ve Mannich bazlarını sentezlediği bir çalışmasında bunların agar dilution metodunu kullanarak antifungal ve antibakteriyel aktivite gösterdiklerini rapor etmiştir [7]. Uygun oksadiazol ve tiyadiazollerin vermiş oldukları metal komplekslerinin manyetik özellikleri ayrı bir inceleme konusu olmuştur Bentiss ve ark. [8]. Palaska ve ark. tarafından 1-açiltiyosemikarbazit, 1,3,4-oksadiazol, 1,3,4-tiyadiazol ve 1,2,4-triazol-3-tiyon türevlerinin ateş düşürücü ve mide ağrılarını (ülser, gastrit) iyileştirici etkisi olduğu saptanmıştır. Ayrıca sentezlenen bu bileşiklerde herhangi bir yan etki tespit edilmemiştir [9]. Mannich reaksiyonlarıyla

<sup>1</sup>Bingöl Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Kimya Bölümü, 12000, Bingöl, TÜRKİYE

\*Sorumlu yazar eposta: acetin74@hotmail.com

oluşan Mannich bazları kolayca  $R_2NH$  kaybederek çeşitli bileşiklere dönüşürler. Reaksiyon bu bakımdan sentezde çok yararlıdır. Mannich reaksiyonlarının önemli aminoketonların sentetik oluşmasında baştan sona faydalıdır. Aminlerin termal bozunmaları (ayrışmaları) veya çıkarılmaları metilketonların kuaterner tuzlarına yol açar Marvel ve ark. [10].

Kuaterner tuzlarının bozunmaları kolaydır ve doymamış karbonil bileşiklerinin kaynakları olarak kullanılırlar. Mannich reaksiyonu doğada bulunan azot içerikli molekül yapılarının pek çoğunda önemlidir. Bunun sonucu olarak, Mannich reaksiyonu böyle bileşiklerin toplam sentezinde özellikle biyosentetik, biyogenetik usulde, örnek sentezlerinde önemli bir rol oynar. Mannich reaksiyonunun kullanılmasının ilk örneği olarak 1917'de Robert Robinson tarafından tropinon sentezinde ve alkaloid tropinin bir türevinin sentezinde faydalanıldı Daha sonraları modern biyosentetik çalışmalarda alkaloid biyosentezleri hakkında büyük miktarda bilgi sağlandı ve birçok alkaloidler doğadaki kaynakların benzeri olarak yeterli miktarlarda sentezlendi. Lupin (acı bakla) alkaloidlerinin durumu biyosentezlerdeki Mannich reaksiyonunun rolünün bir örneği delil olarak gösterilebilir. Aminoasit taşıdığından bu alkaloid sisteminin biyosentezini yukarıdaki şekilde gösterilmiştir Çetin, A. [11].

Pandeya ve ark., isatin türevlerinin Schiff ve Mannich bazlarını sentezlediği bir diğer çalışmalarında bunların agar dilution metodunu kullanarak antifungal ve antibakteriyel aktivite gösterdiklerini rapor etmiştir [12].

Bu açıdan bakıldığında sentezlediğimiz bu maddelerin, hekimlere ve farmakologlara yeni çalışma alanları oluşturacağı kanaatindeyiz.

Sentezlediğimiz maddeler yaptığımız literatür taramalarında rastlanmamış olup gerçekleştirilen sentezler Şekil 1'de şematize edilmiştir.

## 2. Materyal ve Metot

### 2.1. Materyal

#### 2.1.1. Kullanılan Araç ve Gereçler

Cam malzeme olarak; çeşitli ebatlarda balonlar, soğutucular, damlatma hunileri, ayırma hunileri, huniler, erlenmayerler, beherler, büretler ve kılcal borular, Tartım için; Gec Avery ve Chyo JL 180 model terazi, IR spektrumları için Mattson 1000 FT-IR spektrometre (Fırat Üniversitesi, Elazığ),  $^1H$ -NMR spektrumu için VARIAN-MERCURY-PLUS 400 MHz  $^1H$ -NMR spektrometre (Atatürk Üniversitesi, Erzurum),  $^{13}C$ -NMR spektrumu için VARIAN-MERCURY-PLUS 100 MHz  $^{13}C$ -NMR

spektrometre (Atatürk Üniversitesi, Erzurum), Erime noktası tayin cihazı (Gallenkamp).

#### 2.1.2. Kullanılan Kimyasal Maddeler

İzonikotin hidrazit, 2-hidroksibenzohidrazit, karbon sülfür, morfolin, piperidin, etil bromasetat, formaldehit, hidroklorik asit çözeltisi, sülfürik asit, amonyum hidroksit, fosfor oksiklorür, sodyum karbonat, sodyum bikarbonat, sodyum hidroksit, potasyum hidroksit, piridin, trietilamin, Dietil eter, etil alkol, aseton, dioksan, benzen, dimetil sülfoksit, metanol, diklormetan, DMF, n-hekzan, sikloheksan, karbontetraklorür, etilasetat, toluen ve kloroform.

### 2.2. Metot

#### 2.2.1. 5-piridin-4-il-1,3,4-oksadiazol-2-tilyol bileşiğinin sentezi (2a)

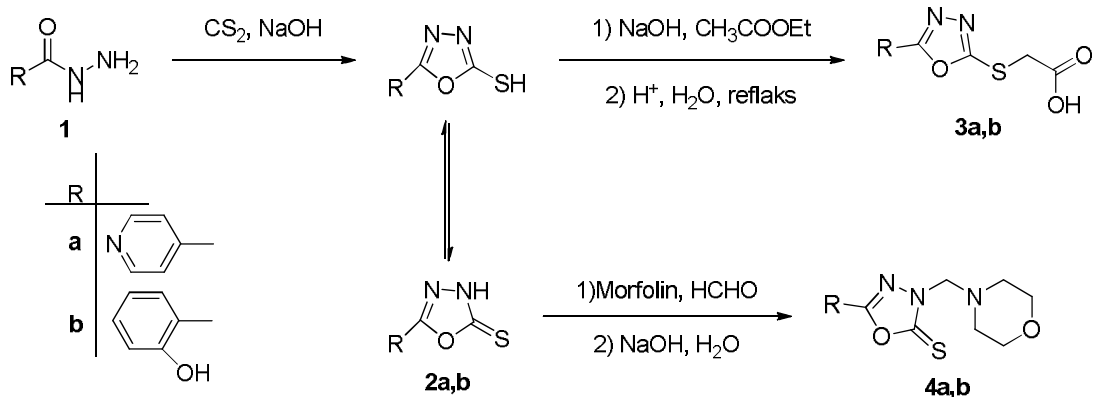
0,05 mol (2 g) NaOH 100 mL su-alkol (1:1) karışımında oda sıcaklığında çözüldü. Bu çözeltiliye 0,05 mol (6,86 g) izonikotinikasithidrazit ve 3,3 mL  $CS_2$  ortama ilave edilerek 3 saat geri soğutucu altında kaynatıldı. Çözücünün fazlası düşük basınçta ortamdan uzaklaştırıldıktan sonra oluşan katı suda çözüldü. Süzüntü asetik asit ile asitlendirildi, ürün alkol- su karışımında kristallendi. Verim: %54, e.n: 279-280 °C.

#### 2.2.2. 2-(5-merkaptto-1,3,4-oksadiazol-2-il)fenol bileşiğinin sentezi (2b)

0,05 mol (2 g) NaOH 100 mL su-alkol (1:1) karışımında oda sıcaklığında çözüldü. Bu çözeltiliye 0,05 mol (7,60 g) 2-hidroksibenzohidrazide ve 0,05 mol (3,30 mL)  $CS_2$  ortama ilave edilerek 3 saat geri soğutucu altında kaynatıldı. Çözücünün fazlası düşük basınçta ortamdan uzaklaştırıldıktan sonra oluşan katı suda çözüldü. Süzüntü asetik asit ile asitlendirildi, ürün alkol- su karışımında kristallendirildi. Verim: %90, e.n: 207-208 °C.

#### 2.2.3. [(5-piridin-4-il-1,3,4-oksadiazol-2-il)tiyo]asetik asit bileşiğinin sentezi (3a)

0,01 mol (0,179 g) 7a ve 0,01 mol (0,40 g) NaOH 30 mL mutlak etil alkolde yarım saat geri soğutucu altında kaynatıldı. Bu çözeltiliye 0,01mol (0,112 mL) etil bromoasetat ilave edildi ve reaksiyon karışımı 6 saat daha geri soğutucu altında kaynatıldı. Çözelti soğutulduktan sonra oluşan katı süzülür, saf su ile yıkanır ve kurutulup uygun çözücü veya çözücü karışımında kristallendirildi. Verim: %62, e.n: >375 °C.



Şekil 1. Sentez şeması



### 2.2.4. {[5-(2-Hidroksifenil)-1,3,4-oksadiazol-2-il]tiyo} asetik asit bileşiğinin sentezi (3b)

0,01 mol (0,194 g) **7b** ve 0,01 mol (0,40 g) NaOH 30 mL mutlak etil alkolde yarım saat geri soğutucu altında kaynatıldı. Bu çözeltiye 0,01 mol (0,112 mL) etil bromoasetat ilave edildi ve reaksiyon karışımı 6 saat daha geri soğutucu altında kaynatıldı. Çözelti soğutulduktan sonra oluşan katı süzülür, saf su ile yıkanır ve kurutulup uygun çözücü veya çözücü karışımında kristallendirildi. Verim: %48, e.n: >375 °C.

### 2.2.5. 3-(morfolin-4-ilmetil)-5-piridin-4-il-1,3,4-oksadiazol-2(3H)-tyon bileşiğinin sentezi (4a)

0,01 mol (0,174 mL) morfolin üzerine 20 mL etil alkol ilave edilerek sıcaklık 18 °C nin altına düşürüldü ve 1.5 mL asetik asit ilave edilerek karıştırıldı. Bu çözeltinin üzerine damla damla 0,02 mol (0,356 mL) HCHO ilave edilerek bir saat oda şartlarında karıştırıldı. 0,01 mol (1,79 g) **7a** ilave

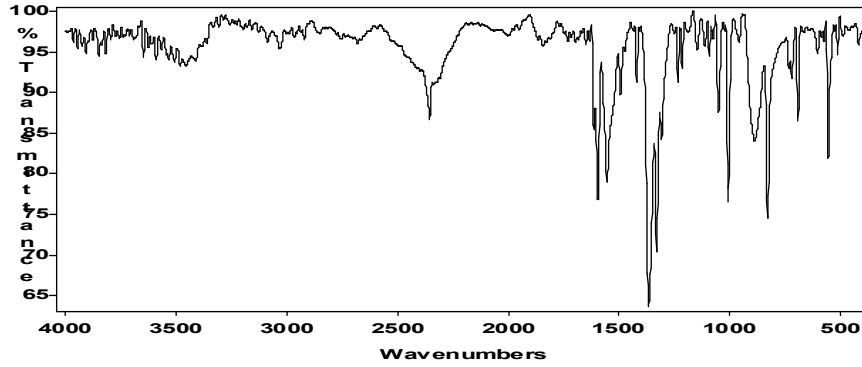
edilerek 3 saat daha reaksiyona devam edildi ve dinlendirilmeye bırakıldı. Daha sonra NaOH ile ortam bazik hale getirildi. Elde edilen madde su ile yıkanıp, süzüldü ve kurutuldu. Bu madde alkolde kristallendirilerek saf hale getirildi. Verim: %38, e.n: 336-337 °C.

### 2.2.6. 5-(2-hidroksifenil)-3-(morfolin-4-ilmetil)-1,3,4-oksadiazol-2(3H)-tyon bileşiğinin sentezi (4b)

0,01 mol (0,74 mL) morfolin üzerine 20 mL etil alkol ilave edilerek sıcaklık 18 °C nin altına düşürüldü ve 1,50 mL asetik asit ilave edilerek karıştırıldı. Bu çözeltinin üzerine damla damla 0,02 mol (0,356 mL) HCHO ilave edilerek bir saat oda şartlarında magnetik karıştırıcıyla karıştırıldı. 0,01 mol (1,94 g) **7b** ilave edilerek 3 saat daha reaksiyona devam edildi ve dinlendirilmeye bırakıldı. Daha sonra NaOH ile ortam bazik hale getirildi. Elde edilen madde su ile yıkanıp, süzüldü ve kurutuldu. Bu madde alkolde kristallendirilerek saf hale getirildi. Verim: %46, e.n: 178 °C.

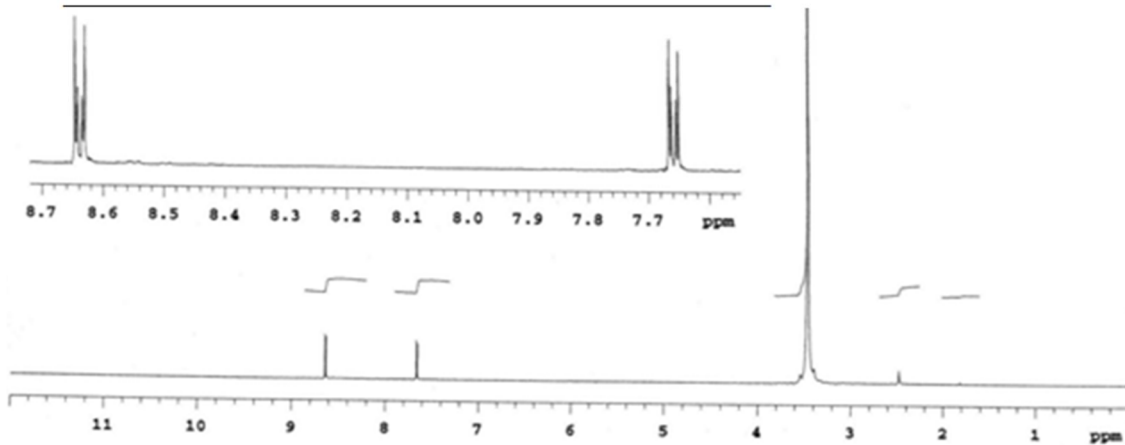
## 3. Bulgular

### 3.1. 5-piridin-4-il-4H-1,2,4-triazol-3-tyol (2a)

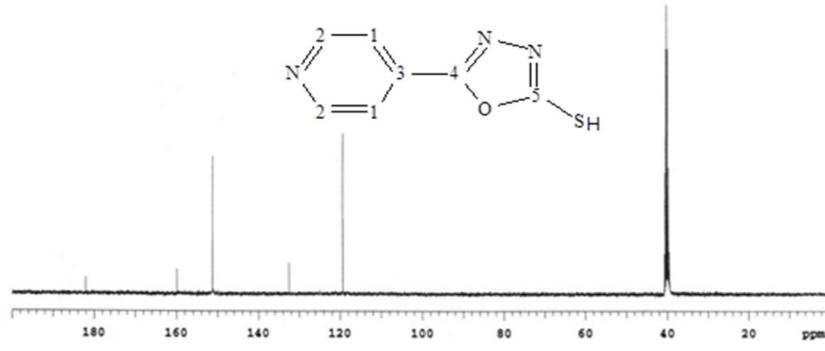


Şekil 2. 2a'nın IR Spektrumu

Fonksiyonel Grup (cm <sup>-1</sup> )	Titreşim türü
3443-3220	N - H gerilme titreşimi
3131-3000	Aromatik C - H gerilme titreşimi
3000-2883	Alifatik C - H gerilme titreşimi
1252	C=S gerilme titreşimi
1621	C = N gerilme titreşimi

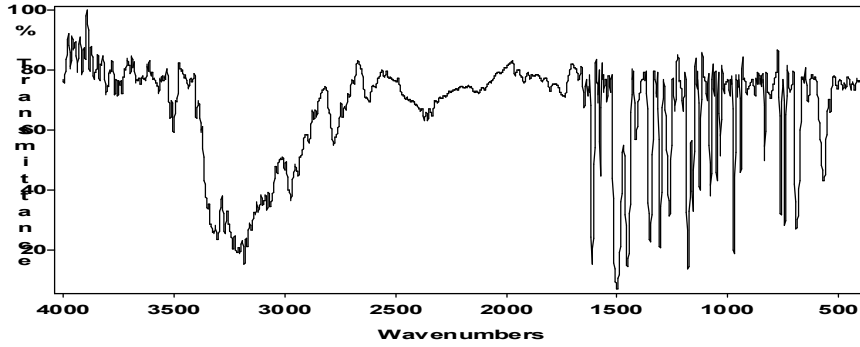


Şekil 3. 2a'nın <sup>1</sup>H-NMR Spektrumu (<sup>1</sup>H-NMR (400 MHz, DMSO-d<sub>6</sub>, ppm) : δ 7,78 (dd, J=6,23, 1,83, 2H, Ar. C-CH protonları), 8,78 (d, J=5,83, 2H, Ar. N-CH protonları))



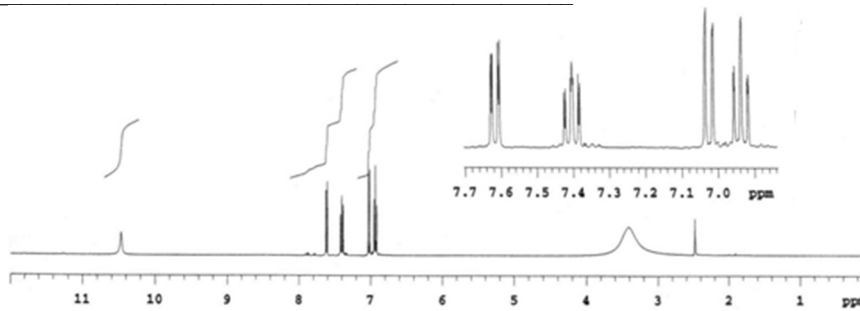
Şekil 4. 2a'nın  $^{13}\text{C}$ -NMR Spektrumu ( $^{13}\text{C}$ -NMR (100 MHz, DMSO-d<sub>6</sub>, ppm):  $\delta$  C<sub>5</sub>: 182,05, C<sub>4</sub>: 159,88, C<sub>2</sub>: 151,47, C<sub>3</sub>: 132,44, C<sub>1</sub>: 119,29)

### 3.2. 2-(5-merkapt-4H-1,2,4-triazol-3-il)fenol (2b)

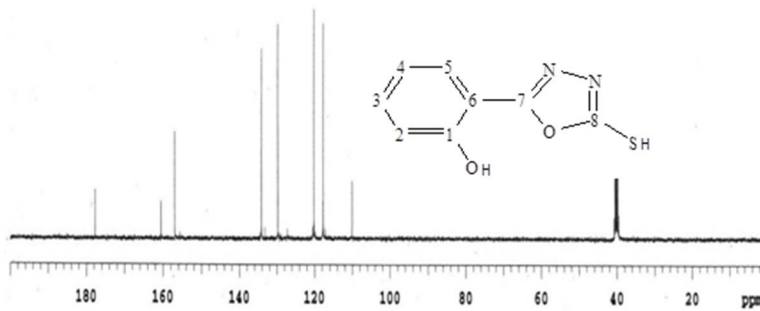


Şekil 5. 2b'nin IR Spektrumu

Fonksiyonel Grup ( $\text{cm}^{-1}$ )	Titreşim türü
3506-3180	O-H gerilme titreşimi
3131-2830	Aromatik ve al. C-H gerilme titreşimi
2976, 2777, 2554	S-H gerilme titreşimi
1622	C=N gerilme titreşimi

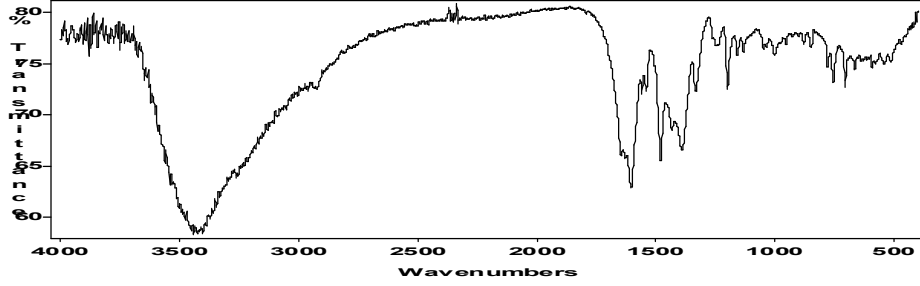


Şekil 6. 2b'nin  $^1\text{H}$ -NMR Spektrumu ( $^1\text{H}$ -NMR (400 MHz, DMSO-d<sub>6</sub>, ppm) :  $\delta$  6,94 (t, J=8,43, 1H, H<sub>3</sub>), 7,02 (d, J=8,43, 1H, H<sub>1</sub>), 7,40 (t, J=8,80, 1H, H<sub>2</sub>), 7,61 (d, J=8,06, 1H, H<sub>4</sub>), 10,47 (s, 1H, OH))



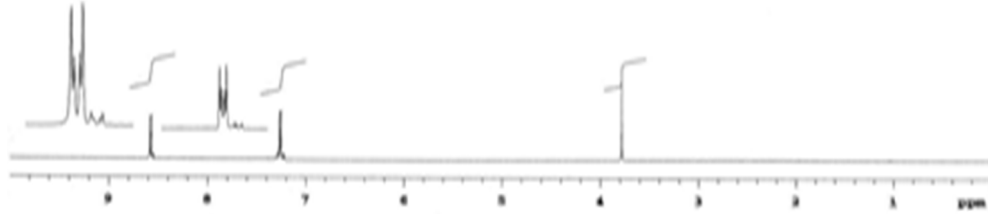
Şekil 7. 2b'nin  $^{13}\text{C}$ -NMR Spektrumu ( $^{13}\text{C}$ -NMR (100 MHz, DMSO-d<sub>6</sub>, ppm) :  $\delta$  C<sub>8</sub>: 177,74, C<sub>1</sub>: 160,52, C<sub>7</sub>: 156,96, C<sub>3</sub>: 134,13, C<sub>5</sub>: 129,73, C<sub>4</sub>: 120,13, C<sub>2</sub>: 117,70, C<sub>6</sub>: 110,05)

### 3.3. [(5-piridin-4-il-1,3,4-oksadiazol-2-il)tiyo]asetik asit (3a)



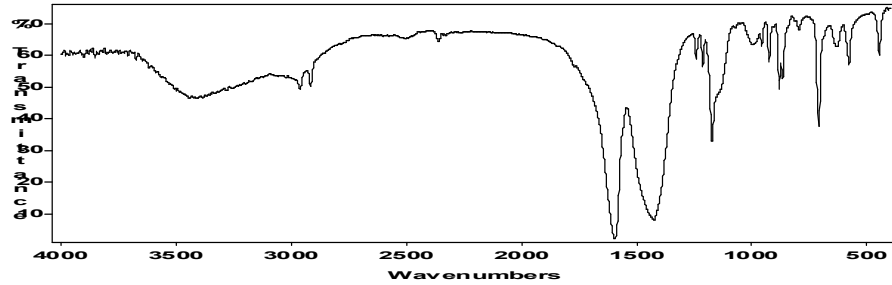
Şekil 8. 3a'nın IR Spektrumu

Fonksiyonel Grup (cm <sup>-1</sup> )	Titreşim türü
3516-3246	O-H gerilme titreşimi
3131-2925	Aromatik ve al. C-H gerilme titreşimi
1800-1660	C=O gerilme titreşimi
1610	C=N gerilme titreşimi



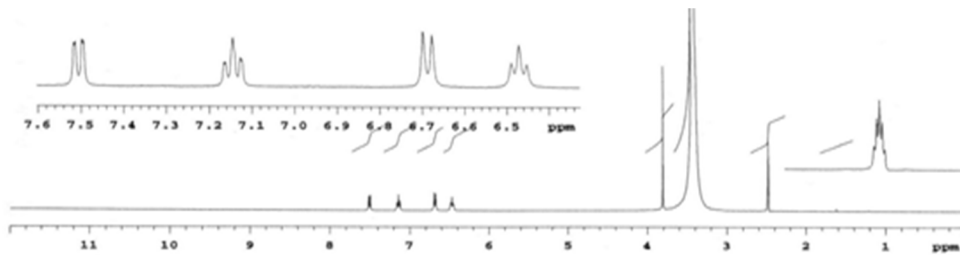
Şekil 9. 3a'nın <sup>1</sup>H-NMR Spektrumu (<sup>1</sup>H-NMR (400 MHz, DMSO-d<sub>6</sub>, ppm) : δ 3,79 (s, 2H, S- CH<sub>2</sub> CO ), 7,28 (dd, J=6,23, 1,83, 2H, Ar. C-CH protonları), 8,78 (d, J=5,83, 2H, Ar. N-CH protonları))

### 3.4. {5-(2-hidroksifenil)-1,3,4-oksadiazol-2-il}tiyo}asetik asit (3b)



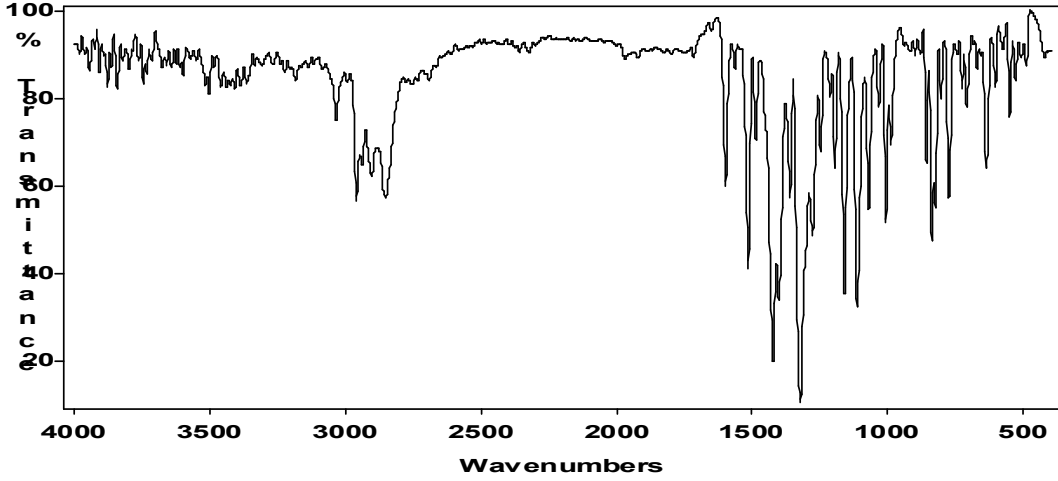
Şekil 10. 3b'nin IR Spektrumu

Fonksiyonel Grup (cm <sup>-1</sup> )	Titreşim türü
3600-3120	O-H gerilme titreşimi
3105-2915	Ar. ve alifatik C-H gerilme titreşimi
1780-1698	C=O gerilme titreşimi
1608	C=N gerilme titreşimi



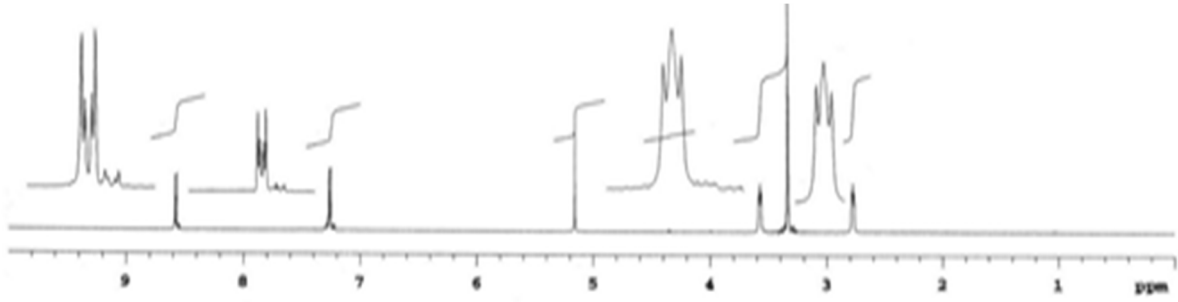
Şekil 11. 3b'nin <sup>1</sup>H-NMR Spektrumu (<sup>1</sup>H-NMR (400 MHz, DMSO-d<sub>6</sub>, ppm) : δ 3,81 (s, 2H, S-CH<sub>2</sub>-CO), 6,48 (t, J=7,33, 1H, H<sub>3</sub>), 6,68 (d, J=8,43, 1H, H<sub>1</sub>), 7,12 (t, J=8,43, 1H, H<sub>2</sub>), 7,51 (dd, J=7,70, 1,46, 1H, H<sub>4</sub>)

### 3.5. 3-(morfolin-4-ilmetil)-5-piridin-4-il-1,3,4-oksadiazol-2(3H)-tiyon (4a)



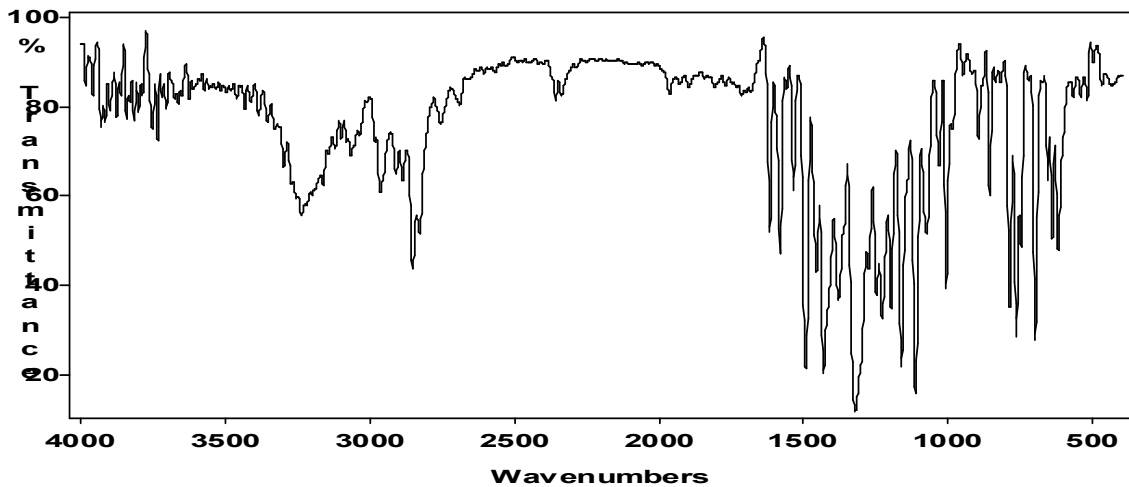
Şekil 12. 4a'nın IR Spektrumu

Fonksiyonel Grup (cm <sup>-1</sup> )	Titreşim türü
3080-3020	Aromatik C-H gerilme titreşimi
2970-2820	Alifatik C-H gerilme titreşimi
1256	C=S gerilme titreşimi



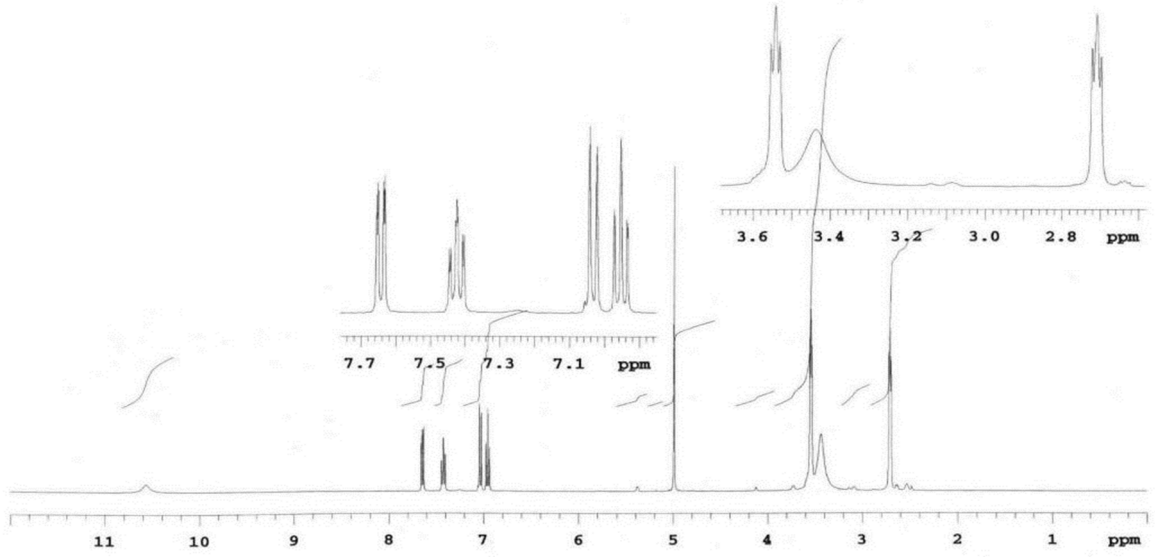
Şekil 13. 4a'nın <sup>1</sup>H-NMR Spektrumu (<sup>1</sup>H-NMR (400 MHz, DMSO-d<sub>6</sub>, ppm) : δ 2,78 (t, J=4,45, 4H, CH<sub>2</sub>-N-CH<sub>2</sub>), 3,58 (t, J=4,40, 4H, CH<sub>2</sub>-O-CH<sub>2</sub>), 5,16 (s, 2H, N-CH<sub>2</sub>-N), 7,22 (dd, J=5,87, 1,47, 2H, Ar. C-CH protonları), 8,58 (dd, J=5,87, 1,47, 2H Ar. N-CH))

### 3.6. 5-(2-hidroksifenil)-3-(morfolin-4-ilmetil)-1,3,4-oksadiazol-2(3H)-tiyon (4b)

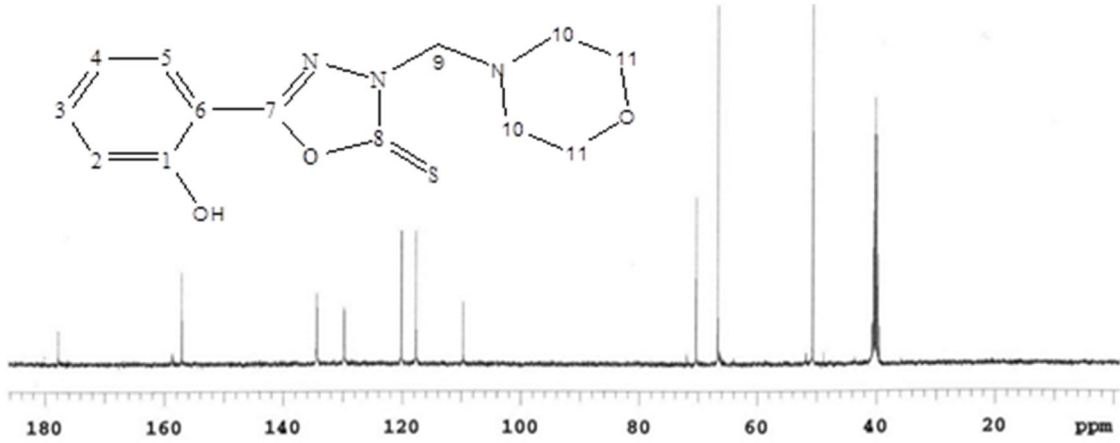


Şekil 14. 4b'nin IR Spektrumu

Fonksiyonel Grup ( $\text{cm}^{-1}$ )	Titreşim türü
3440-3130	O-H gerilme titreşimi
3066-3000	Aromatik C-H gerilme titreşimi
2970-2883	Alifatik C-H gerilme titreşimi
12585	C=S gerilme titreşimi



**Şekil 15.** **2b'** nin  $^1\text{H-NMR}$  Spektrumu ( $^1\text{H-NMR}$  (400 MHz, DMSO- $d_6$ , ppm) :  $\delta$  2,66 (t,  $J=4,46$ , 4H,  $\text{CH}_2\text{-N-CH}_2$ ), 3,62 (t,  $J=4,40$ , 4H,  $\text{CH}_2\text{-O-CH}_2$ ), 5,00 (s, 2H,  $\text{N-CH}_2\text{-N}$ ), 6,93 (t,  $J=7,30$ , 1H,  $\text{H}_3$ ), 7,02 (d,  $J=8,05$ , 1H,  $\text{H}_1$ ), 7,49 (t,  $J=7,36$ , 1,47, 1H,  $\text{H}_2$ ), 7,66 (dd,  $J=8,05$ , 1,47, 1H,  $\text{H}_4$ ), 10,60 (s, 1H, OH))



**Şekil 16.** **4b'** nin  $^{13}\text{C-NMR}$  Spektrumu ( $^{13}\text{C-NMR}$  (100 MHz, DMSO- $d_6$ , ppm) :  $\delta$   $\text{C}_8$ : 178,06,  $\text{C}_1$ : 159,04,  $\text{C}_7$ : 150,51,  $\text{C}_3$ : 138,89,  $\text{C}_5$ : 129,73,  $\text{C}_4$ : 120,00,  $\text{C}_2$ : 117,95,  $\text{C}_6$ : 109,68,  $\text{C}_9$ : 71,10,  $\text{C}_{10}$ : 51,12,  $\text{C}_{11}$ : 66,10)

#### 4. Tartışma ve Sonuç

1 no'lu bileşiğin IR spektrumlarında; 1688-1648  $\text{cm}^{-1}$  arasında C=O gerilimi, 1274-1240  $\text{cm}^{-1}$  arasında C=S gerilim pikleri görülmekteyken 5-aril-1,3,4-oksadiazol-2(3H)-tiyon (bileşik **2a-b**) türevlerinde bu bantlar kaybolmakta bunların yerine 1632-1608  $\text{cm}^{-1}$  arasında C=N gerilim pikleri görülmektedir.

Bileşik **2a-b** yapılarında tiyol-tiyon tautomerlik dengesinin söz konusu olduğunu ve bunların tautomer dengelerinden yukarıdaki şema 1'de gösterilmiştir. Bu maddelerin; tiyon formundan Mannich bazları (bileşik **4a,b**), Tiyol formları, mutlak alkolde etil bromoasetat ile reaksiyona girerek oluşan esterin hidrolizi sonucunda asit türevleri (bileşik **3a,b**) oluşur. **2a-b** yapılarında 2770  $\text{cm}^{-1}$  ve 2560  $\text{cm}^{-1}$  de görülen SH yada 3420-3200  $\text{cm}^{-1}$  deki NH gerilme titreşiminin kaybolması, 1740-1710  $\text{cm}^{-1}$  de C=O

piki, 3580  $\text{cm}^{-1}$  den başlayıp daha düşük frekansa doğru kayan oldukça yaygın OH bandı ürünün oluştuğuna kanıttır.

Bileşik **2a-b'** nin  $^1\text{H-NMR}$  spektrumlarında, 13,50-14,00 ppm arasında görülen SH/NH pikinin kaybolması; morfolin halkasından kaynaklanan 2,60-2,80 ve 3,70-3,90 ppm de oluşan iki triplet (bileşik **4a,b**), 3,60-3,90 ppm aralığında iki hidrojene eşdeğer singlet (bileşik **Va-m**, **VIIIa-b**) nin varlığını işaret ediyor. Yine  $^{13}\text{C-NMR}$  spektrumlarında 170-175 ppm (C=O), 39-42 ppm (S-CH<sub>2</sub>-CO) de görülen pikler (bileşik **3a,b**), 50-70 ppm de görülen alifatik karbon pikleri (bileşik **4a,b**) varlığını ispatlar niteliktedir.

Sentezi yapılan bütün bileşiklerin IR,  $^1\text{H-NMR}$  spektrumları benzer yapılar için bildirilen değerlerle uyum içerisindedir. Değerlendirilen  $^{13}\text{C-NMR}$  spektrumlar da önerilen yapıları destekler niteliktedir.



## Kaynaklar

- [1] Fülöp, F., Semega, E., Dombi, C. ve Bernath, G., Synthesis of new heterocyclic compounds as potential pharmaceutical agents, *J. Heterocyclic Chem.*, 27, 951, 1990.
- [2] Reid, J. R. ve Heindel, N. D., Improved synthesis of 5-substituted -4-amino-3-mercapto-4H-1,2,4-triazoles, *J. Heterocyclic Chem.*, 13, 925, 1976.
- [3] Rigo, D., Couturier, D., Studies on pyrrolidinones. Synthesis of 5-(5-oxo-2-pyrrolidinyl)-1,3,5-oxadiazole-2-thione derivatives, *J. Heterocyclic Chem.*, 22, 287, 1985.
- [4] Cansız, A., Servi, S., Koparır, M., Altıntaş, M., Dıġrak, M., Synthesis and antimicrobial activity of some of new 1,1,3-trisubstituted cyclobutane containing thiazoles, succinimide and phthalimide derivatives, *J. Chem. Soc. Pak.*, 23, 237-239, 2001.
- [5] Sherman, W. R., Physico-chemical properties of hydrazides and their derivatives, *J. Org Chem.*, 26, 88, 1961.
- [6] Mullican, M. D., Wilson, M. W., Connor, D. T., Kostlan, C. R., Schrier, D. J., Dwyer, R. D., Design of 5-(3,5-di-tert-butyl-4-hydroxyphenyl)-1,3,4-thiadiazoles, -1,3,4-oxadiazoles, and -1,2,4-triazoles as orally-active, nonulcerogenic antiinflammatory agents, *J. Med. Chem.*, 36, 1090-1099, 1993.
- [7] Pandeya, S. N., Sriram, D., Nath, G., Declercq, E., Synthesis, antibacterial, antifungal and anti-HIV activities of Schiff and Mannich bases derived from isatin derivatives and N-[4-(4'-chlorophenyl)thiazol-2-yl] thiosemicarbazide, *European Journal of pharmaceutical Sciences*, 9, 25-31, 1999,.
- [8] Bentiss, F., Lagrenee, M., Wignacourt, J. P., Holt, E. M., Complexes of cobalt(II), nickel(II) and copper(II) with a thia ligand; 2,5-bis(2-pyridyl)-1,3,4-thiadiazole: structural identification, *Polyhedron*, 21, 403-408, 2002.
- [9] Palaska, E., Şahin, G, Kelicen, P., Durlu, N.T., Altınok, G, Synthesis and anti-inflammatory activity of 1-acylthiosemicarbazides, 1,3,4-oxadiazoles, 1,3,4-thiadiazoles and 1,2,4-triazole-3-thiones, *Il Farmaco* 57, 101-107, 2002.
- [10] Marvel, C. S., Myers, R. L. and Jounders, J. H., The preparation of 2-alkylbutadienes, *J. Am. Chem. Soc.*, 70, 1694, 1948.
- [11] Cetin, A., Doktora tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Elazığ, 2005.
- [12] Pandeya, S. N., Yogeewari, P., Sriram, D., Clerq, E.de, Witarouw, M., Synthesis of 3-[(Z)-5-Amino-1,3,3-trimethyl cyclohexyl methylimino]-1,3-dihydroindol-2-one as a novel Schiff base, *Chemotherar*, 45 : 192-196, 1999.



*Türk Doğa ve Fen Dergisi*  
*Turkish Journal of Nature and Science*

<http://www.bingol.edu.tr/dergiler/turk-doga-ve-fen-dergisi.aspx>



## Doğu Geçit Bölgesinde Bazı Haşhaş (*Papaver somniferum* L.) Çeşitlerinin Adaptasyonu

Erkan BOYDAK\*<sup>1</sup>, Zühal KAVURMACI<sup>2</sup>

### Özet

Bu çalışma Bingöl Şartlarında 2011-2012 büyüme sezonunda, TMO T, TMO 1, TMO2, TMO 3, Ofis3, Ofis8, Afyonkalesi-95, Kemerkaya-95, İzzetbey ve Ömürcaan Yeşil çeşitleri kullanılarak Bingöl Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü deneme alanında 3 tekrürlü olarak Doğu Geçit Bölgesinde bazı haşhaş (*Papaver somniferum* L.) çeşitlerinin adaptasyonunun belirlenmesi amacıyla yürütülmüştür. Araştırmadan elde edilen sonuçlara göre; kapsül sayısı 3,03-4,47 adet, tohum verimi 57,74-104,64 kg/da, tepelik sayısı 9,93-14,02 adet, bitki boyu 70,57-85,67 cm kapsül genişliği 4,33-4,44 mm, kapsül boyu 3,38-3,91 mm kapsül verimi 9,29-14,05 kg/da morfin oranı ise 0,23-0,83 arasında değiştiği belirlenmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Haşhaş (*Papaver somniferum* L.), verim, morfin içeriği

## Adaptation of Some of Poppy (*Papaver somniferum* L.) Types in the Eastern Gateway Region

### Abstract

This research was carried out in the experimental fields of the University of Bingöl Faculty of Agriculture, Department of Agronomy in 2011-2012 season. The poppy cultivar of TMO T, TMO 1, TMO2, TMO 3, Ofis3, Ofis8, Afyonkalesi-95, Kemerkaya-95, İzzetbey and Ömürcaan were used as a material of this research. In the research established with 3 repetitions according to rondon blocks experimental pattern. According to research, the number of capsules 3.03-4.47, capsule yield per decare 57.74-104.64, number of stigma 9.93-14.02, plant height 70.57-85.67 cm, capsule width 4.33-4.44 mm, capsule size 3.38-3.91 mm, capsule yield 9.29-14.05 kg/da and morphine rate 0.23-0.83 respectively.

**Keywords:** Poppy (*Papaver somniferum* L.), yield, morphine content

### 1. Giriş

Haşhaş ülkemizde yetiştiriciliği yapılan önemli kültür bitkilerinden birisidir. Tohumları, tohumlarından elde edilen yağı ve kapsüllerinden elde edilen morfin ve diğer alkaloidlerinden, erken gelişme döneminde taze yapraklarından ve hasat sonrasında saplarından yararlanılmaktadır. Uzun yıllardan beri Anadolu'da yetiştiriciliği yapılan bu kültür bitkisinin ülkemizde 36 kadar türü doğal olarak yetişmektedir ve özellikle Bingöl ve Göynük çevresinde yetişen *Papaver fugax*'ın alkaloidleri üzerinde ilk çalışılan Anadolu kökenli haşhaş türü olması [1], Bingöl ili ekolojik şartlarında mevcut tescilli yapılmış çeşitlerin denemesi ve sonuçların değerlendirilerek Bingöl ve civarında yetiştirme imkanlarının araştırılması için bu çalışmanın yürütülmesinde olumlu etkisi olmuştur. Haşhaş bitkisi rekabet gücü yüksek olan bir servet kaynağıdır. Tanıma elverişli arazi miktarı az olan Bingöl ili için birim alandan daha fazla kar getiren bitkilerin seçilmesi çok

önemlidir. Haşhaş sadece tıbbi amaçlı kullanılan bir bitki olmayıp aynı zamanda değerli bir yağ bitkisidir. Kapsüllerinden morfin başta olmak üzere kodein, noskapin, papaverin ve tebain gibi değerli alkaloidler elde edilirken, tohumları da pastenecilikte süsleme için kullanılabilirdiği gibi kavru olarak farklı şekillerde tüketilebilmektedir. Tohumlarındaki yağ, yemeklik olarak kullanılabilirdiği gibi boyacılıkta ve sabun sanayinde de kullanılabilir [2].

Haşhaş üzerine yapılan bazı çalışmalar aşağıda özetlenmiştir.

Evren ve ark. [1], haşhaş bitkisinin çok eskiden beri Anadolu'da yetiştirilen bir kültür bitkisi olduğunu ve Ülkemizde 36 kadar *Papaver* türünün doğal olarak yetiştirildiğini belirtmektedir. Bizim araştırmamız açısından çalışmada dikkate değer en önemli hususlardan biri Bingöl ve Göynük çevresinde yetişen ve alkaloidleri üzerinde ilk çalışılan türün *Faapaver fugax* olduğunu belirtmeleridir. Haşhaş Türkiye'de fazla yağışlı Doğu Karadeniz ve fazla sıcak olan Güneydoğu Anadolu hariç hemen her bölgede yetiştirebilmektedir. İncekara [3], Haşhaş bitkisi tohum ve kapsüllerinin özel önemleri nedeniyle kültür bitkilerimiz içerisinde rekabet gücü çok yüksek olan milli bir servet

<sup>1</sup>Bingöl Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, 12000, Bingöl, TÜRKİYE

<sup>2</sup>Ziraat Yüksek Mühendisi, Erzurum, TÜRKİYE

\*Sorumlu yazar eposta: eboydak@bingol.edu.tr

kaynağı olduğunu belirtmekte ve hem tıbbi amaçlı hem de önemli bir yağ bitkisi olduğunu ifade etmektedir. Kapsüllerinden elde edilen morfin gibi alkaloidler tıpta yatıştırıcı, ağrıları dindirici ve birçok ilacın hammaddesine katılması ile çok yoğun kullanımının olmasının yanı sıra, tohumlarında bulunan %40-55 oranındaki yağın, yemeklik yağ olarak kullanılabilmesi gibi sabun sanayinde ve diğer endüstri kollarında farklı şekillerde kullanılabilmesini belirtmektedir. Evren ve ark. [1], ülkemizde kültürü yapılan çizilmemiş haşhaş kapsüllerinde HPLC metodu ile yaptıkları analizler sonucu kapsülde %0,33 morfin, %0,04 kodein, %0,026 tebain ve %0,048 narkotini bulunduğunu bildirmişlerdir. Erdurmuş [3], 171 hat üzerinde yaptığı çalışmada kapsüllerdeki morfin oranı %0,320-0,280 arasında bulmuştur. Erdurmuş ve Öneş [4], haşhaş tepesinde bulunan stigma'nın (tepecik) ortalama 12 parçalı olduğunu, her tepecik parçası sayısı kadar kapsül içeren zar bulunduğunu ve tohumların bunlar arasında eşit olarak dağıldığını belirtmişlerdir. Arslan [5], değişik gelişme devrelerinde hasat edilen haşhaş bitkilerinin değişik kısımlarındaki morfin oluşumu üzerine çalışmalar yapmıştır. Farklı tohum renkli bitkiler ve bitki organları ortalaması olarak en yüksek morfin oranını %0,23 ile yeşil olgunluk ve %0,17 ile tomurcuk çiçek devresinin izlediğini kaydetmiştir. Tohum renklerine göre morfin oranı bakımından sıralamanın ise gri, kahve, pembe, sarı ve beyaz şeklinde olduğunu belirtmiştir. Büyükgöçmen [6], yürütmüş olduğu bir çalışmada haşhaş ana kapsüllerinin kapsül indeksi değerlerinin 0,67-1,11 arasında, bitki başına kapsül sayısının 1,30-4,39 adet arasında değiştiğini bulmuştur. Bazilevskaya [7], bitki boyunu ortalama 110 cm olarak tespit etmiştir. Ayrıca çalışmasında kapsül şeklinin kalıtsal, melezlemelerde uzun şeklin yuvarlaklığa baskın olduğunu belirtmiştir. Bazilevskaya [7], Semirechian varyetesinin afyonunda morfin oranının %7-20 arasında değişebildiğini ve çiçek rengi ile afyon ve morfin oranı arasında belli bir korelasyonun olduğunu belirterek beyaz çiçekli varyetelerin daha fazla afyon, ancak düşük morfin; viyoie çiçek rengine sahip varyetelerin ise daha az afyon, fakat daha yüksek oranda morfin içerdiklerini kaydetmiştir. Subtrova ve ark. [8], yaptıkları çalışmada haşhaşların morfin oranlarının %0,10-0,82 arasında değiştiğini belirtirken, Erdurmuş ve Takan [9], 65 hatla yaptıkları çalışmada bunu ortalama %0,52 olarak belirtmişlerdir. Strakova [10], Çek cumhuriyetindeki çalışmasında morfin oranını %0,67-0,74 olarak tespit etmiştir. Karadavut ve Arslan [11], yabancı orijinli haşhaş çeşit ve populasyonlarında yürüttüğü bir çalışmada çiçeklenme süresini 50-109 gün, olgunlaşma süresini 70-130 gün, bitki boyu değerlerini 22,21-99,71, bitki başına kapsül sayısını 1,01-6,17 adet, kapsülde tepecik sayısını 6,40-14,72 adet, bitki başına tohum verimini 0,26-11,66 g, bitki başına kapsül verimini 0,30-6,48 g ve kapsül kabuğunda morfin oranını %0,22-1,22 arasında bulmuştur.

## 2. Materyal ve Metot

Bazı haşhaş çeşitlerinin adaptasyonunun araştırıldığı bu çalışma Bingöl Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü deneme tarlasında yürütülmüştür. Araştırmada TMO T, TMO 1, TMO2, TMO 3, Ofis3, Ofis8, Afyonkalesi-95, Kemer kaya-95, İzzetbey ve Ömür can Yeşil çeşitleri kullanılmıştır. Çeşitler Toprak Mahsulleri Ofisi ve Geçit Kuşağı Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüklerinden temin edilmiştir.

Denemede her bir parsel 4 adet ekim sırasından oluşturularak ve parsel boyu 4 metre, sıra arası 50 cm, sıra üzeri 10 cm olacak şekilde düzenlenmiştir. Deneme elle ekilip, çıkıştan sonra sıra üzeri aralıkları seyreltme ve tekleme yapılmıştır. Sonbaharda derin sürüm yapılmış olan deneme alanı, ekimden önce tohum yatağı hazırlığı için

toprak tavındayken kültivatörle iki kez sürüldü ve üzerine tapan çekilerek ekime hazır hale getirildi. Tapan çektikten sonra, markörle ekim sıraları belirlendi ve toprak tavadan ekim yapıldı. Sulama bitkinin ihtiyacına göre ortalama 15 günde bir kez yapıldı. Yabancı otlarla mücadele ise el ile çapalanarak yapılacaktır. Bitkiler sıra arasını kapatana kadar, yabancı ot kontrolü ve toprağın havalanması için her sulamadan 3-5 gün sonra el ile çapalama yapıldı. Gübre olarak, kültivatör çekilmeden önce dekara saf olarak 14 kg azot 7 kg fosfor düşecek şekilde gübre atıldı. Hasat işlemi ise; tohumları tam olgunlaştığında, kapsülleri saman sarısı ya da yeşilimsi sarı renk aldığı ve kapsülleri sıkıldığında çatladığında yapılır. Hasatta, dekara verim değerini bulmak için, 4 sıradan ortadaki iki sıra hasat edilecek, diğer sıralar kenar tesiri olarak bırakıldı. Örnek olarak 10 adet bitki orta sıralardan tesadüfi olarak seçilerek bu örnek bitkiler üzerinden veriler elde edildi. Hasat sonunda; bitki boyu, kapsül sayısı, kapsül boyu, kapsül eni, tepecik sayısı, tohum verimi, kapsül verimi ve morfin oranı gibi önemli özellikler incelendi.

## 3. Bulgular ve Tartışma

Çalışmadan elde edilen verilere ait ortalamalar Çizelge 1 ve 2'de, Elde edilen ortalamalara göre en yüksek kapsül sayısı TMO 2 (4,47), en düşük ise Afyonkalesi-95 (3,03) çeşidinden elde edilmiştir. Erdurmuş ve Takan [9], ortalama kapsül sayısını 3,38 bulurken, Büyükgöçmen [6] kapsül sayısının 1,30-4,39, Karadavut ve Arslan [11] ise 1,01-6,17 arasında değiştiğini belirtmişlerdir. Sonuçlar Büyükgöçmen'in [6] ve Karadavut ve Arslan'ın [11] buldukları sonuçlar ile uyum içinde olurken, Erdurmuş ve Takan'ın [9] buldukları sonuçlardan düşük olmuştur.

Tohum verimi bakımından veriler incelendiğinde en yüksek değer Kemer kaya-95 çeşidinde (104,64), en düşük ise TMO 2 (57,74) çeşidinde tespit edilmiştir. Tepecik sayısı yönünden çeşitler arasındaki fark önemsiz çımasına rağmen rakamsal olarak farklılık bulunmaktadır. Şöyle ki İzzet Bey çeşidinde tepecik sayısı 9,93 iken TMO 3 çeşidinde tepecik sayısı en yüksek değer olan 14,02 adet olarak belirlenmiştir. İncekara'nın [12] yürütmüş olduğu çalışmada 4-18 adet, Erdurmuş ve Öneş'in [4] 10,0 adet ve Büyükgöçmen'in [6] 8,1-11,8, Karadavut ve Arslan [11] ise 6,40-14,70 olarak tespit edilmiştir. Çalışma sonuçlarımızdan elde ettiğimiz tepecik sayıları ile paralellik göstermektedir. Bitki boyu Ömür can Yeşil çeşidinde en yüksek (85,67), TMO 2 çeşidinde ise (70,57) en düşük olmuştur (Çizelge 1), Işıkhan [13] Anadolu haşhaşlarının boylarının 80-100 cm arasında olduğunu belirtmiştir. Bazilevskaya'nın [7] 110 cm ve Karadavut ve Arslan'ın [11] Ankara şartlarında elde etmiş oldukları 22,21-99,71'lik sonuçları ile benzerlik göstermektedir.

Çizelge 2 incelendiğinde çeşitler arasında kapsül genişliği en fazla olan çeşit TMO 3 (4,44), en az olan ise Ofis 3 (4,33) çeşidi olarak belirlenmiştir. Büyükgöçmen'in [6] yaptığı çalışmada kapsül enlerinin 2,43-3,98 arasında, Karadavut ve Arslan'ın [11] yürütmüş olduğu çalışmada ise 0,56-2,30 arasında değişmiştir. Çalışma sonuçları her iki araştırma sonucundan yüksek olmuştur. Kapsül boyu bakımından en yüksek ve en düşük değerler sırasıyla İzzet Bey (3,91) ve Ömür can Yeşil (3,38) olarak tespit edilmiştir. Karadavut ve Arslan [11] kapsül boyunu 0,39-6,45 olarak tespit etmiştir. Araştırma sonuçlarımız ortalama olarak benzer olmuştur. Bazilevskaya [7] kapsül şeklinin kalıtsal, melezlemelerde uzun şeklin yuvarlaklığa baskın olduğunu belirtmiştir. Kapsül enleri dikkate alındığında kullandığımız çeşitlerin yuvarlaklığa meyilli olduğu görülmektedir. Kapsül verimi İzzet Bey çeşidinde (14,05) en yüksek değere ulaşmış, TMO 2 çeşidinde ise (9,29) en düşük değer elde edilmiştir. Morfin oranı TMO 2 çeşidinde (0,83) en fazla,

TMO T çeşidinde (0,23) ise en düşük olmuştur. Arslan [5] değişik gelişme devrelerinde hasat edilen haşhaş bitkilerinin değişik kısımlarındaki morfin oluşumu üzerine çalışmalar yapmıştır. Farklı tohum renkli bitkiler ve bitki organları ortalaması olarak en yüksek morfin oranını %0,23 ile yeşil olgunluk ve %0,17 ile tomurcuk çiçek devresinin izlediğini kaydetmiştir. Tohum renklerine göre morfin oranı bakımından sıralamanın ise gri, kahve, pembe, san ve beyaz şeklinde olduğunu belirtmiştir. Subtrova ve ark. [8] yaptıkları çalışmada haşhaşların morfin oranlarının %0,10-0,82 arasında değiştiğini belirtirken, Erdurmuş ve Takan [9] 65 hatla yaptıkları çalışmada bunu ortalama %0,52 olarak belirtmişlerdir. Strakova [10] Çek cumhuriyetindeki çalışmasında morfin oranını %0,67-0,74 arasında, Karadavut ve Arslan [11] 0,22-1,22 olarak tespit etmiştir. Sonuçlar bulgularımızı destekler niteliktedir.

**Çizelge 1.** Haşhaş çeşitlerine ait kapsül sayısı (adet), tohum verimi (kg/da) tepecik sayısı (adet) ve bitki boyu (cm)

Çeşit	Kapsül Sayısı	Tohum Verimi	Tepecik Sayısı	Bitki Boyu
TMO 1	3,07 g	91,48 b	12,13 ab	79,13 bc
TMO 2	4,47 a	57,74 e	10,07 b	70,57 e
TMO 3	3,30 fg	72,04 d	14,20 a	85,73 a
TMO T	4,23 ab	103,63 a	11,17 ab	77,90 c
Ofis 3	3,50 ef	87,15 bc	12,50 ab	73,43 d
Ofis 8	3,97 bc	92,10 b	12,50 ab	79,63 bc
Ömürcaan Yeşil	3,60 de	74,66 d	15,13 b	85,67 a
Afyonkalesi-95	3,03 g	62,17 e	12,33 ab	80,20 b
Kemer kaya-95	4,30 a	104,64 a	11,37 ab	80,60 b
İzzet Bey	3,80 cd	84,05 c	9,93 b	71,37 e
Ortalama	3,73	82,97	12,13	78,42

\*Aynı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar önemsizdir.

**Çizelge 2.** Haşhaş çeşitlerine ait kapsül genişliği (mm), kapsül uzunluğu (mm), kapsül verimi (kg/da) ve morfin oranı (%)

Çeşit	Kapsül Genişliği	Kapsül Uzunluğu	Kapsül Verimi	Morfin Oranı
TMO 1	4,44 cd	3,70 cd	12,77 b	0,65 d
TMO 2	4,41 cd	3,64 ef	9,29 e	0,83 a
TMO 3	4,77 a	3,84 ab	13,00 b	0,75 bc
TMO T	4,57 bc	3,55 ef	12,92 b	0,23 f
Ofis 3	4,33d	3,52 f	12,85 b	0,79 ab
Ofis 8	4,36 d	3,75 bc	11,41 c	0,78 ab
Ömürcaan Yeşil	4,71 ab	3,38 g	12,66 b	0,51 de
Afyonkalesi-95	4,42 cd	3,87 a	9,74 e	0,49 ef
Kemer kaya-95	4,64 ab	3,91 a	10,45 d	0,49 ef
İzzetbey	4,65 ab	3,63 de	14,05 a	0,43 f
Ortalama	4,53	3,68	11,91	0,60

\*Aynı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar önemsizdir.

Çalışmadan elde edilen sonuçlar değerlendirildiğinde kullanılan çeşitlerden özellikle TMO 1, TMO 3, Ofis 3, Ofis 8 ve Ömürcaan yeşil, İzzetbey ve Kemer kaya 95 ümitli görünmektedir. Adaptasyon denemeleri gibi tarla koşullarında yürütülen çalışmalarda daha kesin sonuçları verebilmek için ikinci yılda aynı denemenin farklı toprak şartlarında yeniden yürütülmesi tavsiye edilir. Sonuç olarak bundan sonraki aşamada çalışmamızdan elde edilen veriler

ve ikinci yıl verileri, birlikte değerlendirilerek gerekli kurum ve kuruluşlarla paylaşılmalıdır.

#### 4. Sonuç ve Öneriler

Doğu Geçit Bölgesinde bazı haşhaş (*Papaver somniferum* L.) çeşitlerinin adaptasyonunun belirlenmesi amacıyla yürütmüş olduğumuz çalışma sonuçlarına göre; kapsül sayısı 3,03-4,47 adet, tohum verimi 57,74-104,64 kg/da, tepecik sayısı 9,93-14,02 adet, bitki boyu 70,57-85,67 cm kapsül genişliği 4,33-4,44 mm, kapsül boyu 3,38-3,91mm kapsül verimi 9,29-14,05 kg/da morfin oranı ise 0,23-0,83 olarak belirlenmiştir. Tepecik sayısı, kapsül genişliği ve bitki boyu yönünden TMO 3 çeşidi en yüksek ortalamalara sahip olurken, morfin oranı ve kapsül sayısı en yüksek TMO 2 çeşidinden, kapsül verimi İzzetbey, tane verimi ve kapsül uzunluğu bakımından en yüksek ortalama Kemer kaya 95 çeşidinden elde edilmiştir.

Çeşitlere ait ortalamalar incelendiğinde araştırma sonuçlarına göre; TMO 2, TMO 3, TMO T, Ofis 3, Ofis 8, İzzetbey, Kemer kaya 95 ve Ömürcaan Yeşil çeşitleri verim ve verim unsurları yönünden ümitvar görülmektedir.

Haşhaşta dekardan elde edilecek verimi etkileyen en önemli faktörlerin başında çeşit seçimi gelmektedir. Haşhaş tarımında Doğu Geçit Bölgesi için en uygun ve bölgeye adapte olabilen yüksek performanslı haşhaş çeşitlerinin tespitini sağlayan bu çalışma ile hem bölge için hem de Türkiye’de uygulanan haşhaş çeşitleri yetiştirme programına katkıda bulunmak için önemli bir adım atılmıştır.

Dünyada ve tabiki ülkemizde küresel ısınma nedeniyle ürün deseninde değişimler olmaya başlamış ve bunun sonucu olarak adaptasyon çalışmaları daha fazla önem kazanmıştır. Nitekim ülkemizde haşhaş tarımının en fazla yapıldığı illerden birisi olan Uşakta son yıllarda yetiştirme döneminde, yağış miktarı ve yağışlı gün sayısında azalma meydana gelmesi nedeniyle çok bariz olmasa da haşhaş yetiştiriciliğinde verim kaybı görüldüğü belirtilmektedir. Küresel ısınma sonucunda bölgede ortaya çıkan kuraklık nedeniyle kurağa dayanıklı fiğ, tiriticale ve aspir gibi bitkilerin yetiştiriciliği tavsiye edilmektedir. Buradan da anlaşılacağı gibi haşhaş üretim alanı azaltılmış olacaktır. Bilindiği üzere haşhaş gibi üretimi izne tabi olan ve sınırlı alanlarda yetiştiriciliği yapılan bitkilerde üretim düşüşü önemli olmaktadır ve ihtiyacın karşılanması için yeni üretim alanlarının araştırılması ve uygun çeşitlerin tespiti gerekmektedir. Araştırma sonuçlarımız Doğu Geçit Bölgesindeki haşhaş yetiştiriciliği için vegetasyon süresinin yeterli olduğunu ve çeşitlerin birçoğunun verim potansiyelinin yeterli düzeyde olduğunu göstermektedir.

Ancak iklim şartlarının ve toprak yapısının haşhaş yetiştiriciliğine elverişli olduğu görülen Bingöl ilinde bir ilk olan çalışmanın sonuçlarının daha sağlıklı bir şekilde değerlendirilebilmesi için ikinci yılda tekrarlanması gerekmektedir. Araştırmamızdan elde edilen veriler ve ikinci yıl verileri, birlikte değerlendirilerek gerekli kurum ve kuruluşlarla paylaşılmalı, Bingöl ve çevresinde çeşit verim denemelerinin yanı sıra, kışlık yazlık ekimler, gübre denemeleri ve ekim sıklığı ile ilgili denemeler yürütülmelidir. Elde edilen sonuçlar doğrultusunda Doğu Geçit Bölgesi için verim potansiyeli yüksek olan çeşitler TMO’ dan üretim izni alınarak yöre halkı için alternatif bir gelir kaynağı sunulmalıdır. Haşhaş bitkisi bilindiği gibi çok yönlü kullanım alanına sahip olan bitkilerden biridir, tohumundan sapına, kapsülüne kadar her bir bitkisel parçası ayrı ayrı değerlendirilebilen ve ayrıca morfin üretiminde kullanılan kapsülünün alım garantisi olması nedeniyle üretici açısından avantajlı bir bitkidir.

Bingöl ilinde tarım arazisi miktarının çok az olması ve sürekli olarak aynı bitkilerin yetiştiriciliğinin yapılması dikkate alındığında az alandan fazla gelir alınabilecek

bitkilerin seçimine çiftçi yönlendirilmeli, üniversiteler, tarımsal araştırma merkezleri ve ilgili kurumlar ortak projeler hazırlayarak sadece haşhaş için değil diğer bitkiler içinde benzer çalışmalar yürütülerek bölgenin gerçek potansiyeli ortaya çıkarılmalı, çiftçi eğitimlerine ağırlık verilmeli ve ar-ge çalışmaları, farklı disiplinlerden uzmanlar yardımı ve ekip çalışması ile iller bazından ziyade bölge bazında yürütülmeli, çalışmalar Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) ve Uzaktan Algılama (UA) teknikleriyle desteklenmelidir.

A.Ü.Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi (basılmadı) Ankara.

#### Kaynaklar

- [1] Evren N, Şener B, Noyanalpan, N. 1988. Türkiye'de elde edilen gelişmiş haşhaş kapsüllerinin alkaloidleri üzerine araştırmalar. Türk Eczacılar Birliği Dergisi Pharmacia 28:61 (2): 45-47
- [2] İncekara, F., 1964. Yağ Bitkileri. Ege Üniversitesi Yayınları. No:83. İzmir
- [3] Erdurmuş, A., 1989. Haşhaş (*Papaver somniferum* L.) hatlarında fenolojik ve morfolojik karakterlerin morfin ve tohum verimiyle ilişkileri, Doktora Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü. Ankara.
- [4] Erdurmuş, A., Öneş, Y., 1990. Haşhaş. T.M.O. Alkosa Yayınları. Ankara.
- [5] Arslan, O. 1982. Değişik Gelişim Devrelerinde Hasat Edilen Farklı Tohum Renkli Haşhaş Bitkilerinin Muhtelif Kısımlarındaki Alkaloid Oluşumu Üzerine Araştırmalar. 19 Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Doçentlik Tezi. Samsun. Basılmadı
- [6] Büyükgöçmen, R, 1993. Farklı Yörelere Temin Edilen Yerli ve Yabancı Haşhaş Popülasyonlarının Bazı Bitkisel Özellikleri. Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Basılmamış Yüksek Lisans Tezi. Ankara
- [7] Bazilevskaya, N. A. 1976. On the rees of the opium poppy coromingi semirech and the origine of their culture. 1533 p
- [8] Subtrova D., Rehakova, V., Hubacek, J. and Pondelik, P. 1989. Contents of the major alkaloids selected cultivars of opium poppy. Sbornik, Vyseke, Skoly, Zemedelske- Praze, Fakulta, Agronomica. 51:65-83. Plant Breeding Abstract 1991: 061-06497
- [9] Erdurmuş, A ve Takan, N, 1991. Fenolojik ve morfolojik karakterlere göre yüksek verimli haşhaş ıslahı projesi, Yıllık Sonuç Raporu, Ankara
- [10] Strakova, V., 1990. Evaluation of selected poppy (*Papaver somniferum* L.) varieties. Sbornik, Vyseke, Soly, Zemeedelske-Praze. Fakülta Agronomica. No: 52:15-22. Plant Breeding Abstracts 1991:061-08391
- [11] Karadavut U. ve Arslan N. 2006. Yabancı kökenli haşhaş (*Papaver somniferum* L.) çeşit ve popülasyonlarının bazı bitkisel özellikleri. Bitkisel Araştırma dergisi 1: 1-5
- [12] İncekara, F., 1949. Türkiye haşhaş çeşitleri ve bunların tohum ve afyon verimi bakımından değerleri. Toprak Mahsulleri Ofisi Yayınları, Ankara
- [13] Işıkan, M. 1957. Anadolu haşhaşlarının tohum renkleri üzerinde genetik araştırmalar. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları Numara 128. Ankara
- [14] Karadavut, U., 1994b. Yabancı Kökenli Haşhaş Çeşit ve Popülasyonlarının Bazı Bitkisel Özellikleri.





*Türk Doğa ve Fen Dergisi*  
*Turkish Journal of Nature and Science*

<http://www.bingol.edu.tr/dergiler/turk-doga-ve-fen-dergisi.aspx>



## Gaziantep'te Üretilen Balların Kalite Kriterlerinin Belirlenmesi

M. Ali KUTLU<sup>1</sup>, A. Şükrü BENGÜ\*<sup>2</sup>

### Özet

Bu çalışma Gaziantep ilinin genelinde üretilen balların kimyasal bazı özelliklerini belirlemek amacıyla 2014 yılı üretim sonrası, arı yetiştiricileri birliğine kayıtlı 46 üyeden elde edilen bal örneğinde yapılmıştır. Araştırma sonucunda bulunan değerler Türk Gıda Kodeksi Bal Tebliği ve Avrupa Birliği standartlarına göre uygunluğu değerlendirilmiştir. Araştırmada kullanılan bal örneklerinde belirlenen değerler sırası ile, nem miktarı, %13,0-20,4 arasında, ortalama %15,35, HMF miktarı 14,284-51,456 arasında olup ortalama 27,690, diastaz sayısı 2,5- 38,5 aralığında olup ortalama 19,83, asitlik değerlerinin 13,75-36,79 aralığında, ortalama 26,1106 meq/kg, suda çözülmeyen madde miktarının 0,002-0,097 aralığında, ortalama % 0,027 ve C 4 kriteri 0,33 – 6,48 aralığında olup ortalama 2,61 olarak gerçekleşmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Asitlik, C4 şeker, diastaz, Gaziantep, HMF, nem

## Identification of the Quality Criteria of Honey Produced in Gaziantep

### Abstract

This study was conducted with honey samples obtained from 46 members of beekeeping association after 2014 production year in order to specify some chemical characteristics of honey produced in Gaziantep province. At the end of the study values were evaluated to be accordant with Turkish Food Codex Honey Report and European Union standards. The values of the honey samples used in the study were identified respectively as following: humidity is between 13.0-20.4% and average 15.5%, HMF amount is between 14.284-51.456% and average 27.690, diastase number is between 2.5-38.5 and average 19.83, acid values are between 13.75-36.79 and average 26.1106 meq/kg, water insoluble matter amount is between 0.002-0.0097 and average 0.027% and C4 sugar criterion is between 0.33-6.48 and average 2.61.

**Keywords:** Acidity, C4 sugar, diastase, Gaziantep, HMF, humidity

### 1. Giriş

Günümüzde gelişmiş veya gelişmekte olan ülkelerde ortaya çıkan en büyük sorunlardan birisi yeterli ve dengeli bir beslenmenin olmamasıdır. Hızla artan dünya nüfusu da bu sorunun boyutlarını giderek artırmaktadır. Artan bu sorunun çözüm yollarından biriside, hayvansal üretimin kollarından olan arıcılığın geliştirilmesidir. Balın insan beslenmesindeki önemi bal, bal mumu, polen, arı sütü ve arı zehirinin kullanım alanlarının gittikçe artması, topraklı ve topraksız çiftçiler ile dar gelirli ailelerin ek gelir kaynağı yaratması arıcılığın öneminin artmasına ve yaygınlaşmasına neden olmaktadır [1,2].

Balın kalitesini ve biyokimyasal özelliklerini, nektar kaynağı başta olmak üzere olgunlaşması, üretim şekli, iklim koşulları, işleme ve depolama şartları belirler. Türkiye'de ballar kaynağına, üretim ve pazarlama şekline, rengine ve nem içeriğine göre değerlendirilebilmektedir. Tamamen doğaya bağımlı olarak elde edilen balın bileşimi yörelere ve

doğaya bağımlı olarak elde edilen balın bileşimi yörelere ve çeşidine göre incelendiğinde farklılıklar göstermektedir. Genel olarak bal yaklaşık %80 değişik şekerler, %17 ise sudan meydana gelmektedir. Geriye kalan %3'lük kısım enzimler olmak üzere değerli maddelerden oluşmaktadır [3,4,5]. Türk Gıda Kodeksi Bal Tebliğine göre Türk ballarının genel özellikleri Çizelge 1'de verilmiştir [6].

Piyasada saf balların yanında oldukça fazla tağşiş edilmiş bal ve arıcılık ürünleri bulunmaktadır. Taklit ve tağşiş arıcılığın ürünlerinden özellikle bal piyasasında giderek artan bir boyuta gelmiş durumdadır. Piyasada, farklı çeşitteki balların karıştırılmasından kaynaklanan orijinal adının özelliklerini taşımayan, şeker şuruplarına aroma ve boya ilave edilen ve doğal ballara çeşitli şeker şurupları, su, nişasta gibi maddeler katılmak suretiyle elde edilen ve bal olarak tanımlanan ürünler bulunmaktadır. Bunun başlıca nedeni zahmetsiz ve kolay kazancın sağlandığı merdiven altı üretilmesidir. Bunun yanı sıra sanayileşme, tarımda pestisitlerin yaygın kullanımı, meraların tahrip edilmesi, iklim değişiklikleri ve doğal florada oluşan zararlılar nedeniyle üreticiler, özellikle ana nektar akımı dönemlerinde doğal floradan yeteri kadar bal alamadıkları durumlarda arılara şeker şurubu vererek sahte bal üretmektedirler [7]. Baldaki

<sup>1</sup>Bingöl Üniversitesi, Teknik Bilimler Meslek Yüksek Okulu, Arıcılık Programı, 12000, Bingöl, TÜRKİYE

<sup>2</sup>Bingöl Üniversitesi, Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksek Okulu, Tıbbi Hizmetler ve Teknikler Bölümü, Tıbbi Laboratuvar Teknikleri Programı, 12000, Bingöl, TÜRKİYE

\*Sorumlu yazar eposta: aydinbengu75@gmail.com

tağışın saptanması amacıyla bal tiplerinin doğal bileşimlerinin çok iyi tespit edilmesi, balın bitkisel kaynağının belirlenmesi ve polen analizi yapılırken, gerçeklik kontrolü için kimyasal özellikleri de belirlenmektedir [8,9].

Ülkemizde 2013 yılı verilerine göre yaklaşık olarak 6,6 milyon arı kolonisi bulunmakta, bunlardan 94.000 ton bal

üretilmekte, koloni başına düşen bal verimi ise yaklaşık olarak 14,2 kg olarak hesaplanmıştır [10]. Gaziantep ilinde ise 25.300 arı kolonisi bulunmakta olup 160 ton bal üretilmiş, koloni ortalaması ise 6,4 kg olarak gerçekleşmiştir [11]. Bu çalışma ile Gaziantep ili genelinde üretilen balların bazı kimyasal yapılarının belirlenmesi amaçlanmıştır.

**Çizelge 1.** Türk Gıda Kodeksi Bal Tebliği'ne göre Türk ballarının genel özellikleri [6]

	Çiçek Balı	Salgı Balı	Çiçek Salgı balı karışımı	Fırıncılık Balı
<b>Nem (en fazla)</b>	% 20- % 23 (püren- <i>Calluna</i> ballarında)	% 20	% 20	% 23-% 25 (püren- <i>Calluna</i> kaynaklı fırıncılık ballarında)
<b>Sakaroz (en fazla)</b>	5 g/100g 15 g/100g (Yalancı akasya – <i>Robinia pseudoacacia</i> , adi yonca- <i>Medicago sativa</i> , <i>Banksia meziei</i> çiçek balı, tatlı yonca- <i>Hedysarum</i> , kırmızı okaliptüs- <i>Eucalyptus camadulensis</i> , mesin ağacı- <i>Eucryphia lucida</i> - <i>Eucryphia milliganii</i> , narenciye ballarında) 10 g/100g (Lavanta çiçeği- <i>Lavandula</i> spp., <i>Borago officinalis</i> ballarında)	5 g/100g 10 g/100g (Kızılçam <i>Pinus brutia</i> ve fıstık çamlarından <i>Pinus pinea</i> elde edilen salgı ballarında)	5 g/100g	5 g/100g
<b>Fruktoz +Glukoz (en az)</b>	100 g'da 60 g	100 g'da 45 g	100 g'da 45 g	-
<b>Fruktoz / Glukoz</b>	0,9 - 1,4	1,0 - 1,4	1,0 - 1,4	
<b>Suda çözünmeyen madde (en fazla)*</b>	0,1 g/100 g	0,1 g/100g	0,1 g/100g	0,1 g/100g
<b>Serbest asitlik (en fazla)</b>	50 meq/kg	50 meq/kg	50 meq/kg	80 meq/kg
<b>Elektrik iletkenliği</b>	En fazla 0,8 mS/cm ( <i>Kocayemis-Arbutus unedo</i> , çan otu- <i>Erica</i> , ökaliptus, ıhlamur- <i>Tilia</i> spp., süpürge çalı- <i>Calluna vulgaris</i> , okyanus mersini- <i>Leptospermum</i> ve çay ağacı- <i>Melaleuca</i> spp' den elde edilenler hariç olmak üzere) En az 0,8 mS/cm (Kestane balında)	En az 0,8 mS/cm	En az 0,8 mS/cm (kestane balı ve salgı balı karışımlarında)	En fazla 0,8 mS/cm
<b>Diastaz sayısı (en az)</b>	3 (Narenciye balı gibi yapısında doğal olarak düşük miktarda enzim bulunan ve doğal olarak HMF miktarı 15 mg/kg'dan fazla olmayan balda)	8	8	-
<b>HMF (en fazla)</b>	40 mg/kg	40 mg/kg	40 mg/kg	-
<b>Balda protein ve ham bal delta C13 değerleri arasındaki fark</b>	-1,0 veya daha pozitif	-1,0 veya daha pozitif - 1,6 veya daha pozitif (Kızılçam <i>Pinus brutia</i> ve fıstık çamlarından <i>Pinus pinea</i> elde edilen salgı ballarında)	- 1,0 veya daha pozitif	- 1,0 veya daha pozitif
<b>Balda protein ve ham bal delta C13 değerlerinden hesaplanan C4 şekerleri oranı (en fazla)</b>	% 7 %10 (Kızılçam <i>Pinus brutia</i> ve fıstık çamlarından <i>Pinus pinea</i> elde edilen salgı ballarında)	% 7 %10 (Kızılçam <i>Pinus brutia</i> ve fıstık çamlarından <i>Pinus pinea</i> elde edilen salgı ballarında)	% 7	% 7
<b>Prolin miktarı (en az)</b>	180 mg/kg	180 mg/kg	180 mg/kg	180 mg/kg
<b>Naftalin miktarı (en fazla)</b>	10 ppb	10 ppb	10 ppb	10 ppb

## 2. Materyal ve Metot

Gaziantep ili 6.222 km<sup>2</sup>lik alanıyla Türkiye topraklarının yaklaşık olarak %1'lik bölümünü kapsamaktadır. İl genellikle dağlık ve engebeli arazilerden oluşmuştur. Güneyde Hatay ve Osmaniye sınırını oluşturan Amanos (Nur) Dağları yer almaktadır. Burada tepeler 1.527 m'ye kadar yükselmektedir [12]. Buralarda bitkisel üretimin yanı sıra hayvancılık ve arıcılık yapılmakta olup bazı alanlarda arıcılık ön plana çıkarak büyük bir önem arz etmektedir.

Gaziantep ilinin genelinde üretilen balların kimyasal bazı özelliklerini belirlemek amacıyla 2014 yılı üretim sonrası, Gaziantep arı yetiştiricileri birliğine kayıtlı 46 üye tesadüfen belirlenmiş ve bunlardan sağlanan 46 bal örneği önceden hazırlanan cam kavanozlara konularak materyal olarak kullanılmıştır.

Su muhtevası (nem) tayini TS 13365'e göre, serbest asitlik tayini TS 13360'a göre, diastaz sayısı tayini TS 13364'e göre, hidroksi metil furfural (HMF) muhtevası tayini TS 13356'ya göre, nişasta tayini TS 2419'a göre, suda çözülmeyen katı madde tayini TS 3036'ya göre ve C4 şeker tayini TS 13262'ye göre IR-MS cihazı kullanılarak yapılmıştır [13].

## 3. Bulgular ve Tartışma

Balda nem oranı, akışkanlığının ve kalitesinin bir göstergesi [14] olup yüzdesinin düşük oluşu onun olgunluğunu ve uzun süre kristalize olmadan doğallığını koruyabileceğini gösterir [15].

Nem oranının yüksekliği ise kristalizasyon oluşumunu hızlandırdığı gibi fermantasyona da neden olmaktadır. Balın nem oranının yüksek olması, hem mikrobiyel bozulmaya hem de kristalizasyona neden olduğu için raf ömrünü kısıtlamakta [16,17] ve fermantasyonu sonucu bozulmasına ve buna bağlı olarak tat ve aroma değişimine neden olabileceği de belirtilmektedir [18,19].

Akyüz ve ark. [20] Van ilinde yaptıkları bir çalışmada satışa sunulan 20 bal örneğinde ortalama olarak nem değerini %17,8 olarak belirlemişlerdir. Çetin ve ark. [21] 2010-2011 yıllarında Türkiye'nin çeşitli bölgelerinde bulunan marketlerden alınan 50 adet çiçek balında ortalama nemi % 17,56 bulmuşlardır. Kurt ve ark. [22] Erzurum ili merkezinde tüketime sunulan 12 süzme bal örneği üzerinde yaptıkları çalışmada nem miktarını %16,83, Sunay ve ark. [9] yaptıkları bir çalışmada; nem miktarını çiçek balında %16,10–21,53, ortalama %18,31, salı balında ise %16,00–19,50, ortalama %17,62 olarak belirlemişlerdir. Bal Tebliği [6] ve TS 3036'ya göre [3] ise ballarda %20'den fazla nem bulunmamalıdır. Çalışmada elde edilen sonuçlara göre, Çizelge 2'de görüldüğü gibi nem miktarı, % 13,0-20,4 arasında, ortalama %15,35 olarak tespit edilmiştir. Bu bulguların Akyüz ve ark. [20] Van ilinde, Çetin ve ark. [21] nın ülke genelinde, Kurt ve ark. [22] Erzurum ili merkezinde, Sunay ve ark. [9] larının yaptıkları çalışmalardan düşük çıktığı görülmektedir. Numunelerin sadece 1 tanesinde nem oranı %20'den yüksek bulunmuş olup bunun nedeni erken bal hasatıdır.

Diastaz sayısı, 100 g balda bulunan amilaz enzimlerinin, 38-40 °C'de, 1 saat içerisinde parçaladığı nişasta miktarını ifade etmektedir. Enzim içeriği balın önemli kalite kriterlerindedir. Nektarın bala dönüştürülmesinden sorumlu olan invertaz enzimi sukrozu glukoz ve fruktoza; diastaz enzimi nişastayı küçük şekerlere dönüştürür, β- glukozidaz, glikojeni glukoz ve maltoza indirger [23,24].

Hidroksi metil furfural (HMF) ise, fruktozun asit ortamında genellikle ısı ile ayrışması sırasında elde edilir. Zamanla ve sıcaklıkla artış gösterir. HMF seviyesi aynı

zamanda depolama ve sıcaklık koşullarının bir göstergesidir [25].

Diastaz sayısı ve HMF düzeyi, bal kalitesinin belirlenmesi için yaklaşık 75 yıldır kullanılan kimyasal kalite kriterleridir. Aşırı ısı işlemi uygulanmış ya da uzun süre depolanmış ballar ile taze balların ayırt edilmesinin en pratik yolu diastaz ve HMF aktivitelerinin ölçülmesidir [23]. İçeriğindeki yüksek orandaki basit şekerlerin (glukoz ve fruktoz) varlığı ve birçok asit nedeniyle bal, HMF oluşumu için çok uygun koşullar sağlamaktadır [26]. Balda HMF miktarının artmasına, ısı işleminin derecesi ve süresi, muhafaza koşulları (ışığa maruz kalma gibi) ve metal kapların muhafazada kullanılması sebep olabilmektedir [26,27,28].

AB, balda HMF miktarını tropikal bölgelerde elde edilen ballar hariç 40 mg/kg ile sınırlamıştır. Etiketinde üretildiği bölge belirtilmek koşulu ile tropikal bölgeler için bu rakam 80 mg/kg'dır [6,29,30].

Şahinler N.ve ark. [31] yapmış oldukları çalışmada, Türkiye'nin farklı botanik ve coğrafik bölgelerden toplanan bal örneklerinin biyokimyasal özellikleri (ortalama mineral madde, nem, asitlik, HMF, diastaz sayısı, invert şeker, pH, sakaroz, elektriksel iletkenlik ve ağır metal içerikleri, iz elementler ve ağır metal içerikleri) değerlendirmişlerdir. Pamuk balı örneğinde invert şeker (%59,94) ve ayçiçeği balı örneğinde ise sukroz miktarı (%6,46) hariç tüm bal örneklerinin biyokimyasal kompozisyonunun Türk Gıda Kodeksi (TGK), Kodeks Alimentarius Standardı Bal Komisyonu (CAC) ve Avrupa Birliği (AB) standartlarına uyduğu belirlenmiştir.

Çalışmada elde edilen sonuçlara göre HMF miktarı 14,284-51,456 aralığında olup ortalama 27,690 olarak tespit edilmiştir. Diastaz sayısı ise 2,5- 38,5 aralığında olup ortalama 19,83 çıkmıştır. Bu sonuçlara göre HMF olması gereken standartlarda olup sadece üç adet örnek HMF'de standart dışına çıkmıştır, diastaz sayısında ise iki örnek hariç geneli standart rakamlarda bulunmuştur. Araştırmaya konu ballar aynı yılın ürünü olup bu yüksekliğin sebebi depolamadan ziyade ya hasat sonrası uzun süre güne ışığına maruz bırakılmış ya da kristalize olmaması için ısı işlemi uygulanmıştır.

Balın önemli kalite kriterlerinden birisi de asitlik derecesidir. Balın asitliğini belirleyen başlıca faktörler organik asitler ve mineral maddelerin yanı sıra aminoasitler, peptitler ve karbonhidratlardır [32]. Serbest asitlik lezzete katkıda bulunur, mikroorganizmalara karşı dayanıklılık sağlar, kimyasal reaksiyonları, antibakteriyel ve antioksidan özelliği artırır ayrıca balın kaynağı hakkında bazı bilgiler verir [33]. Serbest asit miktarı TGK, CAC ve AB'ye göre 1000 g balda 50 meq'dan fazla olmamalıdır [6,29,30].

Yılmaz ve Küfrevioğlu Doğu ve Güneydoğu Anadolu bölgelerinden topladıkları bal örneklerinde saptadığı ortalama serbest asitlik 22,3 meq/kg bulmuşlardır[34]. Batu ve ark. [35] toplam asitlik değerleri 6,73-47,06 meq/kg arasında değişirken, tüm gruplara ait genel ortalama ise yaklaşık 32,49 meq/kg olarak belirlenmiştir. Veliöğlu ve ark. [36] ülkemizde ayçiçek ballarında toplam asitlik miktarı ortalama 14,35 meq/kg olarak tespit etmiştir.

AB standartları ve Türk Gıda Kodeksi Yönetmeliğine göre, balın toplam asitliği 50 meq/kg değerini geçmemelidir. Araştırmamızda çiçek ballarının asitlik değerlerinin ortalama 26,1106 meq/kg ile AB standartlarına ve Türk Gıda Kodeksi bal tebliğine uygun olduğu saptanmıştır.

Bal Tebliği [6] ve TS 3036'ya [3] göre balda suda çözünmeyen madde miktarı en fazla %0,01 olmalıdır. Çetin ve ark. [21] 50 bal örneği üzerinde yaptıkları çalışmada suda çözünmeyen madde %0,01–0,09 (ortalama %0,03) olarak tespit edilmiştir. Çalışmamızda suda

**Çizelge 2.** Analizler sonucu ballarından elde edilen değerler

SIRA NO	HMF (40 mg/kg' dan fazla olamaz)	DİASTAZ SAYISI (8'den az olamaz)	NEM (% 20'den fazla olamaz)	SUDA ÇÖZÜLMİYEN MADDE MİKTARI %	ASİTLİK (50 den fazla olamaz)	C4 BİTKİ ŞEKERİ (7'nin altında olmalı)
1	48,748	23,0	15,8	0,07	21,29	3,83
2	49,118	29,4	15,6	0,031	24,34	1,56
3	31,104	17,9	14,6	0,09	13,75	3,11
4	23,304	23,0	13,0	0,07	19,60	2,51
5	31,872	17,9	14,6	0,003	19,85	0,33
6	29,952	23,0	14,8	0,008	20,48	1,01
7	29,644	29,4	15,4	0,014	29,74	5,10
8	51,456	17,9	15,0	0,035	27,62	0,52
9	41,374	38,5	16,8	0,005	36,79	0,43
10	24,192	17,9	14,8	0,009	34,85	4,87
11	33,361	23,0	16,2	0,008	32,01	2,41
12	28,000	17,9	13,6	0,010	21,29	1,24
13	30,336	17,9	15,4	0,020	22,62	3,92
14	28,224	29,4	14,6	0,065	31,77	2,13
15	22,480	8,3	15,2	0,014	19,32	4,98
16	25,344	29,4	16,0	0,005	40,00	5,71
17	25,125	17,9	16,0	0,005	27,88	3,21
18	23,808	17,9	15,8	0,032	30,10	4,23
19	25,922	13,9	14,6	0,014	18,60	2,38
20	32,064	10,9	15,0	0,012	19,57	4,25
21	30,336	17,9	13,8	0,020	25,79	6,42
22	27,897	17,3	14,6	0,008	34,24	3,32
23	30,144	17,9	15,0	0,007	34,96	0,58
24	24,000	13,9	16,6	0,022	30,21	1,14
25	35,328	23,0	13,0	0,048	32,73	2,24
26	29,088	29,4	20,4	0,022	32,66	2,51
27	24,001	29,4	15,5	0,013	24,39	3,31
28	31,682	13,9	16,2	0,041	25,17	1,86
29	20,923	38,5	14,4	0,052	28,74	2,14
30	33,612	17,9	13,4	0,061	30,25	0,93
31	33,435	23,0	13,8	0,009	32,81	1,87
32	22,659	29,4	13,6	0,004	34,00	6,48
33	33,792	17,9	13,6	0,018	27,13	3,04
34	24,000	6,5	15,4	0,005	28,12	2,82
35	18,708	10,9	13,2	0,019	24,32	1,54
36	20,372	17,9	14,2	0,039	28,84	5,16
37	21,310	23,0	18,3	0,005	28,98	3,14
38	21,795	29,4	17,9	0,031	29,72	0,66
39	16,534	23,0	14,1	0,031	24,56	3,32
40	18,148	10,9	15,3	0,023	17,41	1,71
41	14,284	23,0	16,7	0,093	31,64	1,51
42	19,586	38,5	17,3	0,006	35,08	2,96
43	19,242	10,9	15,8	0,002	14,85	0,74
44	21,312	17,9	14,6	0,070	30,93	0,94
45	25,849	2,5	18,3	0,031	26,69	1,96
46	20,295	10,9	18,2	0,025	26,56	0,88
<b>Ortalama</b>	27,690	19,83	15,35	0,027	26,11	2,61
<b>Max</b>	51,456	38,5	20,4	0,093	36,79	6,48
<b>Min</b>	14,284	2,5	13,0	0,002	13,75	0,33

çözünmeyen madde miktarı % 0,002 – 0,093 aralığında bulunmuş olup, ortalama ise % 0,027 olarak bulunmuş, Çetin ve ark. [21] yaptığı çalışma ile eşdeğer bulunmuştur.

Araştırmamızda çiçek ballarında suda çözülmeyen madde miktarının ortalama % 0,027 ile AB standartlarına ve Türk Gıda Kodeksi bal tebliğine yakın olduğu belirlenmiştir.

Piyasada, farklı çeşitteki balların karıştırılmasından kaynaklanan orijinal adının özelliklerini taşımayan, şeker şuruplarına aroma ve boya ilave edilen ve doğal ballara çeşitli şeker şurupları, su, nişasta gibi maddeler katılmak suretiyle elde edilen ve bal olarak tanımlanan ürünler bulunmaktadır. Bu katkı maddelerinin başında mısır şurubu yoğun olarak tespit edilmektedir. Balda uygulanan en popüler yöntem olmak ile birlikte aslında sadece C4 (mısır şurubu vs.) döngüsüne ait şekerlerin tespiti IR-MS adı verilen özel cihazlarda yapılabilmektedir. Bu analiz önemli düzeyde bilgi birikimi ve tecrübe gerektirmektedir.

Çınar B. [37] çam ballarında yapmış olduğu çalışmada 2005 yılında ortalama % 1,6, 2007 yılında ortalama % 2,7 ve 2008 yılında ise ortalama % 2,7 tespit etmiştir.

Çalışmamızda C4 şeker kriteri 0,33 – 6,48 aralığında olup ortalama 2,61 olarak tespit edilmiştir. Bal Tebliği [6] ve TS 3036'ya [3] göre elde edilen C4 şeker düzeyinin AB standartlarına ve Türk Gıda Kodeksi bal tebliğine uygun olduğu belirlenmiştir.

### **Teşekkür**

Bu çalışma Bingöl Üniversitesi Merkezi Laboratuvar Uygulama ve Araştırma Merkezinde yapılmıştır.

### **Kaynaklar**

- [1] Kaftanoğlu, O., 1987. Arıcılığın temel prensipleri. T.K.V. Teknik Arıcılık, Sayı:10, sf.7- 11 Kazan/Ankara
- [2] Kutlu, M.A., 1998. Arıcılık Yerinin Seçimi ve Düzenlenmesi. Teknik Arıcılık. 60: 24-25,8
- [3] Anonim 2002. Bal Standardı. Türk Standartları Enstitüsü TS 3036/Mart 2002, Ankara, s.23
- [4] Gül, A., N. Şahinler 2004. Balın Yapısına ve Kalitesine Etki Eden Faktörler. IV. Ulusal Zootekni Bilim Kongresi. Isparta 1-3 Eylül 2004. Isparta
- [5] Şahinler, N., Gül, A., Akyol, E., Yeninar, H., 2007. Ülkemizde Üretilen Yayla, Ayçiçeği, Pamuk, Narenciye ve Çam Ballarının Yapısı. III. Marmara Arıcılık Kongresi. 20-21 Ekim 2007. Bursa
- [6] Anonim 2005 Bal Tebliği, Türk Gıda Kodeksi Yönetmeliği, [www.gkgm.gov.tr/mevzuat/kodeks/2005-49.html](http://www.gkgm.gov.tr/mevzuat/kodeks/2005-49.html); Erişim Tarihi: 4 Eylül 2011
- [7] Karkacier, M., Gürel, F. ve Özdemir, F. 2000. Farklı balların HPLC yöntemi ile belirlenen şeker içerikleri kullanılarak tanımlanması. Gıda, 25(1), 69-73.
- [8] Cotte, J.F., Casabianca, H., Chardon, S., Lheritier, J. and Grenier-Loustalot, M.F. 2003. Application of carbohydrate analysis to verify honey authenticity. Journal of Chromatography A, 1021, 145-155.
- [9] Sunay, E. A., Altıparmak, Ö., Doğaroğlu, M. ve Gökçen, J. 2003. Türkiye'de ve dünyada bal üretimi, ticareti ve karşılaşılan sorunlar. II. Marmara Arıcılık Kongresi, Yalova.
- [10] TÜİK, 2013. Hayvansal üretim verileri, [tuik@gov.tr](mailto:tuik@gov.tr), erişim tarihi: 19.03.2015
- [11] Anonim, 2013. Gaziantep tarım il müdürlüğü verileri [www.gazianteptarim.gov.tr](http://www.gazianteptarim.gov.tr), erişim tarihi: 19.03.2015
- [12] Anonim, 2010. Gaziantep çevre durumu raporu <https://www.csb.gov.tr/db/gaziantep>, erişim tarihi: 19.03.2015
- [13] Türk Standartları Enstitüsü TS 13365 , TS 13360, TS 13364 ,TS 13356, TS 2419 , TS 3036, TS 13262/Mart 2002, Ankara, 23 s.
- [14] Mesallam, A.S. and El Shaarawy, M. I. 1987. Quality attributes of honey in Saudi Arabia. Food Chemistry, (25) 1–11.
- [15] Singh, N. and Bath, P. K. 1997. Quality evaluation of different types of Indian honey. Food Chemistry, 58, No. 1-2, 129-133.
- [16] Tosi, E., Ciappini, M., Re, E. and Lucero, H. 2002. Honey thermal treatment effects on hydroxymethylfurfural content. Food Chemistry, (77), 71-74.
- [17] Rodriguez, G.O., Sulbaran, B., Ferrer, A. and Rodriguez, B. 2004. Characterization of honey produced in Venezuela. Food Chemistry, 84, 499-502.
- [18] Lazaridou, A., Biliaderis, C.G., Bacandritros, N. and Sabatini, A.G. 2004. Composition thermal and rheological behavior of selected Greek honeys. Journal of Food Engineering, 64, 9-21.
- [19] Costa, I., Albuquerque, M. Trugo, I., Quinteiro, I., Barth, O., Ribeiro, M. and Demaria, C. 1999. Determination of non-volatile compounds of different botanical origin Brazilian honeys. Food Chemistry, 65,347-352.
- [20] Akyüz, N., İ. Bakırcı, A. Ayar, Y. Tunçtürk, 1995. Van Piyasasında Satışa Sunulan Balların Bazı Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri ve Bunların İlgili Standarda Uygunluğu Üzerinde Bir Araştırma. Gıda, 20 (5): 321-326.
- [21] Çetin, K., Alkın, E., Uçurum M. H. Ö 2011 Piyasada satılan çiçek ballarının kalite kriterlerinin belirlenmesi Gıda ve Yem Bilimi - Teknolojisi Dergisi / Journal of Food and Feed Science - Technology 11:49-56 (2011)
- [22] Kurt, A., R. Yamankaradeniz, 1982. Erzurum İli Merkezinde Tüketilen Süzme Ballar Üzerinde Bir Araştırma. Gıda, 7(3):115-120.
- [23] Aydın B. D, Sezer Ç, Oral NB. Kars'ta satışa sunulan süzme balların kalite niteliklerinin araştırılması. Kafkas Üniv Vet Fak Derg 2008; 14(1): 89-94.
- [24] White JW. The role of HMF and diastase assays in honey quality evaluation. Bee World 1994; 75(3): 104-117.
- [25] Akcadağ F. Ballarda HMF (Hidroksimetil Furfural), Glikoz, früktoz ve sakarozuz tayini yeterlilik testi raporu 2014 Gebze/Kocaeli.
- [26] Khalil MI, Sulaiman SA, Gan SH. High 5-hydroxymethylfurfural concentrations are found in Malaysian honey samples stored for more than one year. Food Chem Toxicol 2010; 48: 2388–2392.
- [27] Alvarez-Suarez JM, Tulipani S, Diaz D, Estevez Y, Romandini S, Giampieri F, Damiani E, Astolfi P, Bompadre S, Battino M. Antioxidant and antimicrobial capacity of several monofloral Cuban honeys and their correlation with color, polyphenol content and other chemical compounds. Food Chem Toxicol 2010; 48: 2490–2499.
- [28] Fallico B, Zappala M, Arena E, Verzera A. Effects of conditioning on HMF content in unifloral honeys. Food Chem 2004; 85: 305– 313.



- [29] Codex Alimentarius Commission Standards 2001. Draft revised standart for honey (at step 10 of the Codex procedure). Alinorm 01/25
- [30] Council Directive of the European Union: Council Directive 2001/110/EC of 20 december 2001 relating to honey. Off J Eur Commun 2002, 47- 52; Erişim Tarihi: 11 Eylül 2011.
- [31] Şahinler N, Gul A, Akyol E, Oksuz A. Heavy metals, trace elements and biochemical composition of different honey produce in Turkey. Asian J Chem 2009; 21(3): 1887- 1896.
- [32] Ötleş, S. 1995. Bal ve Bal Teknolojisi (Kimyası ve Analizleri) Alaşehir Meslek Yüksekokulu Yayınları, Yayın No:2.
- [33] Cavia MM, Fernandez-Muino MA, Alonso- Torre SR, Huidobro JF, Sancho MT. Evolution of acidity of honeys from continental climates: Influence of induced granulation. Food Chem 2007; 100: 1728–1733
- [34] Yılmaz, H. ve Küfrevioğlu, İ. 2001. Composition of honeys collected from eastern ant south-eastern anatolia and effect of storage on hydroxymethylfurfural content and diastase activity. Turkish Journal of Agriculture and Forestry, 25, 347-349.
- [35] Batu, A., Küçük, E., Çimen, M., Doğu Anadolu ve Doğu Karadeniz Bölgeleri Çiçek Ballarının Fizikokimyasal ve Biyokimyasal Değerlerinin Belirlenmesi Teknolojik Araştırmalar: GTED 2012 (8) 52-62
- [36] Veliöğlu, S. ve Köse, G. 1983. Ülkemizde üretilen ayçiçeği ballarının standarda (TS 3036) uygunluğu üzerinde bir araştırma. Beslenme ve Diyet Dergisi/J. Nutr. and Diet., 17: 285 293.
- [37] Çınar B.S.2010 Türk çam balının analitik özellikleri Doktora Tezi



## Türk Doğa ve Fen Dergisi Turkish Journal of Nature and Science

<http://www.bingol.edu.tr/dergiler/turk-doga-ve-fen-dergisi.aspx>



# Bingöl'de Bitkisel Üretimin Durumu, Sorunları ve Çözüm Önerileri

Nusret ÖZBAY\*<sup>1</sup>, Muharrem ERGUN<sup>1</sup>, Abdullah OSMANOĞLU<sup>1</sup>, Atilla ÇAKIR<sup>1</sup>

### Özet

Bu çalışmada Bingöl ilinin bitkisel üretim açısından mevcut durumu, sorunları ve çözüm önerileri incelenmiştir. Bingöl ili, Doğu Anadolu Bölgesi'nin Yukarı Fırat bölümünde yer almaktadır. Doğuda Muş, kuzeyde Erzincan ve Erzurum, batıda Tunceli ve Elazığ, güneyde ise Diyarbakır illeri ile komşudur. Bingöl İli coğrafi konumu itibarıyla Orta Anadolu'yu İran'a bağlayan güzergâh ile GAP bölgesini, Karadeniz Bölgesi'ne bağlayan güzergâhın kesiştiği noktada yer almaktadır. Bu yönüyle bir kavşak noktasındadır. Bingöl ilinin başlıca gelir kaynağı tarım ve hayvancılık faaliyetleridir. İlin toplam arazi varlığı 825300 hektardır. Toplam arazi varlığı içerisinde 59140 hektarlık alan tarım arazisi vasfında olmakla birlikte bunun 34527 hektarı kullanılabilir tarım arazisidir. Bitkisel üretim yapılan bu arazilerin %67'sinde tarla tarımı, %14,5'inde bahçe tarımı yapılmakta olup, geriye kalan %18,5'lik kısmı ise nadasa bırakılmaktadır. Bingöl ilinde sebzelerden en çok karpuz; meyvelerden ise en çok ceviz yetiştiriciliği yapılmaktadır. Diğer taraftan tahıllardan en çok buğday; baklagillerden fasulye; endüstri bitkilerinden patates; yem bitkilerinden ise yonca yetiştirilmektedir. Bingöl aynı zamanda tıbbi ve aromatik bitkiler açısından önemli bir potansiyele sahiptir.

**Anahtar Kelimeler:** Bingöl, bitkisel üretim, tarımsal sorunlar, çözümler

## Current Situation, Issues and Solutions on Agricultural Crop Production of Bingöl

### Abstract

In this study, the current situation, problems and solutions in terms of crop production in the province of Bingöl, were investigated. Bingöl province is located in the Upper Euphrates of the Eastern Anatolia Region. Its neighboring provinces are Tunceli and Elazığ in the west, Erzurum and Erzincan in the north, Muş in the east, and Diyarbakır in the south. Bingöl Province as the geographical location is situated at the point where the intersection of route connecting the Central Anatolia to Iran and route that connects the GAP region to Black Sea region. Main sources of income of Bingöl are agriculture and livestock activities. The total land of the province is 825 300 hectares. Although 59140 hectares in the total land holdings are considered as agricultural land, 34 527 hectares of it can be currently used in agricultural activities. Field crop production is practiced in 67% of the land used for crop production and horticultural production in 14.5% of it, while the remainder 18.5% is left to fallow. Watermelon is the most widely grown vegetable crop and walnut is the most widely grown fruit in Bingöl. Wheat from grains, bean from legumes, potatoes from industrial plants, and alfalfa from forage crops are grown the most in the province. Bingöl also have a significant potential for medicinal and aromatic plants.

**Keywords:** Bingöl, crop production, agricultural problems, solutions

### 1. Giriş

Doğu Anadolu Bölgesi'nin Yukarı Fırat bölümünde yer alan Bingöl ili 41°20'-39°56' doğu boylamları ile 39°31'-38°28' kuzey enlemleri arasında yer almaktadır. Bingöl ili doğuda Muş, kuzeyde Erzincan ve Erzurum, batıda Tunceli ve Elazığ, güneyde ise Diyarbakır ile komşudur. İlin Merkez ilç dâhil Adaklı, Genç, Karlıova, Kiğı, Solhan, Yayladere ve Yedisu olmak üzere 8 İlçesi bulunmaktadır. İl Merkezinin deniz seviyesinden yüksekliği 1151 metre olup,

arazi yapısı dağlık ve engebeldir [1]. İlin yüzölçümü, toplam 8253 km<sup>2</sup> olup, bu alanın %7,17'si tarım arazisi, %50,21'i mera alanı, %2,19'u çayır alanı, %31,97'si orman alanı %6,04'ü ağaçlandırma sahası ve %2,42'si ise diğer yerlerdir [2]. Bingöl ilinde karasal iklim hüküm sürmekte olup, uzun yıllara ait (1960-2013) iklim verilerine göre aylık sıcaklık ortalaması 12,01 °C, yıllık toplam yağış miktarı 942,30 mm ve aylık ortalama nispi nem oranı %57,15'tir [3].

Bu çalışma Bingöl ilinin bitkisel üretim açısından mevcut durumunu, sorunlarını ortaya koymak ve sorunların çözümü için alınabilecek tedbir ve önerileri sunmak amacıyla yapılmıştır.

<sup>1</sup>Bingöl Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, 12000, Bingöl, TÜRKİYE

\*Sorumlu yazar eposta: [oznusret@yahoo.com](mailto:oznusret@yahoo.com)

## 2. Toprak Yapısı ve Arazi Varlığı

Bingöl İlinde genel olarak iki tip toprak görülmektedir. Meyilli - dalgalı ovalarda hâkim olarak kahverengi ve kırmızı kahverengi topraklar görülür. Vadilerde alüvyal topraklar görülmekle beraber, bu topraklar organik maddece değişiklikler göstermektedir. İl genel olarak verimli topraklara sahiptir Bingöl ili ve çevresinde mutlak toprak derinliği genellikle 30-60 cm civarındadır [4]. Bingöl ili sahip olduğu 825300 hektarlık toplam arazi varlığının 59140 hektarlık kısmında tarım yapılabilmektedir (Çizelge 1).

Bingöl ilinin başlıca gelir kaynağı tarım ve hayvancılık faaliyetleridir. Çizelge 1’de görüldüğü gibi ilin toplam tarım arazisi varlığı 59140 hektar olup bunun 34527 hektarı kullanılabilir tarım arazisidir. Mevcut durumda 28646 ha tarım alanı sulanabilmektedir [1]. Mera alanı ise toplam arazi varlığının yüzde ellisini oluşturmaktadır. Bu da ilin hayvancılık bakımından oldukça önemli olduğunu ortaya koymaktadır. Diğer taraftan il genelinde toprakların büyük bir kısmında sentetik ilaç ve gübre fazla kullanılmamaktadır. Bu nedenle il organik tarım konusunda önem arz etmektedir.

**Çizelge 1.** Bingöl ilinin arazi varlığı ve kullanım amacına göre dağılımı

Arazi Türü	Alan (ha)	% Oran
Toplam Arazi Varlığı	825300	100
Tarım Arazisi	59140	7,17
Sulu	28646	3,47
Susuz	30494	3,70
Mera Alanı	414407	50,21
Çayır Alanı	18064	2,19
Orman Alanı	263829	31,97
Ağaçlandırma Sahası	49865	6,03
Diğer Yerler	20000	2,42

## 3. Bitkisel Üretim

Bingöl iline ait bitkisel üretim alanları ve üretim miktarları ile ilgili veriler Çizelge 2’de verilmiştir. Bingöl ilinde kullanılabilir tarım arazisi varlığının % 67’sinde tarla bitkileri üretimi, % 4,55’inde sebze üretimi ve % 9,9’unda meyve üretimi yapılmakta olduğu görülmektedir. Çizelge 2’de görüldüğü gibi 2013 yılı itibarı ile 6382 ha alanın bırakılması çok anlamlıdır. Zaten az olan tarım alanlarının boş bırakılması çiftçinin üretimden vazgeçmeye başladığının bir göstergesidir.

**Çizelge 3.** Önemli tarla ürünlerinin yıllara göre ekim alanı (da), üretim miktarları (ton) [2, 6].

Ürün	Alan/Üretim Miktarı	2009	2010	2011	2012	2013
Buğday	Ekilen alan (da)	158631	150587	138877	147663	135781
	Üretim miktarı (ton)	32269	30510	29440	9893	39487
Arpa	Ekilen alan (da)	16316	16791	16306	3979	12198
	Üretim miktarı (ton)	2470	2748	2865	243	3158
Çeltik	Ekilen alan (da)	185	144	--	1167	660
	Üretim miktarı (ton)	80	77	--	459	283
Nohut	Ekilen alan (da)	1750	1750	1760	1762	1617
	Üretim miktarı (ton)	236	236	227	236	258
Fasulye (kuru)	Ekilen alan (da)	5135	5137	5105	4924	660
	Üretim Miktarı (ton)	1013	1012	1058	915	283
Patates	Ekilen Alan (da)	2960	2955	2889	3204	690
	Üretim miktarı (ton)	6119	6095	5715	3946	982
Yonca (yeşil ot)	Ekilen alan (da)	41978	41328	42450	54245	61034
	Üretim miktarı (ton)	128831	200509	191295	198696	231941
Fiğ (yeşil ot)	Ekilen alan (da)	9360	9405	9425	11644	10070
	Üretim miktarı (ton)	9178	19976	18808	16774	20886
Korunga (yeşil ot)	Ekilen alan (da)	1280	1318	1290	1476	1587
	Üretim miktarı (ton)	1245	1758	2161	2020	2572
Mısır (silajlık)	Ekilen alan (da)	1350	1470	1470	1310	2682
	Üretim miktarı (ton)	4320	6579	5905	4645	9398

**Çizelge 2.** Bingöl iline ait bitkisel üretim alanları ve üretim miktarları [5].

Bitkisel Üretim Türü	Alan (ha)	2013 Üretim (ton)
Tarla bitkileri üretimi	23150	241517
Sebze üretimi	1572	19989
Meyve üretimi	3423	33422
Nadasa bırakılan alan	6382	-

### 3.1. Tarla Bitkileri

Bingöl ilinin beş yıllık tarla bitkileri yetiştiriciliğine ait ekim alanı (da), üretim miktarları (ton) ve verimleri (kg/da) Çizelge 3’te verilmiştir. Bingöl ilinin tarla bitkileri yetiştiriciliği ile ilgili ortalama değerlerine bakıldığında, tahıllardan en çok buğday yetiştiriciliği yapıldığı, buğday arpa yetiştiriciliğinin takip ettiği görülmektedir. Buğdayda dekar başına ortalama verim 206,40 kg/da olurken arpada ise veriminin 162,8 kg/da olduğu görülmektedir. Özellikle buğdaydan dekara alınan verim Türkiye ortalamasının (280 kg/da) altındadır. Bingöl ilinde ülkemizdeki diğer illerde olduğu gibi en çok buğday yetiştiriciliği yapılmakta olduğu, ancak diğer illerden farklı olarak Bingöl ilinde buğdaydan sonra en çok yonca yetiştiriciliği yapılmaktadır.

Baklagil yetiştiriciliğinde ise kuru fasulye ve nohut ön plana çıkmaktadır. Mercimek, bakla, bezelye gibi diğer baklagillerin yetiştiriciliği yapılmadığı veya bununla ilgili yeterli veri olmadığı için hesaplanmadığı tahmin edilmektedir. Endüstri bitkileri yetiştiriciliğine ise en çok %47,92 ile patates yetiştiriciliği yapılmaktadır. Geçmiş yağlık ve çerezlik olmak üzere ayçiçeği yetiştiriciliği yapılmasına karşın son yıllarda artık ekimi yapılmamaktadır. İklim koşulları elverişli olmadığı için pamuk gibi değerli diğer endüstri bitkileri yetiştiriciliği yapılamamaktadır.

Diğer taraftan Bingöl ili yem bitkileri yetiştiriciliği ile ilgili verilerine baktığımızda, en çok %78,73 ile yonca yetiştiriciliğinin yapıldığı, bunu %16,30 ile fiğ (Macar fiği), %2,70 ile silajlık mısır ve %2,27 ile korunga yetiştiriciliğinin takip ettiği görülmektedir. Bingöl ilinde hayvancılık en önemli gelir kaynağı olması nedeniyle yem bitkileri ekilişi tahıl yetiştiriciliğinden sonra en çok yetiştiricilik yapılan ürün grubunu oluşturmaktadır. Bingöl ilinde buğdaydan sonra en çok yetiştirilen tarla bitkisi bitki yoncadır.

### 3.2. Bahçe Bitkileri

#### 3.2.1. Sebzeler

Sebze yetiştiriciliği daha çok Bingöl’ün Genç ve Merkez ilçelerinde yapılmaktadır. Bingöl ilinin beş yıllık sebze yetiştiriciliğine ait ekim alanı (da) ve üretim miktarları (ton) Çizelge 4’de verilmiştir. Bingöl ilinin sebze yetiştiriciliği ile ilgili verilerine baktığımızda, en çok %39,27 ile karpuz yetiştiriciliğinin yapıldığı, bunu %20,35 ile domates, %15,24 ile taze fasulye ve %10,74 ile sivri ve dolmalık olmak üzere biber yetiştiriciliğinin izlediği görülmektedir.

2013 yılı TÜİK verilerine göre en çok yetiştirilen sebzelerden karpuzun 6200 dekarlık alanda ekiminin yapıldığı ve üretim miktarının ortalama 19866 ton; domatesin 3403 dekarlık alanda ekiminin yapıldığı ve üretiminin 7527 ton; taze fasulyenin 1886 dekarlık alanda ekiminin yapıldığı ve üretiminin 1272 ton; ve biber bitkisinin ise toplamda 1545 dekarlık alanda ekiminin yapıldığı ve üretim miktarının da 1899 ton olduğu görülmektedir.

#### 3.2.2. Meyveler

Bingöl ilinin beş yıllık meyve yetiştiriciliğine ait dikim alanı (da), üretim miktarları (ton), ağaç başına verim (kg) değerleri ile meyve veren ve meyve vermeyen olmak üzere toplam ağaç sayıları Çizelge 5’de verilmiştir.

Çizelge 5’ten meyve yetiştiriciliği ile ilgili veriler incelendiğinde, en çok %38,19 ile ceviz yetiştiriciliğinin yapıldığı, bunu toplamda %37,28 ile elma, %8,50 ile çekirdekli ve çekirdeksiz olmak üzere üzüm ve %5,15 ile armut yetiştiriciliğinin izlediği görülmektedir.

Burada ceviz üzerinde durulması gereken bir meyvedir. 2013 yılı verilerine göre 14480 da alanda 163359 adet ağaç sayısı ile ceviz yetiştiriciliğinin yapıldığı, üretim miktarının 2457 ton ve ağaç başına veriminin 44 kg olduğu görülmektedir. Ceviz Bingöl için önemli bir meyve olup, bu konuda ciddi projeler hayata geçirilmiştir. Örneğin İl genelinde yürütülen ‘5 yılda 500000 ceviz fidanı dikim’ projesi diğer kapama bahçe ceviz projeleri ve Orman ve Su İşleri Bakanlığının yürüttüğü Ceviz Eylem Planı gibi projeler bunlara güzel örneklerdir.

Yukarıda sıralanan meyvelerin dışında Bingöl’de ayva, şeftali, vişne, zerdali, dut, badem yetiştiriciliği de yapılmaktadır. Son yıllarda ilde Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığının sağladığı teşviklerle modern çilek bahçeleri kurulmuş ve halen bu konuda çalışmalar devam etmektedir.

#### 3.2.3. Örtüaltı Yetiştiriciliği

İlde ilk örtüaltı yetiştiriciliği 1997 yılında, Tarım İl Müdürlüğü önderliğinde, Kırsal Kalkınma Projesi imkânları ile Sosyal Yardımlaşma ve Dayanışma Vakfı imkânlarıyla yaptırılan 10 adet plastik serada başlamıştır. Son yıllarda yürütülen ‘Murat Nehri Havzası Rehabilitasyon Projesi’ kapsamında kırsal kesimde de plastik seralar inşa edilmiş ve hayata geçirilmiştir. Buna ilaveten yine son yıllarda Bingöl ovasında özel sektör tarafından kurulan plastik seralarda hıyar yetiştiriciliği yapılmaktadır. Bingöl ilinde halen yaklaşık olarak 30 dekar alanda örtüaltı yetiştiriciliği yapılmakta olup, hıyar, marul, taze soğan gibi sebzeler ve ayrıca çok az miktarda süs bitkileri yetiştirilmektedir. Üretim için en çok plastik seralar ve yüksek tüneller tercih edilmektedir.

**Çizelge 4.** Bingöl’de en çok yetiştirilen sebzelerin yıllara göre ekim alanı (da), üretim miktarları (ton) [2, 6].

Ürün	Alan/Üretim Miktarı	2009	2010	2011	2012	2013
Karpuz	Ekilen alan (da)	5500	5500	6050	6150	6200
	Üretim miktarı (ton)	16518	16518	19350	19695	19860
Domates (sofralık)	Ekilen alan (da)	3005	2977	2821	3029	3403
	Üretim miktarı (ton)	6699	6644	6582	6812	7529
Fasulye (taze)	Ekilen alan (da)	2605	2515	2115	2291	1886
	Üretim miktarı (ton)	1578	1527	1411	1591	1272
Biber (dolmalık ve sivri)	Ekilen alan (da)	1660	1651	1557	1628	1545
	Üretim miktarı (ton)	1931	1891	1790	1925	1899
Hıyar (sofralık)	Ekilen alan (da)	1016	946	931	940	1143
	Üretim miktarı (ton)	1960	1854	1801	1593	2124
Soğan (yeşil ve kuru)	Ekilen alan (da)	365	355	308	342	412
	Üretim miktarı (ton)	689	673	619	574	690
Patlıcan	Ekilen alan (da)	195	255	259	256	493
	Üretim miktarı (ton)	230	315	335	334	697
Marul (göbekli)	Ekilen alan (da)	290	190	192	172	75
	Üretim miktarı (ton)	528	428	413	370	165

**Çizelge 5.** Bingöl’de en çok yetiştirilen meyvelerin yıllara göre ekim alanı (da), üretim miktarları (ton) değerleri [2, 6].

Meyveler		2009	2010	2011	2012	2013
Elma	Meyvelik Alanı (da)	10557	10877	11707	12011	12124
	Üretim Miktarı (ton)	12197	13165	12455	14111	14431
Ceviz	Meyvelik Alanı (da)	10250	10503	11301	12148	14480
	Üretim Miktarı (ton)	2490	2591	1916	2435	2851
Üzüm (Sofralık)	Meyvelik Alanı (da)	2610	2610	2610	2611	2500
	Üretim Miktarı (ton)	1170	1170	1167	1167	1943
Armut	Meyvelik Alanı (da)	1570	1515	1577	1614	1639
	Üretim Miktarı (ton)	1105	1146	1164	1473	1571
Kiraz	Meyvelik Alanı (da)	766	807	872	857	860
	Üretim Miktarı (ton)	797	820	809	639	672
Erik	Meyvelik Alanı (da)	750	737	742	759	766
	Üretim Miktarı (ton)	506	520	552	583	623
Şeftali	Meyvelik Alanı (da)	215	215	215	216	220
	Üretim Miktarı (ton)	91	91	92	96	103
Kayısı	Meyvelik Alanı (da)	457	454	494	500	459
	Üretim Miktarı (ton)	404	488	449	423	385

Örtüaltı yetiştiriciliğinde ya hiç ısıtma yapılmamakta ya da bitkileri sadece don zararından korumak amacıyla ısıtma yapılmaktadır. Böyle bir ısıtma uygulaması dahi bir taraftan üreticiye büyük mali külfet getirirken, diğer taraftan elde edilen verim düşmekte ve kalite olumsuz yönde etkilenmektedir. Bu durum kış aylarında tünellerin ya da seraların karlı bir şekilde kullanılmasını kısıtlamaktadır. Seralarda ısıtma yapmak için en çok odun ya da kömür sobaları kullanılmaktadır. Bir taraftan, doğal zenginliklerimiz kaybolurken, diğer taraftan böyle bir ısıtma ile bitkilerin optimum sıcaklık istekleri sağlanamadığından bitki gelişmesi de zayıf kalmaktadır. Bu durum hem verim ve kaliteyi düşürmekte hem de hasadın gecikmesine yol açmaktadır.

Aslında Bingöl jeotermal seracılık konusunda şanslı sayılabilir. Hali hazırda iki yerde jeotermal su çıkarılmış ve kaplıca olarak yararlanılmaktadır. Diğer taraftan jeotermal kaynaklarla ilgili arama ve sondaj çalışmaları ilin değişik yerlerinde halen devam etmektedir. Bingöl’de jeotermal enerji gibi yenilenebilir alternatif enerjilerin seraların ısıtılmasında kullanılması durumunda karlı bir örtü altı yetiştiriciliği yapmak mümkündür. Jeotermal enerji kaynaklarının bu şekilde değerlendirilmesi hem bölge halkının bütün yıl boyunca taze sebze bulmasını hem de bölgede yeni istihdam alanlarının açılmasını sağlayabilir.

### 3.2.4. Tıbbi ve Aromatik Bitkiler

Bingöl aynı zamanda tıbbi ve aromatik bitkiler açısından önemli bir potansiyele sahiptir. Bingöl yöresinde doğal olarak yetişen 13 familyaya ait 29 bitki taksonunun bölge halkı tarafından sebze olarak tüketildiği tespit edilmiştir. Bu bitkileri daha çok yerel olarak pazarlanmakta ve tüketilmektedir. Bununla birlikte tıbbi ve aromatik bitkilerin ekim alanları ve üretim miktarı ile ilgili olarak resmi ve sağlıklı bir istatistik veriye ulaşılamamıştır.

## 4. Sorunlar ve Çözüm Önerileri

1. Bingöl’de, bitkisel üretimde teknoloji kullanımı yeterli değildir. Üreticiler ile İl Gıda Tarım ve Hayvancılık Müdürlüğü, Tarımsal Araştırma Enstitüleri ve Üniversiteler arasında iletişimin güçlendirilmesi ve çiftçi eğitimine önem verilmesi gerekmektedir.
2. Bitkisel üretim küçük alanlarda yapılmaktadır. Arazi toplulaştırması ile bölgesel ürün yetiştirilmesini destekleyerek bu sorun azaltılabilir.
3. İlde bitkisel üretim yapan çiftçilerin ürünlerini pazara hazırlama, paketleme, ambalajlama, marka oluşturma, ülke içi ve ülke dışı geniş pazarlara açılma konularında bilgi ve tecrübeleri bulunmamaktadır. Bu konuda tarımsal ürünleri işleme fabrikası kurulması, soğuk hava deposu sayılarının artırılması, gerek serbest gerekse resmi tarım danışmanlık hizmetlerinden faydalanılması, Sözleşmeli tarım uygulamasına geçilerek ürünün aracısız işleyici firmalara satılması yönteminin uygulanması gibi tedbirler alınabilir.
4. Üretim ve verimin artırılması için işletmeler sermayeye ihtiyaç duymaktadır. Bingöl’de üreticilerin büyük bir kısmının problemi olan sermaye yetersizliği bitkisel üretimi olumsuz etkilemekte, üretimde girdilerin yetersiz kullanımına neden olmaktadır. Bu konuda bölgede bulunan Fırat Kalkınma Ajansı, Bingöl Üniversitesi ve İl Gıda Tarım Müdürlüğü ve diğer kurumlarla koordinasyonun sağlanarak sermaye artırımına yardımcı olabilecek teşvik ve desteklerin artırılmasını sağlanabilir.

5. Bingöl’de yaz aylarında sıcaklık oldukça yükselmekte ve yağış miktarı da çok düşmektedir (30-35 mm). Yanlış sulama yapılması, verilen suyun büyük kısmının buharlaşma nedeni ile kaybolması söz konusudur. Bu sorunu çözmek için modern sulama sistemlerinin uygulanması, yağmurlama ve damlama sulama (özellikle sebzelerde ve meyvelerde) sistemlerine geçilmesi, organik ve inorganik malçlama uygulamaların yapılması gereklidir.
6. Geçmiş yıllarda tesis edilen meyve bahçelerinde özellikle cevizde çeşit karışıklığı, söz konusu olup, sertifikalı çeşitlerin de verimlerinin düşük olması bir başka sorun olarak karşımıza çıkmaktadır. Titiz çalışan fidan üretim istasyonları ile çalışılmalı ve daha verimli sertifikalı çeşitler seçilmelidir. Bu konuda Bingöl Üniversitesi ve İl Gıda Tarım ve Hayvancılık Müdürlüğü işbirliği ile daha fazla çeşit adaptasyon çalışmaları yürütülmelidir.
7. Bitkisel üretimde verim birçok üründe Türkiye ortalamasının altındadır. Bu problem ilde tarımsal işletmelerde geleneksel yöntemlerin kullanılması, tarım işletmelerinin küçük ve parçalı yapıda olması, üreticinin/yetiştiricinin eğitim ve bilgi düzeyinin düşüklüğü, bölgeye uygun çeşitlerin kullanılmaması gibi nedenlerden kaynaklanmaktadır. Bu konuda da teknik bilgi ve teknoloji konusunda çiftçi eğitimine önem verilmeli, yine çeşit adaptasyon çalışmalarına ağırlık verilmelidir.
8. Seracılık faaliyetinde bulunan çiftçilerin en önemli sorunları sarf malzeme temini ve teknik bilgi eksikliğidir. Bingöl’ün seracılığın yapıldığı bölgelere uzak olması ve ayrıca il merkezinde seracılıkla ilgili sarf malzemeleri direkt olarak satan hiçbir işletmenin olmaması sarf malzeme teminini zorlaştırmaktadır. Bununla ilgili İl Gıda, Tarım ve Hayvancılık Müdürlüğü gerekli organizasyonu sağlayabilir. Diğer taraftan örtüaltı ile uğraşan üreticilerin teknik bilgi eksikliği Bingöl Üniversitesi ve İl Gıda, Tarım ve Hayvancılık Müdürlüğü işbirliği ile düzenlenecek eğitim kursları ile giderilebilir.
9. Bingöl ilinde iklimsel ve coğrafi özellikleri nedeniyle bitkisel üretim, tüketimi karşılayamamaktadır. Bu yüzden diğer illerden özellikle Mersin, Adana, Hatay, Elazığ, Batman, Diyarbakır’dan büyük oranda meyve ve sebze alımı yapılmaktadır. Bingöl kent merkezine gelen meyve ve sebzeler ilk olarak Düzağaç mevkiinde bulunan Sebze Hali’ne gelip buradan dağıtımı gerçekleşmektedir. Hale gelen ürünler için uygun bir soğuk hava deposu olmamasından dolayı, ürünlerde kayıplar çok fazla olmaktadır. Bu yüzden kışın ürün girişi % 50 kadar düşebilmektedir. Gerek halde gerekse perakende satış yapan ticari birimlerde ürünlerin hasat sonu istekleri kalifiye elaman yetersizliğinden dolayı göz ardı edilmektedir. Bütün bu olumsuzluklar tüketiciyi kalitesiz ürünlere maruz bırakırken daha fazla fiyat ödemesine neden olmaktadır. Bu olumsuzlukların önüne geçebilmek için modern soğuk hava depolarının inşasına ve ilgili kişilerin eğitimine ağırlık verilmelidir.
10. Ülkesel Koleksiyon bağında hiç bir örneği olmayan Bingöl ili bağcılığının geniş kapsamlı olarak incelenmesi, yöredeki üzüm çeşitlerinin belirlenerek koruma altına alınması il ve ülke bağcılığı açısından çok büyük önem arz etmektedir. Mevcut bağların büyük çoğunluğu yaşlı ve verimsiz olup; genellikle aşısız, kendi kökleri üzerinde yetiştirilmektedir. Yerel



bağlardaki omcalar yaygın olarak alçak goble şeklinde taçlandırılmış ve çoğu bağlar kendi haline bırakılmıştır. Bu tür bağlar tek çeşit ile kurulmamış, farklı çeşitlerle tesis edilmiştir. Bağlarda toprak işleme ve budama gibi kültürel işlemlere yeteri kadar önem verilmemekte ve makineyle değil, insan gücüyle yapılmaktadır. Hiçbir kimyasal kullanılmaması organik bağcılığın yapılabilirliğini arttırmakta fakat bağların hastalık ve zararlı bakımından çok zarar görmesine neden olmaktadır. Budama, ya hiç yapılmamakta ya da bilinçsizce yapılmaktadır. Verim düşüklüğü ve karşılaşılan sorunlar nedeniyle yöre bağcılarının bağcılığı bırakmaya eğilimli hale gelmesinden ve asmaları korumamalarından dolayı gen kaynağı olarak değerlendirilebilecek birçok çeşit kaybolma tehlikesi ile karşı karşıyadır. Söz konusu sorunlara ek olarak, yeni yatırımların yapılmasıyla birlikte şehrin merkez dışına doğru gelişmeye başlaması bağ alanlarının yerleşim yeri olarak kullanılması, bölgede yıllardan beri yaşanan terör olayları, gelir düşüklüğü, şarap fabrikalarının artık üzümlemlerini ildeki üreticilerden satın almamaya başlamış olması, yani pazar sıkıntısıyla birlikte üreticinin ürünlerini ekonomik olarak değerlendirememesi, üreticilerin bağcılık tekniği konusundaki bilgilerinin yetersiz olması, bölgede bağcılık çalışmalarının yetersizliği, yöreye uygun standart çeşitlerin tespit edilmemiş olması, ildeki önemli sorunlardır. Yukarıda sayılan sorunlar ve verim düşüklüğü nedeniyle yöre bağcıları bağcılığı bırakma eğilimindedir. Bölgede öncelikle üretim miktar ve kalitesinin yükselmesi amacı ile modern bağcılığa geçilmesi ve modern bağcılık tekniklerinin uygulanması ile üreticilerin bilgilendirilmesi gerekmektedir. Yüksek sistem bağ alanlarını kurmak ve artırmak, kültürel işlemlerin tam ve düzgün olarak yapılmasını sağlayacak bilgi, ekip ve alet yönünden gerekli desteğin verilmesini sağlayarak Bingöl ili bağcılığının geliştirilmesi sağlanabilir. Yöreye uygun sofralık, şaraplık-şıralık üzüm çeşitlerinin tespit edilip modern bağ teknikleri ile bu çeşitleri kullanarak bağ tesis edilmesi gerekmektedir. Üreticinin modern bağcılığa geçişte aşılı dikiminden, terbiye ve destek sistemlerinin tesisi, budama şeklinin doğru olarak yapılması ve uygulanması, bağların gübrelenmesi, gerekirse sulanması, hastalık ve zararlılarla mücadelesi konularında bilgilendirilmesi ve bu sürecin sürdürülebilir kılınması Bingöl bağcılığının geliştirilmesi açısından çok büyük önem arz etmektedir [7].

#### Kaynaklar

- [1] Anonim. Bingöl 2013-2017 Tarım Stratejik Planı. Bingöl Valiliği, Bingöl İl Gıda, Tarım ve Hayvancılık Müdürlüğü, 2013.
- [2] Çaçan, E., Kökten, K. Bingöl İlinin Bitkisel Üretim Açısından Mevcut Durumu. International Mesopotamia Agriculture Congress, 22.09.2014. Diyarbakır, 2014.
- [3] Anonim. Bingöl İli Meteorolojik Verileri, Bingöl Meteoroloji İl Müdürlüğü. 2014a.
- [4] Anonim. Bingöl İl Çevre Durum Raporu. T.C. Bingöl Valiliği Çevre ve Şehircilik İl Müdürlüğü, 2011.
- [5] Anonim. Bingöl İli Tarımsal Yatırım Rehberi. T.C. Gıda Tarım Ve Hayvancılık Bakanlığı Strateji Geliştirme Başkanlığı Tarımsal Yatırımcı Danışma Ofisi. Eylül 2014, 2014b.

- [6] TÜİK.Türkiye İstatistik Kurumu, www.tuik.gov.tr, 2013. (erişim tarihi (15.02.2015).
- [7] Cakır, A., Sanyürek, N.K., Söylemezoğlu, G., Gökbayrak, Z., Akkurt, M. Bingöl İli Bağcılığı. Türkiye 8. Bağcılık ve Teknolojileri Sempozyumu, (Abst) 25-28 Eylül, Konya, 2013.



## Türk Doğa ve Fen Dergisi Turkish Journal of Nature and Science

<http://www.bingol.edu.tr/dergiler/turk-doga-ve-fen-dergisi.aspx>



# Collapse Mechanisms Determination For Space Trusses Under Uniform Loading And Different Support Conditions

Mehrzaad Mohabbi Yadollahi<sup>1</sup>, Ahmet BENLİ\*<sup>1</sup>

### Abstract

Double-layer space trusses are frequently used all over the world for covering large-span industrial buildings, exhibition centers, stadiums, auditoriums and hangars. The number of members in the space structures is usually high as is the diversity in the kind of initial imperfection. The structure must be analyzed with non-linear methods, making these approaches time consuming, and potentially uneconomical. In addition because vulnerability of double-layer grid space structures to progressive collapse phenomenon, it is necessary to pay special attention to this phenomenon in the design process. Double layer grid trusses, because of their large degree of static indeterminacy, are often assumed to have sufficient redundancy such that the loss of one member would cause force redistributions that can be accommodated by the remaining structure but progressive collapse phenomenon can limit the load bearing capacity. In this study, we have studied final load bearing capacity and collapse mechanism by nonlinear static approach. For the sake of nonlinear analysis SAP2000-V16 program has been used for our double-layer space trusses model.

**Keywords:** Collapse mechanism, double-layer space trusses

## Farklı Mesnet Şartlarında Ve Üiform Yükleme Altındaki Uzay Kafeslerin Çökme Mekanizmasının Tayini

### Özet

Çift katmanlı uzay kafesler tüm dünyada çoğunlukla büyük açıklıklı sanayi binaları, sergi merkezleri, stadyumlar, amfileri ve hangarlarda kullanılmaktadır. Uzay yapı elemanlarında, yapının gerçek davranışını tahmin etmeyi zorlaştıran veya imkânsız yapan birçok çeşit malzeme ve geometrik kusurlar olduğunu biliyoruz. Uzay kafeslerde başlangıç geometrik kusurlu elemanlar genel bir olgudur; buna ek olarak, eşdeğer başlangıç geometrik kusurlar artık gerilmeler veya eksantrik yükleme etkisinin modellenmesi için uygulanabilir. Uzay yapılarıdaki eleman sayısı genellikle başlangıç kusurların tipi kadar yüksek çeşitliliktedir. Yapı, zaman tüketen ve potansiyel olarak ekonomik olmayan lineer olmayan metotlarla analiz edilmelidir. Buna ilaveten, çift-katmanlı ızgara uzay yapıların kademeli çökme tehlikesi, tasarım aşamasında bu olguya dikkat etmeyi gerektiriyor. Çift katmanlı ızgara kafeslerin yüksek derecedeki statik kararsızlığından dolayı, çoğunlukla yeterli sayıda fazla elemanın olduğu kabul edilir, öyle ki bir elemanın kaybı yükün tekrar dağılımını yapının kalan kısmı tarafından karşılanabilir fakat kademeli çökme, yük taşıma kapasitesini sınırlayabilir. Bu çalışmada, lineer olmayan statik yaklaşım kullanılarak nihai çökme mekanizması ve yük taşıma kapasitesi incelenmiştir. Çift katmanlı uzay kafeslerin modellenmesi için SAP2000-V16 programı kullanılmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Çökme mekanizması, çift-katmanlı uzay kafesler

### 1. Introduction

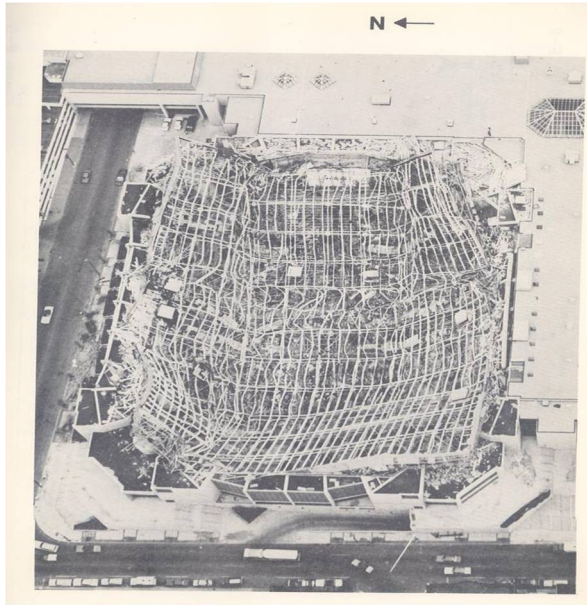
Double layer grids are typical examples of prefabricated space structures and also one of the most popular forms which are frequently used nowadays [1]. These structures have proved to be very economic in terms of the height and ease in construction [2]. Double-layer reticulated structures are generally indeterminate from statically point of view, as occasionally there are no problems in stability and structure efficiency and even with an elimination of structure elements of 15%–25%, this preconception sometimes causes

the engineers to be misled about the estimation of the structure safety factor. When one of the compressive elements yields, truss stiffness decreases. After the buckling of the compressive element, its force is shed among the other elements. Consequently, other bars are buckled and lead to progressive collapse phenomenon that imposes an impact dynamic effect on the structure [3]. Applications of double-layer space structures are numerous and include the notorious Hartford Coliseum space roof truss in Connecticut USA [4]. However, the unfortunate catastrophic failure of this particular space roof truss in 1978 resulted in extensive research on the progressive failure of space trusses obviously, the aftermath of any building collapse is

<sup>1</sup>Bingöl University, Faculty of Engineering and Architecture, Department of Civil Engineering, 1200, Bingöl, TURKEY

\*Sorumlu yazar eposta: abenli@bingol.edu.tr

disastrous and very unfortunate, however, the failure of the Coliseum roof along with other failures in more conventional structures has led structural engineers to realize the importance [5]. The Hartford Civic Center Coliseum collapsed in the early morning hours on January 18, 1978. Hosting site for various concerts and hockey games, the building was filled with nearly five thousand spectators only hours before the collapse. It is not uncommon to see heavy snow storms in Hartford, Connecticut, but the winter on 1978 caused the largest snow storm in the five year life span of the arena. Loading from the snow caused the 300 ft. by 360 ft. space frame roof to deflect so much, the center fell 83 ft. in upon itself, as seen in Figure 1.



**Figure 1.** Hartford Civic Center Coliseum after collapsing

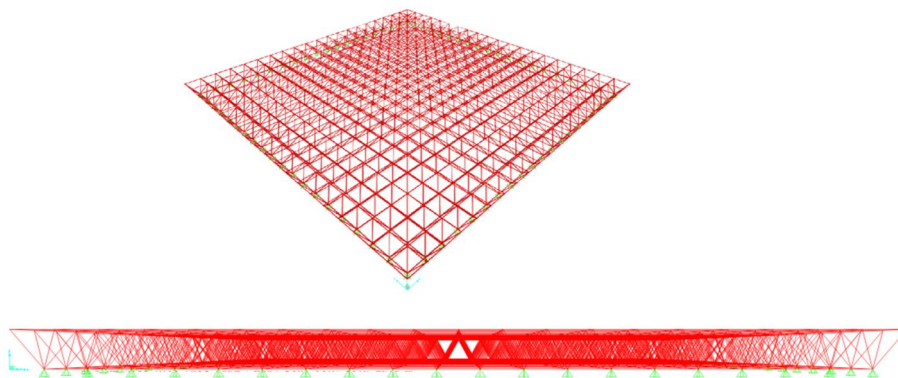
Space frame construction consists of top and bottom square grids with nodal joints on center, connected by diagonal staggered bars. This type of construction resembles pyramid trusses of steel bars linked together into a uniform roof structure. The horizontal bars of the Hartford Civic Center connected at one node, while the diagonal members connected at another separate node below the first, creating a bending moment. Nodes being separated from one another was a byproduct of the use of steel angles configured into a cross shape. A cross shape offers significantly less efficiency in compression than a tube shape because it bends and twists under relatively low stresses. Lateral bracing of the top chords was met through diagonals in the interior of the frame, but along the edges there was no means to

prevent out-of-plane bending. Therefore, for determining real behavior of structure, tensional and compressive behavior of elements after reaching critical load must be considered in analysis, and the structure analyzing process must continue until the overall collapse of the structure. Usually when a tensional element reaches yield load, its load capacity increases as a result of strain hardening [2], however, when a compressive element buckles, load capacity decreases. The stiffness of post-buckling compressive elements has an effective influence on the total behavior of the element. It means that, if compressive elements become unstable and abruptly sheds its load to the other elements, its effect will be worse than when the load gradually sheds on the other elements [6]. In most buckling methods, the load-displacement behavior of the compressive element should be determined first, and then the results can be used in the modeling of nonlinear compressive elements behavior. There will be three collapse mechanisms for the structures mentioned below: overall collapse, local collapse with dynamic snap through, and local collapse without snap-through we know Reticulated shells have the same specification similar to reticulated and shell structures and will encounter with problems of both structures [7].

## 2. Modeling

### 2.1. Flat Double-Layer Truss

The flat double-layer trusses that have been used in this study include the pin ended connections. The dimension of the structure plan is 40 \*40 m at top layer and 38\*38m at bottom layer, which is almost square on square. The distance between two layers is 1.80m. the element length in flat double-layer grid are 2m for lower and upper layer elements and 2.2891 m for diagonal members as Figure 2 The model with a depth of 2.2891 m allows every diagonal member to be the same length. The whole space trusses model were simply supported in two positions, firstly all of the supports were positioned along all external edge at the truss lower layer edges (Figure 3.a) and secondly, supports were positioned along two external edge at the truss lower layer edges (Figure 3.b). The used imperfection was geometrical imperfection with an initial deviation at the element midpoint. The maximum initial deviation of the member at mid-point from the chord line was taken to be  $\epsilon=0.005$  similar to author previous work [3]. The material is steel and its yield stress is 250 MPa and young modulus is 210000 MPa. Flat double-layer truss has been design for 400 kg/m<sup>2</sup> loading at upper layer and the structure has been designed with linear analysis according to AISC-ASD89 with SAP2000 then nonlinear static analysis has been done (Figure 3).



**Figure 2.** 3D model and elevation view of used flat double-layer truss



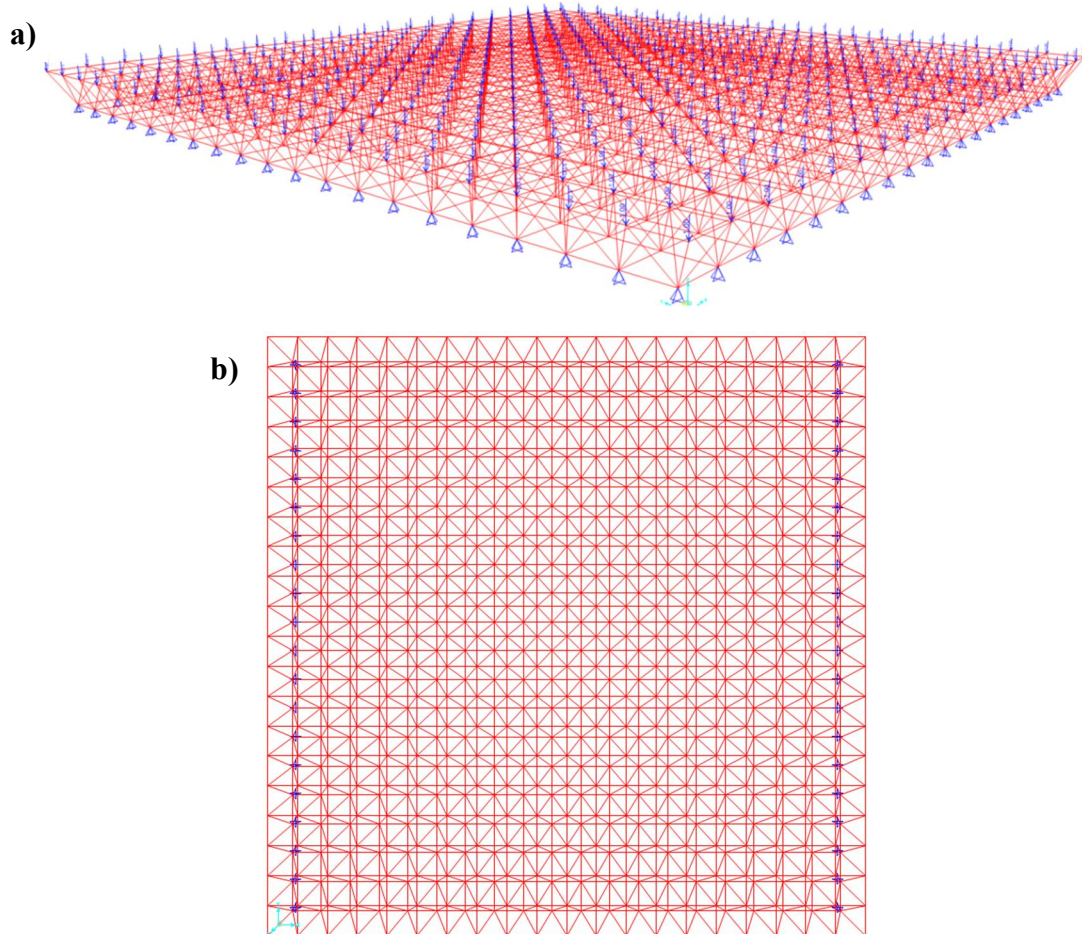


Figure 3.a. Loaded model and support position, b. top view and support position at two external edges

### 3. Result and Discussion

#### 3.1. Result of Nonlinear Analysis of Flat Double Layer Truss

##### 3.1.1. Supports Has Been Located in All of the Bottom Layer Edge

As a result of nonlinear static analysis that has been shown in Fig 4, it is obvious that the system rigidity is very high and the flat double layer truss failure type is overall collapse.

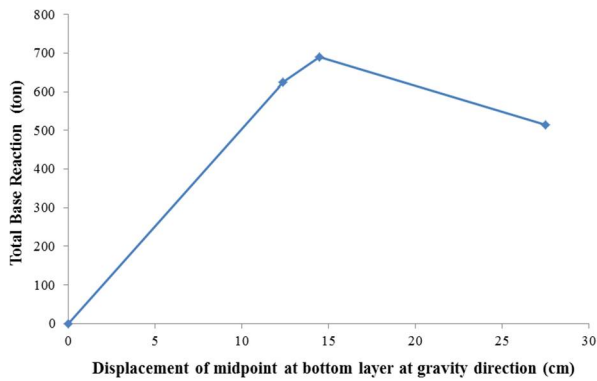


Figure 4. Load displacement behavior (all edges have been restrained)

##### 3.1.2. Propagation of Plastic Hinges Formation at the Top Layer of Double Layer Truss

As seen in figure 4.a (step1 to step 6) yielded members propagate from the center of the top layer in six step. Finally at the collapse moment a cross shape of yielded members have been seen at Figure 4.a step six.

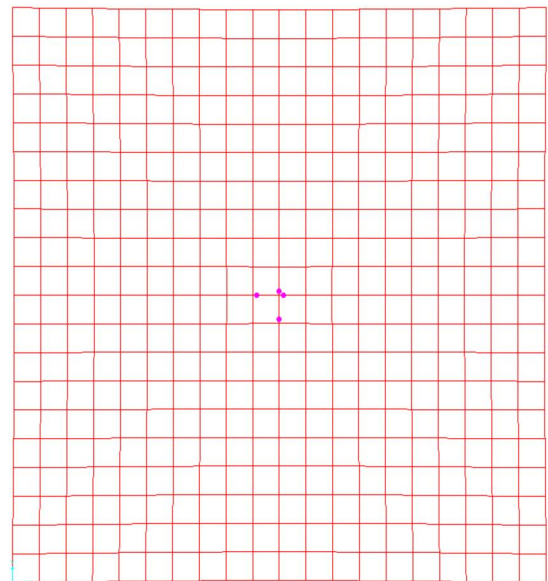


Figure 4.a. Step 1

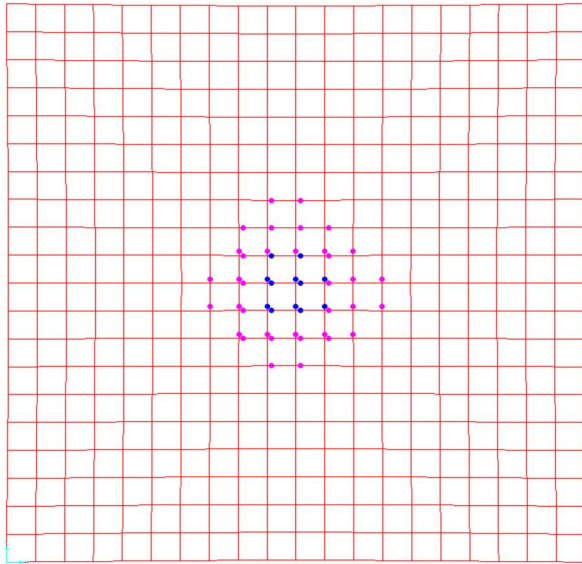


Figure 4.a. Step 2

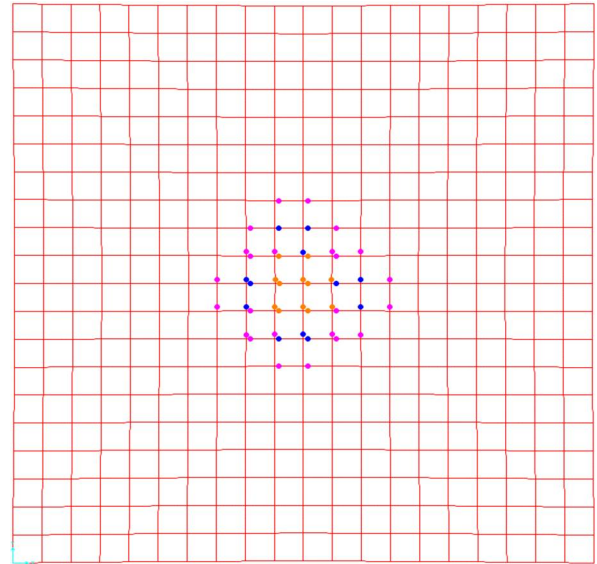


Figure 4.a .Step 5

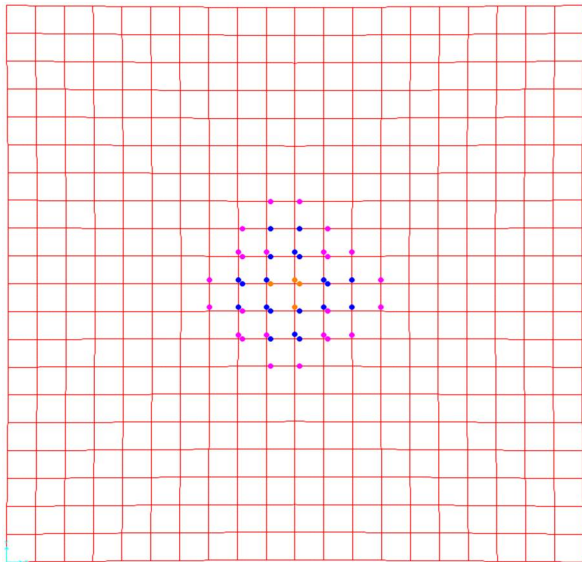


Figure 4.a. Step 3

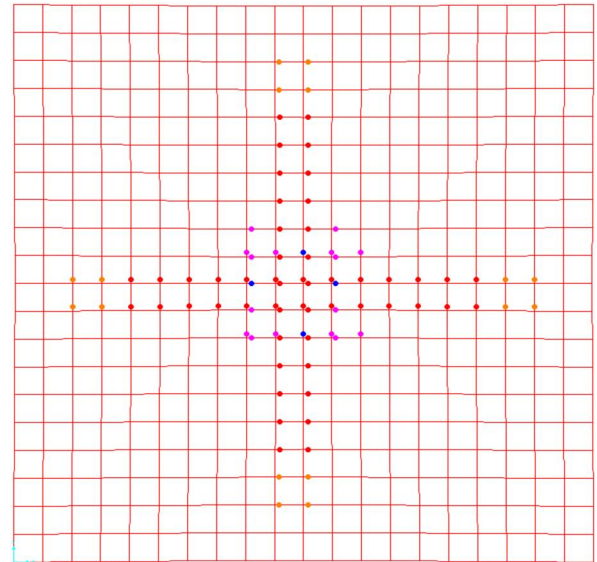


Figure 4.a. Step 6

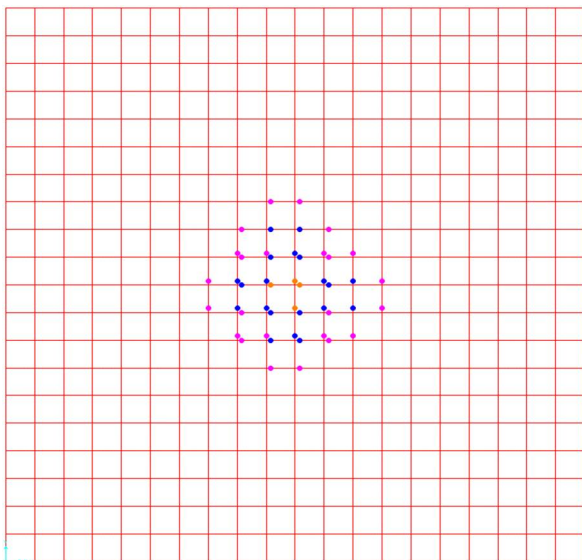


Figure 4.a. Step 4

### 3.1.3. Supports Has Been Located Only at Two Edge of Bottom Layer Edge

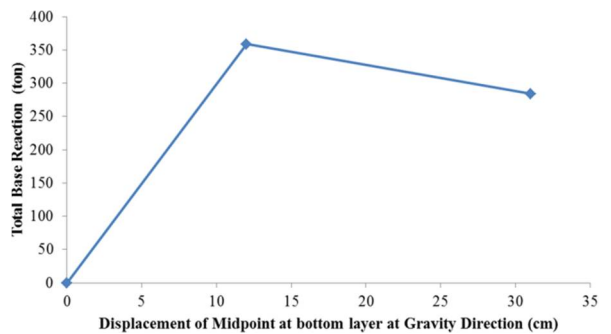


Figure 5. Load displacement behavior (two parallel edges have been restrained)

Progressive collapse is one of the most devastating types of building failures, most often leading to costly damages, multiple injuries, and possible loss of life. In the case of



nonlinear analysis, we can observe this compressive elements collapse mechanism and overall failure. As seen in figures 4a & 6a, with increasing in load value, the failure mechanism process is obviously seen. It has been seen that we have brittle failure at both model. Because vulnerability of double-layer grid space structures to progressive collapse phenomenon, it is necessary to pay special attention to this phenomenon in the design process. Double layer grid trusses, because of their large degree of static indeterminacy, are often assumed to have sufficient redundancy such that the loss of one member would cause force redistributions that can be accommodated by the remaining structure but progressive collapse phenomenon can limit the load bearing capacity.

**3.2.2. Propagation of Plastic Hinges Formation at the Top Layer of Double Layer Truss for Parallel Support**

As seen in figure 6.a (step1 to step 6) yielded members propagate from the center of the top layer in six step. Finally at the collapse moment a strip shape of yielded members have been seen in the middle strip at Figure 4.a in step six.

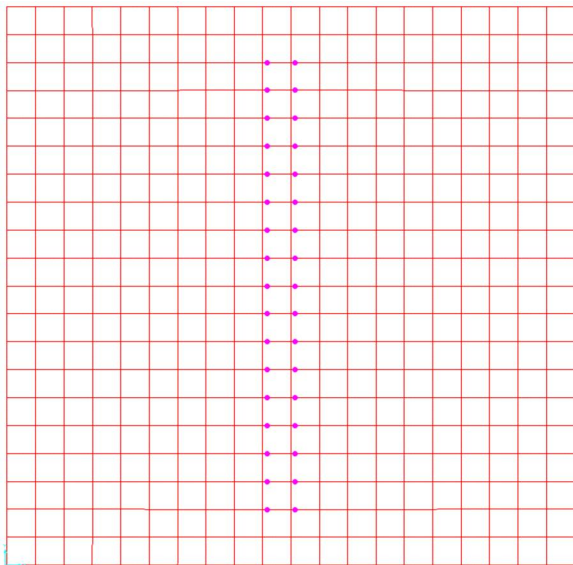


Figure 6.a. Step 1

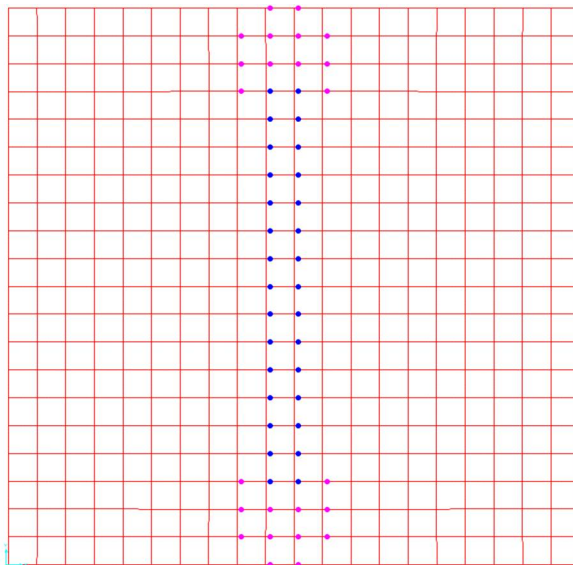


Figure 6.a. Step 2

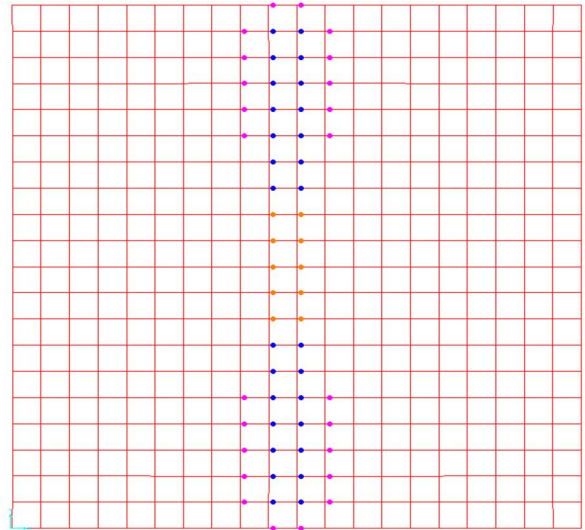


Figure 6.a. Step 3

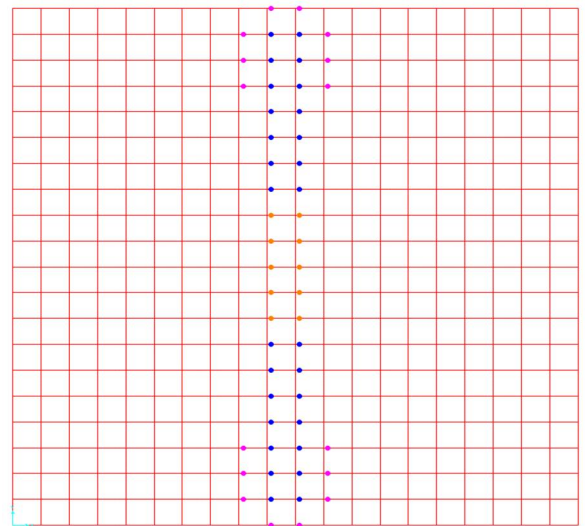


Figure 6.a. Step 4

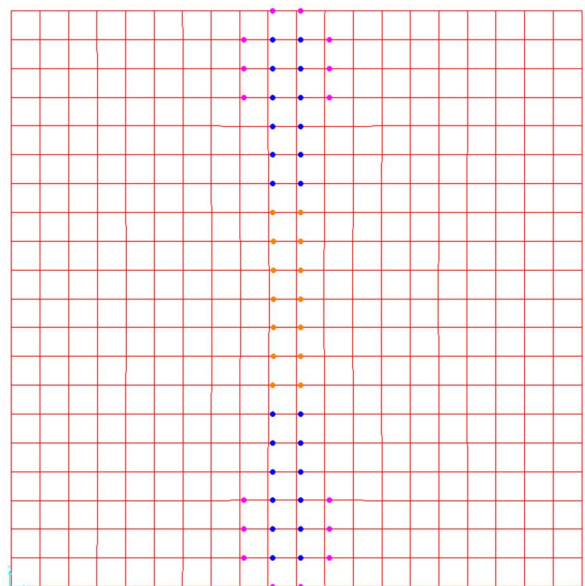
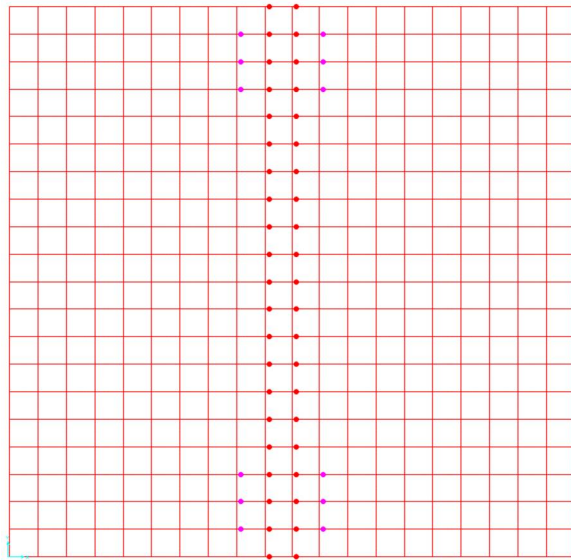


Figure 6.a. Step 5



**Figure 6.a .Step 6**

#### 4. Conclusion

Very systematic nonlinear and linear analysis is presented for double layer grid behavior prediction in scientific research papers. But they are very time consuming. In this study, capability of sap2000 program for nonlinear static analysis by considering initial imperfection has been investigated and failure mechanism after compressive element buckling has been evaluated by plastic hinges formation and the final load bearing capacity can be extracted. As a result, SAP2000 can be used as a useful program for nonlinear-static analysis at flat double layer trusses. In addition, it has been seen that we have brittle failure at both models. And conspicuously with changing in support condition from all edge to parallel edge position, the load bearing capacity and failure mechanism change drastically.

#### References

- [1] Alinia, M.M. and S. Kashizadeh, Effects of support positioning on thermal behaviour of double layer space truss domes. *Journal of Constructional Steel Research*, 2007. 63(3): p. 375-382.
- [2] El-Sheikh, A., Configuration of double-layer space trusses. *Structural Engineering and Mechanics*, 1998. 6(5): p. 543-554.
- [3] Yadollahi, M.M., et al., Safety factor determining for space trusses by non-linear analysis and artificial neural network method. *Science and Engineering of Composite Materials*, 2013. 20(3): p. 277-284.
- [4] Martin, R.a.D., N.J, Another Look at Harford Civic Cener Coliseum Collapsee. *Journal of Performance of Constructed facilities*, 2001: p. 31-36.
- [5] Hamid, Y.S., Progressive Collapse of Double-Layer Space Trusses, in *labse-Iass Symposium*. 2011.
- [6] Abedi, k., Sheidaii, M.R. , Investigation of Double-layer Grid Space Structure Resistance to Progressive Collapse. *Esteghlal*, 2007, 26,(26): p. 15.
- [7] Gioncu, V., Buckling of Reticulated Shells : State-of-the-Art. *Int. J. of Space Structures*, 1995. 10(1): p. 1-46.



## Türk Doğa ve Fen Dergisi Turkish Journal of Nature and Science

<http://www.bingol.edu.tr/dergiler/turk-doga-ve-fen-dergisi.aspx>



# Tarımda Zararlılara Karşı Kullanılan Fenpiroksimat Akarisitinin Fizyolojik ve Anatomik Etkilerinin Araştırılması

Serdar Karakuşlu\*<sup>1</sup>, Güray Demirtaş<sup>1</sup>, Kültiğin Çavuşoğlu<sup>1</sup>, Kürşad Yapar<sup>2</sup>, Emine Yalçın<sup>1</sup>, Kürşat Çavuşoğlu<sup>3</sup>

### Özet

Bu çalışmada, farklı dozlardaki Fenpiroksimat uygulamasının *Allium cepa* L. tohumları üzerindeki toksik etkilerinin araştırılması amaçlanmıştır. Toksikite parametreleri olarak çimlenme yüzdesi, kök uzunluğu, ağırlık kazanımı, mikronukleus (MN) sıklığı, kromozomal anormallikler ve kök anatomisindeki değişimler kullanılmış, elde edilen veriler ise istatistiksel olarak değerlendirilmiştir. Tohumlar bir (1) kontrol ve üç (3) Fenpiroksimat uygulama grubu olmak üzere toplam dört (4) gruba ayrılmıştır. Kontrol grubundaki tohumlar çeşme suyu, uygulama gruplarındaki tohumlar ise Fenpiroksimatın 5, 25 ve 125 ppm dozuyla 72 saat süresince çimlenmeye bırakılmıştır. Sonuçta; kontrol grubuyla karşılaştırıldığında, uygulama gruplarındaki tohumların çimlenme yüzdesi, kök uzunluğu, ağırlık kazanımı, kromozomal anormallikler, MN sıklığı ve kök anatomilerinde uygulama dozuna bağlı olarak değişimler meydana gelmiştir. Fenpiroksimat'ın artan dozu ile çimlenme yüzdesi, kök uzunluğu ve ağırlık kazanımı önemli ölçüde azalırken, MN ve kromozomal anormalliklerin sıklığı ise önemli ölçüde artmıştır. Kontrol grubuyla karşılaştırıldığında, Fenpiroksimat ile muamele edilen kök uçlarında yassılaştırmış hücre çekirdeği, nekroz, belirgin olmayan iletim doku, hücre deformasyonu ve iletim dokusunda bazı maddelerin birikimi şeklinde anatomik hasarlar tespit edilmiştir. Sonuç olarak; Fenpiroksimat akarisitinin *Allium cepa* L. kök ucu hücrelerinde toksik etkilere sebep olduğu, çimlenme yüzdesi, kök uzunluğu, ağırlık kazanımı, MN sıklığı, kromozomal anormallikler ve kök anatomisindeki değişimlerin ise bu etkilerin gözlenmesinde çok hassas ve kullanışlı parametreler olduğu belirlenmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Fenpiroksimat, Toksikite, *Allium cepa*, Mikronukleus, Anatomi, Fizyoloji.

## The Investigation Of Physiological And Anatomical Effects of Fenpyroximate Acaricide Used Against Agricultural Pests

### Abstract

This study aims to analyze the effects of different doses of fenpyroximate on *Allium cepa* L. seeds. As toxicity parameters, germination percentage, root length, weight gaining, micronucleus (MN) frequency, chromosome abnormalities, modification in root anatomy were used and obtained data was statistically analyzed. Seeds were divided into four groups one (1) as control and three (3) fenpyroximate application groups. The seeds in control group germinated by using tapwater and seeds in application group were exposed to 5, 25 and 125 ppm doses of fenpyroximate for 72 hours. As a result, compared to control group, it was observed that various changes occurred in application groups in terms of root length, weight gaining, chromosome abnormalities, MN frequency and root anatomy as relevant to application doses. While with the increasing doses of fenpyroximate, germination percentage, weight gaining and root length decreased, frequency of MN and chromosome abnormalities significantly increased. In comparison to control groups, on root tips treated with fenpyroximate, flattened cystoblast, necrosis, vague, conducting tissue, cell deformation and anatomic disorders in the shape of accumulation of some substances were identified. Finally, it was found out that fenpyroximate caused toxic affects on *Allium cepa* L. seed cells, and it was identified that the changes on germination percentage, root length, weight gaining, micronucleus (MN) frequency, chromosome abnormalities and root anatomy were quite sensitive and useful parameters on observance of those effects.

**Keywords:** Fenpyroximate, Toxicity, *Allium cepa*, Micronucleus, Anatomy, Physiology

### 1. Giriş

İnsanlar için gerekli besin maddelerinin temini amacıyla, en küçük araziden en yüksek verim ve kaliteli

ürün alabilmek amacıyla, bitkisel üretimde çeşitli yöntemlere başvurulmaktadır. Bunların en önemlilerinden biri, üretim verimini düşüren zararlılara karşı kimyasal içerikli pestisitlerin kullanımınıdır. Günümüzde modern tarımın vazgeçilmez unsurlarından biri haline gelen pestisitlerin insan ve diğer canlılar üzerindeki toksik etkilerinin olduğu bilinmektedir. Diğer bir ifadeyle tarımsal

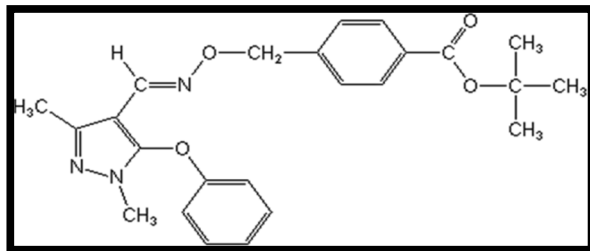
<sup>1</sup>Giresun Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Biyoloji Bölümü, 28200, Giresun, TÜRKİYE

<sup>2</sup>Giresun Üniversitesi, Tıp Fakültesi, 28200, Giresun, TÜRKİYE

<sup>3</sup>Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Biyoloji Bölümü, 32260, Isparta, TÜRKİYE

\*Sorumlu yazar eposta: serdarakuslu@gmail.com

mücadelede kullanılan pestisitler insan ve ekosistem için büyük bir risk potansiyeline sahiptir [1]. Toprak pestisitlere karşı bir tampon ve filtre görevi yaparak, zararlı bileşikler fizikokimyasal ve biyolojik yollarla tutmaktadır [2]. Toprakta bulunan mikroorganizmalar ise toprağın fiziksel ve kimyasal yapısını düzenleyen etmenlerin başında gelmektedir. Bu mikroorganizmaların zarar görmesi durumunda topraktaki denge bozulmakta ve mikroorganizmaların ekosistemdeki faydalı etkileri de ortadan kalkmaktadır. Örneğin pestisitler toprak solucanlarının ölmesine yol açarak, toprak verimliliğinin azalmasına sebep olmaktadır [3]. Pestisitler hedef organizmalarda farklı tarzda etkinlik göstermekte ve bu etki mekanizması sonucunda oluşan toksisite de belli bir süre zarfında etkisini göstermektedir. Pestisitler akut ve kronik olmak üzere iki farklı şekilde toksik etki meydana getirmektedirler [4]. Pestisitlerin birçoğu yüksek düzeyde kalıcılık özelliğine sahiptir ve ekosistemde parçalanmadan uzun süre etkilerini korumaktadırlar. Besin zinciri yolu ile organizmalara geçerek dokularında birikmekte ve zararlı etkilere sebep olmaktadır [5]. Ülkemizde tarım alanlarında akarlarla mücadelede yaygın olarak kullanılan akarisitlerden biri ise fenpiroksimattır. Fenpiroksimat *tert*-butyl (E)-*E*-(1,3-dimethyl-5-phenoxy)pyrazol-4-ylmethyleamino-oxy)-*p*-toluate ve (E)-1,1-dimethylethyl 4-[[[(1,3-dimethyl-5-phenoxy-1H-pyrazol-4yl)methylene]-amino]oxy]methyl]benzoate kimyasal adlarıyla bilinen, 421.50 moleküler ağırlığında ve C<sub>24</sub>H<sub>27</sub>N<sub>3</sub>O<sub>4</sub> kapalı formülüne sahip bir akarisitir [6]. 1985 yılında geliştirilen ve yapısında fenilpirazol grubu içeren akarlar üzerinde seçici etki gösteren bir akarisitir [7-8]. Fenpiroksimat'ın akarların kontrolünde ilk ticarisi kullanımı 1991 yılında Japonya, Çin ve İsviçre'de gerçekleştirilmiştir. 1995 yılında ise 27 ülkede tescil edilerek kullanılmaya başlanılmıştır [8]. Ülkemizde ise 1992 yılında ruhsat almış ve Meteor ismi ile piyasaya çıkarılmıştır [9-10]. Türkiye Cumhuriyeti Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı verilerine göre bitki koruma ürünleri içindeki aktif madde (Fenpiroksimat) miktarları yıllara göre şu şekilde gerçekleşmiştir; 2001 yılında 646 kg, 2005 yılında 701 kg, 2008 yılında 549 kg, 2010 yılında 472 kg, 2011 yılında 79 kg, 2012 yılında 256 kg, 2013 yılında 352 kg [11]. Fenpiroksimat ayrıca mitokondriyal elektron taşıma inhibitörü grubuna dâhil olan bir akarisitir [12]. Mitokondriyal NADH-ubikion oksidoredüktaz enzim faaliyetini (kompleks I) inhibe ederek, elektron taşıma ve redoks solunum zincirini ATP üretimini engelleyici tarzda etki göstermektedir [13].



Şekil 1. Fenpiroksimat'ın molekül formülü

Bu çalışmada Fenpiroksimat akarisitinin *A. cepa* kök ucu hücrelerinde sitogenetik, fizyolojik, genotoksik ve anatomik etkileri araştırılmıştır.

## 2. Materyal ve Metot

### 2.1. Kök Uçlarının Hazırlanması

Bu çalışma Fenpiroksimat'ın 5, 25 ve 125 ppm'lik dozları ile gerçekleştirilmiştir. Araştırma materyali olarak

sağlıklı ve hemen hemen eşit büyüklükteki *A. cepa* tohumları kullanılmıştır. Tohumlar bir kontrol ve üç uygulama grubu olmak üzere toplam dört gruba ayrılmış ve 85 x 100 mm çapında plastik beherlerde, oda sıcaklığında 72 saat boyunca çimlenmeye bırakılmıştır. Süre zarfında kontrol grubunda ki tohumlar çeşme suyu, uygulama gruplarındaki tohumlar ise Fenpiroksimat'ın 5, 25 ve 125 ppm dozları ile muamele edilmişlerdir. Uygulama periyodu sonunda kök uçları distile su ile yıkanmış ve standart ezme preparasyon teknikleri kullanılarak sitogenetik analizler için hazır hale getirilmiştir [14].

### 2.2. Kök Uzunluğu, Ağırlık Kazanımı ve Çimlenme Yüzdesinin Belirlenmesi

Uygulama periyodu sonunda çimlenen tohumlardaki kök ucu uzunlukları radikula oluşumu temel alınarak milimetrik ölçekli cetvel yardımıyla, ağırlık kazanımları ise hassas terazi yardımıyla ölçülmüştür. Ağırlık kazanımları uygulama öncesinde ve sonrasında belirlenen tohum ağırlık farkları dikkate alınarak hesaplanmıştır. Diğer bir parametre olan tohum çimlenme yüzdesi ise aşağıdaki eşitlik kullanılarak hesaplanmıştır [15].

Çimlenme Yüzdesi (%) : (Çimlenen tohum sayısı / Toplam tohum sayısı) x100

### 2.3. Kromozomal Anormallikler ve Mikronukleus (MN) Testi

Yaklaşık 0,5 cm uzunluğunda kesilen kök uçları iki saat "Clarke" fiksatoründe (3:glacial asetik asit / 1:distile su) fiske edilmiş, 15 dakika %96'lık etanolde yıkanmış ve +4 °C 'de %70'lik etanolde saklanmıştır. Sonraki aşamada, kök uçları 60 °C'de 17 dakika 1N HCl'de hidrolize edilmiş, 30 dakika %45'lik asetik asit içerisinde bekletilmiş, son aşamada ise kök uçları 24 saat Asetokarmin ile boyanarak %45'lik asetik asitte ezilmiş ve binoküler araştırma mikroskobunda (Japan, Nikon Elipse E600) fotoğraflandırılmıştır [14-16].

MN varlığının tespitinde Fenench ve ark. [17] tarafından belirlenen kriterler dikkate alınmıştır. Bu kriterlere göre:

- MN çapı ana nukleusun 1/3 olmalı.
- MN ile hücrenin temel çekirdeğinin kenarları birbirlerine temas edebileceği gibi etmeyebilirler, fakat temas ettiği durumlarda bu aradaki sınırın belirgin bir şekilde ayırt edilmesi gerekmektedir.
- MN boyandığında temel çekirdeğin aldığı renge yakın bir renk almalıdır.

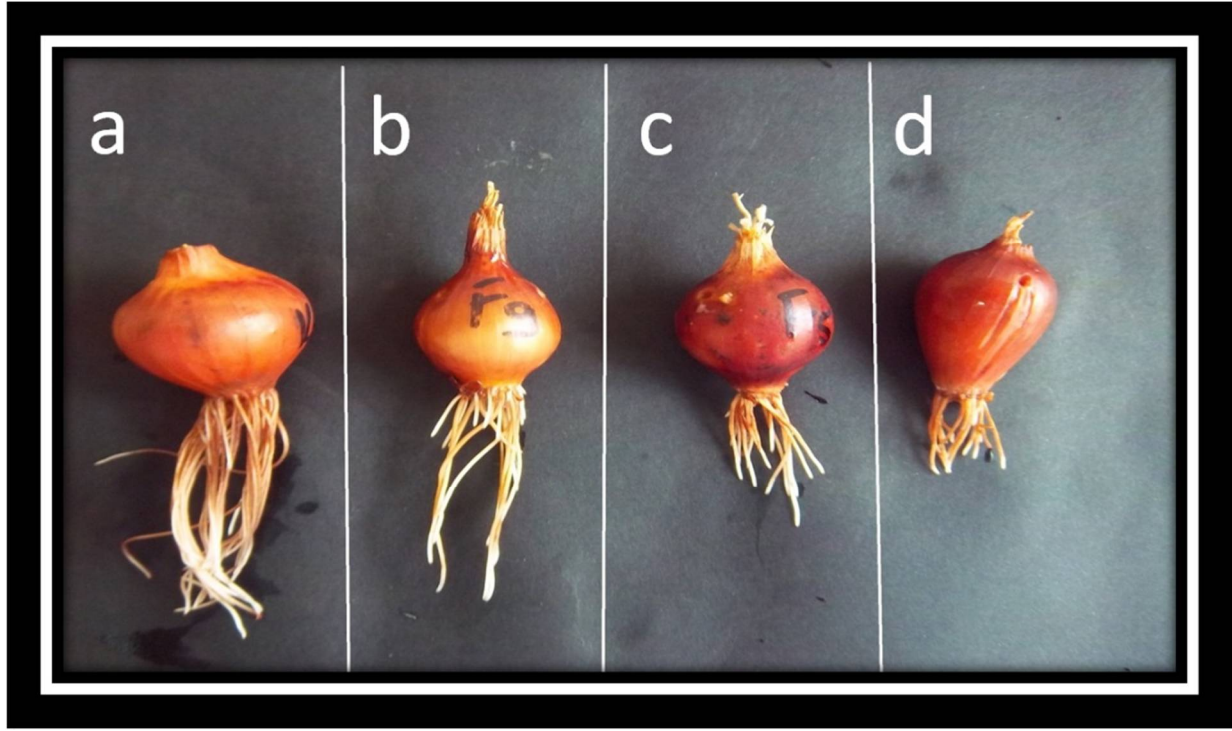
### 2.4. Anatomik İnceleme

Kök hücrelerindeki anatomik değişiklikleri belirlemek amacıyla, kontrol ve uygulama grubu tohumlarının kök uçlarından enine kesitler alınmış, Metilen Mavis ile boyanarak binoküler araştırma mikroskobunda X500 büyütmede fotoğraflanmıştır.

## 3. Bulgular ve Tartışma

Fenpiroksimat'ın *A. cepa* tohumlarının çimlenme yüzdesi, kök uzunluğu, ağırlık artışı, mikronukleus (MN) ve kromozomal hasarlarının sıklığı üzerine etkileri Şekil 2 ile Tablo 1'de, anatomik değişimler ise Şekil 4'de gösterilmiştir.





**Şekil 2.** Fenpiroksimat uygulamasının kök uzunluğu üzerine etkileri ( a: Kontrol, b: 5 ppm Fenpiroksimat, c: 25 ppm Fenpiroksimat, d: 125 ppm Fenpiroksimat)

**Tablo 1.** Fenpiroksimat uygulamasının çimlenme yüzdesi, ortalama kök uzunluğu, ağırlık artışı ve mikronukleus sıklığı üzerine etkisi

Gruplar	Çimlenme yüzdesi (%)	Ortalama kök uzunluğu	Ağırlık artışı	Ortalama (MN)
Grup I	100	6,85±0,61 <sup>a</sup>	+2,82	00,50±0,53 <sup>d</sup>
Grup II	90	4,58±0,51 <sup>b</sup>	+1,81	14,00±3,43 <sup>c</sup>
Grup III	74	2,74±0,39 <sup>c</sup>	+1,23	23,80±4,71 <sup>b</sup>
Grup IV	60	1,55±0,26 <sup>d</sup>	+0,5	35,10±5,30 <sup>a</sup>

\*Aynı sütun içerisinde farklı harfler ile gösterilen ortalamalar istatistiksel açıdan önemlidir (P<0,05).

Fenpiroksimat uygulamasının çimlenme yüzdesi üzerine etkisi Tablo 1’de verilmiştir. Sonuçlara göre en fazla çimlenme yüzdesi % 100’lük bir oranla kontrol grubunda tespit edilmiştir. Fenpiroksimat’ın 5, 25 ve 125 ppm’lik dozları ile muamele edilen gruplarında ise sırasıyla % 90, % 74 ve % 60 oranında çimlenme yüzdesi belirlenmiştir. Diğer bir ifadeyle Fenpiroksimat’ın artan dozları çimlenme yüzdesinin azalmasına neden olmuştur.

Farklı dozlardaki Fenpiroksimat uygulamasının *A. cepa* tohumlarının kök uzunluğu üzerine etkileri Tablo 1 ve Şekil 2’de gösterilmiştir. Tablo ve şekildeki sonuçlardan da görüldüğü gibi en fazla kök uzunluğu kontrol grubu tohumlarında (ortalama 6,85 cm), en az ise 125 ppm dozunda Fenpiroksimat ile muamele edilen grup IV’de (ortalama 1,55 cm) tespit edilmiştir. Uygulanan Fenpiroksimat’ın doz artışı ile kök uzunluğu arasında ters bir orantının olduğu, doz artışı ile kök uzunluğunun azaldığı ve bu azalışın istatistiksel açıdan önemli olduğu (P<0,05) tespit edilmiştir. Fenpiroksimat uygulamasının tohum ağırlık artışı üzerine etkileri Tablo 1’de verilmiştir. Sonuçlara göre en fazla ağırlık artışı ortalama 2,82 gr’la kontrol grubunda, en az ise ortalama 0,5 gr ile Fenpiroksimat’ın 125 ppm dozlarıyla muamele edilen grup IV’de gözlenmiştir. Fenpiroksimat dozlarındaki artış ile tohum ağırlığının azaldığı, bu azalışın kontrol grubuna göre istatistiksel açıdan önemli olduğu (P<0,05), fakat Fenpiroksimat uygulanan Grup III ve IV

arasındaki azalışın ise istatistiksel açıdan önemli olmadığı (P>0,05) tespit edilmiştir.

*A. cepa* kök ucu hücrelerinde Fenpiroksimat tarafından teşvik edilen MN varlığı ve sıklığı Şekil 3 ile Tablo 1’de gösterilmiştir. Tabloda ki sonuçlardan da görüldüğü gibi; kontrol grubunda yok denecek kadar az sayıda MN oluşumu gözlenirken, Fenpiroksimat uygulanan gruplarda ise doz artışına paralel olarak MN sıklığında artış gözlenmiştir. En yüksek MN sıklığı Fenpiroksimat’ın 125 ppm dozu ile muamele edilen grup IV’de belirlenmiş, ayrıca kontrol grubuna oranla Fenpiroksimat uygulanan gruplardaki MN sayısındaki artışın istatistiksel açıdan önemli olduğu da tespit edilmiştir (P<0,05).

Fenpiroksimat uygulamasının *A. cepa* kök ucu hücrelerinde teşvik ettiği kromozomal hasarlar ile ilgili veriler Şekil 3 ve Tablo 2’de gösterilmiştir. Mikroskobik inceleme sonucunda Fenpiroksimat’ın neden olduğu kromozomal hasarlar çokluk sırasına göre fragment > binükleus > kromozom köprüsü > yapışkan kromozom > C-mitoz > kromatinin eşit olmayan dağılımı > anormal kutuplaşma > iğ ipliği anormallığı şeklinde sıralanmıştır. Fenpiroksimat’ın kromozomal hasarlardan en fazla fragment en az ise iğ ipliği anormallığını teşvik ettiği belirlenmiştir. Kontrol grubunda sadece birkaç fragment, binükleus ve yapışkan kromozom hasarlarına rastlanırken, kromozom köprüsü, C-mitoz, kromatinin eşit olmayan dağılımı, anormal kutuplaşma ve iğ ipliği anormalliklerine ise rastlanılmamıştır. Fenpiroksimat’ın artan dozu ile birlikte kromozomal hasarların oranı da artmış ve bu artışın istatistiksel açıdan önemli olduğu da tespit edilmiştir (P<0,05).

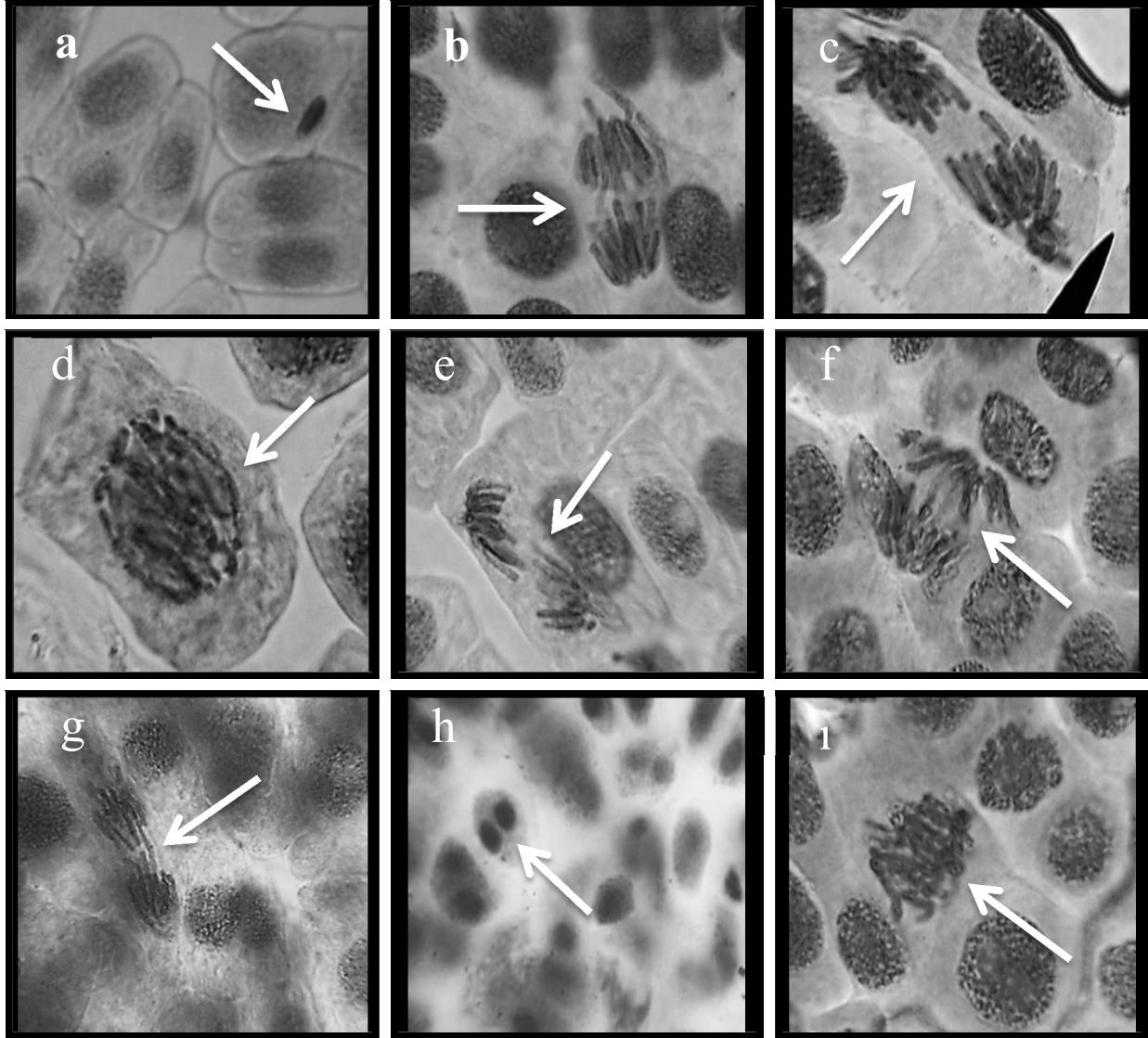
Mikroskobik gözlemler sonucunda, Fenpiroksimat uygulamasının *Allium cepa* L. kök ucu hücrelerinde kontrol grubuna göre belirgin anatomik değişimlere yol açtığı gözlenmiştir. Bu değişimler yassılaştırmış hücre çekirdeği, nekroz, belirgin olmayan iletim doku, hücre deformasyonu ve iletim dokusunda bazı maddelerin birikimi şeklindedir. Ayrıca Fenpiroksimat dozundaki artışla birlikte, söz konusu anatomik hasarların oranında da artış olduğu belirlenmiştir



**Tablo 2.** Fenpiroksimat uygulaması tarafından teşvik edilen kromozomal hasarlar

Gruplar	FRG	BN	KK	YK	CM	KED	AKUT	İİA
Grup I	00,60±00,70 <sup>d</sup>	00,40±0,52 <sup>d</sup>	00,00±00,00 <sup>d</sup>	00,20±0,42 <sup>d</sup>	00,00±00,00 <sup>d</sup>	00,00±0,00 <sup>d</sup>	0,00±0,00 <sup>c</sup>	0,00±0,00 <sup>c</sup>
Grup II	30,20±09,52 <sup>c</sup>	27,80±7,19 <sup>c</sup>	20,00±08,45 <sup>c</sup>	17,90±7,48 <sup>c</sup>	03,40±03,06 <sup>c</sup>	03,30±2,45 <sup>c</sup>	0,70±0,48 <sup>c</sup>	0,50±0,71 <sup>c</sup>
Grup III	49,40±10,53 <sup>b</sup>	41,40±9,42 <sup>b</sup>	32,10±10,38 <sup>b</sup>	31,90±9,49 <sup>b</sup>	10,40±06,13 <sup>b</sup>	10,30±5,66 <sup>b</sup>	3,30±1,64 <sup>b</sup>	2,00±1,70 <sup>b</sup>
Grup IV	61,90±11,03 <sup>a</sup>	56,10±9,42 <sup>a</sup>	48,70±08,07 <sup>a</sup>	42,00±8,27 <sup>a</sup>	19,90±11,47 <sup>a</sup>	19,80±8,78 <sup>a</sup>	9,70±6,25 <sup>a</sup>	6,10±3,51 <sup>a</sup>

\* Kromozomal hasarlar için, her bir gruptaki her bir kök ucunda 500 hücre, toplamda ise 5000 hücre analiz edildi. Aynı sütun içerisinde farklı harfler ile gösterilen ortalamalar istatistiksel açıdan önemlidir (P<0,05).

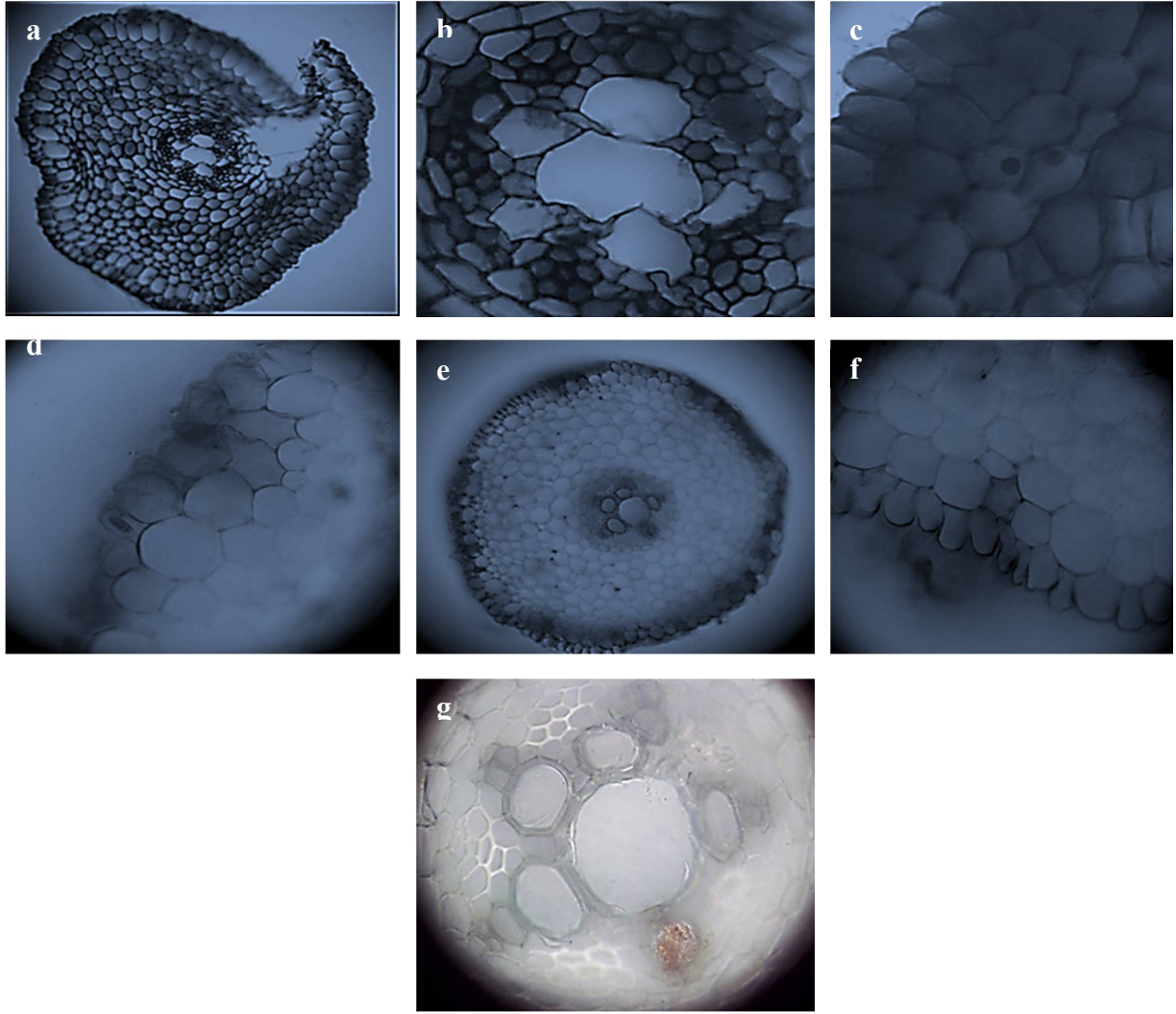


**Şekil 3.** Fenpiroksimat tarafından teşvik edilen kromozomal hasarlar ( a: MN, b: fragment, c:C-Mitoz, d: iğ ipliği anormalliği, e: anormal kutuplaşma, f: kromatinin eşit olmayan dağılımı, g:kromozom köprüsü, h: binükleuslu hücre, i: yapışkan kromozom)

#### 4. Sonuçlar

Bu çalışmada Fenpiroksimat akarisitinin *Allium cepa* kök ucu hücrelerinde meydana getirdiği fizyolojik, sitogenetik ve anatomik etkileri incelenmiştir. Fenpiroksimat'ın önerilen uygulama dozları bağ bitkileri için 75ml/100lt, sebzeler için 75ml/100lt, meyve ağaçları için ise 50cc/100lt dir. [18]. Bu çalışma ise Fenpiroksimat'ın 5, 25, 125 ppm'lik dozları ile gerçekleştirilmiştir. Literatürde farklı dozlar önerilmekle birlikte in vitro çalışmalar ve saha uygulamalarında kullanılan dozlar farklılık arz edebilir. Fenpiroksimat dozundaki artış ile çimlenme yüzdesi, kök uzunluğu ve tohum ağırlığında azalma tespit edilmiştir. En yüksek

çimlenme yüzdesi, kök uzunluğu ve ağırlık artışı kontrol grubunda, en az ise Fenpiroksimatın 125 ppm dozuyula muamele edilen grup IV'de gözlenmiştir. Literatürde Fenpiroksimat'ın tohum fizyolojisine etkileri üzerine gerçekleştirilen sınırlı sayıda çalışma olduğundan, elde ettiğimiz sonuçlar diğer pestisitler tarafından elde edilen çalışmaların sonuçlarından yararlanılarak tartışılmıştır. Örneğin; Öztürk ve Tosun [19] tarafından gerçekleştirilen bir çalışmada, Equation Pro fungusitinin 40 g/100 L, 80 g/100 L ve 120 g/100 L dozlarının domates tohumlarının çimlenme yüzdesi üzerine etkileri araştırılmış, sonuçta artan Equation Pro dozuna bağlı olarak çimlenme



**Şekil 4.** *Allium cepa* L. kök ucu hücrelerinde Fenpiroksimat tarafından teşvik edilen anatomik değişimler (a: kontrol grubunda hücrenin genel görünümü, b: kontrol grubunda belirgin iletim doku, c: kontrol grubunda hücre çekirdeğinin olağan şekli, d: uygulama grubunda nekroz ve yassılaşmış hücre çekirdeği, e: uygulama grubunda nekroz ve belirgin olmayan iletim doku, f: uygulama grubunda hücre deformasyonu, g: uygulama grubunda iletim dokusunda madde birikimi)

yüzdesinin azaldığı tespit edilmiştir. Wheal ve ark. [20] tarafından gerçekleştirilen bir diğer çalışmada ise, Chlorsulfuron herbisitinin buğdayda kök büyümesini engellediği, Tort ve ark. [21] tarafından gerçekleştirilen benzer tarzda bir çalışmada ise Nemesia DS fungusunun arpa tohumlarının kök boylarında kontrol gruplarına göre istatistiksel olarak önemli ölçüde bir azalma olduğu rapor edilmiştir. Aksoy [22] tarafından gerçekleştirilen başka bir çalışmada ise, buğday ekim alanlarına uygulanan bazı herbisitlerin, buğday sonrası ekilen kültür bitkilerine yan etkileri araştırılmış, sonuçta Mesoid herbisiti uygulamasının mısır bitkilerinin tane ağırlıklarında kontrol grubuna göre istatistiksel olarak önemli bir azalmaya sebep olduğu tespit edilmiştir. Çavuşoğlu ve ark. [23] tarafından gerçekleştirilen bir diğer çalışmada ise, pestisitlerin yapısında bolca bulunan fenol kimyasalı ile muamele edilen *Vicia faba* L. (bakla) tohumlarında, artan fenol dozuna bağlı olarak çimlenme yüzdesi ve tohum ağırlığında bir azalma belirlenmiştir.

Bu çalışmada ayrıca Fenpiroksimat'ın *Allium cepa* L. kök ucu hücrelerinde teşvik ettiği MN ve kromozomal hasarların sıklığında araştırılmıştır. Gerçekleştirilen mikroskopik gözlemler sonucunda Fenpiroksimat dozundaki artışa bağlı olarak, MN ve kromozomal hasar sayılarının arttığı tespit edilmiştir. Fenpiroksimat uygulamasının fragment, binükleuslu hücre, kromozom köprüsü, yapışkan

kromozom, c-mitoz, kromatinin eşit olmayan dağılımı, anormal kutuplaşma ve iğ ipliği anormalliği şeklinde hasarlara neden olduğu belirlenmiştir. Literatürde Fenpiroksimat'ın bitkilerde kromozomal hasarlar üzerine etkilerini inceleyen detaylı bir çalışma bulunmamasına rağmen, diğer pestisitlerin ve kimyasalların kromozomlar üzerine etkilerini araştıran pek çok çalışma bulunmaktadır. Örneğin; Fernandes ve ark. [24] tarafından gerçekleştirilen bir çalışmada 0,42 ppm, 0,84 ppm, 1,67 ppm ve 3,34 ppm dozlarında Trifluralin herbisiti uygulanan *Allium cepa* kök ucu hücrelerinde poliploid metafaz, düzensiz nükleus ve mikronükleus (MN) hasarları tespit edilmiştir. Sivas ve Gökbayrak [25] tarafından gerçekleştirilen bir diğer çalışmada ise, endüstri ve kimya laboratuvarlarında kullanılan kimyasal bir çözücü olan Piridin'in farklı dozlarının *Allium cepa* kök ucu hücrelerinde kromozom köprüsü, yapışkanlık, anormal metafaz-anafaz ve c-metafaz gibi kromozomal hasarların varlığı rapor edilmiştir.

Yapılan mikroskopik gözlemler sonucunda, Fenpiroksimat'ın bir diğer etkisinin ise kök anatomisi üzerine olduğu belirlenmiştir. Işık mikroskobu altında *Allium cepa* kök ucu hücrelerinde; yassılaşmış hücre çekirdeği, nekroz, belirgin olmayan iletim doku, hücre deformasyonu ve iletim dokusunda bazı maddelerin birikimi şeklinde anatomik hasarlar gözlenmiştir. Literatürde

Fenpiroksimat'ın kök ucu hücrelerinin anatomisi üzerine etkilerini araştıran başka bir çalışma bulunmadığından, elde ettiğimiz bulgular diğer pestisitler ve ağır metallerle gerçekleştirilen çalışmaların sonuçları kullanılarak tartışılmıştır. Örneğin; Acar [26] tarafından gerçekleştirilen bir çalışmada, Paraquat uygulanan *Allium cepa* tohumlarının kök ucu hücrelerinde yassılaştırmış hücre çekirdeği, nekroz, belirgin olmayan iletim doku, iletim dokusunda bazı maddelerin birikimi ve hücre deformasyonu şeklinde anatomik hasarlar tespit edilmiştir. Karademir ve Toker [27] tarafından gerçekleştirilen bir diğer çalışmada ise, yol kenarından toplanan çim örneklerinin kök ucu hücrelerinde yoğun miktarda Kurşun (Pb) birikimi belirlenmiştir. Sonuç olarak, gerçekleştirilen bu çalışmada modern tarımda zararlılarla mücadelede yaygın olarak kullanılan Fenpiroksimat akarisitinin yüksek dozda toksik etki gösterdiği *Allium cepa* L. test materyali kullanılarak gözler önüne serilmiştir. Bu nedenle zararlıları yok ederek tarımsal verimliliği ve ürün miktarını arttırmak amacıyla kullanılan bu tür akarisitlerin, kullanılmadan önce mutlaka uygun doz seviyelerinin belirlenmesi, ayrıca canlılardaki ve çevre üzerindeki muhtemel toksik etkilerinin göz ardı edilmemesi gerekmektedir.

### Teşekkür

Bu çalışma Giresun Üniversitesi Bilimsel Araştırmalar Projesi birimi tarafından FEN-BAP-A-220413-58 nolu proje kapsamında desteklenmiştir. Bu projeye maddi destek sağlayan Giresun Üniversitesi BAP birimine teşekkür ederiz.

### Kaynaklar

- [1] Farooq, M., Balachandar, R., & Wolf, T., Assesment of an agricultural spray in a –non uniform cross-flow. Transactions of the ASAE 44 (6): 1455-1460 2001
- [2] Yıldırım, E., Tarımsal Zararlılarla Mücadele Yöntemleri ve Kullanılan İlaçlar, Atatürk Üniv. Zir. Fak. Yay., No: 219, 2008.
- [3] Altıkat, A., Turan, T., Ekmekyapar, Torun, F., Türkiye'de pestisit kullanımı ve çevreye olan etkileri, Atatürk Üniv. Zir. Fak. Der. 40 (2): 87-92, 2009.
- [4] Yıldız, M., Gürkan, O., Turgut, C., Kaya, Ü., Ünal, G., Tarımsal savaşmada kullanılan pestisitlerin yol açtığı çevre sorunları. VI. Türkiye Ziraat Mühendisliği Teknik Kongresi, TMMOB Zir. Müh. Od., Ankara 2005.
- [5] Güler, Ç., Çobanoğlu, Z., Pestisitler. Çevre Sağlığı Kaynak Dizisi No:52 T.C. Sağlık Bakanlığı, İlköz Matbaası, Ankara, 13 s, 1997.
- [6] IUPAC (2013), [http://www.fao.org/ag/AGP/AGPP/Pesticid/JMPR/Download/95\\_eva/fenpyro.pdf](http://www.fao.org/ag/AGP/AGPP/Pesticid/JMPR/Download/95_eva/fenpyro.pdf) Erişim Tarihi: 06.03.2013
- [7] Konno, T., Kuriyama, K., Hamaguchi, H., Kajihara, O., Fenpyroximate (Nni-850), a new acaricide. Proceedings of the Brighton Crop Protection Conference-Pests and Diseases, 19-22 Nov., Brighton, pp. 71-78, 1990.
- [8] Hamaguchi, H., Kajihara, O. Kato, M., Development of a new acaricide, fenpyroximate. Jour. of Pest. Sci., 20: 173–175, 1995.
- [9] Öztürk, S., 1997. Tarım İlaçları. Ak Basımevi, İstanbul, 552 s,
- [10] Türkiye Cumhuriyeti Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı, [Sağlığı-Hizmetleri/Bitki-Koruma-Urunleri-Ve-Makinalari/Istatistik-Bilgileri Erişim Tarihi: 01.07.2015](http://www.tarim.gov.tr/Konular/Bitki-</a></li>
</ol>
</div>
<div data-bbox=)

- [11] Toros, S., Maden, S., Sözeri, S., Tarımsal savaşım yöntem ve ilaçları. Ankara Üniv. Zir. Fak. 1520, 417 s, 2001.
- [12] Ay, R., Kara, F.E., Toxicity, inheritance of fenpyroximate resistance, and detoxification-enzyme levels in a laboratory-selected fenpyroximate-resistant strain of Tetranychus urticae Koch (acari: tetranychidae), Crop Protection, 30: 605-610, 2011.
- [13] Motoba, K., Nishizawa, H., Suzuki, T., Hamaguchi, H., Uchida, M., Funayama, S., Species-specific detoxificationmetabolism of fenpyroximate, a potent acaricide, Pest. Bioch. and Phy., 67: 73–84, 2000.
- [14] Wei, Q. X., Mutagenic Effects of Chromium Trioxide on Root Tip Cells of Vicia faba, Jour. of Zhejiang Univ. Sci., 5 : 1570–1576, 2004.
- [15] Atik, M., Karagüzel, O., Ersoy, S. Sıcaklığın Dalbergia sissoo tohumlarının çimlenme özelliklerine etkisi, Akdeniz Üniv. Zir. Fak. Der., 20 (2): 203–210, 2007.
- [16] Staykova, T. A., Ivanova, E. N., Velcheva, I. G., Cytogenetic effect of heavy metal and cyanide in contaminated waters from the region of southwest bulgaria. Jour. of Cell and Mol. Bio., 4: 41–46, 2005.
- [17] Karaca C., Turabi M. S., Bedir C., Akyazı H., Keleş R., Bahçe U. Ü., Özer O., Algan N., Oçalan G., Karataş P., Şahin M. E., Dursun N., Altunoğlu C. C., Ocak Y., Ruhsatlı Bitki Koruma Ürünleri, Sistem Ofset, Ankara, 2009.
- [18] Fenech, M., Chang. W. P., Kirsch-Volders ,M., Holland, N., Bonassi, S., Zeiger, E., Human Micronucleus Project, HUMN Project: Detailed description of the scoring criteria for the cytokinesis-block micronucleus assay using isolated human lymphocyte cultures, Mut. Res., 534 (1-2): 65-75, 2003.
- [19] Öztürk, İ., Tosun, N., Famoxadone ve Cymoxanil etkili maddeli bir fungusitin domates (*Lycopersicon esculentum* Mill.) bitkisi üzerine fizyolojik etkisi, Ege Üniv. Zir. Fak. Der., 41 (3): 77-87, 2004.
- [20] Wheel, M.S., Rengel. Z., Graham. R.D., Chlorsulfuron reduces extension of wheat root tips in low-zinc solution culture. Annals of Botany 81: 385-389, 1998.
- [21] Tort, N., Türkyılmaz, B., Eşiz, Dereboylu, A., Tosun, N., Diniconazole etken maddeli bir fungusitin bazı arpa kültür formları üzerine morfolojik ve fizyolojik etkileri, Ege Üniv. Zir. Fak. Der., 41 (1):169-179, 2004.
- [22] Aksoy, A., Buğday ekim alanlarında kullanılan bazı herbisitlerin buğday sonrası ekilen kültür bitkilerine yan etkilerinin araştırılması, Çukurova Üniv. Fen Bil. Enst., (Doktora Tezi), Adana, 2009.
- [23] Çavuşoğlu, K., Yalçın, E., Dönmez, S., Kaymaz, K., Özdemir, G., Özgörür, Z., Balcı, D., Aslan, B., Çakır, M., Vicia faba L. (Fabaceae) kök ucu hücrelerinde fenol tarafından teşvik edilen sitotoksitenin belirlenmesi, Süleyman Demirel Üniv. Fen Ed. Fak. Der. (E-Dergi), 3 (2) 139-148, 2008.

- [24] Fernandes. T.C.C., Mazzeo. D.E.C., Marin-Morales. M.A., Mechanism of micronuclei formation in polyploidized cells of *Allium cepa* exposed to trifluralin herbicide *Pes. Bio. and Phy.*, 88: 252–259, 2007.
- [25] Sivas, H., Gökbayrak, S., Investigation of cytotoxic effects of pyridine in root meristem cells of onion (*Allium cepa*) *Bio. Div. and Con.*, 4/2: 92-98, 2011.
- [26] Acar, A., Paraquat herbisitinin *Allium cepa* L. (soğan)'da genotoksik, fizyolojik ve anatomik etkilerinin araştırılması, Giresun Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, (Yüksek Lisans Tezi), Giresun, 2014
- [27] Karademir. M., ve Toker. C., Ankara'nın bazı kavşaklarında yetişen çim bitkilerinde egzoz gazlarından gelen kurşun birikimi, *Eko. Der.*, 7-27: 9-12, 1998.