



KSÜ Tarım ve Doğa Derg

KSU J. Agric Nat

e-ISSN : 2619-9149

T.C.

KAHRAMANMARAŞ

SÜTÇÜ İMAM ÜNİVERSİTESİ

# TARIM ve DOĞA DERGİSİ

Journal of Agriculture and Nature

Cilt-Volume 24 Sayı-Number 5 Yıl-Year: 2021



# KAHRAMANMARAŞ SÜTÇÜ İMAM ÜNİVERSİTESİ

## TARIM ve DOĞA DERGİSİ

Dergimiz aşağıdaki indeksler tarafından taranmaktadır (This journal is indexed and abstracted by )

- Emerging Sources Citation Index
- TUBİTAK-TR Dizin
- CAB Abstracts
- CiteFactor
- DRJI (Directory of Research Journal Indexing)
- Google Scholar
- Index Copernicus
- International Directory of Agriculture, Food and The Environment
- Journal Index
- Scientific Indexing Services (SIS)
- The International Plant Names Index

**Yazışma Adresi / Corresponding Address**  
Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi  
Tarım ve Doğa Dergisi,  
46100 – Kahramanmaraş/TÜRKİYE  
Tel : (+90-344) 300 2108

E-mail: [dogabilimleri@ksu.edu.tr](mailto:dogabilimleri@ksu.edu.tr)  
Web: <http://dergipark.org.tr/ksudobil>  
<http://dogadergi.ksu.edu.tr>

Bu dergi hakemli olup yılda 6 kez yayınlanır.  
This journal is peer-reviewed and published 6 issues per year.

Dergimiz, herhangi bir başvuru veya yayımlama ücreti almamaktadır  
*The Journal doesn't have APC or any submission charges.*

**Derginin Eski Adı/Previous Name of Journal**

KSU Fen ve Mühendislik Dergisi  
KSU Journal of Science and Engineering  
KSU Doğa Bilimleri Dergisi  
KSU Journal of Natural Science  
**Derginin Eski ISSN Numarası/Previous ISSN Number**  
1301-2053



# KAHRAMANMARAŞ SÜTÇÜ İMAM ÜNİVERSİTESİ

## TARIM ve DOĞA DERGİSİ

### Sahibi/ Owner

Prof.Dr. Niyazi CAN  
Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Rektörü

### Editörler / Editors

[Prof.Dr. Ali KAYGISIZ](#) (Baş Editör/Editor in Chief)  
KSÜ Ziraat Fak. Zootečni Böl.  
dogabilimleri@ksu.edu.tr

[Prof.Dr. İ. Ersin AKINCI](#)  
KSÜ Ziraat Fak.  
Bahçe Bitkileri Böl.  
akinci.ie@ksu.edu.tr

[Prof.Dr. Adil AKYÜZ](#)  
KSÜ Ziraat Fak.  
Biyosistem Müh. Böl.  
adilakyuz@ksu.edu.tr

[Prof.Dr. Sakine Serap AVGIN](#)  
KSÜ Eğitim Fak.  
Biyoloji Böl.  
ssavgin@ksu.edu.tr

[Prof.Dr. İsmail AKYOL](#)  
Ankara Üniv. Ziraat Fak.  
Zootečni Böl.  
ismail.akyol@ankara.edu.tr

[Prof.Dr. Kerim Mesut ÇİMRİN](#)  
Hatay Mustafa Kemal Üniv. Ziraat Fak.  
Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Böl.  
mcimrin@mku.edu.tr

### Alan Editörleri

#### İngilizce Editörü/ English Editor

[Prof.Dr. Ramazan ÇETİNTAŞ](#)  
KSÜ Ziraat Fak.  
Bitki Koruma Böl.  
cetintas@ksu.edu.tr

#### İstatistik Editörü/ Statistics Editor

[Prof.Dr. Mustafa ŞAHİN](#)  
KSÜ Ziraat Fak.  
Tarımsal Biyoteknoloji Böl.  
ms66@ksu.edu.tr

#### Alan Editörü/ Associate Editor

[Doç.Dr. Mustafa KÜSEK](#)  
KSÜ Ziraat Fak.  
Bitki Koruma Böl.  
mkusek@ksu.edu.tr



# KAHRAMANMARAŞ SÜTÇÜ İMAM ÜNİVERSİTESİ

## TARIM ve DOĞA DERGİSİ

### Uluslararası Danışmanlar Kurulu (International Advisory Board)

Doç. Dr. Khairulmazmi AHMAD  
Putra University, MALAYSIA

Prof. Dr. Larisa CAÏSÎN  
State Agrarian University,  
MOLDOVA

Prof.Dr. Mohammed H. Abu-DİEYEH  
Qatar University, QATAR

Assist.Prof. Dr. Eslam FAID-ALLAH  
Minoufiya University, EGYPT

Prof.Dr. Wayne GARDNER  
The University of Georgia, USA

Prof.Dr Stanislaw HURUK  
Jan Kochanowski Univ. POLAND

Prof. Dr. Khalid JAVED  
University of Veterinary and Animal  
Sciences, PAKİSTAN

Prof.Dr. A Salah KHATTAB  
Tanta University, EGYPT

Prof.Dr. K Mahmood KHAWAR  
Ankara Üniversitesi, ANKARA

Dr. Abdulaziz Bashir KUTAWA  
Faculty of Agriculture, Universiti Putra  
Malaysia (UPM), Selangor, MALAYSIA

Dr. Ram Prasad MAINALI  
National Agriculture Genetic  
Resources Center, NEPAL

Prof. Dr. Alisa PİRLOG  
State Agrarian University,  
MOLDOVA

Assist.Prof. Dr. Mehdi RAHİMİ  
Graduate University of Advanced  
Technology, İRAN

Dr. Ahmad K. SALAMA  
Autonomous University of Barcelona,  
SPAIN

Dr. Vivekanandarajah SARAVANAN  
KnowledgeLink Group, Inc.,  
SRI LANKA

Prof.Dr Vytautas TAMUTIS  
Uniwersytet Aleksandra, LITVANIA

Prof. Dr. Muhammed Masood TARIQ  
Balochistan University, PAKİSTAN

Dr. Thobela Louis TYASI  
University of Limpopo Polokwane,  
SOUTH AFRICA

Prof.Dr. Abdulmojeed YAKUBU  
Nasarawa State University, NIGERIA

Doç. Dr. Daniel ZABORSKI  
West Pomeranian University of  
Technology, POLAND

Prof.Dr. Navid GHAVİ HOSSEİN-  
ZADEH  
University of Guilan, Rasht, İRAN

Prof.Dr. Jose Cola ZANUNCIO  
Federal Univ. of Vicosa, BRAZIL

### Ulusal Danışmanlar Kurulu (Advisory Board)

Doç.Dr. Tugay AYAŞAN  
Korkutata Üniversitesi OSMANİYE

Prof. Dr. Fikri BALTA  
Ordu Üniv. ORDU

Prof.Dr. Levent BAT  
Sinop Üniv. SİNOP

Prof. Dr. H. Murat BÜYÜKÇAPAR  
Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniv.  
KAHRAMANMARAŞ

Prof. Dr. Mahfuz ELMASTAŞ  
Sağlık Bilimleri Üniv. İSTANBUL

Prof. Dr. İlhami GÜLÇİN  
Atatürk Üniv. ERZURUM

Prof.Dr. Rüştü HATİPOĞLU  
Çukurova Üniversitesi, ADANA

Prof.Dr. Murat KÜTÜK  
Gaziantep Üniv. GAZİANTEP

Prof. Dr. Ramazan MERAL  
Bingöl Üniv. BİNGÖL

Prof.Dr. Yeşim Yalçın MENDİ,  
Çukurova Üniversitesi, ADANA

Prof.Dr. Fatih SATIL  
Balıkesir Üniv. Balıkesir

Prof.Dr. Hüseyin SÜZEK  
Muğla Sıtkı Koçman Üniv. MUĞLA

Prof.Dr. Nazım ŞEKEROLU  
Kilis 7 Aralık Üniv. KİLİS

Prof. Dr. İbrahim YILMAZ  
Akdeniz Üniv. ANTALYA

Prof. Dr. Kadir YILMAZ  
Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniv.  
KAHRAMANMARAŞ



# KAHRAMANMARAŞ SÜTÇÜ İMAM ÜNİVERSİTESİ

## TARIM ve DOĞA DERGİSİ

### İÇİNDEKİLER/ CONTENTS

#### ARAŞTIRMA MAKALESİ - RESEARCH ARTICLE

- Ekstraksiyon Koşullarının Nar (*Punica Granatum* L.) Çiçeği Ekstraktlarının Antioksidan Aktivite ve Toplam Fenolik İçeriği Üzerine Etkisi** 915-920  
Effects of Extraction Conditions on Antioxidant Activity and Total Phenolic Content of Pomegranate (*Punica Granatum*) Flower Extracts  
Cem Okan ÖZER, Ganime Beyzanur VAR, Ezgi DEMİR ÖZER
- Su Kalitesi ve Demleme Şeklinin Bitkisel Çaylarda Toplam Antioksidan Kapasite Üzerine Etkisi** 921-929  
The Effects of Water Quality and Brewing Type on Total Antioxidant Capacity in Herbal Teas  
Can YILMAZ, Metin KONUŞ, Ceylan FİDAN, Derya ERGİN, Doğan ÇETİN, Zeynep DİLEK, Yavuz AKBAŞ, Naile ÇİÇEK, Mukaddes SULTANOĞLU, Esmâ ELASAN
- Nicotiana rustica* L'nin Bazı Önemli Metabolik Enzimleri Üzerindeki İnhibisyon Etkisi, LC-MS / MS Analizi, Antioksidan Özellikleri** 930-938  
*Nicotiana rustica* L'nin Bazı Önemli Metabolik Enzimleri Üzerindeki İnhibisyon Etkisi, LC-MS / MS Analizi, Antioksidan Özellikleri  
Adem NECİP, Mesut IŞIK, Abdussamat GÜZEL, Kasım TAKIM, Feyza KAYGISIZ
- Rubia tinctorum L. (Kökboya) Bitkisinin *in vitro* Kök Kültürlerinde Hormon ve Eksplant Kaynaklarının Sekonder Metabolit Üretimi ve Antioksidan Aktivitelerine Etkileri** 939-947  
Effects of Hormone and Explant Sources on Secondary Metabolite Production and Antioxidant Activities in *in vitro* Root Cultures of *Rubia tinctorum* L. (Madder)  
İlhami KARATAŞ
- Gökkuşluğu Alabalığı (*Oncorhynchus mykiss Walbaum, 1792*) Yumurtalarında Element Değerlerinin Belirlenmesi** 948-956  
Gökkuşluğu Alabalığı (*Oncorhynchus mykiss Walbaum, 1792*) Yumurtalarında Element Değerlerinin Belirlenmesi  
Bırol BAKI, Dilara KAYA ÖZTÜRK, Serhat TOMGİŞİ
- Civa Klorür Uygulanan Gökkuşluğu Alabalıkları (*Oncorhynchus Mykiss*)'nin Solungaç Dokusunda Nitrozatif ve Oksidatif Stresin Rolü** 957-962  
Effect of Mercury Chloride on Both Nitrosative and Oxidative Stress in the Gill Tissue of Rainbow Trout (*Oncorhynchus Mykiss*)  
Mehmet Reşit TAYSI, Muammer KIRICI, Mahinur KIRICI, Bünyamin SÖGÜT, Mehmet Akif BOZDAYI, Mehmet TARAKÇIOĞLU, Seyithan TAYSI
- Jeotermal Enerjiyle Kurutulan Alç Meyvesinin (*Crataegus tanacetifolia*) Dondurmanın Bazı Fizikokimyasal Özelliklerine Etkisi** 963-968  
The Effect of Hawthorn Fruit (*Crataegus tanacetifolia*) Dried with Geothermal Energy on Some Physicochemical Properties of Ice Cream  
Mehmet KILINÇ, Ramazan ŞEVİK
- Tebuconazole Uygulamalarının Hıyar (*Cucumis sativus* L.) Fidelerindeki Etkisinin Morfolojik ve Moleküler Yöntemler ile Belirlenmesi** 969-977  
Determination of the Effect of Tebuconazole Applications on Cucumber (*Cucumis sativus* L.) Seedling via Morphological and Molecular Methods  
Hüseyin BULUT, Halil İbrahim ÖZTÜRK, Atilla DURSUN



# KAHRAMANMARAŞ SÜTÇÜ İMAM ÜNİVERSİTESİ

## TARIM ve DOĞA DERGİSİ

- Narcissus tazetta Soğanlarına Dikim Öncesi Uygulanan Gibberellin İnhibitörlerinin Büyüme Parametreleri ve Bitki Boyu Üzerine Etkileri 978-985  
Gibberellin Inhibitor Treatments Before Planting Control Plant Height of *Narcissus tazetta* By Affecting Growth Parameters  
Sevim DEMİR, Fisun Gürsel ÇELİKEL
- Chrysophthalmum montanum (Asteraceae)'un Sistematik Bilgisine Katkılar 986-991  
Contributions to the Systematic Knowledge of *Chrysophthalmum montanum* (Asteraceae)  
Bayram ATASAGUN
- Ekmeklik Buğday (*Triticum aestivum* L.) Genotiplerinde Genotip ve Çevrenin Tane Verimi ve Bazı Kalite Özellikleri Üzerine Etkisinin Temel Bileşen ve GGE Biplot Analizleri ile Değerlendirilmesi 992-1002  
Evaluating The Effects of Genotype and Environment on Yield and Some Quality Parameters in Bread Wheat (*Triticum aestivum* L.) Genotypes Using Principal Component and GGE Biplot Analyses  
Turhan KAHRAMAN, Hüseyin GÜNGÖR, İrfan ÖZTÜRK, İlker YÜCE, Ziya DUMLUPINAR
- Yulaf (*Avena sativa* L.) Genotiplerinin Tane Verimi, Verim Komponentleri ve Kalite Özelliklerinin Belirlenmesi 1003-1010  
Determination of Grain Yield, Yield Components and Quality Traits of Oat Genotypes (*A. sativa* L.)  
Turhan KAHRAMAN, Remzi AVCI, Mustafa YILDIRIM
- Farklı Kolza (*Brassica Napus* L.) Genotiplerinde NaCl Konsantrasyonlarının Çimlenme ve Çıkış Üzerine Etkisi 1011-1020  
The Effect of NaCl Concentrations on Germination and Emergence in Different Rapeseed (*Brassica Napus* L.) Genotypes  
Ahmet BALCI, Erkan BOYDAK
- Eskişehir Ekolojik Koşullarında Rezene (*Foeniculum vulgare* Mill.) Uçucu Yağının Morfogenetik Varyabilitesinin Belirlenmesi 1021-1028  
Determination of Morphogenetic Variability of Fennel (*Foeniculum vulgare* Mill.) Essential Oil in Eskişehir Ecological Conditions
- İn Vivo Double Haploid Tekniği ile Yerel Çeşitlerden Elde Edilen Haploid Bitkilerin Saf Hat Olarak Kullanılabilirliğinin Belirlenmesi 1029-1036  
The Availability for Inbred of Individual Obtained From Local Varieties with *In Vivo* Double Haploid Technique  
Merve BAYHAN, Remzi ÖZKAN, Önder ALBAYRAK, Mehmet YILDIRIM, Cuma AKINCI
- Farklı Soya Çeşitlerinde Hasat Sonrası Bazı Biyoteknik Özelliklerin Belirlenmesi 1037-1047  
Determination of Some Post-Harvest Biotechnical Properties of the Different Soybean Varieties  
Ebubekir ALTUNTAŞ, Esra Nur GÜL, Mehmetcan OLGAÇ
- Kümeslerin Su Gereksiniminin Yağmur Suyu Hasadından Karşılanması Üzerine Bir Araştırma: Kahramanmaraş Örneği 1048-1058  
Investigation of the Meeting Poultry House Water Requirement from Rainwater Harvesting: The Case of Kahramanmaraş  
Ali ÇAYLI



# KAHRAMANMARAŞ SÜTÇÜ İMAM ÜNİVERSİTESİ

## TARIM ve DOĞA DERGİSİ

- Arazi Topulaştırma Projelerinde Parsel Şekillerinin Değerlendirilmesi: Yeni Şekil İndeksi Yaklaşımı** 1059-1067  
A New Approach to Measure Parcel Shapes for Land Consolidation  
Fırat ARSLAN, Hasan DEGİRMENCİ, Serife AKKAYA, Evelin JÜRGENSON
- Doğu Akdeniz Bölgesi Tarım İşletmelerinde Oluşan İş Kazaları ve Etkili Faktörler** 1068-1083  
Occupational Accidents Occurring in the Eastern Mediterranean Region and Effective Factors  
İsmail GİZLENCİ, Ali AYBEK
- Soğan (*Allium cepa* L.) Rizosferindeki Fosfat Çözen Bakterilerin İzolasyonu, Karakterisasyonu ve Soğan Gelişimi Üzerine Etkisi** 1084-1092  
The Isolation and Characterization of Phosphate Solubilizing Bacteria from the Onion Rhizosphere and Their Effect on Onion Growth  
İdris BEKTAŞ, Mustafa KÜSEK
- Batı Karadeniz Bölgesi Kivi Bahçelerinde Kök-Ur Nematodu (*Meloidogyne spp.*) Yaygınlığı ve Yoğunluğu** 1093-1099  
Distribution And Occurrence of Root-Knot Nematodes (*Meloidogyne spp.*) in Kiwi Orchards in Western Black Sea Region  
Emre EVLİCE, Esengül ÖZDEMİR
- Stammaria* Fuckel: Türkiye Mikrobiyotası için Yeni Bir Diskomiset Cins Kaydı** 1100-1103  
*Stammaria* Fuckel: A New Discomycete Genus Record for Turkish Mycobiota  
Derya KAPLAN, Yasin UZUN, Abdullah KAYA
- Türkiye *Tulostoma*' larına İki Yeni Katkı** 1104-1110  
Two New Additions to *Turkish Tulostoma*  
İlgaz AKATA, Ergin SAHİN, Deniz ALTUNTAŞ, Şanlı KABAKTEPE
- Türkiye'nin Sığır Eti Üretiminde Yapısal Kırılma Analizi** 1111-1117  
Structural Break Analysis in Beef Production of Turkey  
Nevra ALHAS EROĞLU, Mehmet BOZOĞLU, Abdalbaki BİLGİÇ, Bakiye KILIÇ TOPUZ, Uğur BAŞER
- Bazı Sığır Irklarında Bireysel Laktasyon Eğrisi Modellerinin Karşılaştırmalı Olarak İncelenmesi** 1118-1125  
Comparative Analysis Of Individual Lactation Curve Models In Some Cattle Breeds  
Yıldırım GÖK, Mustafa ŞAHİN, Esra YAVUZ



# KAHRAMANMARAŞ SÜTÇÜ İMAM ÜNİVERSİTESİ

## TARIM ve DOĞA DERGİSİ

### HAKEMLER/Referees\*

Prof. Dr. Cuma AKBAY	KSÜ Ziraat Fak. Tarım Ekonomisi Böl. Kahramanmaraş
Prof. Dr. Cuma AKBAY	KSÜ Ziraat Fak. Tarım Ekonomisi Böl. Kahramanmaraş
Prof. Dr. Şevket ALP	Van Yüzüncü Yıl Üniv. Mimarlık ve Tasarım Fak. Peyzaj Mimarlığı Böl. Van
Prof. Dr. Şengül ALPAY KARAOĞLU	Recep Tayyip Erdoğan Üniv. Fen-Edebiyat Fak. Biyoloji Böl. Rize
Prof. Dr. Ebubekir ALTUNTAŞ	Tokat Gaziosmanpaşa Üniv. Ziraat Fak. Biyosistem Mühendisliği Böl. Tokat
Prof. Dr. Muhammet ARICI	Yıldız Teknik Üniv. Kimya-Metalurji Fak. Gıda Mühendisliği Böl. İstanbul
Prof. Dr. Levent ARIN	Tekirdağ Namık Kemal Üniv. Ziraat Fak. Bahçe Bitkileri Böl. Tekirdağ
Prof. Dr. Levent ARIN	Tekirdağ Namık Kemal Üniv. Ziraat Fak. Bahçe Bitkileri Böl. Tekirdağ
Prof. Dr. Muhammed ATAMANALP	Atatürk Üniv. Su Ürünleri Fak. Su Ürünleri Yetiştiriciliği Böl. Erzurum
Doç. Dr. Ebru ATAŞLAR	Eskişehir Osmangazi Üniv. Fen-Edebiyat Fak. Biyoloji Böl. Eskişehir
Prof. Dr. Atılğan ATILGAN	Alaaddin Keykubat Üniv. Rafet Kayış Mühendislik Fak. Alanya
Doç. Dr. Tugay AYAŞAN	Osmaniye Korkut Ata Üniv. Kadirli Uygulamalı Bilimler Fak. Osmaniye
Prof. Dr. Ayşe Betül AVCI	Ege Üniv. Ödemiş MYO Bitkisel ve Hayvansal Üretim Böl. İzmir
Prof. Dr. Arzu Funda BAĞCIGİL	İstanbul Üniv.-Cerrahpaşa Veteriner Fak. Klinik Öncesi Bil. Böl. İstanbul
Prof. Dr. İsmet BALIK	Akdeniz Üniv. Kemer Denizcilik Fak. Denizcilik İşletmeleri Yön. Böl. Antalya
Prof. Dr. Levent BAT	Sinop Üniv. Su Ürünleri Fak. Su Ürünleri Temel Bilimleri Böl. Sinop
Prof. Dr. Lütüfî BEHÇET	Bingöl Üniv. Fen-Edebiyat Fak. Moleküler Biyoloji ve Genetik Böl. Bingöl
Prof. Dr. Abdülbaki BİLGİÇ	Atatürk Üniv. Ziraat Fak. Tarım Ekonomisi Böl. Erzurum
Prof. Dr. Mehmet BOZOĞLU	Samsun Ondokuz Mayıs Üniv. Ziraat Fak. Tarım Ekonomisi Böl. Samsun
Prof. Dr. Ali Savaş BÜLBÜL	Bayburt Üniv. Uygulamalı Bilimler Fak. Bayburt
Doç. Dr. Esra AYDOĞAN ÇİFCİ	Bursa Uludağ Üniv. Ziraat Fak. Tarla Bitkileri Böl. Bursa
Doç. Dr. Esra AYDOĞAN ÇİFCİ	Bursa Uludağ Üniv. Ziraat Fak. Tarla Bitkileri Böl. Bursa
Prof. Dr. Ercan CEYHAN	Selçuk Üniv. Ziraat Fak. Tarla Bitkileri Böl.
Prof. Dr. Sevgi ÇALIŞKAN	Niğde Ömer Halisdemir Üniv. Tarım Bilimleri ve Teknolojileri Fak. Niğde
Prof. Dr. Ahmet Esen ÇELEN	Ege Üniv. Ziraat Fak. Tarla Bitkileri Böl. İzmir
Prof. Dr. Ramazan ÇETİNTAŞ	KSÜ Ziraat Fak. Bitki Koruma Böl. Kahramanmaraş
Dr. Öğretim Üyesi Alihan ÇOKKIZGIN	Gaziantep Üniv. Nurdağı MYO Bitkisel ve Hayvansal Üretim Böl. Gaziantep
Doç. Dr. Özlem EMİR ÇOBAN	Fırat Üniv. Su Ürünleri Fak. Su Ürünleri Avlama ve İşleme Tek. Böl. Elazığ
Prof. Dr. Adnan ÇİÇEK	Tokat Gaziosmanpaşa Üniv. Ziraat Fak. Tarım Ekonomisi Böl. Tokat
Doç. Dr. Handan ÇULAL KILIÇ	Isparta Uygulamalı Bilimler Üniv. Ziraat Fak. Bitki Koruma Böl. Isparta
Prof. Dr. Necdet DAĞDELEN	Aydın Adnan Menderes Üniv. Ziraat Fak. Biyosistem Mühendisliği Böl. Aydın
Prof. Dr. Hasan DEĞİRMENCİ	KSÜ Ziraat Fak. Biyosistem Mühendisliği Böl. Kahramanmaraş

\* Soyada göre sıralanmıştır.





# KAHRAMANMARAŞ SÜTÇÜ İMAM ÜNİVERSİTESİ

## TARIM ve DOĞA DERGİSİ

Prof. Dr. Mehmet Cengiz DEVAL  
Dr. Öğretim Üyesi Hikmet DİNÇ  
Doç. Dr. Ziya DUMLUPINAR  
Prof. Dr. Mahfuz ELMASTAS  
Prof. Dr. Makbule ERDOĞDU  
Prof. Dr. Mehmet Ziya FIRAT  
Doç. Dr. Ali Vaiz GARİPOĞLI  
Prof. Dr. Ayşe GÜREL İNANLI  
Prof. Dr. Kemal Sulhi GÜNDOĞDU  
Prof. Dr. İsmail GÜVENÇ  
Doç. Dr. Arzu KAN  
Prof. Dr. Mahmut KAPLAN  
Prof. Dr. Burhan KARA  
Prof. Dr. Şevket Metin KARA  
Prof. Dr. Emine KARADEMİR  
Prof. Dr. Rezzan KASIM  
Prof. Dr. Gıyasettin KAŞIK  
Prof. Dr. Galip KAŞKAVALCI  
Doç. Dr. Selma KATALAY  
Prof. Dr. Hamit KAVAK  
Dr. Öğretim Üyesi Elife KAYA  
Doç. Dr. Yüksel KAYA  
Prof. Dr. Hasan KILIÇ  
Prof. Dr. Sevda KIRBAG  
Doç. Dr. Dursun KISA  
Prof. Dr. Ekrem KİREÇCİ  
Dr. Öğr. Üyesi Mustafa KOCAKAYA  
Prof. Dr. Ayşegül KUBİLAY  
Prof. Dr. Yasemin KUŞLU  
Prof. Dr. Mustafa MİRİK  
Doç. Dr. İlkan Ali OLGUNOĞLU  
Prof. Dr. Hikmet ORHAN  
Prof. Dr. Fadul ÖNEMLİ  
Prof. Dr. Mehmet ÖZ

Akdeniz Üniv. Su Ürünleri Fak. Su Ürünleri Av. ve İşleme Tek. Böl. Antalya  
Gaziantep İslam Bilim ve Teknoloji Üniv. Tıp Fak. Gaziantep  
KSÜ Ziraat Fak. Tarımsal Biyoteknoloji Böl. Kahramanmaraş  
Sağlık Bilimleri Üniv. Hamidiye Eczacılık Fak. Temel Eczacılık Bil. Böl. İstanbul  
Kırşehir Ahi Evran Üniv. Ziraat Fak. Peyzaj Mimarlığı Böl. Kırşehir  
Akdeniz Üniv. Ziraat Fak. Zootekni Böl. Antalya  
Ondokuz Mayıs Üniv. Ziraat Fak. Zootekni Böl. Samsun  
Fırat Üniv. Su Ürünleri Fak. Su Ürünleri Avlama ve İşleme Tek. Böl. Elazığ  
Bursa Uludağ Üniv. Ziraat Fak. Biyosistem Mühendisliği Böl. Bursa  
KSÜ Ziraat Fak. Bahçe Bitkileri Böl. Kahramanmaraş  
Kırşehir Ahi Evran Üniv. Ziraat Fak. Tarım Ekonomisi Böl. Kırşehir  
Erciyes Üniv. Seyrani Ziraat Fak. Tarla Bitkileri Böl. Kayseri  
Isparta Uygulamalı Bilimler Üniv. Ziraat Fak. Tarla Bitkileri Böl. Isparta  
Ordu Üniv. Ziraat Fak. Tarla Bitkileri Böl. Ordu  
Siirt Üniv. Ziraat Fak. Tarla Bitkileri Böl. Siirt  
Kocaeli Üniv. Ziraat Fak. Bahçe Bitkileri Böl. Kocaeli  
Selçuk Üniv. Fen Fak. Biyoloji Böl. Konya  
Ege Üniv. Ziraat Fak. Bitki Koruma Böl. İzmir  
Manisa Celâl Bayar Üniv. Fen-Edebiyat Fak. Biyoloji Böl. Manisa  
Dicle Üniv. Ziraat Fak. Bitki Koruma Böl. Diyarbakır  
KSÜ Teknik Bilimler MYO Gıda İşleme Böl. Kahramanmaraş  
Siirt Üniv. Ziraat Fak. Tarla Bitkileri Böl. Siirt  
Bingöl Üniv. Ziraat Fak. Tarla Bitkileri Böl. Bingöl  
Fırat Üniv. Fen Fak. Biyoloji Böl. Elazığ  
Bartın Üniv. Fen Fak. Moleküler Biyoloji ve Genetik Böl. Bartın  
KSÜ Tıp Fak. Temel Tıp Bilimleri Böl. Kahramanmaraş  
Yozgat Bozok Üniv. Boğazlıyan MYO Bitkisel ve Hayvansal Üretim Böl. Yozgat  
Isparta Uygulamalı Bilimler Üniv. Eğirdir Su Ürünleri Fak. Isparta  
Atatürk Üniv. Ziraat Fak. Tarımsal Yapılar ve Sulama Böl. Erzurum  
Tekirdağ Namık Kemal Üniv. Ziraat Fak. Bitki Koruma Böl. Tekirdağ  
Adıyaman Üniv. Kahta MYO Su Ürünleri Böl. Adıyaman  
Süleyman Demirel Üniv. Tıp Fak. Temel Tıp Bilimleri Böl. Isparta  
Tekirdağ Namık Kemal Üniv. Ziraat Fak. Tarla Bitkileri Böl. Tekirdağ  
Bursa Uludağ Üniv. Mustafakemalpaşa MYO Bitkisel ve Hayvansal Üretim Böl. Bursa



# KAHRAMANMARAŞ SÜTÇÜ İMAM ÜNİVERSİTESİ

## TARIM ve DOĞA DERGİSİ

Doç. Dr. Nusret ÖZBAY

Dr. Öğr. Üyesi Nizamettin ÖZDOĞAN

Prof. Dr. Rıdvan POLAT

Doç. Dr. Burak SALTUK

Doç. Dr. Emre SEVİNDİK

Dr. Öğr. Üyesi M. Hakan SONMETE

Prof. Dr. Soner SOYLU

Doç. Dr. İsmail ŞEN

Prof. Dr. Çiğdem TAKMA

Dr. Öğretim Üyesi Parham TASLİMİ

Prof. Dr. Selda TEKİN ÖZAN

Prof. Dr. İskender TİRYAKİ

Prof. Dr. Yahya TÜLEK

Prof. Dr. İbrahim TÜRKEKUL

Dr. Öğretim Üyesi Fikret TÜRKAN

Prof. Dr. Doğan UYSAL

Dr. Öğretim Üyesi Osman UYSAL

Doç. Dr. Fatih ÜÇKARDEŞ

Prof. Dr. Hasan VURAL

Prof. Dr. Fikret YAŞAR

Prof. Dr. Atila YETİŞEMİYEN

Prof. Dr. Ayhan YILDIZ

Prof. Dr. Kemal YILDIZ

Prof. Dr. Sibel YILDIZ

Prof. Dr. Ahmet YILMAZ

Prof. Dr. İbrahim YILMAZ

Prof. Dr. Navid G. HOSSEİN-ZADEH

Dr. Daniel ZABORSKI,

Bingöl Üniv. Ziraat Fak. Bahçe Bitkileri Böl. Bingöl

Zonguldak Bülent Ecevit Üniv. Mühendislik Fak. Çevre Mühendisliği Böl.

Bingöl Üniv. Ziraat Fak. Peyzaj Mimarlığı Böl. Bingöl

Alanya Alaaddin Keykubat Üniv. Rafet Kayış Mühendislik Fak. Alanya

Aydın Adnan Menderes Üniv. Ziraat Fak. Tarımsal Biyoteknoloji Böl. Aydın

Selçuk Üniv. Ziraat Fak. Tarım Makineleri ve Tek. Mühendisliği Böl. Konya

Hatay Mustafa Kemal Üniv. Ziraat Fak. Bitki Koruma Böl. Hatay

Isparta Uygulamalı Bilimler Üniv. Teknoloji Fak. Biyomedikal Müh. Böl. Isparta

Ege Üniv. Ziraat Fak. Zootečni Böl. İzmir

Bartın Üniv. Fen Fak. Biyoteknoloji Böl. Bartın

Süleyman Demirel Üniv. Fen-Edebiyat Fak. Biyoloji Böl. Isparta

ÇOMU Ziraat Fak. Tarımsal Biyoteknoloji Böl. Çanakkale

Pamukkale Üniv. Mühendislik Fak. Gıda Mühendisliği Böl. Pamukkale

Tokat Gaziosmanpaşa Üniv. Fen-Edebiyat Fak. Biyoloji Böl. Tokat

Iğdır Üniv. Sağlık Hizmetleri MYO Tıbbi Hizmetler ve Teknikler Böl. Iğdır

Manisa Celâl Bayar Üniv. İktisadi ve İdari Bilimler Fak. Manisa

Malatya Turgut Özal Üniv. Ziraat Fak. Tarım Ekonomisi Böl. Malatya

Adıyaman Üniv. Tıp Fak. Temel Tıp Bilimleri Böl. Adıyaman

Bursa Uludağ Üniv. Ziraat Fak. Tarım Ekonomisi Böl. Bursa

Van Yüzüncü Yıl Üniv. Ziraat Fak. Bahçe Bitkileri Böl. Van

Ankara Üni. Ziraat Fak. Süt Teknolojisi Böl. Ankara

Aydın Adnan Menderes Üniv. Ziraat Fak. Bitki Koruma Böl. Aydın

Manisa Celâl Bayar Üniv. Fen-Edebiyat Fak. Biyoloji Böl. Manisa

Karadeniz Teknik Üniv. Orman Fak. Orman Endüstrisi Müh. Böl. Trabzon

Harran Üniv. Ziraat Fak. Tarla Bitkileri Böl. Şanlıurfa

Akdeniz Üniv. Ziraat Fak. Tarım Ekonomisi Böl. Antalya

University Of Guilan, Department Of Animal Science, IRAN

West Pomeranian University of Science And Technology, Szczecin, POLAND

## Ekstraksiyon Koşullarının Nar (*Punica Granatum* L.) Çiçeği Ekstraktlarının Antioksidan Aktivite ve Toplam Fenolik İçeriği Üzerine Etkisi

Cem Okan ÖZER<sup>1</sup>, Ganime Beyzanur VAR<sup>2</sup>, Ezgi DEMİR ÖZER<sup>3</sup>

<sup>1,2</sup>Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi, Mühendislik-Mimarlık Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Nevşehir, Türkiye, <sup>3</sup>Kapadokya Üniversitesi, Uygulamalı Bilimler Yüksekokulu, Gastronomi ve Mutfak Sanatları Bölümü, Nevşehir, Türkiye

<sup>1</sup><https://orcid.org/0000-0002-2030-1412>, <sup>2</sup><https://orcid.org/0000-0002-1757-7805>, <sup>3</sup><https://orcid.org/0000-0002-3525-5172>

✉: cemokanozer@nevsehir.edu.tr

### ÖZET

Bu çalışma kapsamında nar (*Punica granatum* L.) çiçeğinden farklı parametreler altında elde edilen ekstraktların antioksidan aktiviteleri ve toplam fenolik içerikleri üzerine ekstraksiyon koşullarının etkisi incelenmiştir. Nar çiçeklerinden su ve etanol kullanılarak 40-60 °C sıcaklık ve 40-60 dk süre ile ekstraktlar elde edilmiş ve liyofilize edilerek kurutulmuştur. Liyofilize ekstraktların antioksidan aktiviteleri 2,2-difenil-1-pikrilhidrazil (DPPH) radikal giderme aktivitesi ve β-karoten ağartma yöntemleri kullanılarak tespit edilmiştir. Çalışma sonuçları, ekstraktların antioksidan aktivite ve fenolik madde içeriğine ekstraksiyon sırasında kullanılan çözücü, sıcaklık, süre ve bu faktörlerin bazı interaksiyonlarının önemli seviyede etkisi olduğunu göstermiştir. Etanol ile hazırlanan ekstraktların su ile hazırlanan ekstraktlara kıyasla daha yüksek antioksidan aktivite gösterdiği belirlenmiştir. Ayrıca etanol ile hazırlanan ekstraktların toplam fenolik madde içeriği de daha yüksek bulunmuştur. Etanol kullanılarak, 60 °C sıcaklık ve 40 dk sürede gerçekleştirilen ekstraksiyon işlemi ile elde edilen ekstraktların ortalama %85 DPPH radikali giderim aktivitesine ve %70 β-karoten ağartma aktivitesine sahip olduğu belirlenmiştir. Bu ekstraktların ortalama 70.36 mg GAE<sup>g</sup> fenolik bileşen içerdiği tespit edilmiştir.

### Araştırma Makalesi

#### Makale Tarihi

Geliş Tarihi : 21.11.2020

Kabul Tarihi : 19.02.2021

#### Anahtar Kelimeler

Nar çiçeği ekstraktı

Antioksidan aktivite

Fenolik içerik

## Effects of Extraction Conditions on Antioxidant Activity and Total Phenolic Content of Pomegranate (*Punica Granatum*) Flower Extracts

### ABSTRACT

In this study, the effects of extraction conditions on the antioxidant activities and total phenolic contents of extracts obtained from pomegranate (*Punica granatum* L.) flower under different parameters were investigated. Extracts were obtained from pomegranate flowers using water and ethanol at 40-60 °C for 40-60 minutes, and were lyophilized. The antioxidant activities of lyophilized extracts were determined by using 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH) radical scavenging activity and β-carotene bleaching methods. The results of the study revealed that the solvent, temperature, time and some interactions of these factors have a significant effect on the antioxidant activity and phenolic compound content of the extracts. It reported that extracts prepared with ethanol show higher antioxidant activity compared to extracts prepared with water. In addition, the total phenolic content of the extracts prepared with ethanol was found to be higher. It was determined that the extracts obtained by the extraction process performed at 60 °C for 40 minutes using ethanol had an average of 85% DPPH radical removal activity and 70% β-carotene bleaching activity. The average phenolic component content of these extracts was determined as 70.36 mg GAE<sup>g</sup>.

### Research Article

#### Article History

Received : 21.11.2020

Accepted : 19.02.2021

#### Keywords

Pomegranate flower extract

Antioxidant activity

Phenolic content

**To Cite :** Özer CO, Var GB, Demir Özer E 2021. Effects of Extraction Conditions on Antioxidant Activity and Total Phenolic Content of Pomegranate (*Punica Granatum* L.) Flower Extracts. KSU J. Agric Nat 24 (5): 915-920. DOI: 10.18016/ksutarimdog.vi.827377.

## GİRİŞ

Nar (*Punica granatum* L.) Punicaceae familyasına ait olan, İran, Afganistan, Hindistan, ABD, Çin, Japonya, Rusya, Tunus, Türkiye, Mısır, İspanya ve Fas gibi Akdeniz ülkelerinde yetiştirilen ve yaklaşık 4.5 ile 8 metre boyunda büyüyen çalı veya küçük, çok köklü bir ağaçtır (Sarkhosh ve ark., 2006; Suman ve Bhatnagar, 2019). Nar ağacı uzun ömürlü dallara, 2 cm genişliğinde ve 3-7 cm uzunluğunda yapraklara ve 3-7 taç yaprağı olan kırmızı renkli çiçeklere sahiptir (Suman ve Bhatnagar, 2019).

Nar bitkisinin meyve, kabuk, çiçek ve suyu gibi çeşitli kısımları üzerine yapılan çalışmalar biyoaktif bileşenler bakımından oldukça zengin olduğunu göstermektedir. (Gil ve ark., 2000; Negi ve ark., 2003; Wafa ve ark., 2017). Nar içeriğinde antioksidan, antimikrobiyal, antidiyabetik, antiinflamatuvar, antitümoral ve immünomodülatör özelliklere sahip olan flavonoidler, tanenler, organik asitler, steroller, konjuge yağ asitleri, fenolik bileşikler ve vitaminler gibi çok sayıda biyoaktif bileşen tanımlanmıştır (Elfalleh ve ark., 2011; Natalello ve ark., 2020; Viuda-Martos ve ark., 2010). Heber (2011) ve Zhang ve ark. (2010) nar ve narın farklı kısımlarının özellikle elajitanenler ve punikalagin bakımından oldukça zengin olduğunu bildirmişlerdir.

Nar çiçeğinin yapısında ise bol miktarda fenolik bileşikler (gallik asit, ellajik asit ve etil brevifolin-karboksilat), triterpenler (maslinik, ursolik, oleanolik ve asya asitler) steroller, daucosterol, flavonoid (punicaflavon) ve antosiyaninlerin (pelargonidin 5-diglukosid ve pelargonidin 3-glukozit) bulunduğu bildirilmektedir (Bekir ve ark., 2013; Yılmaz ve Usta, 2011). Bu bileşiklerin *in vitro* ve *in vivo* ortamda antioksidan etkinliği de yapılan çalışmalar ile kanıtlanmıştır (Boukharta ve ark., 1992; Hajimahmoodi ve ark., 2013; Osawa ve ark., 1987; Zhang ve ark., 2011). Özen ve Soyer (2018) doğal nar ekstraktının fenolik bileşikler bakımından zengin olması nedeniyle BHT kadar güçlü antioksidant aktivitesi olduğunu belirtmiştir. Bu bileşiklerin gıda ürünlerinin işlenmesi ve depolanması sırasında meydana gelen lipid oksidasyonu ve mikrobiyal gelişme gibi reaksiyonların durdurulması veya geciktirilmesinde önemli bir rol oynayabileceği düşünülmektedir. Gıda endüstrisinde ürünlerin raf ömrünün uzatılması, oksidatif hasarın engellenmesi ve mikrobiyal gelişmeyi en aza indirebilmek için çeşitli katkı maddeleri kullanılmaktadır. Lipid ve protein oksidasyonları gıda ürünlerinde kalite kaybının başlıca nedenleri arasında gösterilmektedir. Ayrıca lipid oksidasyonu ketonlar, aldehitler, izofuranlar ve malonaldehidler gibi oluşan reaksiyon ürünleri nedeniyle duyu kalitede bir azalmaya da neden olur

(Turgut ve ark., 2017).

Son yıllarda tüketiciler gıdalarda kullanılan koruyucuların güvenilirliğini sorgulamaya başlamıştır. Bunun sonucu olarak, her geçen gün doğal içerikli gıda ürünlerine olan talep artmaktadır. Özellikle, birçok bitkinin içeriğinde yer alan polifenoller, bu bakımdan son yıllarda büyük dikkat çekmektedir (Al-Zoreky, 2009). Gerçekleştirilen bu çalışma ile, gıda ürünlerinde doğal antioksidan kaynağı olarak kullanılma potansiyeli olan nar çiçeğinin farklı sıcaklık ve süre koşulları altında, su ve etanol kullanılarak elde edilen ekstraktlarının antioksidan aktivite ve toplam fenolik içeriklerinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

## MATERYAL ve METOD

### Materyal

Çalışma da Adana ilinin Yüreğir ve Mersin ilinin Tarsus ilçesinde yetiştirilen nar ağaçlarından elde edilen ve güneş altında geleneksel olarak kurutulan kırmızı nar çiçekleri kullanılmıştır. Kurutulmuş nar çiçekleri yerel bir üreticiden temin edilmiştir.

### Nar Çiçeği Ekstraktlarının Hazırlanması

Nar çiçeği ekstraktlarının hazırlanmasında Wafa ve ark. (2017)'nin uygulamış olduğu ekstraksiyon yöntemi bazı modifikasyonlar gerçekleştirilerek uygulanmıştır. Öncelikle bütün haldeki nar çiçekleri mekanik öğütücü (Yücebaş Makine, İzmir, Türkiye) yardımıyla toz hale getirilmiş ve ekstraksiyon işleminde toz formdaki nar çiçekleri kullanılmıştır. Ekstraksiyon işleminde 1 g nar çiçeği için 20 mL etanol (%70, v/v) veya distile su kullanılmıştır. Hazırlanan karışımlar 40°C ve 60°C sıcaklık altında 40 ve 60 dakika süre ile çalkalamalı su banyosunda ekstrakte edilmiştir. Isıl işlem sonrası hızlı bir şekilde oda sıcaklığına (22 °C) soğutulan karışım safsızlıkların uzaklaştırılması için kaba filtre kâğıdı yardımıyla filtrelenmiştir. Elde edilen ekstraktta bulunan çözücü rotary evaporatör yardımıyla uzaklaştırıldıktan sonra kalan kısım liyofilizatörde (Operon, OPR-FDU-8612, Güney Kore) -80°C ve 0.01 mbar basınç altında kurutulmuştur. Elde edilen toz ekstraktlar analizler gerçekleştirilene kadar vakum ambalajlı olarak +4 °C'de depolanmıştır.

### Antioksidan Aktivite Tayinleri

#### DPPH (2,2-difenil-1-pikrilhidrazil) metodu

Ekstraktların antioksidan kapasitelerinin miktarı Chen ve ark. (1999) tarafından belirtilen yöntemde bazı değişiklikler yapılarak gerçekleştirilmiştir. Analizde DPPH stok çözeltisi (39.4 mg DPPH<sup>100</sup> mL metanol) hazırlanarak karanlık ortamda 2 saat

boyunca karıştırılmıştır. Deney tüplerine farklı konsantrasyonlarda örnek ekstraktı alınarak toplam hacmi metanol ile 1500 µL tamamlanmıştır. Her deney tüpüne 500 µL DPPH stok çözeltisi ilave edilerek karanlık ortamda 30 dk inkübasyona bırakılmış ve daha sonra 517 nm dalga boyunda absorbanları (Hanil Combi 514R, Güney Kore) ölçülmüştür. Antioksidan aktivite (%) değerleri aşağıdaki formülle hesaplanmıştır.

$$\% \text{Antioksidan Aktivite} = (\text{Ac} - \text{As}) / \text{Ac} \times 100 \quad (1)$$

Ac: kontrol absorbanı, As: örnek absorbanı

### β-karoten ağartma metodu

Ekstraktların β-Karoten ağartma analizi Matthäus (2002) belirttiği yöntemde bazı değişiklikler yapılarak gerçekleştirilmiştir. Bu maksatla 40 µl linoleik asit, 400 µL Tween 40 ve 4 mL β-karoten çözeltisi (0.002 g<sup>20</sup> mL kloroform) karıştırıldıktan sonra kloroform evaporatörde uzaklaştırılmış ve üzerine 100 mL destile su ilave edilerek test çözeltisi hazırlanmıştır. Hazırlanan örnek ekstraktları (1 m<sup>-mL</sup> metanol) üzerine 3 mL test çözeltisi ilave edilmiş ve 470 nm'de ilk absorban kaydedilmiştir. Örnekler 50 °C su banyosunda 100 dk bekletildikten sonra tekrar absorbanı ölçülmüştür. Hesaplama absorbanlar arasındaki farklar kullanılmıştır. Aynı işlem β-karoten kullanılmadan hazırlanan kontrol grubu içinde uygulandıktan sonra aşağıdaki eşitlikle antioksidan aktivite hesaplanmıştır.

$$\% \text{Antioksidan Aktivite} = (\text{Ac} - \text{As}) / \text{Ac} \times 100 \quad (2)$$

Ac : kontrol absorbanı, As : örnek absorbanı

### Toplam Fenolik Madde Miktarının Belirlenmesi

Ekstraktların toplam fenolik madde miktarı Taga ve ark. (1984) tarafından belirtilen yöntem üzerinde bazı değişiklikler yapılarak gerçekleştirilmiştir. Falkon tüplerine nar çiçeğinin sulu ve etanollü ekstraktlarından 0.5 ml (1 mg<sup>mL</sup> metanol) alınmıştır.

Üzerine 23 ml distile su ve 0.5 mL Folin-Ciocalteu reaktifi eklenerek karıştırılmış ve 3 dk boyunca inkübasyona bırakılmıştır. Sonrasında 1.5 mL %2'lik sodyum karbonat çözeltisi ilave edilerek 120 dk süresince karıştırıldıktan sonra 760 nm dalga boyunda absorban değerleri köre karşı ölçülmüştür. Ekstraktlardaki toplam fenolik madde miktarlarında standart olarak gallik asit kullanılmış ve sonuçlar gallik asit eşdeğeri (µg GAE<sup>mg</sup> örnek) olarak hesaplanmıştır. Ekstraktlardaki toplam fenolik madde miktarları gallik asit kullanılarak çizilen kalibrasyon eğrisi ile gallik asit eşdeğeri (mg GAE<sup>g</sup> örnek) olarak hesaplanmıştır.

### İstatistiksel Analiz

Araştırma kapsamında elde edilen ham veriler SPSS 22.0.0 (SPSS Inc., Chicago, ABD) paket programı kullanılarak, %90, %95 ve %99 güven aralığında varyans analizi ile incelenmiştir. Ortalamalar arasındaki farkın önemli olup olmadığı varyans analizi sonrası yapılan Duncan çoklu karşılaştırma testi ile belirlenmiştir (P<0.05). Sonuçlar ortalama ve standart sapma değerleri ile sunulmuştur.

### BULGULAR ve TARTIŞMA

Gerçekleştirilen çalışma kapsamında deneme deseninde bağımsız değişkenler olarak ele alınan çözücü çeşidi (su ve etanol), sıcaklık (40-60 °C) ve süre (40-60 dk) parametrelerinin ekstraksiyon sonucu elde edilen ekstraktların antioksidan aktivite (IC50, DPPH ve β-karoten ağartma) ve toplam fenolik içeriği değerleri üzerine etkileri Çizelge 1'de sunulmuştur. Çalışma sonuçları ekstraksiyonda kullanılan çözücü çeşidinin belirlenen tüm değerler üzerinde önemli bir etkisi olduğunu göstermiştir (P≤0.01). Sıcaklık değişiminin DPPH radikali giderme aktivitesi üzerinde önemli bir etkisi bulunmazken, β-karoten ağartma aktivitesi (P≤0.01) ve toplam fenolik içeriği (P≤0.05) üzerinde etkisi tespit edilmiştir.

Çizelge 1. Ekstraksiyon parametrelerinin antioksidan aktivite ve toplam fenolik içeriği üzerine etkileri

Table 1. Effects of extraction parameters on antioxidant activity and total phenolic content

Faktörler <i>Factors</i>	IC50	DPPH	β-Karoten Ağartma <i>β-caroten bleaching</i>	Toplam Fenolik İçerik <i>Total phenolic content</i>
Çözücü	***	***	***	***
Sıcaklık	NS	NS	***	**
Süre	*	***	***	NS
Çözücü x Sıcaklık	NS	NS	***	NS
Çözücü x Süre	NS	***	***	**
Sıcaklık x Süre	NS	***	NS	**
Çözücü x Sıcaklık x Süre	**	**	NS	NS

NS; istatistiksel olarak önemsiz, önem seviyeleri: \* P ≤ 0.1; \*\* P ≤ 0.05; \*\*\* P ≤ 0.01.

Faktörlerin bahsedilen ana etkileri dışında birbirleri ile olan bazı interaksiyonlarının da IC50, DPPH radikali giderme aktivitesi, β-Karoten Ağartma ve toplam fenolik içeriği üzerinde farklı önem seviyelerinde (P ≤ 0.05, P ≤ 0.01) etkisi olduğu

belirlenmiştir.

Farklı ekstraksiyon koşulları altında elde edilen ekstraktların antioksidan aktivite değerleri Çizelge 2'de sunulmuştur. DPPH radikali giderme aktivitesi

analizi sonuçları incelendiğinde kullanılan çözücü çeşidinin etkisi açık bir şekilde görülmektedir ( $P<0.05$ ). Etanol kullanılarak elde edilen ekstraktların DPPH radikali giderme aktivitesi su kullanılarak elde edilen ekstraktlara kıyasla önemli seviyede yüksek bulunmuştur ( $P<0.05$ ). Belirlenen IC50 değerlerinin de bu sonuç ile paralellik gösterdiği görülmektedir. En

yüksek DPPH radikali giderme aktivitesi etanol kullanılarak 60 °C sıcaklık ve 40 dk süre ile hazırlanan ekstraktlarda belirlenmiştir ( $P<0.05$ ). Su ile hazırlanan tüm ekstraktların ise etanol ile hazırlanan ekstraktlardan daha düşük aktiviteye sahip olduğu belirlenmiştir ( $P<0.05$ ).

Çizelge 2. Farklı ekstraksiyon koşullarında nar çiçeği ekstraktlarının antioksidan aktivite değerleri  
Table 2. Antioxidant activity values of pomegranate flower extracts under different extraction conditions

Çözücü Solvent	Sıcaklık Temperature (°C)	Süre (dk) Time (sec)	Antioksidan aktivite			
			DPPH ( $\mu\text{g}^{-\text{mL}}$ )	IC50	DPPH (%) 30 dk (sec)-100 $\mu\text{g}^{-\text{mL}}$	$\beta$ -karoten ağartma $\beta$ -caroten bleaching (%) 100 dk (sec) -100 $\mu\text{g}^{-\text{mL}}$
Su	40	40	13.96±0.59 <sup>ab</sup>		48.08±0.80 <sup>g</sup>	49.79±0.45 <sup>d</sup>
Su	40	60	12.94±0.42 <sup>bc</sup>		54.22±0.92 <sup>e</sup>	50.69±0.47 <sup>d</sup>
Su	60	40	11.70±0.47 <sup>c</sup>		50.56±1.01 <sup>fg</sup>	60.03±0.13 <sup>c</sup>
Su	60	60	14.58±1.54 <sup>a</sup>		52.22±0.78 <sup>ef</sup>	59.58±1.36 <sup>c</sup>
Etanol	40	40	5.15±0.04 <sup>d</sup>		79.97±2.14 <sup>b</sup>	70.80±0.80 <sup>a</sup>
Etanol	40	60	6.44±0.08 <sup>d</sup>		70.41±1.17 <sup>c</sup>	62.59±0.35 <sup>b</sup>
Etanol	60	40	5.71±0.50 <sup>d</sup>		84.56±1.53 <sup>a</sup>	69.96±0.97 <sup>a</sup>
Etanol	60	60	5.96±0.25 <sup>d</sup>		63.36±1.29 <sup>d</sup>	61.86±0.88 <sup>b</sup>

a-e (↓) Aynı sütundaki farklı harfler istatistiksel olarak farklılığı gösterir.

Ekstraktların  $\beta$ -karoten ağartma metoduna göre elde edilen antioksidan aktivite değerleri, DPPH radikali giderme aktivitesi sonuçlarına paralellik göstermektedir. Etanol ile elde edilen ekstraktların  $\beta$ -karoten ağartma değerleri su ile elde edilen ekstraktlara kıyasla önemli seviyede yüksek bulunmuştur ( $P<0.05$ ). Ayrıca 40 dk ekstraksiyon süresinin uygulandığı etanol ile elde edilen ekstraktların  $\beta$ -karoten ağartma değerleri 60 dk ekstraksiyon süresi uygulanan örneklere kıyasla daha yüksek bulunmuştur ( $P<0.05$ ). Su ile hazırlanan ekstraktlarda ise  $\beta$ -karoten ağartma değerleri üzerine sıcaklığın önemli etkisinin olduğu tespit edilmiştir. 60 °C'de gerçekleştirilen ekstraksiyon sonucunda elde edilen ekstraktların  $\beta$ -karoten ağartma değerleri 40 °C'de elde edilen ekstraktlara kıyasla önemli seviyede yüksek bulunmuştur ( $P<0.05$ ).

Çalışma da elde edilen antioksidan aktivite değerleri ve ekstraksiyon parametrelerinin etkisi literatür de yer alan birçok çalışma ile benzerlik göstermektedir. Laosirisathian ve ark. (2020) nar kabuğunun etanol solüsyonu (%60) ile hazırlanan ekstraksiyonun en verimli ekstraksiyon olduğunu ve DPPH radikal temizleme aktivitesinin (IC50) ortalama 10.97  $\mu\text{g}^{-\text{mL}}$  olduğunu belirtmiştir. Belirtilen antioksidan aktivite değeri çalışmada elde ettiğimiz değerlere oldukça benzerdir. Elfalleh ve ark. (2012) nar çiçeğinin su ile hazırlanan ekstraktının antioksidan aktivite değerinin (IC50) metanol ile hazırlanan ekstraktına kıyasla daha yüksek olduğunu belirtmiştir. Araştırmacılar su ile hazırlanan nar çiçeği ve kabuğu ekstraktları için IC50 değerini sırasıyla ortalama 13.87 ve 11.48  $\text{mg}^{-\text{mL}}$  olarak belirtmiştir. Benzer bir başka çalışmada, Abdolahi ve ark. (2018) etanol

solüsyonu (%70) kullanarak 24 saat süre ile oda sıcaklığında gerçekleştirdiği ekstraksiyon ile elde ettikleri ekstrakt için IC50 değerini ortalama 27.92  $\text{mg}^{-\text{mL}}$  ve antioksidan aktivite indeksini %91.04 olarak belirlemiştir. Yapılan çalışmalar, ekstraksiyon koşullarının, özellikle de çözücü çeşidi, ekstrakte edilen bileşen kompozisyonu üzerine önemli etkisi olması nedeniyle belirlenen antioksidan etkilerin farklı olabildiğini göstermektedir (Jang ve ark., 2007; Türkyılmaz ve ark., 2017; Yavaşer, 2011).

Farklı ekstraksiyon koşulları altında elde edilen ekstraktların toplam fenolik içerikleri ( $\text{mg GAE}^{-\text{g}}$  örnek) Çizelge 3'de sunulmuştur. Toplam fenolik içeriği analizi sonuçları incelendiğinde sonuçların beklenildiği gibi antioksidan aktivite değerleri ile paralellik gösterdiği belirlenmiştir. Etanol kullanılarak ve 60 °C'de 40 dk süre ile gerçekleştirilen ekstraksiyon işlemi ile elde edilen ekstraktın toplam fenolik içeriğinin (70.36  $\text{mg GAE}^{-\text{g}}$  ekstrakt) diğer ekstraktlara kıyasla daha yüksek olduğu tespit edilmiştir ( $P<0.05$ ). Nar çiçeğinin etanollü ve sulu ekstraksiyonlarının toplam fenolik içeriği sırasıyla 56.23 ve 41.21  $\text{mg GAE}^{-\text{g}}$  ekstrakt olarak belirlenmiştir. Çalışmada elde edilen sonuç, Elfalleh ve ark. (2012) tarafından belirlenen değer (42.70  $\text{mg GAE}^{-\text{g}}$  ekstrakt) ile uyumludur.

Yapılan çalışmalar ekstraksiyon işleminde kullanılan çözücü ve sıcaklık ve süre gibi ekstraksiyon koşullarının elde edilen ekstraktın toplam fenolik içeriğini önemli ölçüde etkilediğini göstermektedir (Bakkaloğlu ve Arıcı, 2019; Türkyılmaz ve ark., 2017; Yavaşer, 2011). Jalal ve ark. (2018) nar kabuğu ve yaprağından su ve metan kullanılarak elde ettiği

ekstraktların toplam fenolik içeriğini sırasıyla 18 ve 25 mg GAE<sup>g</sup> ekstrakt olarak tespit etmiştir. Nar kabuğu, çekirdeği ve suyu üzerinde gerçekleştirilen bir başka çalışmada nar kabuğunun nar çekirdeği ve suyuna kıyasla fenolik bileşenlerce daha zengin olduğu

bildirilmiştir (Derakhshan ve ark., 2018). Elde edilen veriler bahsedilen bu çalışma ile kıyaslandığında nar çiçeği ekstraktlarının fenolik içeriğinin nar kabuğu ve nar çekirdeğinden daha düşük olduğu, nar suyundan ise daha yüksek olduğu söylenebilir.

Çizelge 3. Farklı ekstraksiyon koşullarında nar çiçeği ekstraktlarının toplam fenolik içeriği  
*Table 3. Total phenolic content of pomegranate flower extracts under different extraction conditions*

Çözücü <i>Solvent</i>	Sıcaklık <i>Temperature (°C)</i>	Süre (dk) <i>Time (sec)</i>	Toplam fenolik içerik <i>Total phenolic content (mg GAE<sup>g</sup>)</i>
Su	40	40	36.06±4.79 <sup>d</sup>
Su	40	60	43.48±1.14 <sup>bcd</sup>
Su	60	40	42.38±1.56 <sup>cd</sup>
Su	60	60	42.95±2.28 <sup>bcd</sup>
Etanol	40	40	50.80±0.67 <sup>c</sup>
Etanol	40	60	51.86±0.39 <sup>b</sup>
Etanol	60	40	70.36±3.67 <sup>a</sup>
Etanol	60	60	51.91±0.76 <sup>b</sup>

a-d (↓) Aynı sütundaki farklı harfler istatistiksel olarak farklılığı gösterir.

## SONUÇ ve ÖNERİLER

Gıda endüstrisi, gıda güvenliğini artırmak için sentetik koruyucular yerine doğal bileşiklerin kullanımına önem vermektedir. Biyoaktif bileşenlerce zengin olan doğal bileşikler gıdalarda işleme ve depolama sırasında meydana gelen oksidasyonu engelleyerek gıda ürünlerinin raf ömrünü ve kalitesini uzatabilir. Bu çalışma nar çiçeğinden farklı yollarla elde edilecek ekstraktların bu amaçla kullanılma potansiyeli olduğunu göstermektedir. Gıdalarda nar çiçeği ekstraktlarının kullanımı ile doğal olmayan katkı maddelerinin kullanımı önlenir ve azaltılabilir.

## TEŞEKKÜR

Çalışmayı destekleyen Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi'ne (Proje No: BBAP20F12) teşekkür ederiz.

## Araştırmacıların Katkı Oranı Beyan Özeti

Çalışma verileri Cem Okan Özer, Ganime Beyzanur Var ve Ezgi Demir Özer tarafından gerçekleştirilen laboratuvar çalışmaları sonucunda elde edilmiştir. İstatistiksel analizler Cem Okan Özer tarafından gerçekleştirilmiştir. Verilerin yorumlanması ve makalenin yazımı tüm yazarların eşit oranda katkısı ile gerçekleştirilmiştir.

## Çıkar Çatışması Beyanı

Makale yazarları aralarında herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan ederler.

## KAYNAKLAR

Abdolahi N, Soltani A, Mirzaali A, Soltani S, Balakheyli H, Aghaei 2018. Antibacterial and

antioxidant activities and phytochemical properties of *Punica granatum* flowers in Iran. Iranian Journal of Science and Technology, Transactions A: Science 42(3): 1105-1110.

Al-Zoreky NS 2009. Antimicrobial activity of pomegranate (*Punica granatum* L.) fruit peels. International Journal of Food Microbiology 134(3): 244-248.

Bakkaloğlu Z, Arıcı M 2019. Farklı Çözücülerle Propolis Ekstraksiyonunun Toplam Fenolik İçeriği, Antioksidan Kapasite ve Antimikrobiyal Aktivite Üzerine Etkileri. Academic Food Journal/Akademik GIDA 17(4).

Bekir J, Mars M, Vicendo P, Ftterich A, Bouajila J 2013. Chemical composition and antioxidant, anti-inflammatory, and antiproliferation activities of pomegranate (*Punica granatum*) flowers. Journal of Medicinal Food 16(6): 544-550.

Boukharta M, Jalbert G, Castonguay A 1992. Efficacy of ellagitannins and ellagic acid as cancer chemopreventive agents. Bulletin De Liaison-Groupe Polyphenols 16245-245.

Chen Y, Wang M, Rosen RT, Ho C-T 1999. 2, 2-Diphenyl-1-picrylhydrazyl radical-scavenging active components from *Polygonum multiflorum* Thunb. Journal of Agricultural and Food Chemistry 47(6): 2226-2228.

Derakhshan Z, Ferrante M, Tadi M, Ansari F, Heydari A, Hosseini MS, Conti GO, Sadrabad EKJF 2018. Antioxidant activity and total phenolic content of ethanolic extract of pomegranate peels, juice and seeds. Food and Chemical Toxicology 114: 108-111.

Elfalleh W, Hannachi H, Tlili N, Yahia Y, Nasri N, Ferchichi A 2012. Total phenolic contents and antioxidant activities of pomegranate peel, seed, leaf and flower. Journal of Medicinal Plants Research 6(32): 4724-4730.

- Elfalleh W, Tlili N, Nasri N, Yahia Y, Hannachi H, Chaira N, Ying M, Ferchichi A 2011. Antioxidant Capacities of Phenolic Compounds and Tocopherols from Tunisian Pomegranate (*Punica granatum*) Fruits. *Journal of Food Science* 76(5): C707-C713.
- Gil MI, Tomás-Barberán FA, Hess-Pierce B, Holcroft DM, Kader AA 2000. Antioxidant activity of pomegranate juice and its relationship with phenolic composition and processing. *Journal of Agricultural and Food chemistry* 48(10): 4581-4589.
- Hajimahmoodi M, Moghaddam G, Ranjbar AM, Khazani H, Sadeghi N, Oveisi MR, Jannat B 2013. Total phenolic, flavonoids, tannin content and antioxidant power of some Iranian pomegranate flower cultivars (*Punica granatum* L.). *American Journal of Plant Sciences* 4(09): 1815.
- Heber D. (2011). Pomegranate ellagitannins. In *Herbal Medicine: Biomolecular and Clinical Aspects*. 2nd edition. CRC Press/Taylor & Francis.
- Jalal H, Pal MA, Hamdani H, Rovida M, Khan NNJPP 2018. Antioxidant activity of pomegranate peel and seed powder extracts. 7(5): 992-997.
- Jang HD, Chang KS, Huang YS, Hsu CL, Lee SH, Su MS 2007. Principal phenolic phytochemicals and antioxidant activities of three Chinese medicinal plants. *Food Chemistry* 103(3): 749-756.
- Laosirisathian N, Saenjum C, Sirithunyalug J, Eitssayeam S, Sirithunyalug B, Chaiyana W 2020. The Chemical Composition, Antioxidant and Anti-Tyrosinase Activities, and Irritation Properties of Sripanya *Punica granatum* Peel Extract. *Cosmetics* 7(1): 7.
- Matthäus B 2002. Antioxidant activity of extracts obtained from residues of different oilseeds. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 50 (12): 3444-3452.
- Natalello A, Priolo A, Valenti B, Codini M, Mattioli S, Pauselli M, Puccio M, Lanza M, Stergiadis S, Luciano G 2020. Dietary pomegranate by-product improves oxidative stability of lamb meat. *Meat Science* 162108037.
- Negi P, Jayaprakasha G, Jena B 2003. Antioxidant and antimutagenic activities of pomegranate peel extracts. *Food Chemistry* 80(3): 393-397.
- Osawa T, Ide A, Su JD, Namiki M 1987. Inhibition of in vitro lipid peroxidation by ellagic acid. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 35(5): 808-812.
- Özen BÖ, Soyer A 2018. Effect of plant extracts on lipid and protein oxidation of mackerel (*Scomber scombrus*) mince during frozen storage. *Journal of Food Science and Technology* 55(1): 120-127.
- Sarkhosh A, Zamani Z, Fatahi R, Ebadi A 2006. RAPD markers reveal polymorphism among some Iranian pomegranate (*Punica granatum* L.) genotypes. *Scientia Horticulturae* 111(1): 24-29.
- Suman M, Bhatnagar P 2019. A review on proactive pomegranate one of the healthiest foods. *International Journal of Chemical Studies* 7(3): 189-194.
- Taga MS, Miller E, Pratt D 1984. Chia seeds as a source of natural lipid antioxidants. *Journal of the American Oil Chemists' Society* 61(5): 928-931.
- Turgut SS, Isikci F, Soyer A 2017. Antioxidant activity of pomegranate peel extract on lipid and protein oxidation in beef meatballs during frozen storage. *Meat Science* 129111-119.
- Türkyılmaz M, Tağı Ş, Özkan M 2017. Narın farklı bölümlerinin polifenol içeriği, antioksidan ve antibakteriyel aktivitesi üzerine ekstraksiyon çözümlerinin etkisi. *Akademik Gıda* 15(2): 109-118.
- Viuda-Martos M, Fernández-López J, Pérez-Álvarez 2010. Pomegranate and its many functional components as related to human health: a review. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety* 9(6): 635-654.
- Wafa BA, Makni M, Ammar S, Khannous L, Hassana AB, Bouaziz M, Es-Safi NE, Gdoura R 2017. Antimicrobial effect of the Tunisian Nana variety *Punica granatum* L. extracts against *Salmonella enterica* (serovars Kentucky and Enteritidis) isolated from chicken meat and phenolic composition of its peel extract. *International Journal of Food Microbiology* 241: 123-131.
- Yavaşer R. 2011. Doğal ve sentetik antioksidan bileşiklerin antioksidan kapasitelerinin karşılaştırılması Adnan Menderes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Kimya Anabilim Dalı, Yüksek Lisans tezi, 104 sy.
- Yılmaz B, Usta C 2011. Nar'ın (*Punica granatum*) terapötik etkileri. *Türkiye Aile Hekimliği Dergisi* 14(3): 146-153.
- Zhang L, Gao Y, Zhang Y, Liu J, Yu J 2010. Changes in bioactive compounds and antioxidant activities in pomegranate leaves. *Scientia Horticulturae* 123(4): 543-546.
- Zhang L, Yang X, Zhang Y, Wang L, Zhang R 2011. In vitro antioxidant properties of different parts of pomegranate flowers. *Food and Bioprocess Processing* 89(3): 234-240.



## Su Kalitesi ve Demleme Şeklinin Bitkisel Çaylarda Toplam Antioksidan Kapasite Üzerine Etkisi

Can YILMAZ<sup>1</sup>, Metin KONUŞ<sup>2</sup>, Ceylan FİDAN<sup>3</sup>, Derya ERGİN<sup>4</sup>, Doğan ÇETİN<sup>5</sup>, Zeynep DİLEK<sup>6</sup>

Yavuz AKBAŞ<sup>7</sup>, Naile ÇİÇEK<sup>8</sup>, Mukaddes SULTANOĞLU<sup>9</sup>, Esmâ ELASAN<sup>10</sup>

<sup>1-10</sup>Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Fen Fakültesi, Moleküler Biyoloji ve Genetik Bölümü, Van

<sup>1</sup><https://orcid.org/0000-0002-0028-6614>, <sup>2</sup><https://orcid.org/0000-0002-9953-1375>, <sup>3</sup><https://orcid.org/0000-0003-3135-7056>

<sup>4</sup><https://orcid.org/0000-0002-5124-4174>, <sup>5</sup><https://orcid.org/0000-0002-5733-4007>, <sup>6</sup><https://orcid.org/0000-0002-8965-0565>

<sup>7</sup><https://orcid.org/0000-0002-3500-4701>, <sup>8</sup><https://orcid.org/0000-0002-9308-7680>, <sup>9</sup><https://orcid.org/0000-0002-6368-0213>

<sup>10</sup><https://orcid.org/0000-0003-1777-6262>

✉: [cyilmaz@yyu.edu.tr](mailto:cyilmaz@yyu.edu.tr)

### ÖZET

Bitkisel çay tüketiminin potansiyel sağlık yararlarının temelini içerdikleri polifenollerin antioksidan kapasitesi oluşturur. Bu çalışmada Türkiye’de yaygın olarak tüketilen melisa çayı, kuşburnu, rezene, papatya çayı ve beyaz çayda, antioksidan aktivite sağlayan polifenolik bileşiklerin ekstraksiyon verimi üzerine infüzyon süresinin, çay paketlerinin ve organik çözücü olarak kullanılan su çeşitlerinin etkisi araştırıldı. Antioksidan aktiviteleri 2,2-difenil-1-pikrilhidrazil (DPPH) metodu kullanılarak belirlendi. Çalışma sonucunda distile su ile hazırlanan bitkisel çaylardaki antioksidan aktivitenin musluk suyuyla hazırlananlardan daha yüksek olduğu ve bu çaylarda artan infüzyon süresine bağlı olarak antioksidan aktivitede de artış olduğu gözlemlendi. Musluk suyu kullanımında ise kuşburnu ve melisa çayı için 3 dakika ve beyaz çay için 10 dakika demleme sonucu daha yüksek oranda antioksidan aktivite sağlandığı belirlendi. Sonuçlar ayrıca, kuşburnu ve rezene çayı için paketli, papatya, melisa ve beyaz çay için paketsiz demlemenin daha yüksek ekstraksiyon verimi sağladığını gösterdi.

### Araştırma Makalesi

#### Makale Tarihi

Geliş Tarihi : 08.12.2020

Kabul Tarihi : 19.02.2021

#### Anahtar Kelimeler

Bitkisel Çaylar  
Antioksidan Kapasite  
Su Kalitesi  
Demleme süresi  
DPPH

## The Effects of Water Quality and Brewing Type on Total Antioxidant Capacity in Herbal Teas

### ABSTRACT

The antioxidant capacity of the polyphenols is the basis of the potential health benefits of herbal tea consumption. In this study, the effects of infusion time, presence of tea packs and water quality on the extraction yield of polyphenolic compounds providing antioxidant activity of melissa, rosehip, fennel, chamomile and white tea, which are commonly consumed in Turkey, were investigated. Antioxidant activities were determined by using the 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH) method. The results of the study showed that the antioxidant activity of herbal teas brewed with distilled water was higher than that in tap water, and that antioxidant activity increased for these teas due to the increased infusion time. When tap water was used, it was determined that a higher antioxidant activity was obtained as a result of brewing for 3 minutes for rosehip and melissa tea and 10 minutes for white tea. The results also showed that packaged brewing for rosehip and fennel tea; and, unpackaged brewing for chamomile, melissa, and white tea resulted in higher antioxidant activity.

### Research Article

#### Article History

Received : 08.12.2020

Accepted : 19.02.2021

#### Keywords

Herbal Teas  
Antioxidant Capacity  
Water Quality  
Brewing Period  
DPPH

**Atf İçin:** Yılmaz C, Konuş M, Fidan C, Engin D, Çetin Ç, Dilek Z, Akbaş Y, Çiçek N, Sultanoğlu M, Elasan E 2021. Su Kalitesi ve Demleme Şeklinin Bitkisel Çaylarda Toplam Antioksidan Kapasite Üzerine Etkisi. KSÜ Tarım ve Doğa Derg 24 (5): 921-929. DOI: 10.18016/ksutarimdog.vi.834691.

**To Cite :** Yılmaz C, Konuş M, Fidan C, Engin D, Çetin Ç, Dilek Z, Akbaş Y, Çiçek N, Sultanoğlu M, Elasan E 2021. The Effects of Water Quality and Brewing Type on Total Antioxidant Capacity in Herbal Teas. KSU J. Agric Nat 24 (5): 921-929. DOI: 10.18016/ksutarimdog.vi.834691.

## GİRİŞ

Antioksidanlar, reaktif oksijen türlerini (ROS) temizlemek ve hücreleri daha düşük bir redoks durumunda tutmak için hücrelerde redoks çiftleri olarak hareket eden bileşikler olarak tanımlanabilir (Henriksen, 2019). Antioksidanların fizyolojik rolü, bu tanımın öne sürdüğü gibi, kimyasal reaksiyonlar sonucu ortaya çıkan serbest radikallerin hücresel bileşenlere zarar vermesini önlemektir (Atoui ve ark., 2005).

Epidemiyolojik çalışmalar, antioksidanlar açısından zengin gıdaların tüketimi ile çeşitli hastalıklara yakalanma riskinin azalması arasında yakın bağlantılar olduğunu göstermiştir (Pitchumoni ve Doraiswamy, 1998; Dhalla ve ark., 2000; Aune ve ark., 2018). Bu çalışmaların sonuçları doğrultusunda antioksidanca zengin gıdalar tüketmeye yönelik ilgi artmıştır. Vücudun antioksidan savunmasını güçlendirmek için, antioksidanlar diyet takviyeleri halinde alınmaktadır. Doğal antioksidanlar meyveler, sebzeler, tahıllar, bitkiler ve içeceklerden sağlanır (Atoui ve ark., 2005; Fu ve ark., 2011). Özel bir besin değerine sahip olmayan bitkisel çaylar, pratik bir şekilde hazırlanmaları, hoş tatlarının olması, sağlık üzerine olumlu etkilerinin olması ve kafein içermemeleri sebebiyle tüm dünyada sıklıkla tercih edilen doğal antioksidan kaynaklarından biridir (Alarcón ve ark., 2008; Rusaczonek ve ark., 2010; Ravikumar, 2014; Gölükcü ve ark., 2014; Kılıç ve ark., 2017).

Papatya yapısında, alfa bisabolol, alfabisabolol oksit A ve B, ve matrisin gibi flavonoidleri bulunduğu için anti-enflamatuar (Bhaskaran ve ark., 2010; Pirouzpanah ve ark., 2017), anti-kanser (Srivastava ve Gupta, 2007) aktiviteye sahip olduğunu ve soğuk algınlığı (Barrett, 2018), koroner kalp rahatsızlığı (Hertog ve ark., 1993), gastrointestinal sistem rahatsızlıkları (Kroll ve Cordes, 2006), egzama (Lee ve ark., 2010), gibi hastalıkların tedavisinde etkili olduğunu gösteren pek çok çalışma mevcuttur. Bunların yanı sıra papatya çayı geleneksel olarak immün sistemin güçlendirilmesinde, anksiyete ve uyku bozukluğunun tedavisinde kullanılmaktadır (Srivastava ve ark., 2010). Melisanın antioksidan aktivitesi yapısında, mono ve seskiterpen bileşenleri, kafeik asit ve flavonoidler bulundurmasından kaynaklanmaktadır. Rosmarinik asit antioksidan aktivitesi sayesinde, karaciğeri zarar görmekten korumaktadır (Allahverdiyev ve ark., 2004). Ayrıca Melisa'nın anti-viral ve anti-spazmodik (Sadraei ve ark., 2003), aktiviteye sahip olduğu bilişsel performansı arttırdığı ve stresi azalttığını (Kennedy ve ark., 2006; Awad ve ark., 2009; Ibarra ve ark., 2010) gösteren pek çok çalışma mevcuttur (Verma ve ark., 2015). Rosa canina bitkisi askorbik asit, tokoferoller, biyoflavonoidler, tanenler, flavonoidler, fosfolipitler,

mineraller, gallaktolipitler ve karotenoidler gibi pek çok antioksidan nitelikteki maddeler için mükemmel bir kaynaktır (Chrubasik ve ark., 2008; İlbağ ve ark., 2013). Çalışmalar kuşburnu bitkisinin anti-kanser (Tumbas ve ark., 2011) aktiviteye sahip olduğunu, ayrıca romatoid artrit (Kirkeskov ve ark., 2011), diyabet (Orhan ve ark., 2009) ve obezite gibi hastalıkların tedavisinde ve kolesterolün düşürülmesinde (Ninomiya ve ark., 2007) etkili bir şekilde kullanıldığını göstermiştir (Cohen, 2012; Mármol ve ark., 2017). Rezene, kaempferol ve kuersetin gibi flavonoid anti-oksidanları içerir; bu antioksidanların aktivitesi, vücuttaki zararlı serbest radikallerin giderilmesini sağlar böylece enfeksiyon ve yaşlanmaya karşı korur. Ayrıca rezenenin, enflamatuar hastalıklara karşı inhibe edici etkisi olduğunu (Choi ve Hwang, 2004), anti-bakteriyel aktiviteye (Shahat ve ark., 2011) ve anti-kanser etkiye (Devika ve Mohandass, 2014) sahip olduğunu gösteren çalışmalar mevcuttur. Beyaz çayın antioksidan aktivitesi yapısındaki kateşinler ve polifenollerden kaynaklanmaktadır. Beyaz çayın sahip olduğu antioksidan aktivite sayesinde kardiyovasküler hastalıklar, merkezi sinir sistemi rahatsızlıkları (Deka ve Vita, 2011) ve kanser (Moderno ve ark., 2009) gibi hastalıkların tedavisinde etkili olduğunu gösteren çalışmalar mevcuttur (Dias ve ark., 2013).

Bitkilerden izole edilen antioksidanların çoğu anti-bakteriyel, anti-kanserojen, anti-enflamatuar, anti-viral, anti-alerjik, östrojenik ve immün uyarıcı olarak biyolojik aktivite gösteren, antioksidan aktiviteleri,  $\alpha$  tokoferol, C vitamini ve  $\beta$ -karoten'den onlarca kez daha fazla olan biyoflavonoidler ve fenolik asitler gibi polifenollerdir (Larson, 1988; Atoui ve ark., 2005; Rusaczonek ve ark., 2010; Yashin ve ark., 2011). Fenoliklerin antioksidan aktivitesi indirgeyici ajanlar, hidrojen donörleri ve tekli oksijen söndürücüleri olarak etki etmelerini sağlayan redoks özelliklerinden kaynaklanmaktadır (Parr ve Bolwell, 2000; Atoui ve ark., 2005). Biyolojik ve patolojik süreçler üzerinde zararlı etkilere sahip olan reaktif oksijen türlerin bitki fenolikleri ile temizlenmesi, bitkilerin insan sağlığı üzerine yararlı etkilerinin temelini oluşturur (Sawa ve ark., 1999; Alarcón ve ark., 2008). Antioksidan aktiviteleri ile bilinen, çeşitli çay ve bitkisel infüzyonlarda ortaya çıkan polifenoller beslenmedeki başlıca fenolik bileşik kaynağına katkıda bulunur (Shahidi, 2000; Atoui ve ark., 2005; Rusaczonek ve ark., 2010).

Yapılan çalışmalarla bitkisel gıdaların sağlık üzerine olumlu etkilerinin kanıtlanması ve tüketicilerin bitkisel gıda tüketimine güveninin sağlanması nedeniyle dünya çapında bitkisel çay satışında büyük bir artış gözlenmiştir (Sentkowska ve ark., 2016). Zion Market Research'ün yayınladığı bir rapora göre 2017 yılında yaklaşık 50 milyar dolar olan bitkisel çay pazarının 2024'te yaklaşık 73 milyar dolara ulaşması

ve 2018 ile 2024 arasında %4.5 civarında artması beklenmektedir (Anonim, 2018).

Türkiye, iklim ve toprak özelliklerinden dolayı çay olarak tüketilebilecek çok çeşitli bitkilere sahiptir (Cakilcioglu ve Turkoglu, 2010; Kılıç ve ark., 2017). Son zamanlarda Türkiye'de, siyah çayın yanı sıra adaçayı, ıhlamur, nane, rezene, papatya, ekinezya, kuşburnu, elma, dağ çayı, melisa, biberiye, sinameki, kekik, ısırgan, tarhun, ahududu, fesleğen, anason gibi pek çok bitkisel materyalden üretilen çayların tüketimi de artmıştır (Öztürk ve ark., 2012; Gölükcü ve ark., 2014). Bitkisel çaylar sakin ve rahat bir zihinsel durum elde etmek, kalp sağlığını desteklemek, mide ve sindirim problemlerine yardımcı olmak, enerji ve sıhhati teşvik etmek, bağışıklık sistemini güçlendirmek, vücuda antioksidanlar sağlamak, stresi azaltmak, soğuk algınlığı önlemek, iyi bir gece uykusuna teşvik etmek gibi genel amaçlar için kullanılmaktadır (Ravikumar, 2014).

Birçok çalışma, çayların hazırlama koşullarının, polifenoller gibi ekstrakte edilmiş biyoaktif bileşiklerin miktarını büyük ölçüde etkilediğini göstermiştir (Piljac-Zegarac ve ark., 2009; Belščak ve ark., 2010). Bitkisel çayların biyoaktif bileşik konsantrasyonu, ekstraksiyon verimi, ve antioksidan aktivitesi; infüzyon sıcaklığı ve süresi (İlyasoğlu ve Arpa, 2017; Pérez-Burillo ve ark., 2018), çayın paketli, toz veya açık yapraklar halinde olması ve paketin yapıldığı malzeme (Astill ve ark., 2001) gibi birçok özelliğe bağlı olarak değişir.

Bu çalışmada Türkiye'de yaygın olarak tüketilen melisa çayı, kuşburnu, rezene, papatya çayı ve beyaz çay olmak üzere beş bitkisel çayda, antioksidan aktivite sağlayan polifenolik bileşiklerin ekstraksiyon verimi üzerine infüzyon süresinin, çay paketlerinin ve organik çözücü olarak kullanılan su çeşitlerinin etkisi araştırılmıştır. Antioksidan aktiviteleri 2,2-difenil-1-pikrilhidrazil (DPPH) metodu kullanılarak belirlenmiştir. Çalışmada kullanılacak değişkenlerin antioksidan bozulma kinetiği üzerine etkilerinin anlaşılması, maksimum ekstraksiyon verimi sağlamak amacıyla ev tipi demleme işlemlerini optimize etmek için kullanılabilir.

## MATERYAL ve METOD

### Kimyasallar ve Standartlar

Kullanılan tüm reaktifler ve çözücüler analitik derecede, ve ek bir saflaştırma işlemi yapılmadan kullanıldı. Deneyde standart olarak kullanılan askorbik asit VWR'den, diğer kimyasallar Sigma-Aldrich'ten temin edildi. Spektrofotometrik ölçümler Thermo UV/VIS spektrofotometre kullanılarak gerçekleştirildi.

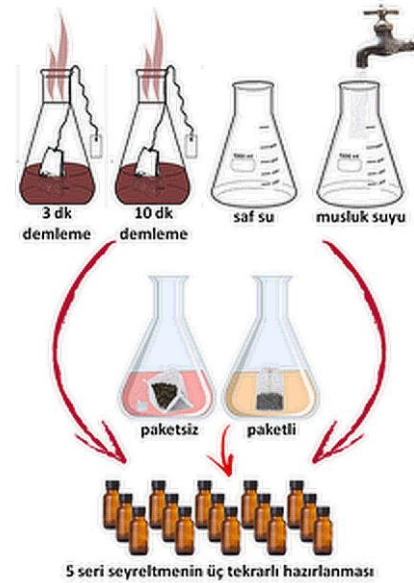
### Çay Örnekleri

Türkiye'de en çok tüketilen, ticari olarak temin

edilebilir beş bitkisel çay (rezene, melisa, papatya, kuşburnu, beyaz çay) satın alındı. Çayların TETT (Tavsiye Edilen Tüketim Tarihi) ve lot değerleri uyumlu olacak şekilde, aynı markanın, aynı tesislerinde, aynı üretim işlemlerinden geçecek şekilde ayarlandı. Çayların tümü üretici tarafından 2gr/süzen poşet şeklinde sunulmuştur.

### Çay İnfüzyonlarının Hazırlanması

Her çay örneği için iki farklı su tipi (distile su ve musluk suyu), iki farklı demleme süresi (3 ve 10 dakika) ve 2 farklı demleme şekli (çay poşeti içinde ve çay poşeti olmadan) olmak üzere 6 farklı deney tasarlandı (Şekil 1). Demleme işlemi tüketicilere önerilen şekle uygun olarak tasarlandı ve cam beherde bulunan kaynama sıcaklığındaki 100 mL su içerisinde, manyetik karıştırıcı üzerinde ağız açık şekilde sürekli karıştırılarak yapıldı. Çaylara magnetle aynı hız ayarında karıştırma işlemi uygulandı bu şekilde tüm çayların aynı prosedür ile hazırlanması sağlandı. Ekstra ısıtma uygulanmadı. Böylece tüketicinin genel kullanım şekli uygulandı.



Şekil 1. Deney gruplarının hazırlanmasını gösteren şema.

Figure 1. The scheme showing the preparation of experimental groups.

### Çay İnfüzyonlarının Antioksidan Aktivitesinin Ölçülmesi

2,2-Difenil-1-Pikrilhidrazil radikal (DPPH) metodu besinlerin antioksidan özelliklerini değerlendirmek ve bileşenlerin hidrojen donörü ya da serbest radikal süpürücü olarak etki etme yeteneklerinin test edilmesi için en yaygın olarak kullanılan yöntemlerden biridir (Peşal ve Pyszynska, 2015). Radikal DPPH çözeltisi antioksidan / indirgeyici bileşik ile karıştırıldığında, rengi, hidrazin formunun oluşumuna karşılık mordan sarıya döner. Antioksidanların DPPH'ye karşı

indirgeme kabiliyeti, yaklaşık 515-528 nm'de sabit kalana kadar, absorbans azalmasının izlenmesiyle değerlendirilir ve radikal süpürme aktiviteleri hesaplanır (Karadağ ve ark., 2009; Pękal ve Pырzyska, 2015).

Çalışmada toplam antioksidan kapasitesinin ölçümü DPPH (2,2-Difenil-1-Pikrilhidrazil) radikal metodu ile yapıldı. Çaylarda antioksidan özelliklere sahip olmayan, ancak ilgili dalga boyunda absorbans değeri veren yabancı maddelerin hata payı oluşturma olasılığına karşı negatif kontroller hazırlandı ve bu negatif kontrollerin ölçülen absorbans değerleri DPPH ölçüm sonuçlarından çıkarıldı. Her örnek için, ölçümden önce 5 seri dilüsyon hazırlandı. Sonikatörde 30 dakika süreyle inkübe edilerek hazırlanan DPPH çözeltisinden 300 µL alınarak, son konsantrasyonu 100 µM olacak şekilde, demlenmiş çayın her bir seri dilüsyonundan alınan 900 µL ile karıştırıldı. Reaksiyon karışımları oda sıcaklığında 30 dakika inkübe edildi ve kör olarak kullanılan etanole karşı 517 nm'de ABS ölçümleri yapıldı. Tüm test grupları üçlü olarak hazırlandı. Çayların hazırlanan her bir seri dilüsyonuna karşılık gelen % RSA (Radikal Süpürücü Aktivite) değerleri Eşitlik 1'e göre

hesaplandı ve standart grafikleri oluşturdu.

$$\%RSA = \frac{(ABS_{k\ddot{o}r} - ABS_{\ddot{o}rnek})}{ABS_{k\ddot{o}r}} \times 100 \quad (\text{Eşitlik 1})$$

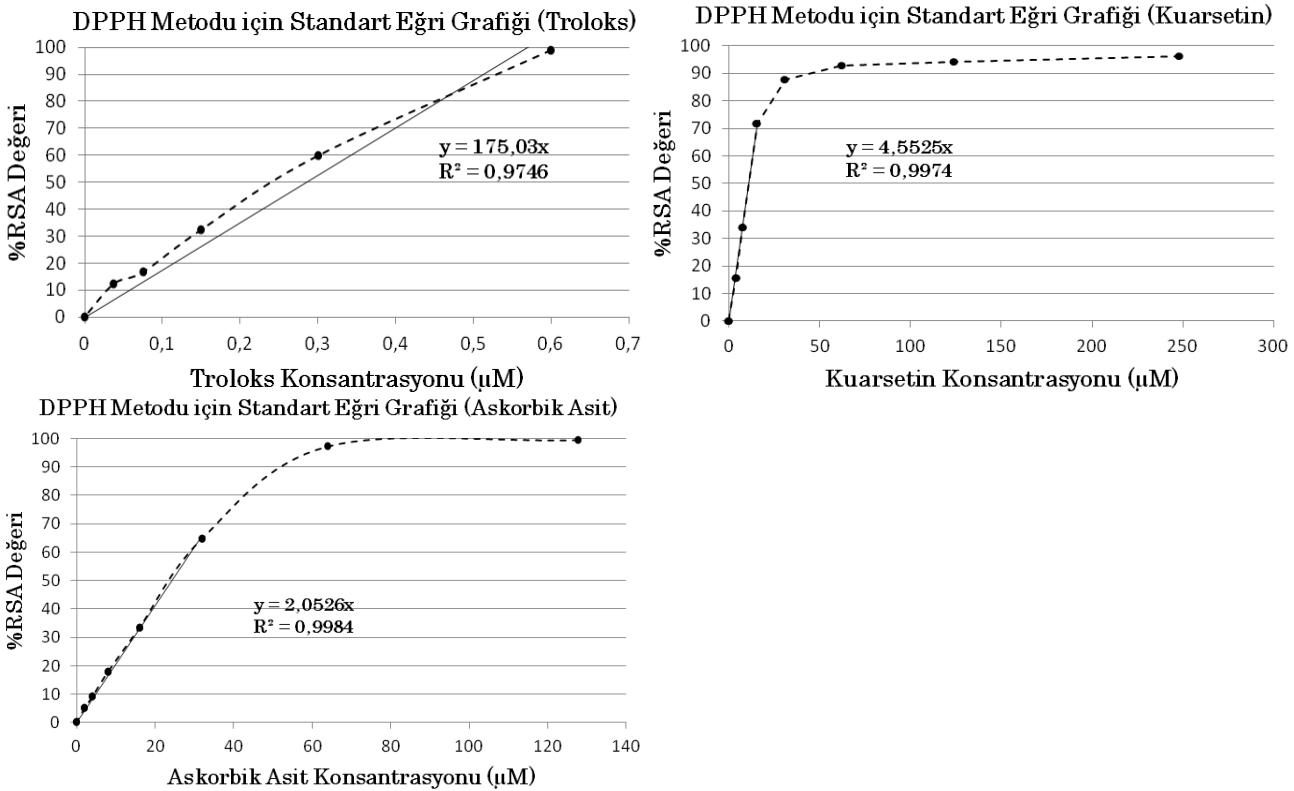
Antioksidan kapasitenin belirlenmesi için kullanılan DPPH metodunun laboratuvar koşullarında etkin bir şekilde çalıştığını garantilemek ve kıyasta bulunmak amacıyla her deney troloks, kuarsetin ve askorbik asit standartlarının aynı prosedüre göre ölçümü sonrası başlatıldı. Demleme aşamaları dahil, deneyler üç farklı zamanda tekrarlandı.

### İstatistiksel Analizler

Deneylerden elde edilen sayısal veriler SigmaPlot 13.0 lisanslı istatistik paket programı ile, deney grupları arasındaki farkları incelemek üzere, ANOVA ve student-t testleri uygulanarak analiz edildi.  $p < 0.05$  değeri istatistiksel olarak anlamlı kabul edildi.

### BULGULAR ve TARTIŞMA

Antioksidan testlerinin güvenilirliği için evrensel standart olarak kabul edilen troloks, kuarsetin ve askorbik asit için elde edilen deneysel veriler Şekil 2.'de gösterilmiştir.



Şekil 2. Standart maddeler için DPPH metoduyla çizilen eğriler.

Figure 2. The curves plotted by DPPH method for standard substances.

Standartlar kullanılarak, %100 RSA değerine ulaşacak konsantrasyona kadar farklı değerler için ölçümler gerçekleştirilmiştir. Deneysel grupların değerlendirilmelerinde doğrudan kullanılmaları bile, deney düzeneğinin ve metodların doğru şekilde

işlediğini kanıtlamak adına grafiklerin doğrusal bölgeleri esas alınarak çizdirilen eğilim çizgisinin eğim formülünden faydalanılarak  $EK_{50}$  değerleri, hesaplanmıştır.  $EK_{50}$  değeri, reaktifin yarısını sönmek için yeterli (etkili) antioksidan

konsantrasyonunu belirtmektedir. Farklı zamanlarda, çaylar üzerinde gerçekleştirilen DPPH deneylerinde, kimyasallar ve uygulama açısından fark olmadığı yaklaşık aynı EK<sub>50</sub> değerlerinin hesaplanmasıyla tespit edilmiştir. Troloks, kuarsetin ve askorbik asit için hesaplanan EK<sub>50</sub> değerleri sırasıyla 0.29, 11.0 ve 24.4 µM'dır.

Test edilen çay örneklerinin antioksidan kapasitesini

ölçmek için kullanılan parametre, ilk DPPH konsantrasyonunun %50'sinin sönmüldüğü seyreltme faktörü (SF<sub>50</sub>)'dür. Yüksek SF<sub>50</sub> değeri daha düşük çay konsantrasyonunu ve dolayısıyla daha yüksek antioksidan kapasiteyi ifade etmektedir. Mevcut çalışmada DPPH metodu ile çay infüzyonları için elde edilen SF<sub>50</sub> değerleri Çizelge 1.'de sunulmuştur.

Çizelge1 Farklı çay çeşitlerinin DPPH metodu ile ölçülen toplam antioksidan kapasiteleri. Sonuçlar "paketli / paketsiz" ölçümlerin SF<sub>50</sub> değerlerini gösterecek şekilde yerleştirilmiştir. Parantez içerisindeki sayılar, hesaplanan Standart Sapma (±SS) değerleridir.

Table 1 Total antioxidant capacities of different tea varieties measured by DPPH method. Results are plotted to show SF<sub>50</sub> values of "packed / unpackaged" measurements. Numbers in parentheses are calculated Standard Deviation (± SS) values.

	Süre (dk)	Kuşburnu	Papatya	Melisa	Rezene	Beyaz çay
Musluk suyu	3 (Paketli)	26.4 (±1.2)	0.9 (±0.0)	16.9 (±0.9)	1.8 (±0.1)	13.0 (±0.7)
	(Paketsiz)	24.5 (±1.1)	3.1 (±0.2)	33.9 (±1.6)	1.5 (±0.1)	16.0 (±0.9)
	10 (Paketli)	19.6 (±0.9)	1.1 (±0.0)	14.1 (±0.7)	2.1 (±0.3)	20.2 (±1.1)
	(Paketsiz)	14.8 (±0.7)	1.9 (±0.1)	29.0 (±1.5)	1.1 (±0.1)	22.9 (±1.2)
Saf su	3 (Paketli)	30.2 (±1.5)	3.3 (±0.2)	25.7 (±1.4)	3.0 (±0.2)	43.2 (±2.3)
	(Paketsiz)	27.4 (±1.4)	2.9 (±0.2)	33.6 (±1.7)	4.9 (±0.2)	36.8 (±1.5)
	10 (Paketli)	29.0 (±1.4)	2.9 (±0.1)	31.0 (±1.3)	3.2 (±0.2)	46.3 (±2.0)
	(Paketsiz)	28.5 (±1.4)	5.8 (±0.3)	51.2 (±1.9)	5.2 (±0.4)	47.4 (±2.1)

Deneyler esnasında kullanılan toplam hacimler ve başlangıç seyreltme oranları eşitlenecek şekilde, uygun çarpanlar ile SF<sub>50</sub> değerleri, farklı çay çeşitlerini de karşılaştırılabilecek şekilde anlamlı hale getirilmiştir.

### Su Kalitesinin Etkisi

Su kalitesinin, bitkisel çayların antioksidan aktivitesi üzerine etkilerini araştıran pek çok çalışma mevcuttur (Danrong ve ark., 2009; Kosińska ve Andlauer, 2014; Almeida ve ark., 2019). Yapılan çalışmalar distile su ve düşük mineralli su örneği ile hazırlanan infüzyonlarında ölçülen RSA değerinin ve polifenol içeriğinin, musluk suyu ve yüksek mineral içeriğine sahip su ile hazırlanan infüzyonlarda ölçülen değerlerden önemli ölçüde yüksek olduğunu göstermiştir (Danrong ve ark., 2009; Almeida ve ark., 2019). Beklendiği gibi, mevcut çalışmada da genel olarak en düşük RSA değerlerine karşılık gelecek şekilde düşük SF<sub>50</sub> değerleri musluk suyu kullanılan deney gruplarında gözlenmiştir. Genel olarak kuşburnu çayı haricinde diğer tüm bitkisel çay çeşitleri için farklı su kalitelerinde istatistiksel olarak anlamlı (p<0.05) farklar gözlenmiştir. Kuşburnu çayı için, distile su ve musluk suyu kullanılarak 3 dakika için yapılan demlemelerde istatistiksel olarak değerli (p<0.05) bir fark ölçülmemiştir.

Musluk suyu kullanımı ile bitkisel çaylardan elde edilen toplam antioksidan kapasite değerleri, distile su kullanılarak demlenen çaylardan elde edilenlerle

kıyaslandığında hem infüzyon süresi hem de paket kullanımı parametrelerinde daima daha düşük ölçülmüştür. Başka bir ifadeyle distile su için hesaplanan SF<sub>50</sub> değerleri her koşulda daha yüksektir. Musluk suyu kullanımı, 3 dakika paketli-paketsiz ve 10 dakika paketli-paketsiz demlemeler sonrası ölçülen antioksidan aktivite değerlerinde, beyaz çay için sırasıyla %70, %57, %56, %52; rezene çayı için %40, %70, %34, %79 ve kuşburnu çayı için %12, %10, %32; %48 oranında azalmaya neden olmuştur. Diğer bitkisel çay çeşitleri için benzer şekilde musluk suyu kullanımı yine toplam antioksidan kapasitede düşüşe neden olmuştur: papatya ve melisa çayında musluk suyu kullanımı, distile su ile yapılan deneylerin sonuçlarına kıyasla, 3 dakika paketli ve 10 dakika paketli-paketsiz antioksidan aktivite değerlerinde sırasıyla %73, %62, %63 ve %34, %54, %43 azalma ile sonuçlanmıştır (Çizelge 1.).

Su mineralizasyonu ne kadar yüksek olursa, organik madde ekstraksiyonunun o derece düşük olduğu bilinmektedir (Mossion ve ark., 2008) ve bu durum mevcut çalışmada da olduğu gibi yüksek su mineralizasyonuna karşılık düşük RSA değerinin elde edileceği şeklinde yorumlanabilir. Musluk suyu ile hazırlanan bitki çaylarının radikal süpürücü aktivitesindeki düşüşün, yüksek mineralli su örneklerindeki yüksek kalsiyum içeriğinden kaynaklandığı bildirilmiştir; kalsiyum iyonları, bitki hücre duvarının ihtiva ettiği pektinler ile kompleks oluşturmakta ve antioksidanların ekstraksiyon verimini düşürmektedir (Mossion ve ark. 2008). Bu

nedenle, çalışma sonucu, çay hazırlamak için hangi tür su kullanılması gerektiğine bakıldığında, organik bileşiklerin daha yüksek ekstraksiyonu ve sonuçta daha yüksek antioksidan aktiviteyi mümkün kıldıkları için daha az mineralli sular tercih edilmeli ve sert su kullanmaktan kaçınılmalıdır.

### Çay Formunun (Paketli / Paketsiz) Etkisi

Türkiye’de çay tüketim alışkanlıklarını araştıran Ulusoy ve Şeker (2013), tüketicilerin büyük çoğunluğunun bitki çaylarını marketten hazır paketli halde, bir kısmının ise aktarlardan paketsiz halde aldığını bildirmiştir. Bu nedenle mevcut çalışmada paketli ve paketsiz çay infüzyonlarının antioksidan aktiviteleri de araştırılmıştır (Çizelge 1.). Paketli-paketsiz demleme uygulamalarında su kalitesi farketmeksizin melisa çayı için her demleme şeklinde istatistiksel olarak anlamlı farklar ( $p<0.05$ ) gözlenmiştir. Musluk suyu ile demlenen papatya çayı ve saf su ile demlenen rezene çayı için hesaplanan SF<sub>50</sub> değerleri arasında da istatistiksel olarak anlamlı ( $p<0.05$ ) farklar elde edilmiştir. Ek olarak saf suda 3 dakikada demlenen beyaz çay ve 10 dakikada demlenen papatya çayı için de süzen paketin varlığı istatistiksel olarak anlamlı ( $p<0.05$ ) farklar ortaya koymuştur.

Paketli ve paketsiz çay infüzyonlarında tüm deney grupları için SF<sub>50</sub> değerleri karşılaştırıldığında kuşburnu çayı için paketli demleme ve melisa çayı için paketsiz demleme ile daha yüksek antioksidan aktivitesi sağlandığı görülmektedir. Özellikle musluk suyu kullanılarak hazırlanan melisa çayı demlemelerinde paketsiz çay kullanımının, paketli çay kullanımına göre bir kat daha fazla ekstraksiyon verimi sağladığı saptanmıştır. Rezene çayı için dH<sub>2</sub>O kullanıldığında en yüksek antioksidan aktivitesi paketsiz demlemelerde, musluk suyu kullanıldığında ise paketli demlemede elde edilmiştir. Çizelge 1.’de görüldüğü üzere papatya çayı için ise musluk suyu ile 3 dakika ve distile su ile 10 dakika demleme sonucu paketsiz çaylardaki ekstraksiyon verimi paketli çaylardaki ekstraksiyon veriminin sırasıyla 3.4 ve 2 katıdır. Çalışmada beyaz çay için, çay formunun ekstraksiyon verimi üzerine net bir etkisi gözlenmemiştir (Çizelge 1.) ve bu sonuç beyaz çayda, çay formunun ekstraksiyon verimini araştıran Rusak ve ark. (2008) tarafından bulunan sonuçlar ile tutarlıdır. Peşal ve Pyrzynska (2015) bu durumu, tıpkı paketsiz infüzyonlarda olduğu gibi, paketlerin de, çay yapraklarının serbestçe hareketini mümkün kılan yeterli alanı sağladığı şeklinde yorumlamıştır.

### İnfüzyon Süresinin Etkisi

Ticari olarak piyasada satışa sunulan çay paketlerinde önerilen demleme süresi olarak "3-5 dakika" ifadesi geçtiğinden, deneylerde bu sürenin alt sınırı olan 3 dakikaya karşılık, tüketiciler için kabul edilebilir uzun

süre, 10 dakika, infüzyon süreleri karşılaştırılmıştır. Çalışma sonucunda saf su kullanılarak yapılan demlemelerde paketli papatya ve kuşburnu çayı haricinde diğer çay örnekleri için 10 dakikalık infüzyon sonrası elde edilen antioksidan aktivitenin 3 dakika sonrası elde edilen aktiviteden yüksek olduğu gözlenmiştir (Çizelge 1.). Bu anlamda sonuçlar, siyah çayda infüzyon süresinin artışına bağlı olarak antioksidan aktivite değişimini inceleyen Pal ve ark. (2013) tarafından bulunan sonuçlarla paraleldir. Musluk suyu kullanımında ise kuşburnu ve melisa çayı için 3 dakika ve beyaz çay için 10 dakika demleme sonucu daha yüksek oranda antioksidan aktivite sağlanmıştır.

İnfüzyon süresinin toplam antioksidan kapasite üzerine etkileri hesaplanıp istatistiksel analizi tamamlandığında musluk suyunda demlenen beyaz çay ve kuşburnu çayı ile saf suda demlenen melisa çayı için paketli ve paketsiz uygulamalarda 3 ve 10 dakikalar arasında anlamlı ( $p<0.05$ ) farklar gözlenmiştir. Ayrıca paketsiz olarak saf suda demlenen papatya ve beyaz çay için 3 ve 10 dakika infüzyon süresi arasında ölçülen toplam antioksidan kapasite için anlamlı ( $p<0.05$ ) bir fark elde edilmiştir.

Ev tipi demleme işlemlerinde kullanılan musluk suyu ile demlenen, çalışma dâhilindeki beş çay için maksimum ekstraksiyon verimi sağlayan infüzyon hazırlama yöntemleri Çizelge 2.’de özetlenmiştir.

Çizelge 2 Musluk suyu ile demlenen farklı çay örnekleri için en yüksek antioksidan içeriği sağlayan yöntemler.

Table 2 Methods providing the highest antioxidant content for different tea samples brewed with tap water.

Çay	İnfüzyon Süresi	Çay Formu
Kuşburnu	3 dakika	Paketli
Papatya	3 dakika	Paketsiz
Melisa	3 dakika	Paketsiz
Rezene	10 dakika	Paketli
Beyaz çay	10 dakika	Paketsiz

### SONUÇ ve ÖNERİLER

Doğal ürünler kullanarak sağlıklı bir yaşam sürme eğilimi gün geçtikçe artmaktadır. Bu doğal ürünlerden pratik olarak hazırlanan ve en çok tüketilenlerden biri bitkisel çaylardır (Gurib-Fakim ve ark., 2005). İkliminin ve toprak yapısının elverişli olması sayesinde Türkiye’de bitkisel çay olarak tüketilebilecek pek çok bitki türü yetişmektedir ve tüm dünyada olduğu gibi Türkiye’de de bağışıklık sisteminin güçlendirilmesi amacıyla bitkisel çaylar yaygın olarak demlenmekte ve tüketilmektedir (Kılıç ve ark., 2017; Can ve Velioglu, 2018).

Bu çalışmada, Türkiye’de yaygın olarak tüketilen, aynı markaya ait TETT ve lot değerleri uyumlu olacak şekilde beş bitkisel çay seçilmiş ve kullanılan su

tipinin, çay paketlerinin ve infüzyon süresinin antioksidan içeriğinin açığa çıkarılması üzerine etkisi DPPH metodu ile araştırılmıştır. Sonuçta seçilen her bitkisel çay için maksimum antioksidan verimini sağlayan demleme metodu belirlenmiştir. Demlemede kullanılan sudaki mineral miktarının / suyun sertliğinin, demlenmiş çaydaki toplam antioksidan kapasite üzerine negatif etkisi bitkisel çay örneklerinde ilk kez gösterilmiştir. Yazarlar, bitkisel çay üreticileri ve ilgili ticari markaların, bu tür çayların demlenme metotlarıyla ve süreleriyle ilgili bilimsel bulguları dikkate alarak paketlerde tüketicileri aydınlatmalarının, her pakette aynı demleme şeklini önermek yerine, her çay için bu bilgilerle yeni düzenlemelere gitmelerinin sağlık açısından daha faydalı olacağını savunmaktadır.

### TEŞEKKÜR

Yazarlar, bu çalışmayı FYL-2018-5702 numaralı Yüksek Lisans projesi ile destekleyen Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi'ne ve Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Fen Fakültesi, Moleküler Biyoloji ve Genetik Bölümü'ne, sağladığı laboratuvar olanakları için teşekkür ederler.

### Araştırmacıların Katkı Oranı Beyan Özeti

Yazarlar makaleye eşit oranda katkı sağlamış olduklarını beyan eder.

### Çıkar Çatışması Beyanı

Makale yazarları aralarında herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan ederler.

### KAYNAKLAR

Alarcón E, Campos A, Edwards A, Lissi E, Lopez-Alarcon C 2008. Antioxidant capacity of herbal infusions and tea extracts: A comparison of ORAC-fluorescein and ORAC-pyrogallol red methodologies. *Food Chemistry* 107(3): 1114–1119.

Allahverdiyev A, Duran N, Ozguven M, Koltas S 2004. Antiviral activity of the volatile oils of *Melissa officinalis* L. against Herpes simplex virus type-2. *Phytomedicine: International Journal of Phytotherapy and Phytopharmacology* 11(7-8): 657–661.

Almeida T, Araújo ME, Rodríguez L, Júlio A, Mendes BG, Santos R, Simoes J 2019. Influence of preparation procedures on the phenolic content, antioxidant and antidiabetic activities of green and black teas. *Brazilian Journal of Pharmaceutical Sciences* 55.

Anonim 2018. Global Market Report: Tea. <http://www.globenewswire.com/news-release/2018/08/08/1549020/0/en/Global-Tea-Market-Will-Reach-USD-49-456-52-Million-by-2024-Zion-Market-Research.html> (Alınma Tarihi:

16.06.2020).

Astill C, Birch MR, Dacombe C, Humphrey PG, Martin PT 2001. Factors affecting the caffeine and polyphenol contents of black and green tea infusions. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 49(11): 5340-7.

Atoui AK, Mansouri A, Boskou G, Kefalas P 2005. Tea and herbal infusions: their antioxidant activity and phenolic profile. *Food Chemistry* 89(1): 27-36.

Aune D, Keum N, Giovannucci E, Fadnes LT, Boffetta P, Greenwood DC, Tonstad S, Vatten LJ, Riboli E, Norat T 2018. Dietary intake and blood concentrations of antioxidants and the risk of cardiovascular disease, total cancer, and all-cause mortality: a systematic review and dose-response meta-analysis of prospective studies. *The American Journal of Clinical Nutrition* 108(5): 1069–1091.

Awad R, Muhammad A, Durst T, Trudeau VL, Arnason JT 2009. Bioassay-guided fractionation of lemon balm (*Melissa officinalis* L.) using an in vitro measure of GABA transaminase activity. *Phytotherapy Research: An International Journal Devoted to Pharmacological and Toxicological Evaluation of Natural Product Derivatives* 23(8): 1075-081.

Barrett B 2018. Viral Upper Respiratory Infection. *Integrative Medicine* 170–179.

Belščak A, Bukovac N, Piljac-Žegarac J 2010. The Influence of Ascorbic Acid And Honey Addition On The Anti-Oxidant Properties of Fruit Tea Infusions: Antioxidants In Fruit Tea Infusions. *Journal of Food Biochemistry* 35(1): 195–212.

Bhaskaran N, Shukla S, Srivastava JK and Gupta S 2010. Chamomile: an anti-inflammatory agent inhibits inducible nitric oxide synthase expression by blocking RelA/p65 activity. *International Journal of Molecular Medicine* 26: 935-40.

Cakilcioglu U, Turkoglu I 2010. An ethnobotanical survey of medicinal plants in Sivrice (Elazığ-Turkey). *Journal of Ethnopharmacology* 132(1): 165-175.

Can N, Duraklı-Velioğlu S 2018. Bitki Çaylarında Mikrobiyal Kalite ve Mikotoksin Varlığı. *Erzincan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi* 11(3): 362-380.

Choi EM, Hwang JK 2004. Antiinflammatory, analgesic and antioxidant activities of the fruit of *Foeniculum vulgare*. *Fitoterapia* 75(6): 557-565.

Chrubasik C, Roufogalis BD, Müller-Ladner U, Chrubasik S 2008. A systematic review on the Rosa canina effect and efficacy profiles. *Phytotherapy Research: An International Journal Devoted to Pharmacological and Toxicological Evaluation of Natural Product Derivatives* 22(6): 725-733.

Cohen M 2012. Rosehip- an evidence based herbal medicine for inflammation and arthritis. *Australian Family Physician* 41(7): 495–498.

Danrong Z, Yuqiong C, Dejiang N 2009. Effect of water

- quality on the nutritional components and antioxidant activity of green tea extracts. *Food Chemistry* 113(1): 110-114.
- Deka A, Vita JA 2011. Tea and cardiovascular disease. *Pharmacological Research* 64(2): 136-145.
- Devika V and Mohandass S 2014. Apoptotic induction of crude extract of *Foeniculum vulgare* extracts on cervical cancer cell lines. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences* 3(3): 657-661.
- Dhalla NS, Temsah RM, Netticadan T 2000. Role of oxidative stress in cardiovascular diseases. *Journal of Hypertension* 18(6): 655-673.
- Dias TR, Tomás G, Teixeira NF, Alves MG, Oliveira PF, Silva BM 2013. White Tea (*Camellia sinensis* (L.)): Antioxidant Properties and Beneficial Health Effects. *International Journal of Food Sciences and Nutrition Diet* 2(2): 19-26.
- Fu L, Xu BT, Gan RY, Zhang Y, Xu XR, Xia EQ, Li HB 2011. Total phenolic contents and antioxidant capacities of herbal and tea infusions. *International Journal of Molecular Sciences* 12(4): 2112-2124.
- Gölkücü M, Toker R, Tokgöz H 2014. Farklı Sıcaklık ve Sürelerde Demlemenin Dağ Çayının (*Sideritis congesta*) Bazı Kalite Özellikleri Üzerine Etkisi. *Gıda* 39 (3): 155-162.
- Gurib-Fakim A, Subratty H, Narod F, Govinden-Soulange J, Mahomoodally F 2005. Biological activity from indigenous medicinal plants of Mauritius. *Pure and Applied Chemistry* 77(1): 41-51.
- Henriksen EJ 2019. Role of Oxidative Stress in the Pathogenesis of Insulin Resistance and Type 2 Diabetes. (Bioactive Food as Dietary Interventions for Diabetes) 3-17.
- Hertog MG, Feskens EJ, Hollman PC, Katan MB, Kromhout D 1993. Dietary antioxidant flavonoids and risk of coronary heart disease: the Zutphen Elderly Study. *Lancet* (London, England), 342(8878): 1007-1011.
- Ibarra A, Feuillere N, Roller M, Lesburgere E, Beracochea D 2010. Effects of chronic administration of *Melissa officinalis* L. extract on anxiety-like reactivity and on circadian and exploratory activities in mice. *Phytomedicine: International Journal of Phytotherapy and Phytopharmacology* 17(6): 397-403.
- Ilyasoğlu H, Arpa TE 2017. Effect of brewing conditions on antioxidant properties of rosehip tea beverage: study by response surface methodology. *Journal of Food Science and Technology* 54(11): 3737-3743.
- İlbay Z, Şahin S, Kirbaşlar Şİ 2013. Investigation of Polyphenolic Content of Rose Hip (*Rosa canina* L.) Tea Extracts: A Comparative Study. *Foods* (Basel, Switzerland) 2(1): 43-52.
- Karadag A, Ozcelik B, Saner S 2009. Review of methods to determine antioxidant capacities. *Food Analytical Methods* 2(1): 41-60.
- Kennedy DO, Little W, Haskell CF, Scholey AB 2006. Anxiolytic effects of a combination of *Melissa officinalis* and *Valeriana officinalis* during laboratory induced stress. *Phytotherapy Research: An International Journal Devoted to Pharmacological and Toxicological Evaluation of Natural Product Derivatives* 20(2): 96-102.
- Kılıç C, Can Z, Yılmaz A, Yıldız S, Turna H 2017. Antioxidant Properties of Some Herbal Teas (Green tea, Senna, Corn Silk, Rosemary) Brewed at Different Temperatures. *International Journal of Secondary Metabolite* 4: 142-148.
- Kirkeskov B, Christensen R, Bügel S, Bliddal H, Danneskiold-Samsøe B, Christensen LP, Andersen JR 2011. The effects of rose hip (*Rosa canina*) on plasma antioxidative activity and C-reactive protein in patients with rheumatoid arthritis and normal controls: a prospective cohort study. *Phytomedicine: International Journal of Phytotherapy and Phytopharmacology* 18(11): 953-958.
- Kosińska A, Andlauer W 2014. Antioxidant capacity of tea: effect of processing and storage. In *Processing and impact on antioxidants in beverages* (pp. 109-120). Academic Press.
- Kroll U, Cordes C 2006. Pharmaceutical prerequisites for a multi-target therapy. *Phytomedicine* 13: 12-19.
- Larson RA 1988. The antioxidants of higher plants. *Phytochemistry* 27(4): 969-978.
- Lee SH, Heo Y, Kim YC 2010. Effect of German chamomile oil application on alleviating atopic dermatitis-like immune alterations in mice. *Journal of Veterinary Science* 11(1): 35.
- Mármol I, Sánchez-de-Diego C, Jiménez-Moreno N, Ancín-Azpilicueta C, Rodríguez-Yoldi MJ 2017. Therapeutic Applications of Rose Hips from Different *Rosa* Species. *International Journal of Molecular Sciences*, 18(6): 1137.
- Moderno PM, Carvalho M, Silva BM 2009. Recent patents on *Camellia sinensis*: source of health promoting compounds. *Recent Patents on Food, Nutrition and Agriculture* 1(3): 182-192.
- Mossion A, Potin-Gautier M, Delerue S, Le Hécho I, Behra P 2008. Effect of water composition on aluminium, calcium and organic carbon extraction in tea infusions. *Food Chemistry* 106(4): 1467-1475.
- Ninomiya K, Matsuda H, Kubo M, Morikawa T, Nishida N, Yoshikawa M 2007. Potent anti-obese principle from *Rosa canina*: structural requirements and mode of action of trans-tiliroside. *Bioorganic and Medicinal Chemistry Letters* 17(11): 3059-3064.
- Orhan N, Aslan M, Hosbas S, Deliorman OD (2009). Antidiabetic effect and antioxidant potential of *Rosa canina* fruits. *Pharmacognosy Magazine* 5(20):



- 309.
- Öztürk M, Altundağ E, Gücel S 2012. Medicinal and aromatic plants (Turkey). *Ethnopharmacology, Encyclopedia of Life Support Systems* (pp. 179-204).
- Pal S, Ghosh D, Dey SK, Saha C 2013. Effect of infusion time and consecutive brewing on antioxidant status of black tea infusion. *International Journal of Tea Science* 9(2-3): 65-68.
- Parr AJ, Bolwell GP 2000. Phenols in the plant and in man. The potential for possible nutritional enhancement of the diet by modifying the phenols content or profile. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 80(7): 985-1012.
- Peğal A, Pyrzyńska K 2015. Effect of pH and metal ions on DPPH radical scavenging activity of tea. *International Journal of Food Sciences and Nutrition* 66(1): 58-62.
- Pérez-Burillo S, Giménez R, Rufián-Henares, JA, Pastoriza S 2018. Effect of brewing time and temperature on antioxidant capacity and phenols of white tea: Relationship with sensory properties. *Food Chemistry* 248: 111-118.
- Piljac-Žegarac J, Belščak A, Piljac, A 2009. Antioxidant capacity and polyphenolic content of blueberry (*Vaccinium corymbosum L.*) leaf infusions. *Journal of Medicinal Food* 12(3): 608-614.
- Pirouzpanah S, Mahboob S, Sanayei M, Hajaliloo M, Safaeiyan A 2017. The effect of chamomile tea consumption on inflammation among rheumatoid arthritis patients: randomized clinical trial. *Progress in Nutrition*, 19(1-S): 27-33.
- Pitchumoni SS, Doraiswamy PM. 1998. Current status of antioxidant therapy for Alzheimer's disease. *Journal of the American Geriatrics Society* 46(12): 1566-1572.
- Ravikumar C 2014. Review on Herbal Teas. *Journal of Pharmaceutical Sciences and Research* 6(5): 236-238.
- Rusaczonok A, Świdorski F, Waszkiewicz-Robak B 2010. Antioxidant Properties Of Tea And Herbal Infusions-A Short Report. *Polish Journal of Food and Nutrition Sciences* 60(1): 33-35.
- Rusak G, Komes D, Likić S, Horžić D, Kovač M 2008. Phenolic content and antioxidative capacity of green and white tea extracts depending on extraction conditions and the solvent used. *Food Chemistry* 110(4): 852-858.
- Sadraei H, Ghannadi A, Malekshahi K 2003. Relaxant effect of essential oil of *Melissa officinalis* and citral on rat ileum contractions. *Fitoterapia* 74(5): 445-452.
- Sawa T, Nakao M, Akaike T, Ono K, Maeda H 1999. Alkylperoxyl radical-scavenging activity of various flavonoids and other phenolic compounds: implications for the anti-tumor-promoter effect of vegetables. *Journal of Agricultural Food Chemistry* 47(2): 397-402.
- Sentkowska A, Biesaga M, Pyrzyńska K 2016. Effects of brewing process on phenolic compounds and antioxidant activity of herbs. *Food Science and Biotechnology* 25(4): 965-970.
- Shahat AA, Ibrahim AY, Hendawy SF, Omer EA, Hammouda FM, Abdel-Rahman FH, Saleh MA 2011. Chemical composition, antimicrobial and antioxidant activities of essential oils from organically cultivated fennel cultivars. *Molecules* 16(2): 1366-1377.
- Shahidi F 2000. Antioxidants in food and food antioxidants. *Food/nahrung* 44(3): 158-163.
- Srivastava JK, Shankar E, Gupta S 2010. Chamomile: A herbal medicine of the past with bright future. *Molecular Medicine Reports* 3(6): 895-901.
- Srivastava JK, Gupta S 2007. Antiproliferative and apoptotic effects of chamomile extract in various human cancer cells. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 55(23): 9470-9478.
- Tumbas VT, Canadanović-Brunet JM, Cetojević-Simin DD, Cetković GS, Ethilas SM, Gille L 2012. Effect of rosehip (*Rosa canina L.*) phytochemicals on stable free radicals and human cancer cells. *Journal of The Science of Food and Agriculture*, 92(6): 1273-1281.
- Ulusoy A, Şeker M 2013. Türkiye'de Değişen Çay Tüketim Alışkanlıkları, Trabzon Ticaret Borsası, Trabzon.
- Yashin A, Yashin Y, Nemzer B 2011. Determination of antioxidant activity in tea extracts, and their total antioxidant content. *American Journal of Biomedical Sciences* 3(4): 322-335.



## LC-MS/MS Analysis, Antioxidant Properties and Inhibition Effect on Some Important Metabolic Enzymes of *Nicotiana rustica* L

Adem NECİP<sup>1\*</sup>, Mesut IŞIK<sup>2</sup>, Abdussamat GÜZEL<sup>3</sup>, Kasım TAKIM<sup>4</sup>, Feyza KAYGISIZ<sup>5</sup>

<sup>1</sup>Department of Pharmacy Services, Vocational School of Health Services, Harran University, 63200, Şanlıurfa, Turkey, <sup>2</sup>Department of Bioengineering, Faculty of Engineering, Bilecik Seyh Edebali University, Bilecik, Turkey, <sup>3</sup>Department of Pharmacy Services and Techniques, Vocational School of Health Services, İnönü University, 44000, Malatya, Turkey, <sup>4</sup>Department of Biochemistry, Veterinary Faculty, Harran University, 63200, Şanlıurfa, Turkey, <sup>5</sup> Bioengineering and Sciences, İnstitute of Science, Kahramanmaraş Sütçü İmam University 46000, Turkey

<sup>1</sup><https://orcid.org/0000-0002-2092-7829>, <sup>2</sup><https://orcid.org/0000-0002-4677-8104>, <sup>3</sup><https://orcid.org/0000-0001-7810-4510>

<sup>4</sup><https://orcid.org/0000-0003-4631-1982>, <sup>5</sup><https://orcid.org/0000-0002-2899-2289>

✉: [ademnecip@gmail.com](mailto:ademnecip@gmail.com)

### ABSTRACT

Being widely used since its discovery, tobacco contains many chemical substances including nitric oxide, hydrocarbons, aldehydes, phenols, quinone and semiquinone radicals, and causes the formation of oxygen-induced free radicals directly or indirectly. Therefore, it is important to know the oxidant/antioxidant properties, phenolic content of *Nicotiana rustica* Linn., and the effect studies on Paraoxonase (PON 1) and Acetylcholinesterase (AChE) which are important metabolic enzymes. In the study, the effect of extracts (water and methanol) of *Nicotiana rustica* Linn on PON 1 and AChE enzyme activity was examined. Water extract of *Nicotiana rustica* Linn Maras Powder with walnut, (MPWW) and methanol extract Maras Powder with *Nicotiana rustica*, (MPNR), Maras Powder with walnut, (MPWW) and Maras Powder with copper cauldron, (MPCC) had an inhibitory effect on AChE (IC<sub>50</sub> values in the range of 0.104-0.203 mg ml<sup>-1</sup>). Also water extract MPCC and methanol extract MPNR, MPWW and MPCC showed an inhibition effect on PON 1 (IC<sub>50</sub> values 0.013-0.225 mg ml<sup>-1</sup>). MPNR water extract showed the highest activity with 26% DPPH radical scavenging activity. MPCC water extract showed a 13% ABTS radical scavenging activity.

### Research Article

#### Article History

Received : 08.01.2021  
Accepted : 18.02.2021

#### Keywords

Maras Grass  
Phenolic  
Antioxidant  
Enzyme inhibition  
Paraoxonase

## *Nicotiana rustica* L'nin Bazı Önemli Metabolik Enzimleri Üzerindeki İnhibisyon Etkisi, LC-MS / MS Analizi, Antioksidan Özellikleri

### ÖZET

Nitrik oksit, hidrokarbonlar, aldehidler, fenollar, kinon ve semikinon radikalleri gibi pek çok kimyasal maddeyi bünyesinde barındıran ve doğrudan ya da dolaylı olarak oksijen kaynaklı serbest radikal oluşumuna yol açan tütün keşfedilmesinden günümüze kadar geçen zaman içinde yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu yüzden dolayı *Nicotiana rustica* L'nin fenolik içeriğinin, antioksidan/oksidan özelliklerinin bilinmesi ve önemli metabolik enzim olan Paraoksonaz (PON 1) ve Asetilkolinesteraz (AChE) üzerine etki çalışmaları önem arz etmektedir. Çalışmada *Nicotiana rustica* L'nin su ve metanol ektresinin, PON 1 ve AChE enzim aktivitesi üzerine etkisine bakılmış. *Nicotiana rustica* Linn'in su ektresi ceviz ile karıştırılmış maraş otu, (MPWW) ve metanol ektresi meşe ile karıştırılmış maraş otu (MPNR), ceviz ile karıştırılmış maraş otu (MPWW) ve bakır kazanlarında nemlendirilmiş maraş otu (MPCC) AChE üzerine inhibisyon etkisi (IC<sub>50</sub> değerleri 0.104-0.203 mg ml<sup>-1</sup> aralığında) gösterirken su ektresi MPCC ve metanol ektresi MPNR, MPWW ve MPCC ise PON 1 üzerine inhibisyon etkisi göstermiştir (IC<sub>50</sub> değerleri 0.013-0.25 mg ml<sup>-1</sup>). En yüksek radikal giderme aktivitesini MPNR su ektresi % 26 oranında DPPH radikal giderme aktivitesi gösterirken, MPCC su ektresi % 13 oranında ABTS radikal giderme

### Araştırma Makalesi

#### Makale Tarihi

Geliş Tarihi : 08.01.2021  
Kabul Tarihi : 18.02.2021

#### Anahtar Kelimeler

Maras Otu  
Fenolik  
Antioksidan  
Enzim inhibisyonu  
Paraoksonaz

aktivitesi göstermiştir.

**To Cite:** Necip A, Işık M, Güzel A, Takım K, Kaygısız F 2021. LC-MS/MS Analysis, Antioxidant Properties and Inhibition Effect on Some Important Metabolic Enzymes of *Nicotiana rustica* L. KSU J. Agric Nat 24 (5): 930-938. <https://doi.org/10.18016/ksutarimdog.vi.856514>

## INTRODUCTION

Tobacco has been used in various ways since its discovery until today. Although it is mostly used by burning in the form of cigarettes today, it is also widely used in the world, directly chewing smokeless or orally. Studies have reported that most smokeless tobacco products contain substances known to be harmful such as nicotine, cadmium, and specific nitrosamines (Benowitz, 1988; Kurtul, 2005). Tobacco, which contains many chemical substances such as nitric oxide, hydrocarbons, aldehydes, phenols, quinone and semiquinone radicals, and causes the formation of oxygen-induced free radicals directly or indirectly, has been widely used since its discovery (Church, 1985). It is used as a pleasurable substance because of the nicotine alkaloid, which is found in tobacco leaves and consists of organic nitrogenous substances. Leaves of some species of *Nicotiana* genus such as *Nicotiana tobaccum* L. and *Nicotiana rustica* L. are used in different ways all over the world. Although there are approximately 65 species included in the *Nicotiana* genus, only *Nicotiana tobaccum* and *Nicotiana rustica* are used in the production of tobacco products. The main tobacco products produced for cigarettes, cigars, tobacco, pipe, snuff, shredded tobacco and chewing tobacco in the world (Davis, 1982).

Since the *Nicotiana* plant is grown in various regions, different culture forms have been formed depending on the environmental conditions. Therefore, different species or varieties were defined (Davis and Nielson, 1999). The dried leaves of *Nicotiana rustica* L. are used to make cigarettes, tobacco and smokeless tobacco called Maraş grass (Kurtul et al., 2005; Kurtul and Gökpınar, 2012). "*Nicotiana rustica* L" is used under different names in many regions of the world. In Bangladesh "bit", India and Southeast Asia, "Gutkin" and also Turkey, "Maraş powder" is known by name. In addition, *Nicotiana rustica* L., known as mouth grass, mad tobacco or Hasankeyf tobacco in Turkey, is called Turkish tobacco, East Indian tobacco or Aztec tobacco in some regions. In the Southeastern Anatolia regions of Turkey, especially around Kahramanmaraş and Gaziantep, the powder obtained from the tobacco leaf called "Maraş Herb" is used through the oral mucosa (Özkul, 1997; Erenmemişoğlu 1999). Before using *Nicotiana rustica* L., the leaves are pulverized, then the ash obtained from vine, oak rod or walnut is mixed in certain proportions, crushed and slightly moistened. It is known that the ash mixed during the preparation of tobacco creates an alkaline environment and facilitates its absorption from the oral mucosa. Approximately one teaspoon of Maraş grass is

moistened slightly and wrapped in cigarette paper, then placed inside the lower lip and used by sucking or chewing. This process is done throughout the day depending on the habit of the individual. Some individuals even sleep by placing Maraş grass in their mouths (Erenmemişoğlu, 1991). Due to the N-nitrosamines (DNAs) contained in tobacco, it can cause pancreatic, esophagus, lung, and oral cavity cancers in users. In addition, the heart and vascular system are negatively affected by smokeless tobacco use. There are also components in tobacco smoke that are reported to have anti-oxidative properties other than nicotine. (Nair et al., 1989; Chen and Loo, 1995; Lapenna et al., 1995; Kamisaki et al., 1997; Nilsson, 1998; Weitberg and Corvese, 1999). The studies show that PON1 inhibits oxidation of high-density lipoprotein (HDL) and low-density lipoprotein (LDL). It suggests that it has antioxidant properties as it prevents the lipid peroxide (Senti et al. 2003). Serum PON1 activities and levels are also affected by acute phase proteins, smoking, and diet. Several studies have been reported showing that PON1 levels are lower in smokers than in non-smokers. It has been reported that smoking plays a role an important for coronary heart disease (CHD). (Mackness et al., 2002; Aviram and Rosenblat, 2004; Işık et al., 2007; Huen et al., 2009).

The free oxygen radical (FOR) level is also normally kept in balance by neutralizing the body's antioxidant defense systems. If this balance is destroyed in favour of FOR, destructive reactions occur in molecules such as protein, lipid, nucleic acid. This condition, called "oxidative stress", ultimately leads to tissue damage (Çalkoğlu, 2002; Atlan, 2006). Studies have shown that acetylcholinesterase (AChE) inhibitors used in the symptomatic treatment of Alzheimer's disease are used to protect cells from oxidative stress. It has also been emphasized that some AChE inhibitors play a role in increasing angiogenesis in cardiovascular patients. In order to prevent the occurrence of cardiovascular disease, it is important to know the important metabolic enzymes that provide protection by reducing oxidative stress in serum and tissues. PON 1 (Paraoxonase 1), one of these enzymes, inhibits the development of atherosclerosis by preventing the oxidation of lipoproteins (Kakinuma et al., 2010; Işık et al., 2017; Işık, 2020).

The aim of the study was to determine the phenolic content of *Nicotiana rustica* L., by LS-MS / MS method. The radical removal and metal reduction activities of MPRN, MPWW and MPCC aqueous and methanol extracts and effect on the important metabolic

enzymes such as AChE and PON 1 were investigated.

## MATERIAL and METHOD

### General Procedure

BHT, BHA, Trolox, trichloroacetic acid (TCA), ABTS, CuCl<sub>2</sub>, neocuprin, ammonium acetate (NH<sub>4</sub>Ac), DPPH, Potassium ferricyanide (K<sub>3</sub>Fe(CN)<sub>6</sub>), potassium persulfate (K<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>8</sub>) were used for antioxidant studies and all solvents and chemical compounds were provided from E. Merck. LC-MS/MS analyses of 25 phenolic compounds were conducted using a Nexera model Shimadzu UHPLC connected to a tandem MS device. SIL-30AC autosampler, DGU-20A3R degasser, CTO-10ASVP column oven and LC-30AD dual pumps are used in the execution of chromatographic processes. The column temperature determined as 40°C in chromatographic separation was performed on a C18 intersil ODS-4 (3.0 mm x 100 mm, 2 µm) analytical column. The flow rate of the elution gradient generated from mobile phase A (Water, 0.1% Formic acid) and mobile phase B (Methanol, 0.1% Formic acid) was set at a flow rate of 0.3 mL/min and an injection volume of 2 µL.

### Herbal Material

Maraş grass, '*Nicotiana rustica* Linn, is a smokeless tobacco variety widely used in the Eastern Mediterranean region of Turkey. The leaves of this tobacco plant are pulverized and mixed with oak and walnut ash and kept in copper cauldrons slightly moistened and used for different purposes (Aral et al 2006). In this study, the powder form of *Nicotiana rustica* Linn plant leaves (MPNR) mixed with oak (MPWW) or mixed with walnut (MPCC) was kept in a copper cauldron with a slight moistening.

### Infusion Extraction

Extractions obtained with water, methanol and ethanol solvents were used for LC-MS / MS studies. Solvent was added onto *N. rustica* (solute/solvent ratio; 1/10) and mixed in a flask with a closed mouth for 24 hours on a shaker. For water extraction, 5 g of *N. rustica* samples were milled to a fine powder in a mill and mixed with 50 mL of 30 °C water by magnetic stirrer for 15 minutes. Then Extract Whatman No. It was filtered with 1 sheet of paper. For ethanol extraction, 5 g of *N. rustica* samples were ground to a fine powder in a mill and mixed with 50 mL of ethanol. The residue was repeated under the same circumstances until the extraction solvent became colourless. The extracts obtained were filtered with Whatman No. 1 paper. Both aqueous and ethanolic extracts were placed in falcon tubes and stored at -20 °C until use. LC-MS / MS instrument was used for bioactive component analysis in *N. rustica* extracts. Validation studies and analysis of the method

developed using 16 phenolic substances; It was made in Harran University Central Research Laboratory. It is possible to classify this phenolic compound common in plant materials as flavonoids, flavonoid glycosides, hydroxycinnamic and hydroxybenzoic acids. Analysis of phenolic compounds by LC-MS / MS was carried out using a Nexera model Shimadzu HPLC coupled to a dual MS device. Liquid chromatograph LC-30AD is equipped with double pump, DGU-20A3R degasser, KTO 10AS vp column oven and SIL-30AC autosampler. Chromatographic separation was executed with the C18 reverse-phase analytical column Inertsil ODS-4 (150 mm × 4.6 mm, 3 µm). Column temperature was kept constant at 40°C. The elution gradient was formed with mobile phase A (water, 5mM ammonium formate and 0.1% formic acid) and mobile phase B (methanol, 5mM ammonium formate and 0.1% formic acid). Gradient program was applied t (min) according to the following values of B solvent. B%: (0.40), (20.90), (23.99), (24.40), (29.40). Solvent flow rate was applied at 0.5 mL / min and the injection volume was set to 4µL. Detection of MS was done using a mass spectrometer equipped with Shimadzu LC-MS 8040 model triple, quadrupole and ESI source operation in both positive and negative ionization modes. Calculations were made by obtaining LC-MS / MS data with Lab Solutions software (Shimadzu, Kyoto, Japan). Multiple reaction tracking (MRM) mode was used to measure analysis. Three applications were made for each compound analysis in the experiment. The first analysis was done for quantitative results. The second and third analysis were made for confirmation. Optimum Electrospray Ionization (ESI) parameters; 350 ° C interface temperature, 250 ° C DL temperature, 400 ° C heatsink temperature, 3L / min. Nebullizer gas flow and 15 L / min. determined as the drying gas flow (Köksal et al., 2017). When calculating LC-MS / MS analysis results, it was calculated by considering the total dry matter ratio. In addition, the standard deviation (±) value of the results was determined with the formula = Analyte value result \* U value / 100 (Taban et al., 2013; Agar et al., 2015).

## Evaluation of Antioxidant Activities

### Metal reducing power assay

FRAP Iron Ions (Fe<sup>3+</sup>) Reduction Analysis the reducing power of *N. rustica* extracts was carried out with a modified version of Oyaizu method. (Oyaizu, 1986, Elmastaş et al., 2006; Necip and Işık, 2019). 2.5 mL of 1% potassium ferricyanide [K<sub>3</sub>Fe (CN)<sub>6</sub>] and phosphate buffer (0.2 M, pH 6.6) were added to solutions of *N. rustica* extracts (10, 20, 40 µg mL<sup>-1</sup>) in 1 mL of extraction solvent. The mixtures were then incubated at 50 ° C for 20 minutes. After incubation, FeCl<sub>3</sub> (0.25 mL, 0.1%) and trichloroacetic acid (2.5 mL, 10%) were added to each mixture and centrifuged (10 minutes,

3000 rpm). The absorbance values of the mixture at 700 nm were recorded and increased absorbance indicates increased reduction capacity.

The Cuprak method based on the reduction of Cu (II) -Nc to Cu (I) -Nc chelate was applied. 1 mL of CuCl<sub>2</sub> (0.01 M) solution and 1 mL of ammonium acetate (NH<sub>4</sub>Ac) buffer solution was added to the test tube to 1 mL of neocuprin (2,9-dimethyl-1,10-phenanthroline; 7.5 × 10<sup>-3</sup> M alcohol) and mixed by vortex. Then extracts of different concentrations (10, 20, 40 µL) were added and the total volume was adjusted to 4 mL with water. After 30 minutes incubation at room temperature, the absorbance was recorded at 450 nm and increasing absorbance indicates an increased capacity of Cu<sup>++</sup> ion degradation (Apak et al., 2004).

### Radical scavenging activity (DPPH and ABTS assay)

DPPH scavenging activity of *N. rustica* extracts and standard antioxidants was performed by the Blois method (Blois, 1958). 0.1 mM DPPH<sup>·</sup> solution was prepared in ethanol, and 1 mL of this solution was taken from 10, 20, 40 mL of stock solutions at different concentrations to make up 3 mL of ethanol and added to the sample solution. 0.1 mM solution of DPPH<sup>·</sup> in ethanol was prepared and 1 mL of this solution was made up to a final volume of 3 mL. These solutions were vortexed and then incubated in the dark for 30 minutes, their absorbances measured at 517 nm. Here, low absorbance values indicate high radical scavenging activity.

It was made by the colour change method, which indicates that the dark blue / green coloured ABTS<sup>·+</sup> radical has lost its radical characteristic as a result of chemical reaction with antioxidants (Re et al., 1999). The ABTS<sup>·+</sup> radical was obtained by mixing the ABTS<sup>·+</sup> solution prepared with 2 mmolL<sup>-1</sup> H<sub>2</sub>O and 2.45 mmolL<sup>-1</sup> of potassium persulfate (K<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>8</sub>) solution at a ratio of 1: 2 and incubating for 14 hours in the dark and at room temperature. Before using the ABTS<sup>·+</sup> radical, the ABTS<sup>·+</sup> solution was diluted with sodium phosphate buffer (0.1 mol L<sup>-1</sup>, pH 7.4) to obtain an absorbance of 0.750 ± 0.025. Then 10, 20, 40 µL of the stock solutions of the *N. rustica* extracts were added to the phosphate buffer until its volume became 3mL, then 1 mL of ABTS<sup>·+</sup> solution was added and vortexed. These solutions were incubated, 30 minutes in the dark, and their absorbance was measured at 734 nm. Here, low absorbance values indicate high radical scavenging activity. The radical scavenging activity was calculated using the following equation 1.

$$\text{Radical scavenging activity (\%)} = \frac{\text{Absorbance of the control} - \text{Absorbance of the sample}}{\text{Absorbance of the control}} \times 100$$

### Determination of Enzyme Activities

In the study, the inhibitory effect of *N. rustica* extracts

on AChE and hPON1 enzyme at various concentrations was investigated. IC<sub>50</sub> values of each extract for these enzymes were determined. The inhibitory effects of water and methanol extracts on AChE enzymes were tested by Ellman's method. Briefly, the reaction containing 50 µl of 5,5'-dithio-bis (2-nitro-benzoic) acid (DTNB), 100 µl Tris-HCl buffer (1 M, pH 8.0) and 50 µl AChE (5.32x10<sup>-3</sup> U) the solution was incubated for 15 minutes at 30 ° C with mixing (Ellman et al., 1961). Finally, the reaction was started by adding 50 µl of substrate (acetylthiocholine iodide). Enzymatic activity was recorded at a wavelength of 412 nm. hPON1 activity was measured using paraoxon (diethyl p-nitrophenyl phosphate) as a substrate. Approximately 1 mL of reaction mixture contains 1 mM CaCl<sub>2</sub> and 50 mM glycine / NaOH (pH 10.5). hPON1 activity is based on measurement of p-nitrophenol (1 mM) at 412 nm (Türkeş et al., 2014; Demir et al., 2017).

### RESULTS and DISCUSSION

Antioxidant properties of secondary metabolites in plants is an important parameter in terms of pharmacokinetics. Functional compounds have the potential to generate less reactive phenoxyl radicals, indicating that they have an antioxidant free radical scavenging mechanism (Perry et al., 2000). This antioxidant mechanism can be described as the ability to give hydrogen atoms from hydroxyl groups; Therefore, phenoxyl radicals gain resonance stability and a stable molecule is formed. The antioxidant effects of phenolics have been investigated on the prevention of age-related degenerative brain disorders, coronary diseases and cancer (Perry et al., 2000; Wolf, 2005; Seyoum et al., 2006). In this study, antioxidant activity of *N. rustica* extracts was compared with standard antioxidants (BHT, BHA and Trolox).

The scavenging capacity of DPPH radicals has been observed with a decrease in absorbance as a result of induction by antioxidants. They make the antioxidant molecules inactive radical by giving hydrogen proton to DPPH radical. As a result of this reaction, low absorbance is obtained. Therefore, DPPH as a substrate is often used to evaluate the antioxidant activity of samples or molecules (Duh et al., 1999; Chang et al., 2002). Results showed a significant decrease in the concentration of DPPH radical due to the radical scavenging capacity of both standards and *N. rustica* extracts. MPRN water extract of *N. Rustica* showed stronger DPPH removal activity than the methanol extract. Scavenging effect of *N. rustica* Maras Powder with *Nicotiana rustica*, (MPNR) extract and standards at the same concentration (0.05 mg ml<sup>-1</sup>) on DPPH radical, Trolox (58%)> BHA (47%)> MPNR water extract (26%)> BHT (22%) decreased in the order. As a result of these results, *N. rustica* MPNR water extract has shown a significant effect on free

radical removal. The ABTS<sup>•+</sup> radical scavenging of *N. rustica* extracts was measured and compared against standard antioxidants such as BHA, BHT and Trolox. In the method, antioxidants oxidize the ABTS<sup>•+</sup> dark radical, resulting in a reduction of the dark colour. The color change produced by this reaction is used as a parameter for measuring the antioxidant potential (Gülçin, 2012). Methanol extracts and water extracts

of *N. rustica* extracts showed similar activities and the results are given in Table 1. In a study, DPPH radical scavenging activities of four different extracts obtained from the roots of *Nicotiana tabacum* L were investigated. It was determined that these extracts have radical scavenging activity in the range of 30-88 % (Al-Lahham et al 2020).

Table 1. DPPH and ABTS removal activity of *Nicotiana rustica* Linn  
 Tablo 1. *Nicotiana rustica* Linn'in DPPH ve ABTS uzaklaştırma aktivitesi

Samples	DPPH <sup>a</sup> assay (0.05 mg ml <sup>-1</sup> )	ABTS <sup>a</sup> assay (0.2 mg ml <sup>-1</sup> )	AChE <sup>b</sup> IC <sub>50</sub> (mg ml <sup>-1</sup> )	PON 1 <sup>b</sup> IC <sub>50</sub> (mg ml <sup>-1</sup> )
BHA	47.031 ± 2.321	98.910 ± 3.068	-	-
BHT	21.729 ± 1.317	79.551 ± 2.786	-	-
Trolox	57.818 ± 3.066	94.361 ± 2.908	-	-
MPNR <sup>c</sup> water extract	26.695 ± 1.873	5.051 ± 0.023	N.D	N.D
MPWW <sup>d</sup> water extract	5.034 ± 0.345	4.849 ± 0.103	0.104	ND
MPCC <sup>e</sup> water extract	4.508 ± 0.293	13.096 ± 0.187	N.D	0.225
MPNR <sup>c</sup> methanol extract	6.898 ± 0.367	11.132 ± 0.148	0.203	0.025
MPWW <sup>d</sup> methanol extract	3.814 ± 0.086	4.755 ± 0.102	0.167	0.013
MPCC <sup>e</sup> methanol extract	6.254 ± 0.402	12.099 ± 0.304	0.123	0.165

<sup>a</sup>Values are expressed as percent radical scavenging activity

<sup>b</sup>Effect of *Nicotiana rustica* Linn on AChE and PON 1 Enzyme Activity

<sup>c</sup>Maras Powder with *Nicotiana rustica*, (MPNR)

<sup>d</sup>Maras Powder with walnut, (MPWW)

<sup>e</sup>Maras Powder with copper cauldron, (MPCC)

It is reduced to Cu (I) by the reaction of Cu (II) with antioxidants and transferring electrons (Apak et al., 2004). As a result of this reaction, a colour change is observed and the spectrum is formed. Based on the spectrum given by Cu (II) at 450 nm, the absorbance values at 450 nm as a result of the reaction of *N. rustica* extracts and standard antioxidants with Cu (II) were recorded. Both methanol and water extracts of *N. rustica* extracts showed low activity compared to standard antioxidants and the results are given in Table 2.

Antioxidant activity of bioactive substances; prevention of radical chain reaction, binding ion catalysts of transition metals, separating peroxides, prevention of continuous hydrogen separation, metal

reducing capacity and radical scavenging such as based on a variety of mechanisms (Diplock, 1997; Gulcin et al., 2002). It is the reduction of Fe<sup>3+</sup> (ferricyanide) complex to Fe<sup>2+</sup> form, which is an important parameter in the determination of antioxidant activity. Therefore, the Prussian blue formation of Fe<sup>2+</sup> can be monitored by measuring at 700 nm (Meir et al., 1995). In this study, the yellow color of the solutions prepared for the activity turns into various shades of green and blue depending on the reducing power of the antioxidant samples. Table 3 shows the reducing power of *N. rustica* extracts compared to the standard antioxidants BHT, BHA and Trolox. It has been observed that methanol extracts have more activity than water extracts.

Table 2. Metal reducing activity (Frap and Cuprac assay) of *Nicotiana rustica* Linn  
 Tablo 2. *Nicotiana rustica* Linn'in metal indirgeme aktivitesi (Frap ve Cuprac testi)

Samples	Frap <sup>a</sup> assay (0.2 mg mL <sup>-1</sup> )	Cuprac <sup>a</sup> assay (0.2 mg mL <sup>-1</sup> )
BHA	0.748 ± 0.042	0.487 ± 0.065
BHT	0.521 ± 0.033	0.563 ± 0.072
Trolox	0.537 ± 0.028	0.423 ± 0.048
MPNR <sup>b</sup> water extract	0.120 ± 0.014	0.149 ± 0.022
MPWW <sup>c</sup> water extract	0.130 ± 0.036	0.158 ± 0.017
MPCC <sup>d</sup> water extract	0.140 ± 0.019	0.124 ± 0.011
MPNR <sup>b</sup> methanol extract	0.184 ± 0.034	0.267 ± 0.058
MPWW <sup>c</sup> methanol extract	0.165 ± 0.027	0.221 ± 0.072
MPCC <sup>d</sup> methanol extract	0.158 ± 0.053	0.178 ± 0.013

<sup>a</sup>Values are expressed as absorbance. High absorbance indicates high reduction capacity.

<sup>b</sup>Maras Powder with *Nicotiana rustica*, (MPNR)

<sup>c</sup>Maras Powder with walnut, (MPWW)

<sup>d</sup>Maras Powder with copper cauldron, (MPCC)

Table 3. Analytical parameters of the standard mixture for LC-MS/MS analysis method.

Tablo 3. LC-MS / MS analiz yöntemi için standart karışımın analitik parametreleri.

Standards	Mainion (m/z) <sup>a</sup>	RSD % <sup>b</sup>	LOD/LOQ (µg L <sup>-1</sup> ) <sup>c</sup>	Recovery (%)	U <sup>d</sup>	RT <sup>e</sup>	R <sup>2</sup> <sup>e</sup>	Equation
Quercetin	300.90	0.0136	22.5/25.7	100.130	0.0298	6.091	0.999	Y=(13.7831)X+(-146.951)
Acetohydroxamic Acid	43.01	0.0082	2.8/8.2	100.075	0.0167	1.986	0.999	Y = (150.982)X + (23.1833)
Catechin hydrate	152.95	0.0236	8.2/11.4	0.99404	0.0523	4.958	0.999	Y = (79.2933)X + (-2406.22)
Vanillic Acid	166.90	0.0062	125.5/142.2	100.093	0.0208	6.026	0.997	Y = (48.0522)X + (-876.904)
Resveratrol	227.0	0.0131	9.0/13.6	0.9985	0.0265	5.713	0.997	Y = (46.4361)X + (-1314.61)
Fumaric Acid	115.00	0.0047	25.2/31.3	0.99748	0.0116	3.674	0.998	Y = (20.2986)X + (-762.592)
Gallic acid	168.85	0.0136	0.90/1.6	100.004	0.0288	4.134	0.999	Y = (65.3835)X + (-2699.84)
Caffeic Acid	178.95	0.0137	6.3/10.7	100.917	0.0254	5.283	0.996	Y = (124.785)X + (-487.132)
Floridzin Dihydrate	436.5	0.0564	61.0/207.0	10.001	0.1272	5.646	0.998	Y = (33.4069)X + (-1396.90)
Oleuropein	377.123	0.0694	0.05/1.0	0.997	0.1364	5.643	0.998	Y = (25.9240)X + (-558.916)
4-Hydroxy Cinamic Acid	222.95	0.0139	8.7/16.1	100.164	0.0281	5.738	0.995	Y = (13.1516)X + (717.421)
Elagic Acid	301.00	0.0856	0.101/0.333	100.232	0.154	5.895	0.999	Y = (5.25903)X + (-1167.31)
Myricetin	317.00	0.0079	55.4/59.6	0.99982	0.0148	5.858	0.999	Y = (37.0934)X + (2684.23)
Protocatechuic acid	152.95	0.0129	30.3/35.4	101.070	0.0243	4.96	0.997	Y=(307.55)X + (31226.26)
Silymarin	482.00	0.0138	0.5/1.2	0.9984	0.0302	5.987	0.995	Y = (31.9969)X + (-1823.79)
2-Hydroxy 1,4Naphthaquinone	206.5	0.0121	0.5/1.5	0.9989	0.0256	6.58	0.997	Y = (203.469)X + (29033.1)
Pyrocatechol	109.00	0.0134	22.7/28.6	0.9998	0.0258	6.42	0.998	Y=(32.87)X + (15856)
Naringenin	270.95	0.0205	5.4/6.4	0.99883	0.0521	6.104	0.995	Y = (317.241)X + (33733.3)
Luteolin	284.75	0.0057	0.5/2.5	100.772	0.0174	6.19	0.997	Y = (34.6668)X + (3721.79)
Kemferol	284.75	0.0144	206.6/214.3	0.99971	0.0209	6.288	0.999	Y = (2.63905)X + (-206.494)
Curcumin	369.30	0.0598	0.1/0.75	10.121	0.1023	6.516	0.996	Y = (227.706)X + (-10111.1)
Thymoquinone	165.08	0.0766	1.5/4.5	0.9986	0.1482	6.632	0.999	Y = (60.4553)X + (2285.92)
Alizarin	239.05	0.035	65.2/77.5	0.9667	0.0794	6.800	0.998	Y = (3.97487)X + (1614.23)
4-Hydroxybenzoic Acid	136.95	0.0154	30.5/40.25	0.99662	0.0426	6.130	0.998	Y = (735.804)X + (-498.102)
Salicylic acid	136.95	0.0124	4.2/7.6	100.989	0.0258	6.104	0.999	Y = (746.369)X + (6072.41)

<sup>a</sup> Main ion (m/z): Molecular ions of standard compounds (m / z ratio), <sup>b</sup> RSD: Relative standard deviation, <sup>c</sup> LOD/LOQ (µg/L): Determination limit / Detection limit, <sup>d</sup> U (%):Relative standard uncertainty at 95% confidence level (k=2), <sup>e</sup> RT: Retention time, <sup>f</sup> R<sup>2</sup>: Determination coefficient

Contained in the standard mixture; Result of the LC-MS / MS validation study of 25 phenolic compounds are given in Table 1. The phenolic compound composition of *N.rustica* analyzed by tandem mass / charge based liquid chromatographic (TDS) method was evaluated with the phenolic compounds introduced as standard. As seen in Table 1, it has been determined that the amount of vanillic acid and fumaric acid are relatively high compared to the others. LC-MS / MS results of TDS different extractions are given in Table 4. According to these results; Out of a total of 25 phenolic compounds, 16 could be detected in different extracts of TDS. 15 phenolic compounds in ethanol extract; 12 phenolic compounds in methanol extract; 15 phenolic compounds in ethanol / water (1/1) extract; 11 phenolic compounds were detected in the water extract and 13 phenolic compounds in the hydrolyzed extract. According to the results in Table 4; major phenolic compounds of TDS; It was concluded that there are pyrocatechol, vanillic acid and fumaric acid. It is also understood that 4-Hydroxycinamic acid, quercetin and caffeic acid are major secondary components. It has been determined that the phenolic content of TDS is

rich in diversity but poor in quantity.

The over activity of the acetylcholinesterase (AChE) enzyme, increases the hydrolysis of the neurotransmitter acetylcholine in the cholinergic system, leading to the development of Alzheimer's disease (AD). AChE inhibitors used in the treatment of AD are known to protect cells from oxidative damage. It has also been emphasized that some AChE inhibitors used for this disease play a role in the increase of angiogenesis in cardiovascular patients (Kakinuma et al., 2010; Işık et al., 2017; Işık, 2019).

PON1 is an antioxidant enzyme that protects cells against the harmful effects of free radicals (Aviram and Rosenblat, 2004; Işık et al., 2015). Due to its antioxidant properties, PON1 significantly reduces lipid peroxide formation during LDL oxidation and protects HDL from oxidation by lipid peroxidation (Nishio and Watanabe, 1997; Işık et al., 2019). PON1 enzyme activities in smokers have been reported in studies. (Kurtul et al., 2014; Haj Mouhamed et al., 2010). This study found that *Nicotiana rustica* reduced plasma PON 1 activity.

Table 4 Analytical parameters of MPRN<sup>a</sup>,MPWW<sup>b</sup> and MPCC<sup>c</sup> for LC-MS/MS analysis method.  
 Tablo 4 LC-MS / MS analiz yöntemi için MPRN<sup>a</sup>,MPWW<sup>b</sup> and MPCC<sup>c</sup> nin analitik parametreleri.

	MPRN <sup>a</sup>	MPWW <sup>b</sup>	MPCC <sup>c</sup>
Quercetin	N.D*	N.D*	N.D*
Acetohydroxamic acid	54	32.94	34.75
Catechin hydrate	1.62	0.94	1.19
Vanillic acid	4546.43	3251.39	2808.09
Resveratrol	16.2	1.28	23.12
Fumaric acid	800.53	1163.43	1029.45
Gallic acid	N.D*	N.D*	N.D*
Caffeic acid	10.01	8	5.63
Phloridzin dyhydrate	6.43	5.3	1.5
Oleuropein	N.D*	N.D*	N.D*
Hydroxycinnamic acid	0.52	0.31	0.27
Ellagic acid	1.53	4.35	N.D*
Myricetin	N.D*	N.D*	N.D*
Protocatechuic acid	N.D*	N.D*	N.D*
Silymarin	N.D*	N.D*	N.D*
2 Hydroxy 1,4-naphthquinone	N.D*	N.D*	N.D*
Bütein	27.47	N.D*	N.D*
Naringenin	N.D*	N.D*	N.D*
luteolin	N.D*	N.D*	N.D*
Kaempferol	N.D*	N.D*	N.D*
Curmin	N.D*	N.D*	N.D*
Thymoquinone	N.D*	N.D*	N.D*
Alizarin	47.28	50.28	7.26
Hydroxybenzoic acid	17.87	16.87	5.47
Salicylic acid	1.3	7.85	16.74

N.D\* Not Detection

<sup>a</sup>Maras Powder with *Nicotiana rustica*, (MPNR)

<sup>b</sup>Maras Powder with walnut, (MPWW)

<sup>c</sup>Maras Powder with copper cauldron, (MPCC)

The water extract with methanol extract MPRN, MPWW and MPCC and water extract the MPWW showed an inhibitory effect on AChE and the results are given in Table 2 (IC<sub>50</sub>: in the range 0.104-0.203 mg / ml). MPCC water extract and methanol extract of MPRN, MPWW and MPCC showed an inhibition effect on PON 1 (IC<sub>50</sub>: in the range 0.013-0.225 mg / ml). While water extract of MPWW shows the highest inhibitory effect on AChE (IC<sub>50</sub>: 0.104), methanol extract MPWW shows the highest inhibitory effect on PON 1. (IC<sub>50</sub>: 0.013). Many studies have shown that phenolic and flavonoid compounds have anti-acetylcholinesterase activity.

In the study, ellagic acid has been shown to act as a potent tyrosinase and acetylcholinesterase inhibitor (Fan et al., 2008). Phenolic compounds have neuroprotective effects and may play an important role in the pathogenesis of AD (Feng et al., 2009; Neagu et al., 2015; Işık, 2019). Donepezil is known to have AChE inhibitory activity approximately 10000 times stronger than ellagic acid (Jha et al., 2018). Looking at the LS-MS / MS content analysis, this study experimental results are thought to have an inhibitory effect on

AChE and PON 1 due to the presence of ellagic acid and other phenolic acids in *Nicotiana rustica* Linn.

As a result, many phenolic compounds were found in *Nicotiana rustica* L. content and it was determined that it had moderate antioxidant activity. It was determined that especially methanol extract of this plant has inhibitory effect on AChE and PON 1. Due to the inhibitory effect of the methanolic extract of this plant on PON 1, their use may pose a risk for the development of atherosclerosis.

#### Statement of Conflict of Interest

Authors have declared no conflict of interest.

#### Author's Contributions

The contribution of the authors is equal.

#### REFERENCES

- Al-Lahham S, Sbieh R, Jaradat N, Almasri M, Mosa A, Hamayel A, Hammad F. 2020. Antioxidant, antimicrobial and cytotoxic properties of four different extracts derived from the roots of *Nicotiana tabacum* L. *European Journal of Integrative Medicine*, 33: 101039.



- Apak R, Güçlü K, Özyürek M, Karademir, SE. 2004. Novel Total Antioxidant Capacity Index for Dietary Polyphenols and Vitamins C and E, Using Their Cupric İon Reducing Capability in The Presence of Neocuproine: CUPRAC Method. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 52 (26): 7970–7981.
- Aral M, Ekerbicer HC, Celik M, Ciragil P, Gul M 2006. Comparison Of Effects of Smoking and Smokeless Tobacco “Maras Powder” Use on Humoral İmmune System Parameters. *Mediators Inflamm* 3: 85019.
- Atlan N, Sepici Dinçel A, Koca C. 2006. Diabetes Mellitus ve Oksidatif Stres. *Türk Biyokimya Dergisi* 31: 51-6.
- Aviram M, Rosenblat M. 2004. Paraoxonases 1, 2, And 3, Oxidative Stress, and Macrophage Foam Cell Formation During Atherosclerosis Development. *Free Radic Biol Med* 37:1304–16.
- Benowitz NL. 1988. Nicotine and Smokeless Tobacco. *CA Cancer J Clin* 38:244-7.
- Blois, M. S. 1958. Antioxidant Determinations by The Use of A Stable Free Radical. *Nature* 181: 1199–1200.
- Çalikoğlu M, Ünlü A, Bilgin R. 2002. Stabil Astımlı Hastalarda Lipid Peroksidasyonu ve Antioksidan Enzim Aktiviteleri. *Solunum* 4: 458-62.
- Chang LW, Yen WJ, Huang SC, Duh PD 2002. Antioxidant Activity of Sesame Coat. *Food Chemistry* 78(3): 347–354.
- Chen C, Loo G 1995. Cigarette Smoke Extract İnhibits Oxidative Modification of Low Density Lipoprotein. *Atherosclerosis* 112: 177–185.
- Church DF, Pryor WA. 1985. Free-Radical Chemistry of Cigarette Smoke and Its Toxicological İmplications. *Environ Health Perspect* 64:111-26.
- Davis DL, Neilson MT 1999. Tobacco: Production, Chemistry and Technology. Blackwell Science Ltd, Oxford, 467 S.
- Davis PH. 1982. Flora of Turkey. Edinburgh University Press, Edinburgh, 572 S.
- Demir Y, Işık M, Gülçin İ, Beydemir Ş. 2017. Phenolic Compounds İnhibit the Aldose Reductase Enzyme from The Sheep Kidney. *Journal of Biochemical and Molecular Toxicology*, 31(9): E21936.
- Diplock AT. 1997. Will The ‘Good Fairies’ Please Prove To Us That Vitamin E Lessens Human Degenerative Disease? *Free Radical Research*, 27(5): 511–532.
- Duh PD, Tu YY, Yen GC. 1999. Antioxidant Activity of Water Extract of Harng Jyur (*Chrysanthemum Morifolium* Ramat). *LWT-Food Science And Technology*, 32(5): 269–277.
- Ellman GL, Courtney KD, Andres V, Featherstone RM. 1961. A New and Rapid Colorimetric Determination of Acetylcholinesterase Activity. *Biochem Pharmacol* 7: 88-95.
- Elmastaş M, Gülçin I, Beydemir Ş, Küfrevioğlu Öİ, Aboul-Enein HY. 2006. A Study on The in Vitro Antioxidant Activity of Juniper (*Juniperus Communis* L.) Fruit Extracts. *Analytical Letters*, 39: 47–65.
- Erenmemişoğlu A, Tekol Y, Kartal M, Kurucu S. 1991. The Use of A Smokeless Tobacco in Our Country “Marasotu” Second International Symposium of Pharmaceutical Sciences. Ankara-Turkey, June, 11- 14.
- Erenmemişoğlu E. 1999. Turkish Smokeless Tobacco “Maras Powder”. *Preventive Medicine*, 28:616-617.
- Fan P, Hay AE, Marston A, Hostettmann K. 2008. Acetylcholinesterase-inhibitory activity of linarin from *Buddleja davidii*, structure-activity relationships of related flavonoids, and chemical investigation of *Buddleja nitida*. *Pharmaceutical biology*, 46(9): 596-601.
- Feng Y, Yang S, Du X, Zhang X, Sun X, Zha M, et al. 2009. Ellagic Acid Promotes Aβ42 Fibrillization and İnhibits Aβ42-Induced Neurotoxicity, *Biochem Biophys Res Commun*, 390:1250-1254.
- Gülçin I. 2012. Antioxidant Activity of Food Constituents: An Overview. *Archives of Toxicology*, 86(3): 345–391.
- Gulcin I, Buyukokuroglu ME, Oktay M, Kufrevioglu O I. 2002. On The İn Vitro Antioxidative Properties of Melatonin. *Journal of Pineal Research*, 33(3): 167–171.
- Mouhamed DH, Ezzaher A, Araoud M, Neffati F, Douki W, Najjar MF. 2010. Paraoxonase 1 (PON1) Activity and Lipid Parameters in Tunisian Smokers. *Ann Biol Clin (Paris)* 68:143–7.
- Han Y, Dorajoo R, Ke T, Ayala B, Chang X, Khor CC, ... Heng CK. 2015. Interaction Effects Between Paraoxonase 1 Variants and Cigarette Smoking on Risk of Coronary Heart Disease İn A Singaporean Chinese Population. *Atherosclerosis*. 240(1):40–45.
- Huen K, Richter R, Furlong C, Eskenazi B, Holland N. 2009. Validation Of PON1 Enzyme Activity Assays for Longitudinal Studies. *Clin Chim Acta* 402:67–74.
- Isik B, Ceylan A, Isik R. 2007. Oxidative Stress in Smokers And Nonsmokers. *Inhal Toxicol* 9:767–769.
- Işık M. 2020. *Salvia officinalis* L. Etanol Ekstraktının Antikolinergik ve Antioksidan Aktivitesi ve LC-MS/MS Analizi. *International Journal of Life Sciences and Biotechnology*, 3(1): 51-61.
- Işık M. 2019. The Binding Mechanisms and İnhibitory Effect of Intravenous Anesthetics on Ache İn Vitro And İn Vivo: Kinetic Analysis and Molecular Docking. *Neurochemical Research*, 44(9): 2147-2155.
- Işık M, Beydemir Ş, Demir Y, Durgun M, Türkeş C, Nasır, A., ... Akkuş M. 2019. Benzenesulfonamide Derivatives Containing Imine and Amine Groups: İnhibition on Human Paraoxonase and Molecular Docking Studies. *International Journal of Biological Macromolecules*.

- Işık M, Beydemir Ş, Yılmaz A, Naldan ME, Aslan H. E, Gülçin İ. 2017. Oxidative Stress and Mrna Expression of Acetylcholinesterase in The Leukocytes of Ischemic Patients. *Biomedicine & Pharmacotherapy*, 87: 561-567.
- Işık M, Demir Y, Kırıcı M, Demir R, Şimşek F, Beydemir Ş. 2015. Changes in The Antioxidant System in Adult Epilepsy Patients Receiving Anti-Epileptic Drugs. *Archives of Physiology and Biochemistry*, 121(3): 97-102.
- Jha AB, Panchal SS, Shah A. 2018. Ellagic Acid: Insights into Its Neuroprotective And Cognitive Enhancement Effects In Sporadic Alzheimer's Disease. *Pharmacology Biochemistry and Behavior*, 175: 33-46.
- Kakinuma Y, Furihata M, Akiyama T, Arikawa M, Handa T, Katare RG, Sato T. 2010. Donepezil, An Acetylcholinesterase Inhibitor Against Alzheimer's Dementia, Promotes Angiogenesis in An Ischemic Hindlimb Model. *Journal of Molecular and Cellular Cardiology*, 48(4): 680-693.
- Kamisaki Y, Wada K, Nakamoto K, Kishimoto Y, Ashida K, Itoh T 1997. Inhibition By Cigarette Smoke of Lipid Peroxidation Induced Neurotransmitter Release. *Life Sci* 60: 229-233.
- Kurtul N, Cil MY, Pacaci SD. 2005. Serum Total Sialic Acid Levels in Smokers And Users of Smokeless Tobacco in Form of Oral Powder (Maras Powder). *J Biomed Sci* 12:559-63.
- Kurtul N, Çil MY, Paçacı SF. 2005. Serum Total Sialic Acid Levels in Smokers And Users of Smokeless Tobacco in Form of Oral Powder (Maras Powder). *J Biomed Sci*, 12:559-63.
- Kurtul N, Gökpınar E. 2012. Salivary Lipid Peroxidation and Total Sialic Acid Levels in Smokers and Smokeless Tobacco Users As Mara,S Powder. *Mediat Inflamm* 2012:619293.
- Kurtul N, Söylemez S, Çelik M. 2014. Plasma Paraoxonase and Arylesterase Activities in Smokers and Smokeless Tobacco Users As Maras Powder. *Inhalation Toxicology*, 26(4): 235-239.
- Lapenna D, Degioia S, Mezzetti A, Ciofani G, Consoli A, Marzio L, Cucurullo F 1995. Cigarette Smoke, Ferritin, And Lipid Peroxidation. *Am J Respir Crit Care Med* 151: 431-435.
- Mackness MI, Abbott C, Arrol S, Durrington PN. 1993. The Role of High-Density Lipoprotein and Lipid-Soluble Antioxidant Vitamins in Inhibiting Low-Density Lipoprotein Oxidation. *Biochem J* 294: 829-34.
- Mackness MI, Mackness B, Durrington PN. 2002. Paraoxonase and Coronary Heart Disease. *Atheroscler Suppl* 3:49-55.
- Meir, S, Kanner J, Akiri B, Philosoph-Hadas S. 1995. Determination and Involvement of Aqueous Reducing Compounds in Oxidative Defense Systems of Various Senescing Leaves. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 43(7): 1813-1819.
- Nair J, Pakhale SS, Bhide SV. 1989. Carcinogenic Tobacco Specific Nitrosamines in Indian Tobacco Products. *Food Chem Toxicol* 27:751-3.
- Neagu E, Paun G, Albu C, Radu GL. 2015. Assessment of Acetylcholinesterase and Tyrosinase Inhibitory and Antioxidant Activity of Alchemilla Vulgaris and Filipendula Ulmaria Extracts. *Journal of The Taiwan Institute of Chemical Engineers*, 52: 1-6.
- Necip A, Işık M. 2019. Bioactivities of Hypericum Perforatum L and Equisetum Arvense L Fractions Obtained With Different Solvents. *Int J Life Sci Biotech*, 2: 221-30.
- Nilsson R. 1998. A Qualitative and Quantitative Risk Assessment of Snuff Dipping. *Reg Toxicol Pharmacol* 28:1-16.
- Oyaizu, M. 1986. Studies on Products of Browning Reaction. Antioxidative Activities of Products Of Browning Reaction Prepared From Glucosamine. *The Japanese Journal of Nutrition and Dietetics*, 44(6): 307-315.
- Ozkul Y, Donmez H, Erenmemisoglu A, Demirtas H, Imamoglu N. 1997. Induction of Micronuclei By Smokeless Tobacco on Buccal Mucosa Cells of Habitual Users. *Mutagenesis*, 12: 285-7.
- Perry G, Raina AK, Nunomura A, Wataya T, Sayre L M, Smith MA. 2000. How Important Is Oxidative Damage? Lessons From Alzheimer's Disease. *Free Radical Biology & Medicine*, 28(5): 831-834.
- Re R, Pellegrini N, Proteggente A, Pannala A, Yang M, Rice-Evans C. 1999. Antioxidant Activity Applying an Improved ABTS Radical Cation Decolorization Assay. *Free Radical Biology And Medicine*, 26(9): 1231-1237.
- Senti M, Tomas M, Anglada R, et al. 2003. Interrelationship of Smoking, Paraoxonase Activity, and Leisure Time Physical Activity: A Population Based Study. *Eur J Intern Med* 14:178-84.
- Seyoum A, Asres K, El-Fiky FK. 2006. Structure-Radical Scavenging Activity Relationships of Flavonoids. *Phytochemistry*, 67(18): 2058-2070.
- Soare JR, Dinis TCP, Cunha AP, Almeida L. 1997. Antioxidant Activities of Some Extracts of Thymus Zygis. *Free Radical Research*, 26(5): 469-478.
- Türkeş C, Söyüt H, Beydemir Ş. 2014. Effect of Calcium Channel Blockers on Paraoxonase-1 (PON1) Activity and Oxidative Stress. *Pharmacological Reports*, 66(1): 74-80.
- Weitberg AB, Corvese D. 1999. The Effect of Epigallocatechin Galleate and Sarcophytol A on DNA Strand Breakage Induced By Tobaccospecific Nitrosamines and Stimulated Human Phagocytes. *JECCR* 18:433-7.
- Wolf G. 2005. The Discovery of The Antioxidant Function of Vitamin E: The Contribution of Henry A. Mattill. *The Journal of Nutrition*, 135(3): 363-366.

## *Rubia tinctorum* L. (Kökboya) Bitkisinin *in vitro* Kök Kültürlerinde Hormon ve Eksplant Kaynaklarının Sekonder Metabolit Üretimi ve Antioksidan Aktivitelerine Etkileri

İlhami KARATAŞ

Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Almus Meslek Yüksekokulu, Ormancılık Bölümü, Tokat, Türkiye

<https://orcid.org/0000-0002-7965-7878>

✉: [ilhami.karatas@gop.edu.tr](mailto:ilhami.karatas@gop.edu.tr)

### ÖZET

Bu çalışmada, kökboya (*Rubia tinctorum* L.) bitkisinde kök ve adventif kök indüksiyonuna eksplant kaynağı ve oksin grubu hormonların etkilerinin belirlenmesi ve elde edilen köklerin sekonder metabolit içeriği ve antioksidan aktivitelerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Kök ve adventif kök kültürünün oluşturulmasında *in vitro* koşullarda yetiştirilen 45 günlük bitkilerin gövde, yaprak ve kök kısımları eksplant kaynağı olarak kullanılmıştır. Eksplantlar 4.4 g L<sup>-1</sup> MS (Murashige ve Skoog), 30 g L<sup>-1</sup> sukroz ve 2 g L<sup>-1</sup> phytagel ve 2 mg L<sup>-1</sup> oksin içeren besin ortamında karanlık koşullarda kültüre alınmıştır. Besin ortamına oksin grubu hormonlardan indol-3-bütirik asit (IBA), naftalenasetik asit (NAA) ve indol-3-asetik asit (IAA) ilave edilmiştir. Bu ortamda gelişen kök ve adventif kökler 30. gün hasat edilerek kök gelişim parametreleri belirlendikten sonra kökler kurutularak toplam antrakinin, fenolik ve flavonoid içeriği belirlenmiştir. Ayrıca köklerin antioksidan kapasiteleri katyon radikali giderme (ABTS), indirgeme gücü (FRAP) ve serbest radikal giderme (DPPH) metotları ile belirlenmiştir. Toplam antrakinin, toplam fenolik ve flavonoid içeriği en yüksek IAA besin ortamında gövde eksplantlarından gelişen adventif köklerde sırasıyla 9.83 ± 0.11 mg g<sup>-1</sup>, 14.45 ± 0.29 mg GAE g<sup>-1</sup> ve 3.85 ± 0.03 mg KUE g<sup>-1</sup> olarak belirlenmiştir. En yüksek DPPH, ABTS ve FRAP aktivitesi de IAA besin ortamında gövde eksplantlarından gelişen adventif köklerde belirlenmiştir.

### Araştırma Makalesi

### Makale Tarihçesi

Geliş Tarihi : 15.01.2021

Kabul Tarihi : 01.03.2021

### Anahtar Kelimeler

Adventif kök  
Antioksidan aktivite  
Antrakinin  
Fenolik bileşik  
*Rubia tinctorum*

## Effects of Hormone and Explant Sources on Secondary Metabolite Production and Antioxidant Activities in *in vitro* Root Cultures of *Rubia tinctorum* L. (Madder)

### ABSTRACT

In this study, it was aimed to determine the effects of explant source and hormones on root and adventitious root induction in madder (*Rubia tinctorum* L.) plant and to determine the secondary metabolite content and antioxidant activities of the obtained roots. The stem, leaf, and root parts of 45-day-old plants grown under *in vitro* conditions were used as the source of explants for the establishment of root and adventitious root culture. The explants were cultured in dark conditions in nutrient medium containing 4.4 g L<sup>-1</sup> MS (Murashige and Skoog), 30 g L<sup>-1</sup> sucrose, 2 g L<sup>-1</sup> phytagel and 2 mg L<sup>-1</sup> auxin. Among the auxin group hormones, indole-3-acetic acid (IAA), indole-3-butyric acid (IBA) and naphthaleneacetic acid (NAA) were added to the nutrient medium. Root and adventitious roots growing in this nutrient medium were harvested on the 30th day and their root growth parameters were determined. These roots were dried and total anthraquinone, total phenolic and flavonoid contents were determined. In addition, the antioxidant capacities of the roots were determined by reducing power (FRAP), free radical scavenging (DPPH) and cation radical scavenging (ABTS) methods. The highest total anthraquinone, total phenolic and flavonoid contents were determined as 9.83 ± 0.11 mg g<sup>-1</sup>, 14.45 ± 0.29 mg GAE g<sup>-1</sup> and 3.85 ± 0.03 mg KUE g<sup>-1</sup> in adventitious roots growing from stem explants in

### Research Article

### Article History

Received : 15.01.2021

Accepted : 01.03.2021

### Keywords

Adventitious root  
Antioxidant activities  
Anthraquinone  
Phenolic compound  
*Rubia tinctorum*

IAA nutrient medium, respectively. The highest DPPH, ABTS and FRAP activities were also determined in adventitious roots growing from stem explants in IAA nutrient medium.

- Atıf İçin :** Karataş İ. 2021. *Rubia tinctorum* L. (Kökboya) Bitkisinin in vitro Kök Kültürlerinde Hormon ve Eksplant Kaynaklarının Sekonder Metabolit Üretimi ve Antioksidan Aktivitelerine Etkileri . KSÜ Tarım ve Doğa Derg. 24 (5): 939-947. DOI:10.18016/ksutarimdog.vi.861997.
- To Cite :** Karataş İ. 2021. Effects of Hormone and Explant Sources on Secondary Metabolite Production and Antioxidant Activities in in vitro Root Cultures of *Rubia tinctorum* L. (Madder). KSU J. Agric Nat 24 (5): 939-947. DOI:10.18016/ksutarimdog.vi.861997.

## GİRİŞ

Kökboya (*Rubia tinctorum* L.) Rubiaceae familyasına ait çok yıllık bir bitkidir. Köklerinde ve rizomlarında bulunan antrakinon pigmentleri nedeniyle tekstil ürünlerinin ve halıların boyanmasında doğal boya kaynağı olarak binlerce yıldır kullanılmaktadır (Ba'nyai ve ark., 2006; Mouri ve Laursen, 2012). Kökboya bitkisi Osmanlı İmparatorluğu döneminde Türkiye'de en çok yetiştirilen ve ihraç edilen bitkiler arasında yer almış, bitkiden "Türk kırmızısı" olarak adlandırılan boya elde edilmiştir (Baydar ve Karadoğan, 2006; Genç, 2014).

*Rubia tinctorum* L. bitkisinde 36 farklı antrakinon bileşiği bulunmakta olup (Derksen ve ark., 2002) ana bileşenlerini alizarin, purpurin, di ve tri hidroksiantrakinonlar, ruberitrik asit, lusidin primeverozit ve psödopurpurin oluşturmaktadır (Ba'nyai ve ark., 2006). Antrakinonlar yapısal olarak 9,10-dioksoantrasen ve bunun glikozitlerinden oluşan sekonder metabolitlerdir. Antrakinonlar bitkiler, likenler ve mantarlar tarafından üretilen yaklaşık 700 bileşik ile en büyük doğal pigment grubunu oluşturmaktadır (Duval ve ark., 2016). Doğal olarak oluşan antrakinonların antikanser, antiinflamatuvar, diüretik, damar gevşetici (Chien ve ark., 2015), antiartritlik, antifungal, antibakteriyel, antiviral, antiplatelet ve nöroprotektif gibi birçok biyolojik aktiviteye sahip olduğu ifade edilmiştir (Malik ve Müller, 2016).

Bitki hücre, doku ve organ kültürleri sekonder metabolitlerin üretimi için önemli yöntemlerdir (Murthy ve ark., 2008; Karataş ve ark., 2018). Bu yöntemlerle sekonder metabolitlerin üretiminde metabolit verimini artırmak için besin ortamının optimizasyonu, uygun kültür yönteminin seçimi (saçak kök, süspansiyon, kallus), elisitasyon ve öncüllerin eklenmesi gibi çok çeşitli stratejiler uygulanabilmektedir (Perassolo ve ark., 2011; Karataş ve ark., 2016; Perassolo ve ark., 2017). Bir organ kültürü yöntemi olan adventif kök kültürleri bitkilerin kök dışındaki yaprak ve gövde gibi kısımlarından kök gelişimi yönünde uyarılmasıyla elde edilen kökler olarak tanımlanmaktadır (Steffens ve Rasmussen, 2016; Rahmat ve Kang, 2019). Adventif köklerin indüksiyonu yüksek oksin ve düşük sitokinin seviyelerinde sağlanabilmektedir (Steffens ve Rasmussen, 2016). Bu kökler; hızlı büyümeleri ve

biyoaktif bileşiklerin istikrarlı üretkenliği nedeniyle biyomas üretimi için uygun materyallerdir (Le ve ark., 2018; Rahmat ve Kang, 2019). Ayrıca adventif kök kültürleri yabancı gen içermeyen değerli sekonder metabolitlerin ticari boyutta üretimine olanak sağlamaktadır (Cui ve ark., 2013). Bu amaçla birçok bitki türünde farmasötik, nutrasötik ve endüstriyel öneme sahip değerli sekonder metabolitlerin üretimi için adventif kök kültürleri oluşturulmuştur (Murthy ve ark., 2008). Bu bağlamda ginsenosidler (*Panax ginseng*), hipersin (*Hypericum perforatum*) fenolikler (*Oplopanax elatus*) ve eleutherosidler (*Eleutherococcus koreanum*) gibi birçok biyolojik aktif bileşik adventif kök kültürlerinde biyoreaktör sistemleriyle üretilmektedir (Wu ve ark., 2017).

Kökboya (*Rubia tinctorum* L.) bitkisinin köklerinin boya üretiminde kullanmak amacıyla doğal kaynaklardan yoğun bir şekilde toplanması bitkinin doğal popülasyonlarının küçülmesine ve genetik erozyonuna neden olmuştur (Baydar ve Karadoğan, 2006). Ayrıca kökboya bitkisinde en iyi boya ve kök veriminin üç yaşındaki bitkilerden elde edildiği bildirilmiştir (Baydar ve Karadoğan, 2006; Orba'n ve ark., 2008). Bu nedenlerden dolayı antrakinonlara olan ihtiyacın karşılanabilmesi için alternatif üretim yöntemlerinin geliştirilmesine ihtiyaç duyulmaktadır. Bu amaçla süspansiyon kültürleri (Nartop ve ark., 2013), saçak kök kültürleri (Perassolo ve ark., 2017) ve kallus (Orbán ve ark., 2007) kültürlerinde üretim, optimizasyon ve elisitasyon üzerine çok sayıda araştırma yürütülmüştür. Ancak adventif kök kültürlerinin oluşturulması ve optimizasyonu üzerine çalışmalar oldukça yetersiz kalmıştır. Özellikle kökboya bitkisinin *in vitro* kök kültürlerinde eksplant kaynağı ve oksinlerin metabolit üretimine ve antioksidan aktiviteye etkilerinin belirlenmesi üzerine çalışmalara rastlanmamıştır. Bu çalışmada, kökboya (*Rubia tinctorum* L.) bitkisinde kök ve adventif kök indüksiyonuna eksplant kaynağı ve oksin grubu hormonların etkilerinin belirlenmesi ve elde edilen köklerin sekonder metabolit içeriği ve antioksidan aktivitelerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu bağlamda IAA, IBA ve NAA hormonlarının gövde, yaprak ve kök eksplantlarında kök ve adventif kök gelişimine etkileri belirlenmiştir. Bu uygulamalardan elde edilen kök ve adventif köklerin toplam antrakinon, toplam fenolik, flavonoid içeriği ve DPPH, ABTS ve FRAP yöntemlerine göre antioksidan

aktiviteleri belirlenmiştir.

## MATERYAL ve METOD

### Steril Koşullarda Bitkilerin Yetiştirilmesi

Araştırmada bitkisel materyal olarak *in vitro* koşullarda yetiştirilen kökboya (*Rubia tinctorum* L.) bitkisi kullanılmıştır. Bitkiler yüzey sterilizasyonu yapılmış tohumların çimlendirilmesiyle elde edilmiştir. Tohumların yüzey sterilizasyonu %75'lik etil alkol içerisinde bir dakika ve %3'lük sodyum hipoklorit çözeltisinde 40 dakika karıştırılmasıyla sağlanmıştır. Tohumlar MS besin ortamı [4.4 g L<sup>-1</sup> MS (Murashige ve Skoog, 1962), 30 g L<sup>-1</sup> sukroz ve 2 g L<sup>-1</sup> phytigel] içeren petri kaplarında çimlendirmiştir. Bu tohumlardan gelişen fideler aynı besin içerikli kavanozlara aktararak 16 saat ışık ve 8 saat karanlık fotoperiyotta 25 ± 2 °C'de yetiştirilmiştir (Şekil 1).

### Kök ve Adventif Kök Kültürlerinin Oluşturulması

Advetif kök kültürlerinin oluşturulmasında steril koşullarda yetiştirilen 45 günlük bitkilerin gövde ve yaprak kısımları eksplant kaynağı olarak kullanılırken kök kültürlerinin oluşturulmasında kök kısımları kullanılmıştır. Kök ve adventif kök kültürlerinin oluşturulmasında kullanılan besin ortamı 4.4 g L<sup>-1</sup> MS (Murashige ve Skoog, 1962), 30 g L<sup>-1</sup> sukroz ve 2 g L<sup>-1</sup> phytigel ve oksin grubu bitki hormonlarını içermektedir. Besin ortamına oksin grubu hormonlardan indol-3-bütirik asit (IBA), naftalen asetik asit (NAA) ve indol-3-asetik asit (IAA) 2 mg L<sup>-1</sup> olarak ilave edilmiştir. Eksplantlar 25 ± 2 °C'de karanlık koşullarda kültüre alınmıştır (Şekil 1). Eksplantlar 15. günde aynı içerikli besin ortamına alt kültüre alınmıştır. Eksplantlardan gelişen kökler 30. gün hasat edilerek kök gelişim parametrelerinden eksplant başına kök sayısı, kök gelişim oranları ve kök uzunlukları belirlemiştir. Kök gelişim parametreleri belirlenen kökler kurutulmuş olarak metabolit içerikleri ve antioksidan aktiviteleri belirlenmiştir.

### Toplam Antrakinon Miktarının Belirlenmesi

Kök ve adventif köklerin toplam antrakinon içeriği spektrofotometrik olarak belirlenmiştir. Kurutulmuş ve toz haline getirilmiş 50 mg kök numuneleri %80'lik etanol içerisinde renksiz hale gelene kadar iki kez kaynatılarak ekstrakte edilmiştir. Ekstraktlar filtre (0.45 µm por çaplı) edildikten sonra absorbanları spektrofotometrede (Shimadzu UVmini-1240) 434 nm'de ölçülmüştür. Köklerin toplam antrakinon içerikleri alizarinin molar ekstinksiyon katsayısı (E<sub>434</sub>=5.5×10<sup>-3</sup>) kullanılarak mg g<sup>-1</sup> kuru doku olarak belirlenmiştir (Vasconsuelo ve ark., 2004).

### Analizler İçin Ekstraktların Hazırlanması

Toplam fenolik içeriği, flavonoid miktarı ve antioksidan aktivitelerinin belirlenmesinde

kurutulmuş ve toz haline getirilmiş 50 mg kök numuneleri kullanılmıştır. Kök numuneleri % 0.2 HCl içeren metanol-diklorometan (4:1) çözeltisinde ekstrakte edilmiştir. Ekstraktlar filtre (0.45 µm) edildikten sonra analizlerde kullanılmıştır.

### Total Fenolik Bileşik Miktarının Belirlenmesi

Kök ve adventif köklerin toplam fenolik bileşik içeriği Folin-Ciocalteus reaktifi kullanılarak belirlenmiştir. Kök ekstraktlarından 100 µl alınarak üzerine sırasıyla saf su (4,5 ml), Folin-Ciocalteus reaktifi (100 µl) ve Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> (300 µl, %2'lik) ilave edilmiştir. Karışımlar oda sıcaklığında 2 saat bekletildikten sonra absorbanları (720 nm) spektrofotometrede (Shimadzu UVmini-1240) ölçülmüştür. Köklerin toplam fenolik bileşik içerikleri gallik asitten (mg GAE g<sup>-1</sup>) hazırlanan kalibrasyon grafiği kullanılarak belirlenmiştir (Slinkard ve Singleton, 1977).

### Flavonoid Miktarının Belirlenmesi

Kök ve adventif köklerin flavonoid miktarı spektrofotometrik olarak belirlenmiştir. Kök ekstraktlarından 300 µl (50 mg kök numuneleri 10 ml'de ekstrakte edildi) alınarak üzerine sırasıyla 1.5 ml etanol, 100 µl AlCl<sub>3</sub> (%10'luk), 100 µl 1 M NaCH<sub>3</sub>COO ve 3 ml saf su ilave edilmiştir. Karışımlar oda sıcaklığında 30 dakika bekletildikten sonra 427 nm'deki absorbanları spektrofotometrede ölçülmüştür. Köklerin flavonoid içerikleri kuersetin'den (mg KUE g<sup>-1</sup>) hazırlanan kalibrasyon grafiği kullanılarak belirlenmiştir (Pekal ve Pyrzyńska, 2014).

### Antioksidan Aktivite Analizleri

#### Serbest Radikal Giderme Aktivitesi (DPPH)

Kök ve adventif köklerin serbest radikal giderme aktivitesi, ekstraktların 2,2-difenil-1-pikril hidrazil (DPPH•) radikalini giderme kapasitelerinin spektrofotometrede ölçülmesiyle belirlenmiştir. Farklı konsantrasyonlarda (0.25 mg ml<sup>-1</sup>, 0.5 mg ml<sup>-1</sup>, 0.75 mg ml<sup>-1</sup>, 1 mg ml<sup>-1</sup>) numune ekstraktları alınarak hacimleri etanol ile 3 ml'ye tamamlanmıştır. Bu karışımın üzerine 0,26 mM DPPH• (1 ml, etanolde hazırlanmış) radikali ilave edilmiştir. Reaksiyon karışımı güçlü bir şekilde vortekslelendikten sonra karanlıkta oda sıcaklığında 30 dakika bekletilmiştir. Bu süreni sonunda numunelerin 517 nm'deki absorbanları spektrofotometrede (Shimadzu UVmini-1240) ölçülmüştür. Sonuçlar radikalın başlangıç konsantrasyonunu %50 oranında azaltan örnek konsantrasyonu (IC<sub>50</sub>) olarak verilmiştir. Her numunenin serbest radikalleri giderme aktivitesi (%) aşağıda verilen formül aracılığıyla belirlenmiştir. IC<sub>50</sub> değerleri ise konsantrasyon/aktivite grafiğinin denklemi kullanılarak belirlenmiştir (Blois,1958).

$$\text{DPPH aktivitesi (\%)} = [(A_k - A_n)/A_k * 100]$$

A<sub>k</sub>: Kontrol absorbansı  
A<sub>n</sub>: Numune absorbansı

### İndirgeme Gücü Aktivitesi (FRAP)

Kök ve adventif köklerin indirgeme gücü aktivitelerinin belirlenmesinde Oyaizu metodu kullanılmıştır (Oyaizu, 1986). Numune ekstraktlarından farklı konsantrasyonlarda (100 µg ml<sup>-1</sup>, 200 µg ml<sup>-1</sup>, 400 µg ml<sup>-1</sup>) alınarak son hacimleri fosfat tamponu (0.2 M, pH 6.6) ile 1.25 ml'ye tamamlanmıştır. Bu numunelerin üzerine 1.25 ml potasyum ferrik siyanür K<sub>3</sub>Fe(CN)<sub>6</sub> (%1) ilave edilerek 20 dakika etüvde (50 °C) inkübe edilmiştir. Bu süresinin bitiminde reaksiyon karışımına sırasıyla 1.25 ml TCA (%10) ve 0.25 ml FeCl<sub>3</sub> (%0.1) ilave edilerek vortekslenmiştir. Reaksiyon karışımının 700 nm'deki absorbansları spektrofotometrede (Shimadzu UVmini-1240) ölçülmüştür. Sonuçlar troloks standart antioksidan bileşiğinden hazırlanan standart grafiğin denklemi kullanılarak (µmol TE g<sup>-1</sup> doku) belirlenmiştir.

### Kasyon Radikali Giderme Aktivitesi (ABTS)

Kök ve adventif köklerin ABTS<sup>•+</sup> kation radikali giderme kapasitesi Re ve ark. (1999)'nın yöntemine göre belirlenmiştir. Fosfat tamponu (0.1 M pH'ı 7.4) içerisinde hazırlanan 2 mM ABTS (2,2'-azino-bis 3-ethylbenzothiazoline-6-sülfonik asit) çözeltisi ile 2.45 mM K<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>8</sub> çözeltisinin 1:2 oranında karıştırılarak oda sıcaklığında karanlıkta altı saat inkübe edilmiştir. Numune ekstraktlarından farklı konsantrasyonlarda (20 µg ml<sup>-1</sup>, 40 µg ml<sup>-1</sup>, 80 µg ml<sup>-1</sup>, 160 µg ml<sup>-1</sup>) alınarak hacimleri fosfat tamponu (0.1 M, pH 7.4) ile 3 ml'ye tamamlanmıştır. Bu numunelerin üzerine 1 ml ABTS-K<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>8</sub> çözeltisi ilave edilerek vortekslenildikten sonra karanlıkta oda sıcaklığında 30 dakika inkübe edilmiştir. Bu süreni sonunda numunelerin 734 nm'deki absorbansları spektrofotometrede (Shimadzu UVmini-1240) ölçülmüştür. Sonuçlar radikalın başlangıç konsantrasyonunu %50 oranında azaltan örnek konsantrasyonu (IC<sub>50</sub>) olarak verilmiştir. Her numunenin kasyon radikali giderme aktivitesi (%)

şağıda verilen formül aracılığıyla belirlenmiştir. IC<sub>50</sub> değerleri ise konsantrasyon/aktivite grafiğinin denklemi kullanılarak belirlenmiştir

$$ABTS \text{ aktivitesi (\%)} = [(A_k - A_n)/A_k * 100]$$

A<sub>k</sub>: Kontrol absorbansı  
A<sub>n</sub>: Numune absorbansı

### İstatistik Analizler

Bu çalışmadaki her uygulama ve analiz üç tekrarlı olarak yapılmış sonuçlar ortalama ve standart hata olarak verilmiştir. Verilerin istatistiki analizi SPSS 20 (Armonk, NY: IBM Corp.) programı kullanılarak yapılmıştır. Uygulamalar arasındaki farklılıklar Duncan çoklu aralık testine göre belirlenmiştir (Duncan, 1955).

### BULGULAR ve TARTIŞMA

#### Kök Gelişim Parametreleri

Bu çalışmada kökboya bitkisinde kök ve adventif kök indüksiyonuna IAA, IBA ve NAA hormonlarının etkileri belirlenmiştir. Adventif köklerin indüksiyonunda gövde ve yapraklar eksplant kaynağı olarak kullanılmıştır. Kök kültürlerinin oluşturulmasında ise kökler eksplant kaynağı olarak kullanılmıştır. Kök ve adventif kökler 30. gün hasat edilerek eksplant başına kök sayısı, kök gelişim oranları ve kök uzunlukları belirlenmiş ve sonuçlar Çizelge 1'de verilmiştir. Ayrıca kök ve adventif kök kültürün farklı aşamalarına ait resimler Şekil 1'de verilmiştir.

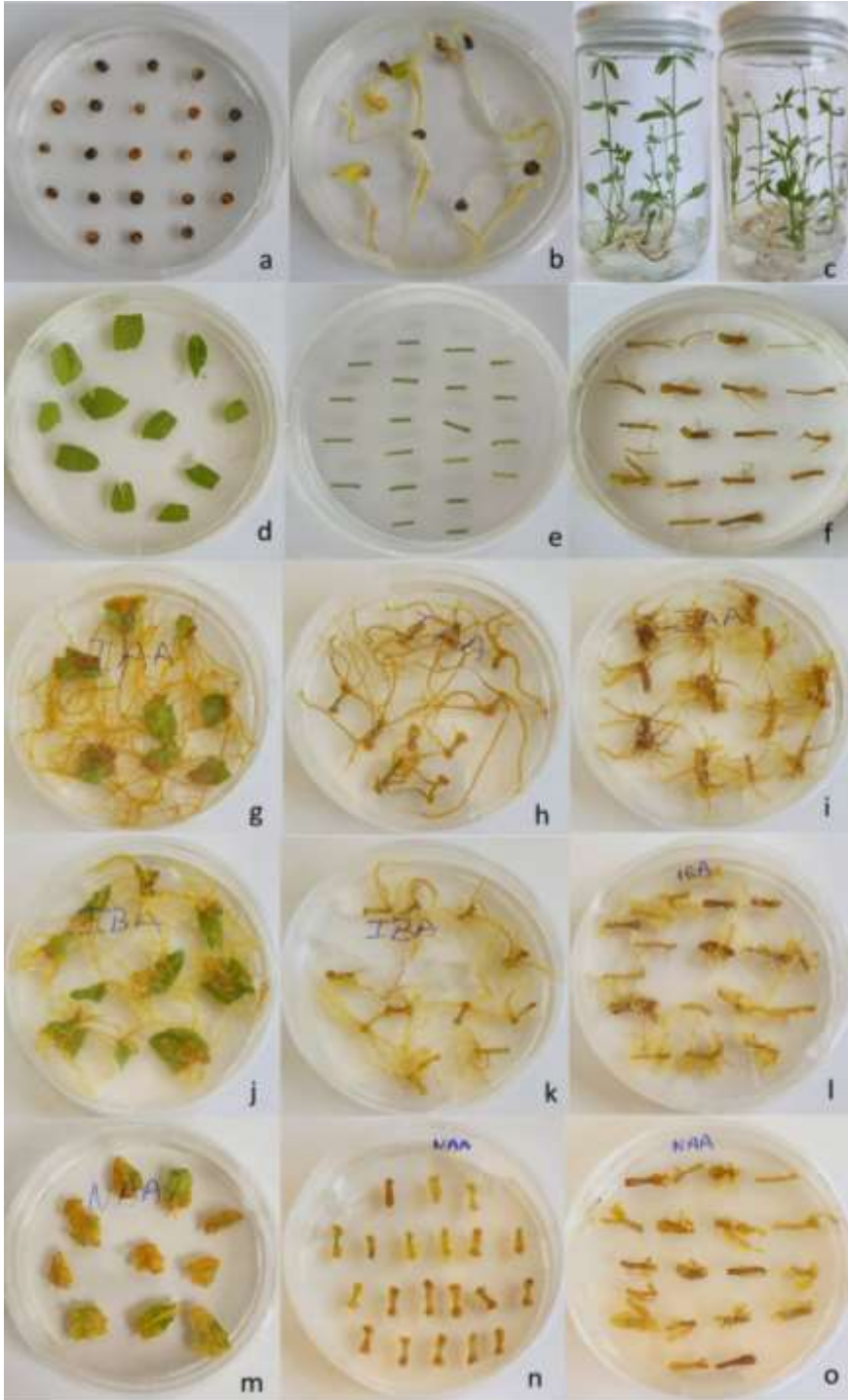
Kök ve adventif köklerin gelişme oranları (%) hormon çeşidi ve eksplant kaynağına göre önemli ölçüde değişmiştir (P<0.05). IAA ve IBA hormonları tüm eksplant kaynaklarında yüksek oranlarda kök gelişimini teşvik ederken, NAA içeren besin ortamlarında kök ve adventif kök gelişimi gerçekleşmemiştir. IBA içeren besin ortamlarında kök gelişimi alınan eksplantların adventif kök gelişim oranları IAA içerenlerden önemli ölçüde yüksektir (P<0.05).

Çizelge 1. Hormon çeşidi ve eksplant kaynağının kök ve adventif kök gelişim parametrelerine etkisi

Table 1. The effect of hormone type and explant source on root and adventitious root growth parameters

Hormon Hormone Types	Çeşidi Explant Source	Kaynağı Growth Rate (%)	*Kök Gelişim Oranı (%) *Root Growth Rate (%)	Kök Uzunluğu (cm) Root Length (cm)	Kök Sayısı Root Number
IAA	Kök/ Root	100.00 ± 0.00 <sup>a</sup>	0.82 ± 0.04 <sup>c</sup>	5.66 ± 0.39 <sup>a</sup>	
	Gövde/ Stem	76.66 ± 7.26 <sup>b</sup>	2.31 ± 0.03 <sup>a</sup>	4.87 ± 0.35 <sup>bc</sup>	
	Yaprak/ Leaf	78.65 ± 8.30 <sup>b</sup>	2.63 ± 0.26 <sup>a</sup>	4.32 ± 0.17 <sup>c</sup>	
IBA	Kök/ Root	97.43 ± 2.56 <sup>a</sup>	0.47 ± 0.04 <sup>c</sup>	2.96 ± 0.08 <sup>d</sup>	
	Gövde/ Stem	88.33 ± 4.40 <sup>ab</sup>	1.64 ± 0.02 <sup>b</sup>	4.13 ± 0.15 <sup>c</sup>	
	Yaprak/ Leaf	96.97 ± 3.03 <sup>a</sup>	2.60 ± 0.15 <sup>a</sup>	5.35 ± 0.14 <sup>ab</sup>	
NAA	Kök/ Root	-	-	-	
	Gövde/ Stem	-	-	-	
	Yaprak/ Leaf	-	-	-	

Aynı sütunda verilen farklı harfler istatistiksel olarak önemli farklılıkları göstermektedir (p<0.01, \*p<0,05). Different letters given in the same columns show statistically significant differences (p<0.01, \*p<0,05).



Şekil 1. Kök ve adventif kök kültürünün farklı aşamaları: a- tohumlar, b- çimlenmiş tohumlar, c- kök boya bitkisi, d- yaprak eksplantı, e- gövde eksplantı, f- kök eksplantı, IAA ortamında yaprak (g), gövde (h) ve kök (i) eksplantından gelişen kök/adventif kökler, IBA ortamında yaprak (j), gövde (k) ve kök (l) eksplantından gelişen kök/adventif kökler, NAA ortamında yaprak (m), gövde (n) ve kök (o) eksplantları (d-f kültürün 1. günü, g-o kültürün 30. günü)

*Figure 1. Different stages of root and adventitious root culture: a- seeds, b- germinated seeds, c- madder plant, d- leaf explant, e- stem explant, f- root explant, Root/adventitious roots developing from leaf (g), stem (h) and root (i) explants in medium containing IAA, Root/adventitious roots developing from leaf (j), stem (k) and root (l) explants in medium containing IBA, Leaf (m), stem (n) and root (o) explants in medium containing NAA (d-f 1st day of culture, g-o 30th day of culture)*

En yüksek adventif kök gelişim oranı ( $96.97 \pm 3.03$ )  
IBA besin ortamındaki yaprak eksplantlarında

belirlenmiştir. Kök kültürlerinde ise IAA ve IBA  
hormonları önemli farklılıklar meydana

getirmemiştir. Sreeranjini ve Siril (2013) kökboyasıgiller familyasına ait *Morinda citrifolia* bitkisinde adventif kök indüksiyonu çalışılan oksin (IAA, IBA, NAA) hormonları içerisinde en yüksek IBA içeren besin ortamından elde edildiğini ifade edilmiştir. *Centella asiatica* bitkisinde hormonların adventif kök gelişimine etkilerinin incelendiği benzer bir çalışmada, IBA içeren besin ortamında adventif kök gelişimi IAA ve NAA içerenlerden daha yüksek olduğu bildirilmiştir (Ling ve ark., 2009). Yürütülen bu çalışmadan elde edilen sonuçlara benzer şekilde *Artemisia vulgaris* bitkisinde de maksimum adventif kök gelişimi yaprak eksplantlarında belirlenmiştir (Sujatha ve Ranjitha Kumari, 2012).

Kök ve adventif köklerin uzunluğunda ve sayısında (eksplant başına) besin ortamına ilave edilen hormonunun çeşidine ve kullanılan ekspant kaynağına göre önemli farklılıklar belirlenmiştir ( $P<0.01$ ). Adventif köklerin uzunluğu kök kültüründen elde edilen köklerden 2-5 kat daha uzun olduğu belirlenmiştir. En uzun adventif kökler yaprak eksplantlarından ( $2.63 \pm 0.26$  cm) elde edilmiştir. IAA besin ortamında gelişen kök ve adventif köklerin boyları IBA ortamdakilerden oldukça uzun olduğu görülmüştür. Ekspant başına adventif kök sayısı en fazla IBA içeren besin ortamında yaprak eksplantlarından ( $5.35 \pm 0.14$ ) elde edilmiştir. Kök kültürlerinde ise ekspant başına kök sayısı ( $5.66 \pm 0.39$ ) en fazla IAA içeren besin ortamından elde edilmiştir. *Artemisia vulgaris* bitkisinin yaprak ve kök eksplantlarında kök gelişiminde maksimum kök uzunluğu ve sayısı IAA ve IBA hormonlarını birlikte içeren besin ortamından elde edilmiştir. Bireysel uygulamalar da ise bu çalışmalardan elde edilen sonuçlara benzer şekilde IAA ortamdaki köklerin daha uzun olduğu bildirilmiştir (Sujatha ve Ranjitha Kumari, 2012). *Psoralea coryfolia* bitkisinde yapılan

bir benzer çalışmada ise hipokotil eksplantlarından adventif kök gelişimine IAA, IBA ve NAA hormonlarının etkisi incelenmiştir. Kök uzunluğu ve eksplant başına kök sayısı en fazla IBA içeren besin ortamından elde edildiği ifade edilmiştir (Baskaran ve Jayabalan, 2009).

Bu ve benzer çalışmalardan elde edilen sonuçlar arasındaki farklılıklar eksplant kaynağı, donör bitkinin yetiştirilme koşulları, kültür tipi, hormon çeşit ve konsantrasyonu ve değerlendirme süreleri gibi faktörlerden ileri gelmektedir. Tüm bu faktörler adventif kök indüksiyonunu ve köklerin biyolojik özelliklerini önemli ölçüde değiştirmektedir. Rahmat ve Kang (2019) oksin grubu hormonların adventif kök gelişimine etkileri bitki familya ve türüne göre önemli ölçüde değiştiğini bildirmiştir. Ayrıca besin ortamına ilave edilen oksin çeşidinin de adventif kök indüksiyonunu büyük ölçüde etkilediği ifade edilmiştir. Bu bağlamda bitki doku ve organ kültürü yöntemleriyle sekonder metabolitlerin yüksek verim ve sabit kalitede üretimlerinin sağlanabilmesi için tür bazında eksplant kaynağı, besin ortamı, kültür tipi ve ortam koşullarının optimizasyonu ile ilgili çalışmaların yapılması gerekmektedir.

### Sekonder Metabolit İçeriği

Kök ve adventif köklerin toplam antrakinin, toplam fenolik bileşik ve flavonoid içeriği Çizelge 2'de verilmiştir. Toplam fenolik bileşik içeriği Folin-Ciocalteu metodu ile belirlenerek sonuçlar gallik aside eşdeğer olarak verilmiştir. Flavonoid içeriği ise alüminyum klorür metodu ile belirlenerek sonuçlar kuersetine eşdeğer olarak ifade edilmiştir. Toplam antrakinin içeriği ise alizarinin molar ekstinksiyon katsayısı kullanılarak belirlenmiştir.

Çizelge 2. Kök ve adventif köklerin toplam antrakinin, toplam fenolik bileşik ve flavonoid içeriğine hormon ve eksplant kaynağının etkisi

Table 2 Effect of hormone and explant source on total anthraquinone, total phenolic compound and flavonoid content of root and adventitious roots

Hormon <i>Hormone Types</i>	Çeşidi <i>Explant Source</i>	Ekspant Kaynağı	Toplam Antrakinin <i>Total Anthraquinone</i> (mg g <sup>-1</sup> )	Toplam Fenolik Bileşik <i>Total Phenolic Compound</i> (mg GAE g <sup>-1</sup> )	Flavonoid <i>Flavonoid</i> (mg KUE g <sup>-1</sup> )
IAA	Kök/ <i>Root</i>		6.34 ± 0.06 <sup>c</sup>	5.45 ± 0.14 <sup>bc</sup>	2.25 ± 0.04 <sup>c</sup>
	Gövde/ <i>Stem</i>		9.83 ± 0.11 <sup>a</sup>	14.45 ± 0.29 <sup>a</sup>	3.85 ± 0.03 <sup>a</sup>
	Yaprak/ <i>Leaf</i>		6.68 ± 0.07 <sup>b</sup>	6.20 ± 0.58 <sup>b</sup>	2.71 ± 0.06 <sup>b</sup>
IBA	Kök/ <i>Root</i>		4.15 ± 0.06 <sup>d</sup>	3.62 ± 0.08 <sup>e</sup>	1.41 ± 0.04 <sup>e</sup>
	Gövde/ <i>Stem</i>		3.62 ± 0.09 <sup>e</sup>	5.20 ± 0.14 <sup>cd</sup>	1.57 ± 0.09 <sup>de</sup>
	Yaprak/ <i>Leaf</i>		3.59 ± 0.05 <sup>e</sup>	4.37 ± 0.17 <sup>de</sup>	1.73 ± 0.02 <sup>d</sup>

Aynı sütunda verilen farklı harfler istatistiksel olarak önemli farklılıkları göstermektedir ( $p<0.01$ ).  
*Different letters given in the same columns show statistically significant differences (p<0.01).*

Kök ve adventif köklerin toplam antrakinin içeriği  $3.59 \pm 0.05$  ile  $9.83 \pm 0.11$  mg g<sup>-1</sup> arasında değişmektedir. IAA besin ortamından elde edilen kök

ve adventif köklerin antrakinin içeriği IBA ortamdakilerden önemli ölçüde yüksek olduğu belirlenmiştir ( $P<0.01$ ). En yüksek antrakinin içeriği



IAA besin ortamında gövde eksplantlarından elde edilen adventif köklerde belirlenmiştir. Kökboyasığıller familyasına ait *Oldenlandia umbellata* L. bitkisinde yapılan benzer bir çalışmada IAA, IBA ve NAA'nın adventif kök kültürlerinde antrakinin üretimine etkisi incelenmiştir. Kullanılan oksinler arasında en yüksek toplam antrakinin içeriği IAA içeren besin ortamlarından elde edildiği bildirilmiştir. (Saranya Krishnan ve Siril, 2018). *Morinda citrifolia* (Rubiaceae) bitkisinde oksin grubu hormonlarının (NAA, IBA) adventif kök kültüründe toplam antrakinin üretimine etkisinin belirlendiği bir diğer çalışmada ise en yüksek antrakinin içeriği IBA ortamından elde edilmiştir. Özellikle kullanılan oksin ve sitokinin seviyeleri hücre metabolizmasının düzenlenmesi ve metabolit oluşumunu etkileyen en önemli faktör olduğunu ifade edilmiştir (Baque ve ark., 2010). Baydar ve Karadoğan (2006) kökboya bitkisinin boya içeriği ve kalitesinin genotip, agronomik uygulamalar, kök kalitesi, yetiştirme bölgesi, büyüme sezonu ve hasat zamanından önemli ölçüde etkilendiği bildirilmiştir.

Kök ve adventif köklerin toplam fenolik ve flavonoid içeriğinde eksplant kaynağı ve hormon çeşidine göre önemli farklılıklar meydana gelmiştir. IAA besin ortamında gelişen kök ve adventif köklerin toplam fenolik ve flavonoid içeriği IBA ortamındakinden önemli ölçüde yüksektir ( $P<0.01$ ). Toplam fenolik ve flavonoid içeriği en yüksek IAA besin ortamında kültüre alınan gövde eksplantlarından gelişen

adventif köklerde belirlenmiştir. Bu besin ortamında gelişen adventif köklerin toplam fenolik ve flavonoid içeriği sırasıyla  $14.45 \pm 0.29$  mg GAE  $g^{-1}$  ve  $3.85 \pm 0.03$  mg KUE  $g^{-1}$  olarak belirlenmiştir. Elde edilen bu veriler doğrultusunda gövde eksplantlarından geliştirilen adventif köklerin antrakinin ve fenolik bileşik üretimi için uygun materyaller olduğu belirlenmiştir. Kökboya bitkisinde yapılan benzer bir çalışmada belirlenen toplam fenolik bileşik içeriği bu çalışmadan elde edilen sonuçlara örtüşmektedir. Aras Aşçı ve ark., (2018) üç yaşındaki kökboya bitkisinin internot kısımlarının IAA ve kinetin içeren besin ortamında kültüre alınmasıyla elde edilen adventif köklerin toplam fenolik bileşik içeriğinin  $13.19$  mg  $g^{-1}$  olduğunu ifade etmişlerdir. Demirci ve ark., (2020) kökboya bitkisinin *in vitro* kök kültürleri alizarin, purpurin ve fenolik bileşikleri doğadaki bitkileri tahrip etmeden ve mevsimsel kısıtlamalar olmaksızın bütün bir yıl boyunca standart miktar ve kalitede üretime imkan veren önemli bir potansiyel olduğunu bildirmişlerdir.

#### Antioksidan Aktivite

Kök ve adventif köklerin antioksidan aktivitelerinin belirlenmesinde DPPH, FRAP ve ABTS metotları kullanılmıştır. FRAP aktivitesinin sonuçları troloks'a eşdeğer olarak verilirken DPPH ve ABTS sonuçları ise radikalın % 50'sini gideren doku miktarı ( $IC_{50}$ ) olarak belirlenmiş ve Çizelge 3'de verilmiştir.

Çizelge 3. Kök ve adventif köklerin DPPH, ABTS ve FRAP aktivitelerine hormon ve eksplant kaynağının etkisi  
Table 3. Effect of hormone and explant source on DPPH, ABTS and FRAP activities of root and adventitious roots

Hormon <i>Hormone Types</i>	Çeşidi <i>Explant Source</i>	Eksplant <i>Explant Source</i>	Kaynağı <i>Source</i>	DPPH $IC_{50}$ (mg $ml^{-1}$ )	ABTS $IC_{50}$ ( $\mu g$ $ml^{-1}$ )	FRAP $\mu mol$ TE $g^{-1}$
IAA	Kök/ <i>Root</i>			$0.77 \pm 0.006$ a	$71.57 \pm 0.43$ c	$231.93 \pm 1.31$ c
	Gövde/ <i>Stem</i>			$0.29 \pm 0.003$ e	$31.61 \pm 0.06$ e	$409.13 \pm 3.85$ a
	Yaprak/ <i>Leaf</i>			$0.71 \pm 0.008$ c	$71.89 \pm 0.34$ c	$259.46 \pm 1.57$ b
IBA	Kök/ <i>Root</i>			$0.73 \pm 0.003$ b	$91.31 \pm 0.32$ a	$154.95 \pm 7.34$ e
	Gövde/ <i>Stem</i>			$0.44 \pm 0.003$ d	$60.75 \pm 0.39$ d	$219.39 \pm 5.45$ c
	Yaprak/ <i>Leaf</i>			$0.72 \pm 0.004$ bc	$85.45 \pm 0.35$ b	$194.05 \pm 3.44$ d

Aynı sütunda verilen farklı harfler istatistiksel olarak önemli farklılıkları göstermektedir ( $p<0.01$ ).  
*Different letters given in the same columns show statistically significant differences ( $p<0.01$ ).*

Kök ve adventif köklerin antioksidan aktivitelerinde eksplant kaynağı ve hormon çeşidine göre önemli farklılıklar meydana gelmiştir ( $P<0,01$ ). IAA besin ortamında gelişen adventif köklerin antioksidan aktivitesi IBA ortamındakilerden önemi ölçüde yüksektir. En yüksek antioksidan aktivite IAA besin ortamında gövde eksplantlarından gelişen adventif köklerde belirlenmiştir. Bu köklerin DPPH, ABTS ve FRAP aktivitesi sırasıyla  $IC_{50}$ :  $0.29 \pm 0.003$  mg  $ml^{-1}$ ,  $IC_{50}$ :  $31.61 \pm 0.06$   $\mu g$   $ml^{-1}$ ,  $409.13 \pm 3.85$   $\mu mol$  TE  $g^{-1}$  olarak belirlenmiştir. En yüksek antioksidan aktiviteye sahip adventif köklerin antrakinin, fenolik ve flavonoid içeriğinin bakımından da en yüksek

değerlere sahip olduğu belirlenmiştir. Essaidi ve ark., (2017) *Rubia tinctorum* ekstraktlarının yüksek FRAP ve ABTS radikal giderme aktivitesine sahip olduğu ifade etmiştir. Bu yüksek antioksidan aktivitenin fenolik bileşik, antrakinin ve flavonoid içeriğinden ileri geldiğini bildirilmiştir. ,

#### SONUÇ ve ÖNERİLER

Bu çalışmada kökboya bitkisinde eksplant kaynağı ve oksin grubu hormonlarının kök ve adventif kök gelişimine etkisi ve elde edilen bu köklerin, toplam antrakinin, toplam fenolik ve flavonoid içeriği ve antioksidan aktiviteleri belirlenmiştir. Yapılan bu

çalışma neticesinde yaprak ve gövde eksplantlarında oluşturulan adventif köklerin kök eksplantları kullanılarak oluşturulan kök kültürlerinden metabolit ve antioksidan aktivite bakımından oldukça üstün olduğu belirlenmiştir. Kök kültürlerinde kök gelişim oranları yüksek olsa da elde edilen köklerin boyları her iki hormon koşullarında oldukça yetersizdir. IBA içeren besin ortamlarında eksplantlardan adventif kök gelişim oranları IAA içerenlerden yüksek olsa da elde edilen adventif köklerin antrakinin, fenolik ve flavonid içeriği ve antioksidan aktivitesi önemli ölçüde düşüktür. NAA içeren besin ortamlarında ise tüm eksplantlardan kök gelişimi sağlanamamıştır. IAA besin ortamında yaprak ve gövde eksplantlarının kök gelişim oranları ve elde edilen köklerin uzunlukları bakımından önemli bir farklılık meydana gelmemiştir. En yüksek antioksidan aktivite ve metabolit içeriği IAA besin ortamında gövde eksplantlarından gelişen adventif köklerde belirlenmiştir. Sonuç olarak IBA'nın adventif kök gelişim oranları açısından uygun olsa da metabolit üretimi ve antioksidan aktivite bakımından IAA'nın daha uygun olduğu görülmektedir. Bu alanda yapılacak sonraki çalışmalarda adventif kök indüksiyonunun IBA ortamında sağlandıktan sonra metabolit üretimin artırmak için IAA ortamında alt kültüre almanın faydalı olacağı düşünülmektedir. Ayrıca iki hormonun besin ortamına birlikte ilave edileceği kombinasyonların oluşturulması kök indüksiyonu ve metabolit verimi açısından avantaj sağlanabileceği ön görülmektedir.

### Çıkar Çatışması Beyanı

Makale yazarı herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan eder.

### KAYNAKLAR

- Aras Aşçı Ö, Demirci T, Göktürk Baydar N 2018. Effects of NaCl Applications on Root Growth and Secondary Metabolite Production in Madder (*Rubia tinctorum* L.) Root Cultures. International Journal of Secondary Metabolite 3:210-216.
- Ba'nyai P, Kuzovkina IN, Kursinszki L, Szóke E' 2006. HPLC Analysis of Alizarin and Purpurin Produced by *Rubia tinctorum* L. Hairy Root Cultures. Chromatographia Supplement 63: 111-114.
- Baque MA, Hahn EJ, Paek KY 2010. Growth, Secondary Metabolite Production and Antioxidant Enzyme Response of *Morinda Citrifolia* Adventitious Root as Affected by Auxin and Cytokinin. Plant Biotechnol Rep 4:109-116.
- Baskaran P, Jayabalan N 2009. Psoralen Production in Hairy Roots and Adventitious Roots Cultures of *Psoralea corylifolia*. Biotechnol Lett 31:1073-1077.
- Baydar H, Karadoğan T 2006. Agronomic Potential and Industrial Value of Madder (*Rubia tinctorum* L.) as a Dye Crop. Turk J Agric for 30:287-293.
- Blois MS 1958. Antioxidant Determinations by the Use of a Stable Free Radical. Nature, 26 1199-1200.
- Chien SC, Wu YC, Chen ZG, Yang WC 2015. Naturally Occurring Anthraquinones: Chemistry and Therapeutic Potential in Autoimmune Diabetes. Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine Article ID 357357, 13.
- Cui HY, Baque MA, Lee EJ, Paek KY 2013. Scale-up of Adventitious Root Cultures of *Echinacea angustifolia* in a Pilot-Scale Bioreactor for the Production of Biomass and Caffeic acid Derivatives. Plant Biotechnol Rep 7:297-308.
- Demirci T, Aras Aşçı Ö, Göktürk Baydar N 2020. Influence of Salicylic Acid and L- Phenylalanine on The Accumulation of Anthraquinone and Phenolic Compounds in Adventitious Root Cultures of Madder (*Rubia tinctorum* L.). Plant Cell, Tissue and Organ Culture (PCTOC) <https://doi.org/10.1007/s11240-020-01952-w>.
- Derksen GCH, Niederländer HAG, van Beek TA 2002. Analysis of Anthraquinones in *Rubia tinctorum* L. by Liquid Chromatography Coupled with Diode-Array UV and Mass Spectrometric Detection. Journal of Chromatography A 978:119-127.
- Duncan BD 1955. Multiple Range and Multiple Ftests. Biometrics. P.1-42.
- Duval J, Pecher V, Poujol M, Lesellier E 2016. Research Advances for The Extraction, Analysis and Uses of Anthraquinones: A review. Industrial Crops and Products 94: 812-833.
- Essaidi I, Snoussi A, Koubaier HBH, Casabianca H, Bouzouita N 2017. Effect of Acid Hydrolysis on Alizarin Content, Antioxidant and Antimicrobial Activities of *Rubia tinctorum* Extracts. Pigment & Resin Technology 46/5 379-384.
- Genç M 2014. Başbakanlık Osmanlı Arşiv Belgelerinde Kökboya ve Cehri ile İlgili Kayıtlar. Art-e Sanat Dergisi 7(13)174-212.
- Karataş İ, Polat F, Karataş R, Dal T, Elmastaş M 2018. Determination of Antioxidant Activity and Phenolic Compound Content of Black Carrot Callus Culture, Ecological Life Sciences (NWSAELS), 13(2):87-93. DOI: 10.12739/NWSA.2018.13.2.5A0097.
- Karataş İ, Karataş R, Elmastaş M 2016. Antosiyaninlerin Kallus ve Hücre Süspansiyon Kültürüyle Üretimi. Gaziosmanpaşa Bilimsel Araştırma Dergisi (12): 80-91.
- Le KC, Im WT, Paek KY, Park SY 2018. Biotic Elicitation of Ginsenoside Metabolism of Mutant Adventitious Root Culture in *Panax ginseng*. Applied Microbiology and Biotechnology 102:1687-1697.
- Ling APK, Chin MF, Hussein S 2009. Adventitious Root Production of *Centella asiatica* in Response to Plant Growth Regulators and Sucrose Concentration. Medicinal Aromatic Plant Science Biotechnol 3(1):36-41.
- Malik EM, Müller CE 2016. Anthraquinones as Pharmacological Tools and Drugs. Medicinal

- Research Reviews 36, No. 4: 705–748.
- Mouri C, Laursen R 2012. Identification of Anthraquinone Markers for Distinguishing *Rubia species* in Madder-Dyed Textiles by HPLC. *Microchim Acta* 179:105–113.
- Murashige T, Skoog F 1962. A revised Medium for Rapid Growth and Bioassays With Tobacco Tissue Cultures. *Physiol Plant*, 15: 473-497.
- Murthy HN, Hahn EJ, Paek KY 2008. Adventitious Roots and Secondary Metabolism. *Chinese Journal of Biotechnology* 24,5:711-716.
- Nartop P, Akay Ş, Gürel A 2013. Immobilization of *Rubia tinctorum* L. Suspension Cultures and Its Effects on Alizarin and Purpurin Accumulation and Biomass Production. *Plant Cell Tiss Organ Cult* 112:123–128.
- Orbán N, Boldizsár I, Szűcs Z, Da'nos B 2008. Influence of Different Elicitors on The Synthesis of Anthraquinone Derivatives in *Rubia tinctorum* L. Cell Suspension Cultures. *Dyes and Pigments* 77:249-257.
- Orbán N, Boldizsár I, Bóka K 2007. Structural and Chemical Study of Callus Formation from Leaves of *Rubia tinctorum*. *Biologia Plantarum* 51 (3): 421-429.
- Oyaizu M 1986. Studies on Product of Browning Reaction Prepared from Glucose Amine. *Jpn. J. Nutr.*, 44 307.
- Pekal A, Pyrzynska K 2014. Evaluation of Aluminium Complexation Reaction for Flavonoid Content Assay. *Food Anal. Methods*, 7:1776–1782.
- Perassolo M, Cardillo AB, Mugas ML, Montoya SCN, Giulietti AM, Talou JR 2017. Enhancement of Anthraquinone Production and Release by Combination of Culture Medium Selection and Methyl Jasmonate Elicitation in Hairy Root Cultures of *Rubia tinctorum*. *Industrial Crops Products* 105: 124–132.
- Perassolo M, Quevedo CV, Giulietti AM, Talou JR 2011. Stimulation of The Proline Cycle and Anthraquinone Accumulation in *Rubia tinctorum* Cell Suspension Cultures in The Presence of Glutamate and Two Proline Analogs. *Plant Cell Tiss Organ Cult*. 106:153–159.
- Rahmat E, Kang Y 2019. Adventitious Root Culture for Secondary Metabolite Production in Medicinal Plants: A Review. *J Plant Biotechnol* 46:143–157.
- Re R, Pellegrini N, Proteggente A, Pannala A, Yang M, Rice-Evans C 1999. Antioxidant Activity Applying an Improved ABTS Radical Cation Decolorization Assay. *Free Radic Biol Med*, 26(9- 10) 1231-1237.
- Saranya Krishnan SR, Siril EA 2018. Elicitor Mediated Adventitious Root Culture for The Large-Scale Production of Anthraquinones from *Oldenlandia umbellata* L. *Industrial Crops & Products* 114:173–179.
- Slinkard K, Singleton VL 1977. Total Phenol Analysis: Automation and Comparison with Manual Methods. *Am J Enol Viticult* 28:49-55.
- Sreeranjini S, Siril EA 2013. Production of Anthraquinones from Adventitious Root Derived Callus and Suspension Cultures of *Morinda citrifolia* L. in Response to Auxins, Cytokinin and Sucrose Levels. *Asian Journal of Plant Science and Research* 3(3):131-138.
- SPSS 20. IBM SPSS Statistics for Windows, Version 20.0. Armonk, NY: IBM Corp. Released 2011.
- Steffens B, Rasmussen A 2016. The Physiology of Adventitious Roots, Topical Review on Adventitious Root Physiology. *Plant Physiology*170:603–617.
- Sujatha G, Ranjitha Kumari BD 2012. Establishment of Fast growing *in vitro* Root Culture System in *Artemisia vulgaris*. *Journal of Agricultural Technology* 8(5): 1779-1790.
- Vasconsuelo A, Giulietti AM, Boland R 2004. Signal Transduction Events Mediating Chitosan Stimulation of Anthraquinone Synthesis in *Rubia tinctorum*. *Plant Science* 166:405–413.
- Wu CH, An D, Sun LN, Wang M, Chang GN, Zhao CY, Lian ML 2017. A Novel Co-Culture System of Adventitious Roots of Echinacea Species in Bioreactors for High Production of Bioactive Compounds. *Plant Cell Tiss Organ Cult* 130:301–311.



## Determination of the Element Values of Rainbow Trout (*Oncorhynchus mykiss* Walbaum, 1792) Eggs

Birol BAKI<sup>1</sup>, Dilara KAYA ÖZTÜRK<sup>2</sup>, Serhat TOMGIŞI<sup>3</sup>

<sup>1,2</sup>Department of Aquaculture, Fisheries Faculty, Sinop University, 57000, Sinop, Turkey, <sup>3</sup>Department of Aquaculture, Fisheries Faculty, Muğla Sıtkı Koçman University, 57000, Sinop, Turkey

<sup>1</sup><https://orcid.org/0000-0002-2414-1145>, <sup>2</sup><https://orcid.org/0000-0003-2505-231X>, <sup>3</sup><https://orcid.org/0000-0001-5824-1227>

✉: dilara.kaya55@gmail.com

### ABSTRACT

The objective of this study was to determine the amount of the elements of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss* Walbaum, 1792) eggs obtained from different stations. The study was conducted in 5 different production areas that are producing the most rainbow trout eggs in Turkey. Element analysis (Na, Mg, Al, P, K, Ca, Cr, Mn, Fe, Co, Ni, Zn, As, Se, Cd, Ba, Pb, Hg, and Cu) of rainbow trout eggs were performed using ICP-MS (Inductively Coupled Plasma- Mass Spectrometer). At the end of the study, it was determined that the daily consumption limit for selected elements (Ca, P, Mg, Zn, Mn, Ni and Se) was not exceeded in individuals consuming 100g of rainbow trout eggs per day. The daily intake recommended by the European Communities Commission was determined to be sufficient for the K, Ca, P, Mg, Fe, Zn, Cu and Mn elements in rainbow trout eggs. The Cd and Pb values of rainbow trout eggs obtained from different stations were determined significantly less than the values included in the Turkish Food Codex. The results of this study were thought to be important for both consumers and juvenile rainbow trout producers.

### Research Article

#### Article History

Received : 15.12.2020  
Accepted : 11.02.2021

#### Keywords

*Oncorhynchus mykiss*  
Macro-element  
Micro-element  
Rainbow trout egg

## Gökkuşluğu Alabalığı (*Oncorhynchus mykiss* Walbaum, 1792) Yumurtalarında Element Değerlerinin Belirlenmesi

### ÖZET

Bu çalışmanın amacı, farklı istasyonlardan elde edilen gökkuşluğu alabalığı (*Oncorhynchus mykiss* Walbaum, 1792) yumurtalarının element miktarının belirlenmesidir. Çalışma, Türkiye'de en fazla gökkuşluğu alabalığı yumurtası üreten 5 farklı üretim alanında gerçekleştirilmiştir. Gökkuşluğu alabalığı yumurtalarının element analizi (Na, Mg, Al, P, K, Ca, Cr, Mn, Fe, Co, Ni, Zn, As, Se, Cd, Ba, Pb, Hg ve Cu) İndüktif Olarak Eşleştirilmiş Plazma-Kütle Spektrometresi (ICP-MS) kullanılarak yapılmıştır. Çalışma sonunda, günde 100g gökkuşluğu alabalığı yumurtası tüketen bireylerde seçili elementlerin (Ca, P, Mg, Zn, Mn, Ni ve Se) günlük tüketim limitinin aşılmadığı tespit edilmiştir. AB Komisyonu tarafından önerilen günlük alım miktarları Gökkuşluğu alabalığı yumurtalarındaki K, Ca, P, Mg, Fe, Zn, Cu ve Mn elementleri için yeterli olduğu belirlenmiştir. Farklı istasyonlardan elde edilen gökkuşluğu alabalığı yumurtalarının Cd ve Pb değerleri, Türk Gıda Kodeksi'nde yer alan değerlerden önemli ölçüde daha düşük olduğu belirlenmiştir. Bu çalışmanın bulgularının hem tüketiciler hem de yavru gökkuşluğu alabalığı üreticileri için bilgi edinmede önemli olduğu düşünülmektedir

### Araştırma Makalesi

#### Makale Tarihi

Geliş Tarihi : 15.12.2020  
Kabul Tarihi : 11.02.2021

#### Anahtar Kelimeler

*Oncorhynchus mykiss*  
Makro-element  
Mikro-element  
Gökkuşluğu alabalığı yumurtası

To Cite : Baki B, Kaya Öztürk D, Tomgişi S 2021. Determination of the Element Values of Rainbow Trout (*Oncorhynchus mykiss* Walbaum, 1792) Eggs. KSU J. Agric Nat 24 (5): 948-956. DOI: 10.18016/ksutarimdoga.vi.841222.

### INTRODUCTION

The consumption of seafood, which has increased as a trend in recent years, is proof of a nutritious and balanced diet as well as closing the protein deficit of

the increasing human population. Scientists recommend the consumption of more seafood in human diets in the prevention and treatment of many diseases such as cardiovascular and cancer (FAO, 2010;

Wesichselbaum et al., 2013). Except for health problems in developing countries, even conscious consumers in developed countries often prefer fish's muscle tissue, which is a combination of many nourishing ingredients (such as polyunsaturated fatty acids, essential amino acids, vitamins, and essential elements) (Chen et al., 2007; Ruxton, 2011). Many studies have reported that not only edible fish muscle tissue but also edible products such as fish egg, fish liver, and fish skin have high nutritional values, and these products are good source of amino acids, fatty acids, and some minerals (Guil-Guerrero et al., 2011; Kaliniak et al., 2015; Rebole et al., 2015; Turan et al., 2019). As the results of these studies, the addition of fish by-products as part of balanced and healthy nutrition may increase the nutritional potential of consumed foods and prevent food waste. Among the fish by-products, fish eggs are particularly prominent and can be processed in different ways including as whole ovaries, individual eggs (caviar), and pâté, pastes, and other products (Bledsoe et al., 2003; DePeters et al., 2013). The most popular form of fish eggs is caviar which is most commonly obtained from sturgeon species, wild and farmed salmonid species, and other species such as mullet, whitefish, cod, herring, etc. (Bledsoe et al., 2003; Bekhit et al., 2009; Ghelichi et al., 2017; Vilgis, 2020).

The rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) is the most successful cultivated species, with 814 thousand tons of production in commercial intensive aquaculture, in the world (FAO, 2018). The rainbow trout culture is the main aquaculture industry in Turkey and continues to grow and develop year by year. By virtue of the trend in scientists' recommendations to human diets by extension, the increase in consumption increased the production of rainbow trout. While some of the producers focus on juvenile production and aquaculture rearing of single-sex fish stock, the vast majority treat trout eggs as a by-product /a waste-product. Salmonid species eggs are very preferable after sturgeon caviar in the world and salmon caviar is one of the most popular products because of its relative abundance, attractive color, and distinctive taste. Caviar from salmonids often comes from pink salmon, coho salmon, rainbow trout, red salmon, chum salmon, and chinook salmon. Salmon egg varies in color from bright orange to dark red, which is why it is often called red caviar, but salmon caviar is known as ikura In Japan, which derives from Russian word икра (ikra) which means caviar or fish egg in general (Anonymous 2021a). Red caviar/ikura, which is consumed in high amounts especially in the Far East countries, America and Russia, has started to create a new trend in our country's fisheries sector. For this reason, some of the rainbow trout eggs used in juvenile fish production have started to take place in fish markets by using different processing methods. Production and

consumption amounts of rainbow trout eggs, which have recently taken their place in the fish market, are not reflected in our country's statistics. Therefore, there are few studies highlighting the nutritional quality of rainbow trout eggs in our country. (Baki et al., 2019a; 2019b). In the world, studies on fish eggs generally focused on egg quality, productivity, and egg biochemical composition (Brooks et al., 1997; Wirth et al., 2000; Bekhit et al., 2009; Gürel İnanlı et al., 2010; Intarasirisawat et al., 2011; DePeters et al., 2013; Hossain et al., 2014). While element/mineral content research on fish eggs are more recent (Sobhanardakani, 2017; Topuz et al., 2017; Simionov et al., 2019; Turan et al., 2019), the combined assessment of the basic food composition is very significant in terms of both nutritional value and toxicological effects due to the impact of minerals and trace elements on human health. In the study, two objectives were selected in determining the selected elements of rainbow trout eggs obtained from different stations: (1) to determine of element values of rainbow trout eggs for producers producing rainbow trout juvenile, (2) to informed consumers about the rainbow trout eggs produced in our country can take place as a new product in the world aquaculture market.

## MATERIAL and METHOD

The rainbow trout eggs were collected in 5 different production areas (I station: 36°45'59.55"N and 29°24'12.22"E Muğla-Fethiye; II station: 36°58'41.94"N and 29°13'9.92 "E Denizli-Çameli; III station: 38°57'54.89"N 36°40'18.17"E Kayseri-Pınarbaşı; IV station: 37°58'58.65"N and 38°0'52.89"E Malatya-Sürgü and V station: 41°27'14.35"N and 35°51'24.08"E Samsun-Ladik) which produces the most rainbow trout eggs in Turkey from December 2017 to January 2018.

Element analysis was determined in the laboratories of Sinop University Scientific and Technological Researches Center (SUBITAM). Rainbow trout egg samples digested using a microwave digestion system (Milestone Systems, Start D 260) with Suprapur® HNO<sub>3</sub> (nitric acid) according to meat, texture, fish, and similar samples HPR-FO-67 method (Milestone). Element analysis (Na, Mg, Al, P, K, Ca, Cr, Mn, Fe, Co, Ni, Zn, As, Se, Cd, Ba, Pb, and Cu) of rainbow trout eggs were performed using ICP-MS (Inductively Coupled Plasma-Mass Spectrometer) (Agilent Technologies, 7700X) method by accredited SEM laboratory. Data quality was checked by the analysis of standard reference materials (UME CRM 1201-UME CRM 1204) (Table 1). These results are expressed in mg kg<sup>-1</sup> of rainbow trout eggs (mg.kg<sup>-1</sup>).

## RESULTS and DISCUSSION

Compared to other freshwater fish, farmed rainbow trout production is of great potential and much of the

information gained with the this species egg especially relating to its hatchling production and productivity. To determine the ability to use rainbow trout eggs when viewed as food, knowledge of the nutritional and physicochemical properties were required. Besides, apart from the predicted difference in egg efficiency,

there was no information available on the physicochemical components and elements of rainbow trout eggs for human consumption. The concentrations of four macro-elements (Na, Mg, K, Ca) and five micro-elements (Zn, Mn, Fe, and Cu) of rainbow trout eggs at various stations in Turkey are shown in Table 2.

Table 1. Detection limit and certified values of elemental concentrations for the elements measured by using ICP-MS.

Çizelge 1. ICP-MS'de ölçülen elementler konsantrasyonları için tespit limiti ve referans değerleri.

Elements (Elementler)	Detection Limits (Tespit Limiti)	Certified Values (Referans Değerleri)	Uncertainty (Belirlenemeyen)
Na	0.3475 µg kg <sup>-1</sup>	3.13 mg kg <sup>-1</sup>	0.11 mg kg <sup>-1</sup>
Mg	0.04953 µg kg <sup>-1</sup>	0.867 mg kg <sup>-1</sup>	0.033 mg kg <sup>-1</sup>
Al	0.7579 µg kg <sup>-1</sup>	0.102 mg kg <sup>-1</sup>	0.005 mg kg <sup>-1</sup>
P	0.9819 µg kg <sup>-1</sup>	96.4 µg kg <sup>-1</sup>	5.7 µg kg <sup>-1</sup>
K	3.453 µg kg <sup>-1</sup>	0.410 mg kg <sup>-1</sup>	0.028 mg kg <sup>-1</sup>
Ca	14.95 µg kg <sup>-1</sup>	3.91 mg kg <sup>-1</sup>	0.14 mg kg <sup>-1</sup>
Cr	0.1405 µg kg <sup>-1</sup>	34.6 µg kg <sup>-1</sup>	1.2 µg kg <sup>-1</sup>
Mn	0.1534 µg kg <sup>-1</sup>	14.5 µg kg <sup>-1</sup>	0.5 µg kg <sup>-1</sup>
Fe	0.4728 µg kg <sup>-1</sup>	45.6 µg kg <sup>-1</sup>	2.7 µg kg <sup>-1</sup>
Co	-	9.60 µg kg <sup>-1</sup>	0.30 µg kg <sup>-1</sup>
Ni	0.01052 µg kg <sup>-1</sup>	16.8 µg kg <sup>-1</sup>	0.7 µg kg <sup>-1</sup>
Cu	0.178 µg kg <sup>-1</sup>	83.1 µg kg <sup>-1</sup>	2.6 µg kg <sup>-1</sup>
Zn	4.277 µg kg <sup>-1</sup>	0.104 mg kg <sup>-1</sup>	0.005 mg kg <sup>-1</sup>
As	0.054 µg kg <sup>-1</sup>	6.50 µg kg <sup>-1</sup>	0.38 µg kg <sup>-1</sup>
Se	0.4686 µg kg <sup>-1</sup>	-	-
Cd	0.002222 µg kg <sup>-1</sup>	3.95 µg kg <sup>-1</sup>	0.15 µg kg <sup>-1</sup>
Hg	0.01648 µg kg <sup>-1</sup>	49.9 µg kg <sup>-1</sup>	2.6 µg kg <sup>-1</sup>
Ba	0.02665 µg kg <sup>-1</sup>	0.313 mg kg <sup>-1</sup>	0.014 mg kg <sup>-1</sup>
Pb	0.04605 µg kg <sup>-1</sup>	14.7 µg kg <sup>-1</sup>	0.4 µg kg <sup>-1</sup>

All analysis results were presented as mean values±SE. Statistical analysis was done by using the IBM SPSS 21 statistical package program. The differences between the results were tested by one-way analysis of variance (ANOVA). The differences between the values were compared with Tukey's multiple comparison tests at the p<0.05 level of significance.

Table 2. Macro and micro-elements of rainbow trout eggs in different station in Turkey (mg kg<sup>-1</sup>)

Çizelge 2. Türkiye'deki farklı istasyonlarından elde edilen gökkuşağı alabalığı yumurtalarının makro ve mikro elementleri (mg kg<sup>-1</sup>)

Elements (Elementler)	I. station I. istasyon	II. station II. istasyon	III. station III. istasyon	IV. station IV. istasyon	V. station V. istasyon
Macro (Makro) (mg kg <sup>-1</sup> )					
Na	1491.04±20.68 <sup>bc</sup>	1395.83±13.03 <sup>a</sup>	1688.71±25.33 <sup>d</sup>	1430.05±9.93 <sup>b</sup>	1347.06±6.50 <sup>a</sup>
Mg	645.22±7.31 <sup>a</sup>	660.38±6.24 <sup>b</sup>	711.66±15.06 <sup>d</sup>	694.06±6.45 <sup>bc</sup>	663.90±5.82 <sup>b</sup>
K	2554.26±29.23 <sup>b</sup>	2501.29.94 <sup>b</sup>	2421.04±28.76 <sup>a</sup>	2735.50±24.27 <sup>bc</sup>	3046.54±20.61 <sup>d</sup>
Ca	485.32±7.43 <sup>a</sup>	480.62±3.83 <sup>a</sup>	668.31±11.46 <sup>c</sup>	530.36±4.19 <sup>b</sup>	506.21±6.57 <sup>ab</sup>
Micro (Mikro) (mg kg <sup>-1</sup> )					
Zn	34.59±2.49 <sup>bc</sup>	31.89±2.04 <sup>ab</sup>	27.84±1.85 <sup>a</sup>	34.88±2.41 <sup>b</sup>	34.23±2.37 <sup>b</sup>
Mn	1.32±0.10 <sup>a</sup>	2.81±0.26 <sup>b</sup>	4.77±0.39 <sup>c</sup>	2.25±0.18 <sup>b</sup>	1.67±0.16 <sup>a</sup>
Fe	10.31±0.73 <sup>a</sup>	12.13±0.88 <sup>b</sup>	12.76±0.88 <sup>b</sup>	15.14±1.28 <sup>c</sup>	15.04±1.08 <sup>c</sup>
Ni	0.04±0.01 <sup>a</sup>	0.03±0.01 <sup>a</sup>	0.08±0.01 <sup>b</sup>	0.04±0.01 <sup>a</sup>	0.05±0.01 <sup>a</sup>
Cu	1.54±0.07 <sup>a</sup>	1.42±0.05 <sup>a</sup>	1.75±0.09 <sup>b</sup>	2.11±0.01 <sup>c</sup>	1.97±0.10 <sup>bc</sup>

Values in the same rows marked with different letters are significantly different (p < 0.05).

It determined that macro-elements of rainbow trout eggs in the different stations were, K>Na>Mg>Ca, respectively and the statistical difference between values was important (P<0.05). Micro-elements of rainbow trout egg Zn, Mn, Ni and Cu were 27.84-34.88 mg kg<sup>-1</sup>, 1.32-4.77, 0.03-0.08 and 1.42-2.11 mg kg<sup>-1</sup>, respectively and the statistical difference between

values was important (p<0.05). When macro and micro-elements between stations are examined, the highest macro-elements were at III (Na, Mg, and Ca) and V stations (K), while the highest micro-elements were at stations III (Mn and Ni) and IV (Zn, Fe, and Cu). Table 3 outlines the macro and micro-elements analysis of eggs of various fish species. When this table

was assessed, the macro-elements' values were lower than in the current study in the mature eggs of Chinook salmon (Bekhit et al., 2009) and the eggs of rainbow trout (Skalecki et al., 2020). In other research, K was the most common among macro-element values in other marine fish eggs that could be eaten as human food. (*Tenualosa ilisha*: Hossain et al., 2014; *Merlangus merlangus euxinus*: Turan et al., 2019; *Psetta maxima maeotica*: Simonov et al., 2019). In a macro-element analysis of three distinct sturgeon (*Huso huso*, *Acipenser gueldenstaedhi*, and *Acipenser stellatus*) eggs (caviar), it was recorded that Na was the most abundant macro-element (Wang et al., 2008). In this analysis of Wang et al (2008), it was determined that the value of Na macro elements of three distinct sturgeon caviar was higher than the value in our study and that the values of Mg, K, and Ca were lower. In the study, the values of Zn, Mn, Fe, Ni, and Cu, identified as micro-elements in rainbow trout eggs from different stations, ranged from 27.84±1.85-34.88±2.41, 1.32±0.10-4.77±0.39, 10.31±0.73-15.14±1.28, 0.03±0.01-0.08±0.01, and 1.42±0.05-2.11±0.01 mg kg<sup>-1</sup> respectively these findings were

close to the values of micro-elements calculated by Skalecki et al. (2020) in their trout egg analysis. As a result of the elemental study of mature Chinook salmon eggs, it was confirmed that the values of Fe and Ni were high and the values of Zn, Cu, and Mn were in similar ranges (Bekhit et al., 2009) (Table 3). As a part of the phospholipids that create the membrane lipid bilayer, P plays an essential role in both the bones and the cell membranes. The P deficiency in the body causes muscular defects and improvements in bone mineralization, as well as cardiac, cardiovascular, neurological, and metabolic disorders (Ghosh and Joshi, 2008). In the elemental analysis carried out in the present research, it was determined that P was the most detected element in rainbow trout eggs. As can be seen from Table 3, it has been calculated that the intake of 100 g of rainbow trout by the European Communities satisfies the necessity of 65.97-75.14% P. The P value in this study was higher than *Oncorhynchus tshawytscha* eggs (Bekhit et al., 2009) and lower than *Acipenser transmontanus* eggs relative to other experiments of fish eggs (DePetters et al., 2013).

Table 3. Essential, Non-essential and other specified elements of rainbow trout eggs in different station in Turkey (mg kg<sup>-1</sup>)

Çizelge 3. Türkiye'deki farklı istasyonlardan elde edilen gökkuşağı alabalığı yumurtalarında esansiyel, esansiyel olmayan ve diğer elementler(mg kg<sup>-1</sup>)

Elements (Elementler)	I. station I. istasyon	II. station II. istasyon	III. station III. istasyon	IV. station IV. istasyon	V. station V. istasyon
<b>Essential (Esansiyel) (mg kg<sup>-1</sup>)</b>					
Ca	485.32±7.43 <sup>a</sup>	480.62±3.83 <sup>a</sup>	668.31±11.46 <sup>c</sup>	530.36±4.19 <sup>b</sup>	506.21±6.57 <sup>ab</sup>
Cu	1.54±0.07 <sup>a</sup>	1.42±0.05 <sup>a</sup>	1.75±0.09 <sup>b</sup>	2.11±0.01 <sup>c</sup>	1.97±0.10 <sup>bc</sup>
Fe	10.31±0.73 <sup>a</sup>	12.13±0.88 <sup>b</sup>	12.76±0.88 <sup>b</sup>	15.14±1.28 <sup>c</sup>	15.04±1.08 <sup>c</sup>
K	2554.26±29.23 <sup>b</sup>	2501.29.94 <sup>b</sup>	2421.04±28.76 <sup>a</sup>	2735.50±24.27 <sup>bc</sup>	3046.54±20.61 <sup>d</sup>
Mg	645.22±7.31 <sup>a</sup>	660.38±6.24 <sup>b</sup>	711.66±15.06 <sup>d</sup>	694.06±6.45 <sup>bc</sup>	663.90±5.82 <sup>b</sup>
Mn	1.32±0.10 <sup>a</sup>	2.81±0.26 <sup>b</sup>	4.77±0.39 <sup>c</sup>	2.25±0.18 <sup>b</sup>	1.67±0.16 <sup>a</sup>
Na	1491.04±20.68 <sup>bc</sup>	1395.83±13.03 <sup>a</sup>	1688.71±25.33 <sup>d</sup>	1430.05±9.93 <sup>b</sup>	1347.06±6.50 <sup>a</sup>
Zn	34.59±2.49 <sup>bc</sup>	31.89±2.04 <sup>ab</sup>	27.84±1.85 <sup>a</sup>	34.88±2.41 <sup>b</sup>	34.23±2.37 <sup>b</sup>
P	4618.26±65.16 <sup>a</sup>	4626.42±47.01 <sup>a</sup>	4917.78±82.41 <sup>b</sup>	5089.45±36.94 <sup>bc</sup>	5259.57±42.07 <sup>c</sup>
<b>Non-Essential (Esansiyel olmayan) (mg kg<sup>-1</sup>)</b>					
As	0.05±0.01 <sup>a</sup>	0.07±0.01 <sup>a</sup>	0.07±0.01 <sup>a</sup>	0.06±0.01 <sup>a</sup>	0.10±0.01 <sup>a</sup>
Cd	0.01±0.01 <sup>a</sup>	0.01±0.01 <sup>a</sup>	0.01±0.01 <sup>a</sup>	0.01±0.01 <sup>a</sup>	0.01±0.01 <sup>a</sup>
Ni	0.04±0.01 <sup>a</sup>	0.03±0.01 <sup>a</sup>	0.08±0.01 <sup>b</sup>	0.04±0.01 <sup>a</sup>	0.05±0.01 <sup>a</sup>
<b>Other (Diğer) (mg kg<sup>-1</sup>)</b>					
Al	0.30±0.06 <sup>ab</sup>	0.28±0.03 <sup>a</sup>	0.50±0.03 <sup>c</sup>	0.27±0.032 <sup>a</sup>	0.39±0.14 <sup>b</sup>
Cr	BDL	0.03±0.01 <sup>a</sup>	0.02±0.01 <sup>a</sup>	0.01±0.01 <sup>a</sup>	BDL
Co	0.02±0.01 <sup>a</sup>	0.01±0.01 <sup>a</sup>	0.03±0.01 <sup>a</sup>	0.03±0.01 <sup>a</sup>	0.04±0.01 <sup>a</sup>
Se	0.97±0.01 <sup>c</sup>	0.54±0.01 <sup>a</sup>	0.67±0.05 <sup>b</sup>	0.91±0.01 <sup>c</sup>	0.97±0.03 <sup>c</sup>
Cd	0.01±0.01 <sup>a</sup>	0.01±0.01 <sup>a</sup>	0.01±0.01 <sup>a</sup>	0.01±0.01 <sup>a</sup>	0.01±0.01 <sup>a</sup>
Hg	BDL	BDL	BDL	BDL	BDL
Ba	0.24±0.01 <sup>c</sup>	0.16±0.01 <sup>b</sup>	0.17±0.01 <sup>b</sup>	0.19±0.01 <sup>bc</sup>	0.04±0.01 <sup>a</sup>
Pb	0.04±0.01 <sup>a</sup>	0.03±0.01	0.05±0.01 <sup>a</sup>	0.04±0.01 <sup>a</sup>	0.04±0.01 <sup>a</sup>

Values in the same rows marked with different letters are significantly different (p <0.05).

BDL: Below Detection Limit

Table 4 shows the essential, non-essential, and other specified elements of rainbow trout eggs. The highest essential elements of the eggs obtained at all stations

were determined as P> K> Na> Mg> Ca, respectively. The highest essential elements in rainbow trout eggs were at III. (Ca, Mg, Mn and Na), IV. (Cu, Fe, and Zn),

and V. (K and P) stations, respectively. The statistical difference among non-essential elements in rainbow trout eggs obtained from different stations was not significant ( $p>0.05$ ). The Se was the highest in the I and V. stations ( $0.97\pm 0.01$  mg  $kg^{-1}$ ). The Pb, Cd, As, Co, and Cr values were below 0.1 mg  $kg^{-1}$  at all stations. The Cr could not be detected in the rainbow trout eggs obtained from the I. and V. Stations. As a result of the elemental analysis, the Hg value could not be

determined in rainbow trout eggs. The Se is toxic in high amounts but is important in animals and humans as a micronutrient. Myocardial infarctions were associated with reduced levels of Se and higher mortality rates from cardiovascular disease. Also, low Se levels were associated with an increased risk of cancer and kidney failure. (Holben and Smith, 1999).

Tablo 4. Values of micro and macro-elements of distinct fish eggs (mg  $kg^{-1}$ )

Çizelge 4. Farklı balık yumurtalarının mikro ve makro element değerleri (mg  $kg^{-1}$ )

Species	Na	Mg	K	Ca	Reference
<i>O. mykiss</i>	1347.06-1688.71	645.22-711.66	2421.04-3046.54	480.62-668.31	In present study
<i>O. mykiss</i>					Topuz et al., (2017)
<i>O. mykiss</i>	404	547	1714	547	Skalecki et al., (2020)
<i>O. tshawytscha</i>	596.1	584.7	1698.7	428.3	Bekhit et al., (2009)
<i>T. ilisha</i>	700-1280	400-1030	1680-2450	1000-1240	Hossain et al., (2014)
<i>K. pelamis</i>	1074.93	456.91	2397.56		Intarasirisawat et al., (2011)
<i>T. tonggol</i>	826.26	691.46	2184.22		
<i>E. affinis</i>	768.25	486.33	2194.34		
<i>P. maxima maeotica</i>	1599.5	228.5	3011	86.2	Simionov et al., (2019)
<i>M. merlangus euxinus</i>	635.90-1199.13	188.67-365.96	3236.52-6150.05	112.36-192.58	Turan et al., (2019)
<i>H. huso</i>	7886-14840	230.1-259.7	1327-1603	56.8-96.8	Wang et al., (2008)
<i>A. gueldenstaedti</i>	8795-12014	232.7-263.8	1126-1791	97.1-173.9	
<i>A. stellatus</i>	9863-13463	146-266	1017-1423	102.7-151.6	
<i>H. huso</i>					Wirt et al., (2002)
<i>Ac. stellatus</i>					
<i>A. gueldenstaedti</i>					
<i>A. baeri</i>					
<i>A. persicus</i>					Sobhanardakani, (2017)
<i>A. transmontanus</i>	1032-6964	594-690	3578-4078	311-313	DePeters et al., (2013)
<i>C. tarichi</i>					Oğuz and Yeltekin, (2014)

Tablo 4. Values of micro and macro-elements of distinct fish eggs (mg  $kg^{-1}$ ) (continue)

Çizelge 4. Farklı balık yumurtalarının mikro ve makro element değerleri (mg  $kg^{-1}$ ) (devamı)

Species	Zn	Mn	Fe	Ni	Cu	Reference
<i>O. mykiss</i>	27.84-34.88	1.32-4.77	10.31-15.14	0.03-0.08	1.42-2.11	In present study
<i>O. mykiss</i>	140.28	18.46	98.16		8.15	Topuz et al., (2017)
<i>O. mykiss</i>	29.4	1.7	11.2		1.2	Skalecki et al., (2020)
<i>O. tshawytscha</i>	32.44	3.76	36.04	0.17	2.51	Bekhit et al., (2009)
<i>T. ilisha</i>	42.16-45.61	2.03-2.18	33.85-35.24		1.23-1.24	Hossain et al., (2014)
<i>K. pelamis</i>		0.34	70.22		12.72	Intarasirisawat et al., (2011)
<i>T. tonggol</i>		0.8	55.24		12.48	
<i>E. affinis</i>		0.78	122.17		34.35	
<i>P. maxima maeotica</i>	39.1	0.16	15.1	0.08	0.7	Simionov et al., (2019)
<i>M. merlangus euxinus</i>	31.15-58.15	0.79-2.29	28.00-142.03	0.18-0.41	1.15-2.15	Turan et al., (2019)
<i>H. huso</i>	19.0-22.0	0.8-1.2	19.4-128.2	0.01-0.01	0.7-1.0	Wang et al., (2008)
<i>A. gueldenstaedti</i>	20.7-24.0	1.0-1.3	24.0-155.1	0.01-0.03	1.2-1.6	
<i>A. stellatus</i>	20.4-23.2	0.9-1.4	21.6-55.6	0.01-0.01	1.0-1.4	
<i>H. huso</i>	11.58-11.60				1.2-1.45	Wirt et al., (2002)
<i>Ac. stellatus</i>	10.29-11.60				1.55-1.61	
<i>A. gueldenstaedti</i>	12.0-12.43				1.37-1.47	
<i>A. baeri</i>	10.54				1.69	
<i>A. persicus</i>	12.9-21.1	0.01-0.02	63.50-79.20			Sobhanardakani, (2017)
<i>A. transmontanus</i>	54.6-59.4	1.10-2.93	67.3-70.6		8.3-9.4	DePeters et al., (2013)
<i>C. tarichi</i>	26.313	1.281	40.96	0.67	1.462	Oğuz and Yeltekin, (2014)

Seafood was a strong source of Se according to the USDA National Nutrient Database (Ralston, 2008)

and it was observed that fish Se was extremely bioavailable (Fox et al., 2004). The National Institutes of Health Office of Dietary Supplements recommended



a maximum intake of 400 µg d<sup>-1</sup> Se. In the current analysis, while the Se values for rainbow trout eggs were lower than those for other fish species described

in Table 5, it was observed that they did not reach the overall limit recommended by the Dietary Office of the National Institutes of Health.

Tablo 5. Other element values defined in eggs of different fish species (mg kg<sup>-1</sup>)

Çizelge 5. Farklı balık yumurtalarında tanımlanan diğer element değerleri (mg kg<sup>-1</sup>)

Species	As	Cd	Al	Cr	Co	Reference
<i>O. mykiss</i>	0.05-0.10	0.01-0.01	0.28-0.50	0-0.03	0.01-0.03	in present study
<i>O. tshawytscha</i>	0.15		1.93		0.01	Bekhit et al., (2009)
<i>T. ilisha</i>						Hossain et al., (2014)
<i>P. maxima maeotica</i>	0.18	0.03				Simionov et al., (2019)
<i>M. merlangus euxinus</i>	0.90-1.36	0.02-0.02	1.03-6.78	0.12-0.27	0.03-0.06	Turan et al., (2019)
<i>H. huso</i>	0.24-1.16	0.01-0.01	0.1-0.7	0.01-0.01	0.01-0.02	Wang et al., (2008)
<i>A. gueldenstaedti</i>	1.08-1.59	0.01-0.01	0.5-1.9	0.01-0.01	0.01-0.02	
<i>A. stellatus</i>	0.87-1.56	0.01-0.01	0.2-0.8	0.01-0.01	0.01-0.01	
<i>H. huso</i>		<0.005				Wirt et al., (2002)
<i>A. stellatus</i>		<0.005				
<i>A. gueldenstaedti</i>		<0.005				
<i>A. baeri</i>		<0.005				
<i>A. persicus</i>				0.19-0.35		Sobhanardakani (2017)
<i>A. transmontanus</i>	3.25					DePeters et al., (2013)
<i>C. tarichi</i>					0.392	Oğuz and Yeltekin (2014)

BDL: Below Detection Limit

Tablo 5. Other element values defined in eggs of different fish species (mg kg<sup>-1</sup>) (continue)

Çizelge 5. Farklı balık yumurtalarında tanımlanan diğer element değerleri (mg kg<sup>-1</sup>) (devam)

Species	Se	Hg	Ba	Pb	Reference
<i>O. mykiss</i>	0.54-0.97	BDL	0.16-0.24	0.03-0.05	in present study
<i>O. tshawytscha</i>					Bekhit et al., (2009)
<i>T. ilisha</i>					Hossain et al., (2014)
<i>P. maxima maeotica</i>					Simionov et al., (2019)
<i>M. merlangus euxinus</i>	0.84-1.71	0.04-0.05	0.10-0.45	0.14-0.26	Turan et al., (2019)
<i>H. huso</i>	1.0-1.8	0.01-0.07	0.01-0.38	0.01-0.01	Wang et al., (2008)
<i>A. gueldenstaedti</i>	1.2-2.1	0.01-0.01	0.14-0.52	0.01-0.01	
<i>A. stellatus</i>	1.4-2.4	0.01-0.02	0.12-0.43	0.01-0.01	
<i>H. huso</i>				0.10-0.11	Wirt et al., (2002)
<i>A. stellatus</i>				0.09-0.15	
<i>A. gueldenstaedti</i>				0.06-0.08	
<i>A. baeri</i>				0.06	
<i>A. persicus</i>		1.39-1.50	0.71-1.17		Sobhanardakani (2017)
<i>A. transmontanus</i>	2.7-10		0.5-4.6		DePeters et al., (2013)
<i>C. tarichi</i>				2.485	Oğuz and Yeltekin (2014)

BDL: Below Detection Limit

The K was essential for the equilibrium of water and electrolytes and the proper functioning of cells, including nerves. Increased dietary intake of K was associated with a drop in blood pressure, as it promotes Na loss in the urine. It is thought that an increase in K intake will counteract the effect of some of the Na in the diet, thereby helping to improve cardiovascular health. Although several fish species are considered to be K sources, fish only contribute a small percentage of K to the UK diet. (Gregory et al., 2000; Henderson et al., 2003). The amount of K in rainbow trout eggs was determined in the present analysis to be consistent with the daily intake values of the Commission of the European Communities (Table 6). The Cd, Pb, and Hg

in animals are non-essential metals with toxicity; these metals can pose a human health risk by intake of seafood (Bat et al., 2020). Cd and Hg can be harmful to most fish and wildlife, particularly to freshwater species (Robertson et al., 1992). The Pb is a non-essential element and it was well documented that can cause neurotoxicity and many other adverse health effects (Garcia-Leston et al., 2010).

While the Cd and Pb seen in this study were significantly smaller than those of the Turkish Food Codex recommended (Official Gazette of Republic of Turkey, 2009), the Hg value could not be determined in rainbow trout eggs. Aside from evaluating all this literature, when all this element analyzes are

evaluated, it is thought that the differences between the stations were from the feed ingredients used in broodstock feeding and the spring waters used in the hatchery. When the elements found in rainbow trout fillet and the elements in eggs are compared, Fe, K, Zn,

Hg and Cd elements in rainbow trout fillet are higher than eggs; Ca, Mg, P, Na, Mn, Cu and Pb elements were low. (Yardım and Bat, 2020; USDA, 2021). Despite the differences found, both egg and fillet from rainbow trout are a good source of analyzed elements.

Table 6. Meeting the daily recommended allowances for selected elements by a 100g portion of rainbow trout eggs  
*Çizelge 6. Günlük tavsiye edilen element düzeyleri ile 100g'lık gökkuşağı alabalığı yumurtalarında seçili elementler ile karşılanması*

Minerals (Mineraller)	Study results (mg 100g <sup>-1</sup> ) (Mevcut Çalışma)	RDA EU <sup>-1*</sup> (GTE AB <sup>1**</sup> )	Meeting the norm (%) (Miktarın karşılığı %)
<b>K</b>	250.12-491.7	2000mg	12.50-24.60
<b>Ca</b>	48.52-66.83	800mg	6.07-8.35
<b>P</b>	461.82-525.98	700mg	65.97-75.14
<b>Mg</b>	64.52-71.16	375mg	17.21-18.98
<b>Fe</b>	1.03-1.51	14mg	7.36-10.79
<b>Zn</b>	2.78-3.48	10mg	27.8-34.48
<b>Cu</b>	0.14-0.21	1mg	14.00-21.00
<b>Mn</b>	0.13-0.47	2mg	6.50-23.50

\*RDA Commission Directive 2008/100/EC of 28 October 2008, (Anonymous, 2021b)

\*\*GTE AB, Avrupa Birliği tarafından Günlük tavsiye edilen element düzeyleri

The regular quantities of the elements needed for adults as determined by the Commission of the European Communities and the values determined in this study are contrasted in Table 6.

In the study, it was determined that consumption of 100g rainbow trout eggs met the daily macro-element need at the lowest 6.07-8.35% (Ca) and the highest 17.21-18.98% (Mg). This situation did not change much

for micro-elements, and it was determined that 100g of rainbow trout egg consumption met the lowest daily micro-element requirement at 7.36-10.79% (Fe) and the highest 27.8-34.48% (Zn). The most striking in this table 6 as well, the proof of the high P content of rainbow trout eggs is that they meet the daily P requirement by 65.97-75.14%. The suggested daily intake amounts for the EU were sufficient for the selected elements in rainbow trout eggs.

Table 7. The daily Tolerable Upper Intake Levels (UL), for selected minerals by a 100g portion of rainbow trout eggs (Life-Stage Group 19-70 years)

*Çizelge 7. 100g'lık gökkuşağı alabalığı yumurtalarındaki bazı minerallerin Günlük Tolere Edilebilir Üst Alım Seviyeleri (UL) (19-70 yaş)*

Minerals (Mineraller)	Study results (mg 100g <sup>-1</sup> ) (Mevcut Çalışma)	UL <sup>*</sup> TÜS <sup>**</sup>	Meeting the norm % (Miktarın karşılığı %)
<b>Ca</b>	48.52-66.83	2500 mg d <sup>-1</sup>	1.94-2.67
<b>P</b>	461.82-525.98	4000 mg d <sup>-1</sup>	11.54-13.15
<b>Mg</b>	64.52-71.16	350 mg d <sup>-1</sup>	18.43-20.33
<b>Zn</b>	2.78-3.48	40 mg d <sup>-1</sup>	6.95-34.8
<b>Mn</b>	0.13-0.47	11 mg d <sup>-1</sup>	1.18-4.27
<b>Ni</b>	0.003-0.008	1 mg d <sup>-1</sup>	0.3-0.8
<b>Se</b>	0.05-0.10	400 µg d <sup>-1</sup>	1.25-2.5

\*DRIs National Institutes of Health Office of Dietary Supplements (Anonymous 2021c)

\*\*TÜS Günlük Tolere Edilebilir Üst Alım Seviyeleri

Daily Tolerable Upper levels for the selected elements (Ca, P, Mg, Zn, Mn, Ni, and Se) in 100g of rainbow trout eggs for the 19-70 age group are given in Table 7. The seven elements (Ca, P, Mg, Zn, Mn, Ni, and Se) were chosen from the National Institutes of Health Office of Dietary Supplements for the ages of 19-70. In this study, the elements determined in rainbow trout eggs and included in the National Institutes of Health Office of Dietary Supplements list were determined to remain within tolerable limits.

A Tolerable Upper Intake Level (UL) was the highest

level of daily nutrient intake that was likely to pose no risk of adverse health effects to almost all individuals in the general population (Table 7). In the absence of a UL, extra caution must be warranted in consuming levels above recommended intakes. Members of the general population should be advised not to routinely exceed the UL. The UL was not meant to apply to individuals who were treated with the nutrient under medical supervision or to individuals with predisposing conditions that modify their sensitivity to the nutrient. In this study, it was established that the

daily consumption cap for selected minerals was not surpassed by individuals eating 100 g of rainbow trout eggs per day.

Bekhit et al., (2009) stated that the difference in the composition of the mineral with the maturity of the fish eggs suggests that the degree of maturity of the salmon egg plays an important role in deciding the quantity of critical mineral present in the final product and depending on the minerals involved.

However, it must be recognized that, as shown by Bechtel et al., (2007), processing before being eaten as a portion of food can alter the mineral content, so final products need to be individually assessed. This research analyses the quantities of elements contained in Turkey as raw products of rainbow trout eggs. The findings of this study are also important for both consumers and juvenile fish farmers to gain information.

## CONCLUSION

Consumer understanding of the nutritional benefits of fish consumption is increasingly growing. To raise awareness of the need to diversify the diet with other fish products such as fish eggs, a natural and unprocessed product, further information is, however, necessary. The use of trout eggs, which are widely consumed in the world and a new market for our country, as food creates a new trend. In this study, as a result of the elemental analysis of rainbow trout eggs in our country, it has been determined that it is suitable for use as food. In additionally, the egg of rainbow trout was found to cover the requirements of the consumer groups for the analyzed elements especially K, Ca, Mg, Fe, Zn, Cu, Mn, and P. However, more studies should be conducted with the number of elements found in rainbow trout eggs and these studies and products should reach the consumer. Thus, in the new market for rainbow trout eggs, it is believed that our country will not be foreign-dependent on this issue.

## ACKNOWLEDGEMENTS

The materials of this study were obtained from the Sinop University Scientific Research Coordination Unit Project Number: SÜF-1901- 18-45

## Statement of Conflict of Interest

Authors have declared no conflict of interest.

## Author's Contributions

The contribution of the authors is equal

## REFERENCES

- Anonymous 2021a. Salmon Caviar/(Salmon Roe) <https://www.scienceofcooking.com/foodencyclopedia/salmon-ro.html> (Date of Access: 02.02.2021).
- Anonymous 2021b. The Commission of the European Communities. <http://eurlex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2008:285:0009:0012:EN:PDF> (Date of Access: 02.02.2021).
- Anonymous 2021c. National Institutes of Health Office of Dietary Supplements. [https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK545442/table/appJ\\_tab9/?report=objectonly](https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK545442/table/appJ_tab9/?report=objectonly) (Date of Access: 02.02.2021).
- Baki B, Kaya Öztürk D, Tomgışı S 2019a. Determination of Egg Yield and Biochemical Composition of Eggs in Rainbow Trout Broodstocks (*Oncorhynchus mykiss*). Sinop University (Proje Report no: SÜF-1901-18-45).
- Baki B, Kaya Öztürk D, Tomgışı S 2019b. The Use of Egg Color of Rainbow Trout (*Oncorhynchus mykiss*) as a Quality Criterion. Journal of Engineering Research and Application 9(3): 43-46.
- Bat L, Arici E, Öztekin A, Şahin F 2020. Toxic metals in the warty crab in the southern Black Sea: Assessment of human health risk. Marine Biological Journal 5(1):3-11. <https://doi.org/10.21072/mbj.2020.05.1.01>
- Bechtel PJ, Chantarachoti J, Oliveira ACM, Sathivel S. 2007. Characterization of protein fractions from immature Alaska Walleye Pollock (*Theragra chalcogramma*) roe. Journal of Food Science 72: 338-343.
- Bekhit AEDA, Morton JD, Dawson CO, Zhao JH, Lee HY 2009. Impact of maturity on the physicochemical and biochemical properties of chinook salmon roe. Food Chemistry 117(2): 318-325.
- Bledsoe GE, Bledsoe CD, Rasco B 2003. Caviars and Fish Roe Products. Critical Reviews in Food Science and Nutrition 43(3): 317-356.
- Brooks S, Tyler CR, Sumpter JP 1997. Egg quality in fish: what makes a good egg? Reviews in Fish Biology and Fisheries 7(4): 387-416.
- DePeters EJ, Puschner B, Taylor SJ, Rodzen JA. 2013. Can fatty acid and mineral compositions of sturgeon eggs distinguish between farm-raised versus wild white (*Acipenser transmontanus*) sturgeon origins in California? Preliminary report. Forensic Sci Int. 229(1-3):128-32.
- FAO, 2010. Fats and fatty acids in human nutrition, report of an expert consultation, Food and Nutrition Paper 91 FAO, Rome, p. 17.
- FAO, 2018. [http://www.fao.org/fishery/cultured-species/Oncorhynchus\\_mykiss/en](http://www.fao.org/fishery/cultured-species/Oncorhynchus_mykiss/en) (Date of Access: 10.10.2020).
- Fox TE, Van den Heuvel EGHM, Atherton CA, Dainty JR, Lewis DJ, Langford NJ, ... van Aken-Schneyder P 2004. Bioavailability of selenium from fish, yeast and selenate: a comparative study in humans using stable isotopes. European Journal of Clinical Nutrition 58(2): 343-349.
- Garcia-Leston J, Mendez J, Pasaro E, Laffon B 2010. Genotoxic effects of lead: an updated review. Environmental International 36: 623-636.

- Ghelichi S, Sørensen ADM, García-Moreno PJ, Hajfathalian M, Jacobsen C 2017. Physical and oxidative stability of fish oil-in-water emulsions fortified with enzymatic hydrolysates from common carp (*Cyprinus carpio*) roe. Food chemistry 237: 1048-1057.
- Ghosh AK, Joshi SR 2008. Disorders of calcium, phosphorus and magnesium metabolism. J. Assoc. Phys. India, 56: 613– 21.
- Gregory J, Lowe S, Bates CJ et al. 2000 National Diet and Nutrition Survey: Young People Aged 4 to 18 Y, Vol 1: Report of the Diet and Nutrition Survey. The Stationery Office: London.
- Guil-Guerrero JL, Venegas-Venegas E, Rincón-Cervera MA, Suárez MD 2011. Fatty acid profiles of livers from selected marine fish species. Journal of Food Composition and Analysis 24(2): 217-222.
- Gürel İnanlı A, Coban ÖE, Dartay M 2010. The chemical and sensorial changes in rainbow trout caviar salted in different ratios during storage. Fisheries Science 76(5): 879-883.
- Henderson L, Irving K, Gregory J, Bates C J, Prentice A, Perks J, Swan G, Farron M 2003 The National Diet and Nutrition Survey: adults aged 19 to 64 years. Vol 3: Vitamin and Mineral intake and urinary analytes. <http://www.food.gov.uk/multimedia/pdfs/ndns3.pdf>
- Holben DH, Smith AM 1999. The diverse role of selenium within selenoproteins: a review. Journal of the American Dietetic Association 99(7):836-843.
- Hossain MA, Almatar SM, Al-Hazza AA 2014. Proximate, fatty acid and mineral composition of hilsa, *Tenualosa ilisha* (Hamilton 1822) from the Bay of Bengal and Arabian Gulf. Indian J. Fish 61(2): 58-66.
- Intarasirisawat R, Benjakul S, Visessanguan W 2011. Chemical compositions of the roes from skipjack, tongol and bonito. Food Chemistry 124(4): 1328-1334.
- Kaliniak A, Florek M, Skalecki, P 2015. Profile of fatty acids in meat, roe, and liver of fish, Zywn. Nauka Technol. Jak. 229–46
- Official Gazette of Republic of Turkey (2009). Notifications changes to the maximum levels for certain contaminants in foodstuffs, 2009. Official Gazette of Republic of Turkey (Notification no: 2011/3), iss. 28157 <https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2011/12/20111229M3-8.htm>
- Yardımcı Ö, Bat L 2020. Human Health Risk Assessment of Heavy Metals Via Dietary Intake of Rainbow Trout from Samsun Fish Markets. Journal of Anatolian Environmental and Animal Sciences 5(2): 260-263.
- Ralston NV 2008. Selenium health benefit values as seafood safety criteria. EcoHealth 5(4): 442-455.
- Rebolé A, Velasco S, Rodríguez ML, Treviño J, Alzueta C, Tejedor JL, Ortiz LT 2015. Nutrient content in the muscle and skin of fillets from farmed rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). Food Chem. 174:614–620.
- Robertson SM, Gamble LR, Maurer TC, Schultz TW 1992. Contaminants Survey of La Sal Vieja, Willacy County Texas.
- Simionov IA, Cristea V, Petrea SM, Mogodan A, Nicoara M, Baltag ES, Faggio C 2019. Bioconcentration of Essential and Nonessential Elements in Black Sea Turbot (*Psetta maxima maeotica* Linnaeus, 1758) in Relation to Fish Gender. Journal of Marine Science and Engineering.7:466. <https://doi.org/10.3390/jmse7120466>
- Skalecki P, Florek M, Kędzierska-Matysek M, Poleszak E, Domaradzki P, Kaliniak-Dziura A 2020. Mineral and trace element composition of the roe and muscle tissue of farmed rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) with respect to nutrient requirements: Elements in rainbow trout products. Journal of Trace Elements in Medicine and Biology. 62:126619. <https://doi.org/10.1016/j.jtomb.2020.126619>
- Sobhanardakani S 2017. Potential health risk assessment of heavy metals via consumption of caviar of Persian sturgeon. Marine Pollution Bulletin 123(1-2):34-38.
- Topuz OK, Yerlikaya P, Yatmaz HA, Kaya A, Alp AC, Kilic M 2017. Comparison of essential trace element profiles of rainbow trout fish (*Oncorhynchus mykiss*) meat and egg. Sci. Pap. Ser. D Anim. Sci. 60: 316-319.
- Turan H, Altan CO, Kocatepe D 2019. Black Sea whiting: assessment of potential health benefits/risks and differences based on mineral concentrations of meat and roes. Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology 7(12): 2075-2082.
- United States Department of Agriculture Agricultural Research Service USDA, (2021). National nutrient database for standard reference, Food Composition Databases on the World Wide Web. Retrieved from: <https://fdc.nal.usda.gov/fdc-app.html#/food-details/173717/nutrients> (Date of Access: 02.02.2021).
- Vilgis TA 2020. The physics of the mouthfeel of caviar and other fish roe. International Journal of Gastronomy and Food Science. 19:100192. <https://doi.org/10.1016/j.ijgfs.2019.100192>
- Wang W, Batterman S, Chernyak S, Nriagu J 2008. Concentrations and risks of organic and metal contaminants in Eurasian caviar. Ecotoxicology and Environmental Safety 71(1):138-148.
- Weichselbaum E, Coe S, Buttriss J, Stanner S 2013. Fish in the diet: a review, Nutr. Bull. 38:128–177, <https://doi.org/10.1111/nbu.12021> .
- Wirth M, Kirschbaum F, Gessner J, Krüger A, Patriche N, Billard R 2000. Chemical and biochemical composition of caviar from different sturgeon species and origins. Food/Nahrung 44(4):233-237.

## Effect of Mercury Chloride on Both Nitrosative and Oxidative Stress in the Gill Tissue of Rainbow Trout (*Oncorhynchus Mykiss*).

Mehmet Resit TAYSI<sup>1</sup>, Muammer KIRICI<sup>2</sup>, Mahinur KIRICI<sup>3</sup>, Bünyamin SÖĞÜT<sup>4</sup>, Mehmet Akif BOZDAYI<sup>5</sup>  
Mehmet TARAKÇIOĞLU<sup>6</sup>, Seyithan TAYSI<sup>7</sup>

<sup>1</sup>Department of Fisheries, Faculty of Agriculture, Bingöl University, Bingöl, Turkey, <sup>2</sup>Department of Veterinary Health, Vocational School of Technical Sciences, Bingöl University, Bingöl, Turkey, <sup>3</sup>Department of Chemistry, Faculty of Arts and Science, Bingöl University, Bingöl, Turkey, <sup>4</sup>Department of Food Processing, Food Technology Program, Bandırma Vocational School, Bandırma Onyedi Eylül University, Balıkesir, Turkey, <sup>5,6,7</sup>Department of Medical Biochemistry, Medical School, Gaziantep University, Gaziantep, Turkey.

<sup>1</sup><https://orcid.org/0000-0002-1072-4059>, <sup>2</sup><https://orcid.org/0000-0003-1888-4388>, <sup>3</sup><https://orcid.org/0000-0003-4642-7387>

<sup>4</sup><https://orcid.org/0000-0002-7644-7226>, <sup>5</sup><https://orcid.org/0000-0003-1152-0063>, <sup>6</sup><https://orcid.org/0000-0002-2398-8264>

<sup>7</sup><https://orcid.org/0000-0003-1251-3148>

✉: mrtaysi@yahoo.com

### ABSTRACT

The aim of the study was to determine the toxic effect and the dynamics of oxidative stress caused by mercury chloride (HgCl<sub>2</sub>) in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) weighing 59.43±7.21 g. For this purpose, a total of 40 fish in 4 groups, 10 fish in each group (n=10), were exposed to 25% and 50% (137.75 µg L and 275 µg L) of the LD<sub>50</sub> for 2 and 7 days. To determine the oxidative/nitrosative stress, Peroxynitrite (ONOO<sup>-</sup> mmol L), Total Oxidant Level (TOS mmol H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> Eq L), Total Antioxidant Level (TAS mmol Trolox Eq L), OSI (TOS/TASx10) and Malondialdehyde (MDA) level were determined. While the difference between the groups in terms of TAS, OSI and MDA levels in gill tissues was statistically significant (P<0.05), this difference was statistically insignificant (P>0.05) in terms of ONOO<sup>-</sup> and TOS values. As a result, HgCl<sub>2</sub> was found to cause stress and toxic to fish as it increases the levels of ONOO<sup>-</sup>, OSI and MDA, which are indicators of stress in gill tissue.

### Research Article

#### Article History

Received : 04.11.2020

Accepted : 01.03.2021

#### Keywords

Rainbow trout

Mercury

Peroxynitrite

Oxidant/antioxidant level

Gill

## Gökkuşuğu Alabalığı (*Oncorhynchus Mykiss*) Solungaç Dokusunda Civa Klorür'ün Hem Nitrozatif Hem de Oksidatif Stres Üzerindeki Etkisi

### ÖZET

Çalışmanın amacı, civa klorürün (HgCl<sub>2</sub>) 59,43±7,21 g ağırlığındaki gökkuşuğu alabalıklarında (*Oncorhynchus mykiss*) toksik etkisinin ve neden olduğu oksidatif stresin dinamiklerini belirlemektir. Bu amaçla, her grupta 10 balık (n=10) olacak şekilde 4 grupta toplam 40 balık, LD<sub>50</sub>'nin %25 ve %50'sine (137.75 µg L ve 275 µg L) 2 ve 7 gün süreyle maruz bırakıldı. Oksidatif/nitrozatif stresi belirlemek için, Peroksinitrit (ONOO<sup>-</sup> mmol L), Toplam Oksidan Seviyesi (TOS mmol H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> Eq L), Toplam Antioksidan Seviyesi (TAS mmol Trolox Eq L), OSI (TOS/TASx10) ve Malondialdehit (MDA) seviyesi belirlendi. Solungaç dokularında TAS, OSI ve MDA düzeyleri açısından gruplar arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı iken (P<0.05), bu fark ONOO<sup>-</sup> ve TOS değerleri açısından istatistiksel olarak önemsiz çıktı (P>0.05). Sonuç olarak, HgCl<sub>2</sub> solungaç dokusunda stres göstergeleri olan ONOO<sup>-</sup>, OSI ve MDA seviyelerini arttırdığı için strese neden olduğu ve balıklar için toksik olduğu görüldü.

### Araştırma Makalesi

#### Makale Tarihi

Geliş Tarihi : 04.11.2020

Kabul Tarihi : 01.03.2021

#### Anahtar Kelimeler

Gökkuşuğu alabalığı

Civa

Peroksinitrit

Oksidan/antioksidan seviyesi

Solungaç

**To Cite :** Taysı MR, Kırıcı M, Kırıcı M, Söğüt B, Bozdayı MA, Tarakçioğlu M, Taysı S 2021. Effect of Mercury Chloride on Both Nitrosative and Oxidative Stress in the Gill Tissue of Rainbow Trout (*Oncorhynchus Mykiss*). KSU J. Agric Nat 24 (5): 957-962. <https://doi.org/10.18016/ksutarimdog.vi.763934>.

### INTRODUCTION

Mercury (Hg) is found in nature in the form of an elemental form, inorganic (iHg) and organic Hg (MeHg). It is released into the environment from

natural and anthropogenic sources (Clarkson and Magos, 2006). iHg is transmitted to the air from mineral deposits, burning coal and wastes or production facilities. It passes to the water or soil

through natural deposits, waste disposal and the use of Hg containing fungicides. In the aquatic environment, Hg uptake depends on many environmental parameters, including its bioavailability and toxicity, hydrophobicity, pH, salinity, hardness, and the interaction of metals with biotic and abiotic ligands (Erickson et al., 2008).

In teleost fish species, the bioavailability of Hg is not only the total chemical condition in the environment, but also how far the fish operate these different Hg forms on the gill, skin and digestion, although the toxic mechanisms of Hg still need to be clarified. In recent field and laboratory studies, Hg toxicity in fish has a key role in initiating oxidative stress. The gills, digestive system and skin are the main part of metal intake in fish (Erickson et al., 2008). The photos study is used by the antioxidant system of Hg associated with the production of reactive oxygen species (ROS) in the oxidative stress response (Mieiro et al., 2010; Monteiro et al., 2013a; Brandao et al., 2015; Guardiola et al., 2016).

Fish gills are considered to be the main way to absorb pollutants in the environment due to their anatomical locations, large surfaces and direct and continuous contact with the external environment (Mieiro et al., 2010; De Domenico et al., 2011). Therefore, fish gills have been recognized as appropriate indicators of water pollution and are often used in environmental monitoring studies to assess the impact of water pollution (Mauceri et al., 2005; Fasulo et al., 2010; Matos et al., 2010; De Domenico et al., 2011). The combination of TAS, TOS, OSI, MDA, ONOO<sup>-</sup> related processes with Hg-induced oxidative and nitrosative stress biomarkers in fish can help to explain the mechanisms underlying oxidative damage. For this reason, in this study, it was aimed to determine the changes of nitrosative and oxidative stress (ONOO<sup>-</sup>, TOS, TAS, OSI and MDA) parameters that occur in rainbow trout liver tissue with HgCl<sub>2</sub>.

Rainbow trout was chosen as the study material because it does not die under the effect of heavy metals (in low concentrations), has the ability to accumulate heavy metals in its body, is easily available, can survive in laboratory conditions, and has enough tissue or organs to be analyzed.

## MATERIAL and METHOD

The experimental model of inorganic mercury toxicity was carried out in Bingöl University Faculty of Agriculture, Department of Aquaculture. The fish used in the trial (59,43±3,73 g and 17,24±1,64 cm) were obtained from a commercial fish farm located in the Keban district of Elazığ province. In this study, the acute toxicities of HgCl<sub>2</sub> on rainbow trout (LD<sub>50</sub>) were determined by the use of logit analysis of Statistics 20 SPSS IBM. LD<sub>50</sub> value was calculated as 551 µg L after 96 hours of HgCl<sub>2</sub> application to fish. After calculating

the LD<sub>50</sub> value, two sublethal doses (25% LD<sub>50</sub>= 138 µg L and 50% LD<sub>50</sub>= 276 µg L) were determined, and the fish were exposed to HgCl<sub>2</sub> for 2 and 7 days. After euthanasia of fish, necessary autopsy was performed and -80 °C was maintained until gill tissues were used. Frozen gill tissue samples are individually 1:10 (w v) (10 mM Tris-buffer (pH=7.4), 0,1 mM NaCl, 1% TritonX-100, 0,2% SDS, 2.5 mM was homogenized in ethylenediaminetetraacetic acid.

### Determination of ONOO<sup>-</sup> Value

Evaluation of nitrosative stress status in gill tissue is obtained by determining ONOO<sup>-</sup> value. ONOO<sup>-</sup> value was measured by phenol nitration (Vanuffelen et al., 1998; Al-Nimer et al., 2012; Ahlatci et al., 2014). To obtain a final volume of 2 ml, 10 µl of sample was added to 5 mM phenol in 50 mM sodium phosphate buffer (pH 7.4). After 2 hours of incubation in a dark place at 37 °C, 15 µl of 0.1 M NaOH was added and the absorbance of the samples at 412 nm wavelength was recorded. Nitrophenol yield was calculated from ε= 4400/M/cm. Results were expressed as µmol/g wet tissue. Biochemical measurements were made using a spectrophotometer (Shimadu U 1601, Japan).

### Determination of TAS, TOS and OSI Values

TAS and TOS values of gill tissues, Rel Assay brand commercial kits (Rel Assay Kit Diagnostics, Turkey) was measured. Trolox, a water-soluble analog of vitamin E, was used as calibrator for TAS tests. Results are expressed as mmol Trolox equiv L (Erel, 2004). Hydrogen peroxide was used as calibrator for TOS tests. Results are expressed as µmol H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> equiv. L. While calculating OSI, which is expressed as the percentage of the ratio of TOS levels to TAS levels, the mmol value in the unit of the TAS test was converted to µmol as in the TOS test (Erel, 2005). The results were calculated according to the formula below.

$$OSI = \frac{TOS, \mu\text{mol H}_2\text{O}_2 \text{ equiv./L}}{TAS, \text{mmol Trolox equiv./L} \times 10}$$

### MDA Measurements

MDA determination of tissue samples Ohkawa et al. (Ohkawa et al., 1979) according to the method. 200 µl of each group was taken and 200 µl of 8.1% SDS was added. Then it was kept in a boiling water bath at 95 °C for one hour and then cooled and vortexed by adding a mixture of 1 ml distilled water and 5 ml of n-butanolpyridine in a ratio of 15:1 (v v). After centrifuging at 4000 rpm for 15 minutes, the top organic layer was taken and measured spectrophotometric at 532 nm wavelength, and the results were recorded in nmol ml.

### Statistical Analysis

SPSS 20.0 package program was used to calculate the statistical analysis of the data obtained. One-way

analysis of variance (oneway ANOVA) was used to determine the differences between the groups and Duncan Test was used to compare the groups.

## RESULTS

TAS, TOS, OSI, ONOO<sup>-</sup> and MDA measurements

Upon completion of the study, the averages of the measured parameters were tabulated on the basis of

Table 1. The values of the gill samples TAS (mmol L), TOS (µmol L), OSI, ONOO<sup>-</sup> (mmol L) and MDA (nmol mg pro)

Çizelge 1. Solungaç örneklerinin TAS (mmol L), TOS (µmol L), OSI, ONOO<sup>-</sup> (mmol L) and MDA (nmol mg pro) değerleri

	Trial Groups ( $\bar{x} \pm SD$ )*				
	1	2	3	4	5
TAS	0.30±0.04 <sup>a</sup>	0.28±0.03 <sup>a</sup>	0.31±0.05 <sup>a</sup>	0.33±0.04 <sup>a</sup>	0.45±0.14 <sup>b</sup>
TOS	4.82±2.26 <sup>b</sup>	2.95±0.99 <sup>a</sup>	3.26±1.76 <sup>ab</sup>	2.56±0.69 <sup>a</sup>	3.21±0.90 <sup>ab</sup>
OSI	155.46±56.12 <sup>b</sup>	111.70±43.03 <sup>ab</sup>	107.41±63.13 <sup>ab</sup>	80.70±29.56 <sup>a</sup>	71.91±10.01 <sup>a</sup>
ONOO <sup>-</sup>	58.21±25.23 <sup>a</sup>	63.21±23.08 <sup>a</sup>	70.00±48.84 <sup>a</sup>	78.92±35.55 <sup>a</sup>	49.28±5.90 <sup>a</sup>
MDA	106.12±24.29 <sup>b</sup>	96.77±4.78 <sup>ab</sup>	99.69±18.98 <sup>b</sup>	97.08±13.40 <sup>ab</sup>	78.95±17.58 <sup>a</sup>

\* The difference between average values carrying different letters in the same line is statistically significant (P<0.05). TAS= Total Antioxidant Level, TOS= Total Oxidant Level, OSI= Oxidative Stress Index, ONOO<sup>-</sup>= Peroxynitrite, MDA= Malondialdehyde 1= 25% LC50 2 Days, 2= 50% LC50 2 Days, 3= 25% LC50 7 Days, 4= 50% LC50 7 Days, 5= Control group

## DISCUSSION

Due to the high use of mercury in agricultural, mining or industrial areas, water enters ecosystems from natural sources due to anthropogenic or volcanic activities in land and/or oceans and their concentrations increase day by day. In water environments, mercury is available in elemental form, inorganic or organic compounds (Dean et al., 2007). Mercury level in non-polluted waters does not exceed 0.1 µg L (Devlin, 2006). However, in the waters close to the mercury industry, mercury levels can reach levels that threaten both aquatic life and human health fed by aquatic organisms. For example, in the samples of chlorine-alkali, cellulose, paper and ceramic industry, the level of mercury was found between 0.0005-0.23 mg L (Bollen et al., 2008).

In the mining activity region, mercury levels in the water can rise to very high levels such as 0.0001-19.82 mg/L (Gammons et al., 2006). In the aquatic ecosystems contaminated with mercury, high levels of mercury accumulation were found in the tissues of the fish. It has been stated by the World Health Organization that the levels of mercury in fish tissues should not exceed 0.5 µg g for food safety and human consumption (Lima et al., 2005).

Mercury is known to be a metal that causes mutagenic, teratogenic and carcinogenic effects. All mercury compounds can interfere with thiol metabolism, thereby causing inactivation or inhibition of proteins containing thiol ligands, thereby preventing the normal function of important biochemical parameters. Mercury can also suppress important defense mechanisms of cells by causing the formation of free

groups. The mean values of TAS, TOS, OSI, ONOO<sup>-</sup> and MDA of the control and experimental groups were statistically interpreted. While the difference between the groups in terms of TAS, OSI and MDA levels was statistically significant (P<0.05), this difference was statistically insignificant (P>0.05) in terms of ONOO<sup>-</sup> and TOS values (Table 1).

oxygen species and oxidative stress and show effects that may cause lipid peroxidation (Berntssen et al., 2003). Mercury has a high affinity for the -SH groups of cellular biomolecules. For this reason, it can be attached to low molecular weight thiols such as mercury, cysteine and glutathione and proteins containing thiol after being taken into the body, and can remain in tissues and organs for a long time, causing free radicals that cause lipid, protein and DNA oxidation (Perottoni et al., 2004). Mercury is known to have a high affinity for sulfhydryl groups in the structure of biomolecules. Although mercury is a redox-inactive metal and does not participate directly in the redox cycle, it interacts with important antioxidants of cells such as antioxidants and enzymes such as thiol-containing glutathione and can cause indirect production of ROTs by stopping the activity of these molecules (Bagchi et al., 1995). ROTs cause oxidative stress and cause damage such as membrane lipids, proteins, enzymes, and loss of activity and cellular elements such as nucleic acids. However, the cells have the ability to neutralize this oxidative stress toxicity with enzymatic and non-enzymatic antioxidant defense systems such as SOD, CAT, which are the most important protective mechanisms against ROTs and their harmful effects. Since it is well known that pollutants entering the aquatic environment cause serious damage to aquatic ecosystems and living organisms, it is important to study the oxidative stress responses that occur in aquatic organisms by toxicants (Soares et al., 2008). For this reason, in recent years, especially in scientific researches in the field of aquatic toxicology, oxidative toxicity studies induced by various toxicants in aquatic organisms are included

(Echeverria-Saenz et al., 2018; Jiang et al., 2018; Lungu-Mitea et al., 2018; McRae et al., 2018; Rather et al., 2018; Vicari et al., 2018; Zhang et al., 2018).

Appropriate mechanisms such as large surface area, direct contact with water and opposite flow principle (opposite the flow direction of blood and blood) of fish gills to absorb less water in the air also facilitates the entry of pollutants dissolved in water into high levels. Therefore, gills are expressed as the first target tissues of metal toxicity (Kirici et al., 2016). Studies (Jagoe et al., 1996; Oliveira Ribeiro et al., 2000) have shown that exposure to dissolved Hg impairs gill epithelium and potentially affects gas exchange and permeability of cell membranes to cations. In this study, the increase in the indicators of oxidative and nitrosative stress as a result of the application of HgCl<sub>2</sub> to rainbow trout gills shows that HgCl<sub>2</sub> has a toxic effect for the gills. Cappello et al. (Cappello et al., 2016b) reported mercury toxicity in the gills of the golden mullet fish (*Liza aurata*) in a study they conducted using 1H NMR based metabolomics and oxidative stress biomarkers. In a study with mosquito fish (*Gambusia holbrooki*) that added HgCl<sub>2</sub> to dietary sources (Hopkins et al., 2003), the results of stopping gill damage and metabolic rate increase due to Hg accumulation through intestinal absorption also show that mercury is toxic to fish gills, which results from the results of this study. It is parallel. In a study conducted by exposing European sea bass (*Dicentrarchus labrax*) fish to Hg (Giari et al., 2008), it was reported that chlorine cells increased in the gills of European sea bass. It was stated that after HgCl<sub>2</sub> administration in *Hoplias malabaricus*, CAT activity in the gills did not show any change, while there was a significant decrease in GPx and GR activities (Monteiro et al., 2013b). In this study, MDA activity increased compared to the control group without HgCl<sub>2</sub>. In a study on capillary mullet (*Liza aurata*) caught from regions contaminated with Hg (Cappello et al., 2016a), GST and CAT activities showed a great increase while gill GPx and SOD activities were exhausted.

Peroxynitrite is a biologically important molecule produced as a result of the NO<sup>•</sup> and O<sub>2</sub><sup>•-</sup> reaction, and the reaction rate is four times faster than the conversion of superoxide dismutase (SOD) catalyzed O<sub>2</sub><sup>•-</sup> to H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>. Under regular conditions, ONOO<sup>-</sup> formation is very low. However, when NO<sup>•</sup> and O<sub>2</sub><sup>•-</sup> concentrations increase and/or pathological conditions where SOD activity decreases, ONOO<sup>-</sup> formation will increase significantly. In addition to initiating radical reactions, ONOO<sup>-</sup> induces nitration of biomolecules. In addition, ONOO<sup>-</sup> activates a nuclear enzyme known as poly (ADP-ribose) synthetase (PARS). The PARS enzyme uses excessive amounts of NAD as the substrate, which can lead to depletion of adenosine 5p-triphosphate (ATP) and cell apoptosis. ONOO<sup>-</sup> is a powerful initiator of DNA single strand

breakage, a mandatory stimulus for activation of PARS. PARS activation triggered by DNA single-strand breakage occurs after exposure to various environmental stimuli and oxidants, especially hydroxyl radical and ONOO<sup>-</sup> (Szabo, 1998; Crocker et al., 2005; Ertosun et al., 2020).

In this study, ONOO<sup>-</sup> induction can be attributed to a local inflammatory reaction or stimulation of the stress response, which is similar to the study conducted by Smith et al. (Smith et al., 2000) As a result, oxidant stress detected in fish treated with HgCl<sub>2</sub> causes oxidative stress and many biochemical damages in organisms. More research should be done to better understand the specific oxidative stress and toxic response of aquatic organisms.

### Contribution of the Authors as Summary

Authors declares the contribution of the authors is equal.

### Statement of Conflict of Interest

Authors have declared no conflict of interest.

### REFERENCES

- Ahlatci A, Kuzhan A, Taysi S, Demirtas OC, Alkis HE, Tarakcioglu M, Demirci A, Caglayan D, Saricicek E, Cinar K 2014. Radiation-modifying abilities of Nigella sativa and thymoquinone on radiation-induced nitrosative stress in the brain tissue. *Phytomedicine* 21:740-744.
- Al-Nimer MS, Al-Ani FS, Ali FS 2012. Role of nitrosative and oxidative stress in neuropathy in patients with type 2 diabetes mellitus. *J Neurosci Rural Pract* 3:41-44.
- Bagchi D, Bagchi M, Hassoun EA, Stohs SJ 1995. In vitro and in vivo generation of reactive oxygen species, DNA damage and lactate dehydrogenase leakage by selected pesticides. *Toxicology* 104:129-140.
- Berntssen MHG, Aatland A, Handy RD 2003. Chronic dietary mercury exposure causes oxidative stress, brain lesions, and altered behaviour in Atlantic salmon (*Salmo salar*) parr. *Aquat Toxicol* 65:55-72.
- Bollen A, Wenke A, Biester H 2008. Mercury speciation analyses in HgCl<sub>2</sub>-contaminated soils and groundwater--implications for risk assessment and remediation strategies. *Water Res* 42:91-100.
- Brandao F, Cappello T, Raimundo J, Santos MA, Maisano M, Mauceri A, Pacheco M, Pereira P 2015. Unravelling the mechanisms of mercury hepatotoxicity in wild fish (*Liza aurata*) through a triad approach: bioaccumulation, metabolomic profiles and oxidative stress. *Metallomics* 7:1352-1363.
- Cappello T, Brandao F, Guilherme S, Santos MA, Maisano M, Mauceri A, Canario J, Pacheco M,



- Pereira P 2016a. Insights into the mechanisms underlying mercury-induced oxidative stress in gills of wild fish (*Liza aurata*) combining H-1 NMR metabolomics and conventional biochemical assays. *Sci Total Environ* 548:13-24.
- Cappello T, Pereira P, Maisano M, Mauceri A, Pacheco M, Fasulo S 2016b. Advances in understanding the mechanisms of mercury toxicity in wild golden grey mullet (*Liza aurata*) by (1)H NMR-based metabolomics. *Environ Pollut* 219:139-148.
- Clarkson TW, Magos L 2006. The toxicology of mercury and its chemical compounds. *Crit Rev Toxicol* 36:609-662.
- Crocker IP, Kenny LC, Thornton WA, Baker PN 2005. Excessive stimulation of poly(ADP-ribosylation) contributes to endothelial dysfunction in pre-eclampsia. *Brit J Pharmacol* 144:772-780.
- De Domenico E, Mauceri A, Giordano D, Maisano M, Gioffre G, Natalotto A, D'Agata A, Ferrante M, Brundo MV, Fasulo S 2011. Effects of "in vivo" exposure to toxic sediments on juveniles of sea bass (*Dicentrarchus labrax*). *Aquat Toxicol* 105:688-697.
- Dean RJ, Shimmield TM, Black KD 2007. Copper, zinc and cadmium in marine cage fish farm sediments: an extensive survey. *Environ Pollut* 145:84-95.
- Devlin EW 2006. Acute toxicity, uptake and histopathology of aqueous methyl mercury to fathead minnow embryos. *Ecotoxicology* 15:97-110.
- Echeverria-Saenz S, Mena F, Arias-Andres M, Vargas S, Ruepert C, Van den Brink PJ, Castillo LE, Gunnarsson JS 2018. In situ toxicity and ecological risk assessment of agro-pesticide runoff in the Madre de Dios River in Costa Rica. *Environ Sci Pollut R* 25:13270-13282.
- Erel O 2004. A novel automated direct measurement method for total antioxidant capacity using a new generation, more stable ABTS radical cation. *Clin Biochem* 37:277-285.
- Erel O 2005. A new automated colorimetric method for measuring total oxidant status. *Clin Biochem* 38:1103-1111.
- Erickson RJ, Nichols JW, Cook PM 2008. Bioavailability of chemical contaminants in aquatic systems, In: Di Giulio RT, Hinton DE. In: *The Toxicology of Fishes*. Florida, USA: CRC Press. p 9-45.
- Ertesun FM, S. Z, B. C, H. U, A. Y, S. T 2020. Reactive Oxygen Species Dr. 2020. Increased Nitrosative Stress and Oxidative DNA Damage in Patients with Carbon Monoxide Poisoning. *Reactive Oxygen Species* 9:136-143.
- Fasulo S, Marino S, Mauceri A, Maisano M, Giannetto A, D'Agata A, Parrino V, Minutoli R, De Domenico E 2010. A multibiomarker approach in *Coris julis* living in a natural environment. *Ecotoxicol Environ Saf* 73:1565-1573.
- Gammons CH, Slotton DG, Gerbrandt B, Weight W, Young CA, McNearny RL, Camac E, Calderon R, Tapia H 2006. Mercury concentrations of fish, river water, and sediment in the Rio Ramis-Lake Titicaca watershed, Peru. *Sci Total Environ* 368:637-648.
- Giari L, Simoni E, Manera M, Dezfuli BS 2008. Histocytological responses of *Dicentrarchus labrax* (L.) following mercury exposure. *Ecotoxicol Environ Saf* 70:400-410.
- Guardiola FA, Chaves-Pozo E, Espinosa C, Romero D, Meseguer J, Cuesta A, Esteban MA 2016. Mercury Accumulation, Structural Damages, and Antioxidant and Immune Status Changes in the Gilthead Seabream (*Sparus aurata* L.) Exposed to Methylmercury. *Arch Environ Contam Toxicol* 70:734-746.
- Hopkins WA, Tatara CP, Brant HA, Jagoe CH 2003. Relationships between mercury body concentrations, standard metabolic rate, and body mass in eastern mosquitofish (*Gambusia holbrooki*) from three experimental populations. *Environ Toxicol Chem* 22:586-590.
- Jagoe CH, Faivre A, Newman MC 1996. Morphological and morphometric changes in the gills of mosquitofish (*Gambusia holbrooki*) after exposure to mercury (II). *Aquat Toxicol* 34:163-183.
- Jiang F, Liu J, Zeng XY, Yu LQ, Liu CS, Wang J 2018. Tris (2-butoxyethyl) phosphate affects motor behavior and axonal growth in 1 zebrafish (*Danio rerio*) larvae. *Aquat Toxicol* 198:215-223.
- Kirici M, Kirici M, Beydemir S, Atamanalp M 2016. Purification of Carbonic Anhydrase from *Capoeta umbla* (Heckel, 1843) Gills and Toxicological Effects of Some Metals on Enzyme Activity. *Turk J Fish Aquat Sc* 16:169-175.
- Lima APS, Sarkis JES, Shihomatsu HM, Muller RCS 2005. Mercury and selenium concentrations in fish samples from Cachoeira do Piria Municipality, ParaState, Brazil. *Environ Res* 97:236-244.
- Lungu-Mitea S, Oskarsson A, Lundqvist J 2018. Development of an oxidative stress in vitro assay in zebrafish (*Danio rerio*) cell lines. *Sci Rep-Uk* 8.
- Matos RC, Vieira C, Morais S, Pereira ML, Pedrosa J 2010. Toxicity of chromated copper arsenate: a study in mice. *Environ Res* 110:424-427.
- Mauceri A, Fossi MC, Leonzio C, Ancora S, Minniti F, Maisano M, Lo Cascio P, Ferrando S, Fasulo S 2005. Stress factors in the gills of *Liza aurata* (Perciformes, Mugilidae) living in polluted environments. *Ital J Zool* 72:285-292.
- McRae NK, Glover CN, Burket SR, Brooks BW, Gaw S 2018. Acute Exposure to an Environmentally Relevant Concentration of Diclofenac Elicits Oxidative Stress in the Culturally Important Galaxiid Fish *Galaxias maculatus*. *Environ Toxicol Chem* 37:224-235.
- Mieiro CL, Ahmad I, Pereira ME, Duarte AC, Pacheco M 2010. Antioxidant system breakdown in brain of feral golden grey mullet (*Liza aurata*) as an effect of mercury exposure. *Ecotoxicology* 19:1034-1045.

- Monteiro DA, Rantin FT, Kalinin AL 2013a. Dietary intake of inorganic mercury: bioaccumulation and oxidative stress parameters in the neotropical fish *Hoplias malabaricus*. *Ecotoxicology* 22:446-456.
- Monteiro DA, Thomaz JM, Rantin FT, Kalinin AL 2013b. Cardiorespiratory responses to graded hypoxia in the neotropical fish *matrinxa* (*Brycon amazonicus*) and *traira* (*Hoplias malabaricus*) after waterborne or trophic exposure to inorganic mercury. *Aquat Toxicol* 140-141:346-355.
- Ohkawa H, Ohishi N, Yagi K 1979. Assay for lipid peroxides in animal tissues by thiobarbituric acid reaction. *Anal Biochem* 95:351-358.
- Oliveira Ribeiro CA, Pelletier E, Pfeiffer WC, Rouleau C 2000. Comparative uptake, bioaccumulation, and gill damages of inorganic mercury in tropical and nordic freshwater fish. *Environ Res* 83:286-292.
- Perottoni J, Lobato LP, Silveira A, Batista J, Rocha T, Emanuelli T 2004. Effects of mercury and selenite on delta-aminolevulinic acid dehydratase activity and on selected oxidative stress parameters in rats. *Environ Res* 95:166-173.
- Rather MA, Bhat IA, Sharma N, Sharma R 2018. Molecular and Cellular Toxicology of Nanomaterials with Related to Aquatic Organisms. *Adv Exp Med Biol* 1048:263-284.
- Smith KL, Galloway TS, Depledge MH 2000. Neuro-endocrine biomarkers of pollution-induced stress in marine invertebrates. *Sci Total Environ* 262:185-190.
- Soares A, Guieysse B, Jefferson B, Cartmell E, Lester JN 2008. Nonylphenol in the environment: A critical review on occurrence, fate, toxicity and treatment in wastewaters. *Environ Int* 34:1033-1049.
- Szabo C 1998. Role of poly(ADP-ribose)synthetase in inflammation. *Eur J Pharmacol* 350:1-19.
- Vanuffelen BE, Van Der Zee J, De Koster BM, Vansteveninck J, Elferink JG 1998. Intracellular but not extracellular conversion of nitroxyl anion into nitric oxide leads to stimulation of human neutrophil migration. *Biochem J* 330 ( Pt 2):719-722.
- Vicari T, Dagostim AC, Klingelfus T, Galvan GL, Monteiro PS, Pereira LD, de Assis HCS, Cestari MM 2018. Co-exposure to titanium dioxide nanoparticles (NpTiO<sub>2</sub>) and lead at environmentally relevant concentrations in the Neotropical fish species *Hoplias intermedius*. *Toxicology Reports* 5:1032-1043.
- Zhang MZ, Li M, Wang RX, Qian YX 2018. Effects of acute ammonia toxicity on oxidative stress, immune response and apoptosis of juvenile yellow catfish *Pelteobagrus fulvidraco* and the mitigation of exogenous taurine. *Fish Shellfish Immun* 79:313-320.

## Jeotermal Enerjiyle Kurutulmuş Alıç Meyvesinin (*Crataegus tanacetifolia*) Dondurmanın Bazı Fizikokimyasal Özelliklerine Etkisi

Mehmet KILINÇ<sup>1</sup>, Ramazan ŞEVİK<sup>2</sup>,

<sup>1,2</sup> Afyon Kocatepe Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü, ANS. Kampüsü, Afyonkarahisar, Türkiye.

<sup>1</sup><https://orcid.org/0000-0003-4037-7614>, <sup>2</sup><https://orcid.org/0000-0002-5429-5882>,

✉: mkilinc@aku.edu.tr

### ÖZET

Bu çalışmada, jeotermal enerjiyle kurutulmuş alıç (% 0-15) ilave edilerek dondurma üretilmiştir. Dondurmalarında fiziksel, kimyasal ve duyu analizler takip edilmiştir. En yüksek a\*, b\* değeri ve en düşük L\* değeri % 15 alıç ilaveli dondurmalarda ölçülmüştür. Alıç ilaveli örneklerde ilk erime ve tamamen erime sürelerinde artış, hacim oranında azalış belirlenmiştir. Alıç ilavesi dondurmaların sertlik değerleri arttırmıştır. Dondurmalarında Na, Mg, K, Fe, B ve S miktarlarında alıç ilavesiyle artış tespit edilmiştir. Alıç kullanımı duyu açıdan dondurmalarda erimeye direnç puanını arttırmıştır.

### Araştırma Makalesi

### Makale Tarihi

Geliş Tarihi : 30.11.2020

Kabul Tarihi : 17.02.2021

### Anahtar Kelimeler

Dondurma

Jeotermal enerji

Alıç tozu

## The Effect of Hawthorn Fruit (*Crataegus tanacetifolia*) Dried with Geothermal Energy on Some Physicochemical Properties of Ice Cream

### ABSTRACT

In this study, ice cream was produced by adding hawthorn (0-15%) dried with geothermal energy. Physical, chemical and sensory analyzes were followed in ice creams. It was determined that as the amount of hawthorn used in ice cream production increased, the amount of dry matter, ash and acidity increased. The highest a\*, b\* value and the lowest L\* value were measured in 15% hawthorn added ice creams. In the hawthorn added samples, an increase in the first melting and complete melting times and a decrease in the volume ratio were determined. The addition of hawthorn increased the hardness values of ice creams. An increase in the amount of Na, Mg, K, Fe, B and S in ice cream was detected with the addition of hawthorn. The use of hawthorn increased the resistance of ice cream melting in terms of sensory aspects.

### Research Article

### Article History

Received : 30.11.2020

Accepted : 17.02.2021

### Keywords

Ice cream

Geothermal energy

Hawthorn powder

**Atıf İçin:** Kılınç M, Şevik R 2021. Jeotermal Enerjiyle Kurutulmuş Alıç Meyvesinin (*Crataegus tanacetifolia*) Dondurmanın Bazı Fizikokimyasal Özelliklerine Etkisi. KSÜ Tarım ve Doğa Derg 24 (5): 963-968. DOI: 10.18016/ksutarimdog.vi.833462.

**To Cite:** Kılınç M, Şevik R 2021. The Effect of Hawthorn Fruit (*Crataegus tanacetifolia*) Dried with Geothermal Energy on Some Physicochemical Properties of Ice Cream. KSU J. Agric Nat 24 (5): 963-968. DOI: 10.18016/ksutarimdog.vi.833462.

## GİRİŞ

Dondurma, beslenme değeri yüksek her yaştaki insanın tükettiği bir üründür (Türkmen ve Gürsoy, 2017; Aloğlu, 2019). Bileşiminin kolayca değiştirilebilmesi nedeniyle dondurma çeşitlerini arttırıcı çalışmalara ağırlık verilerek tüketiminin artırılması amaçlanmaktadır (Kutlu, 2018). Düşük glisemik indeksli tatlandırıcılar, probiyotik bakteriler, esansiyel yağ asitleri, doğal antioksidanlar, diyet lifleri gibi besinsel ve fizyolojik özelliklere sahip birçok materyal dondurma üretiminde kullanılmaktadır (Feeney, 2004; Salık, 2019).

Dondurma şeker ve yağ içeriği nedeniyle kalorisi

yüksek bir süt ürünüdür. Fonksiyonel özelliklerini geliştirmek için fenolik bileşenler açısından zengin çeşitli bitki, bakliyat ve meyve ekstraktlarından ve/veya tozlarından yararlanılarak sağlık açısından yararlı ürünler geliştirilmektedir (Alkan ve Gültekin, 1996; Badilli, 2020).

Alıç meyvesi Ca, P, K, Mg ve Fe olmak üzere yüksek miktarda farklı mineral maddeler içermektedir (Özcan ve ark., 2005). Meyveler karbonhidrat, şeker ve vitamin (özellikle C vitamini) bakımından zengindir (Okatan ve ark., 2017). Alıç meyvesi yüksek oranda fenolik madde, proantosiyanidinler, flavonoidler, fenolik asitler, kateşinler, uçucu yağlar ve terpenoidler

içermektedir (Kasun, 2017). Türkiye’de alıç, genel olarak taze tüketilmektedir. Meyvelerinden marmelat, reçel ve sirke yapılmakta; çiçek, yaprak ve meyveleri tıbbi bitki olarak kullanılmaktadır (Çalışkan ve ark., 2016; Çalışkan ve ark., 2018). Ayrıca alıç tozu kek, bisküvi, şekerleme gibi birçok üründe kullanılabilir (Özdemir, 2019).

Kurutma, yaygın uygulamasının yanı sıra yüksek enerji gereksinimi olan bir işlemdir. Bu nedenle kurutma gibi gıda proseslerinde yenilenebilir enerjiden faydalanmak üretim maliyetlerinin azalmasına önemli katkı sağlayacaktır. Türkiye, yenilenebilir enerji kaynakları olarak özellikle güneş enerjisi ve jeotermal enerji açısından oldukça avantajlıdır (Yılmaz, 2017). Jeotermal enerji, meyve ve sebzelerin kurutulmasında kullanılan etkili bir yöntem olup, mevsimsel değişimlere bağlı kalmaksızın sürekli bir enerji kaynağı olarak kullanılabilir olanağı sağlar (Helvacı ve ark., 2013). Jeotermal kurutmada, ürün düşük sıcaklıkta kurutulmaktadır. Ayrıca çevre dostu bir sistem olup, pahalı ve kirlenici fosil yakıtlardan daha bağımsız hale getirmektedir (Boyacı ve ark., 2018).

Bu çalışmada, jeotermal enerjiyle kurutulmuş alıç (% 0-15) ilave edilerek dondurma üretilmiştir. Dondurmalarda fiziksel, kimyasal ve duyu analizler takip edilmiştir.

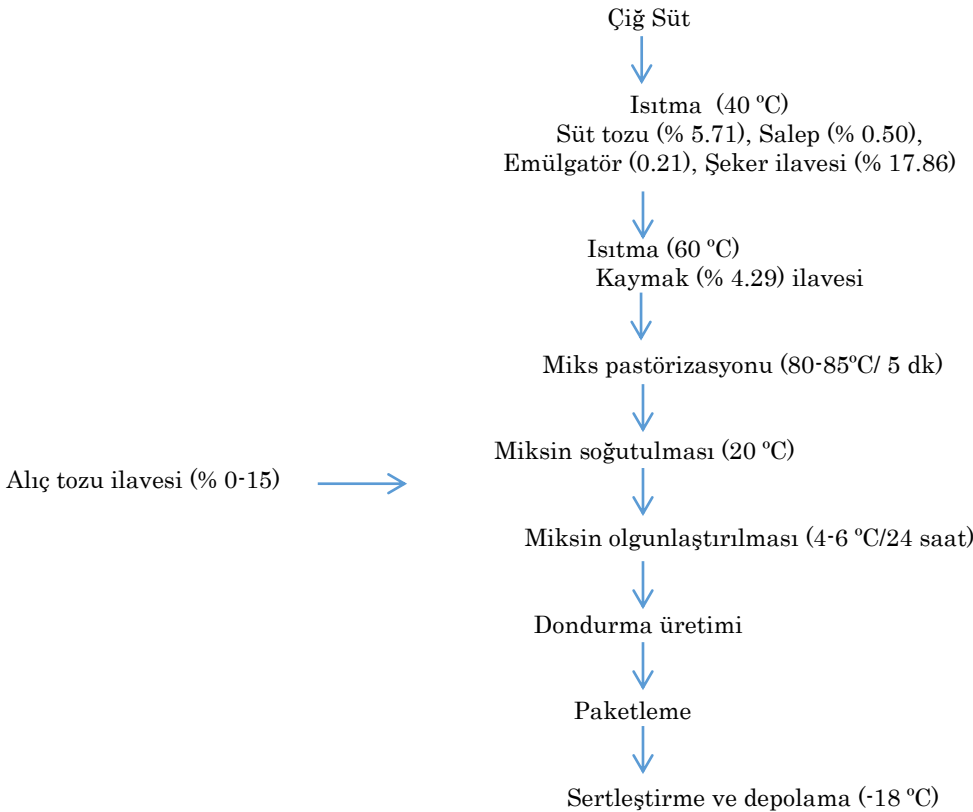
## MATERYAL ve METOD

### Materyal

Araştırmada Afyonkarahisar’ın Büyük Kalecik kasabasının doğal bitki florasında yer alan, kültüre alınmamış alıç meyveleri (*Crataegus tanacetifolia*) kullanılmıştır. Meyveler 2019 yılının Ekim ayında toplanarak hızlıca Afyon Kocatepe Üniversitesi Gıda Mühendisliği Bölümü Laboratuvarına getirilmiştir. Çekirdeklerinden ayrılan meyve eti Afyonkarahisar Sandıklı ilçesindeki jeotermal kurutma sisteminde (SANJET A.Ş. meyve sebze kurutma tesisi) kurutulmuştur. Kurutulduktan sonra öğütülen örnekler dondurma üretiminde kullanılmak üzere 6 °C’de depolanmıştır. Dondurma üretiminde kullanılan, inek sütü, salep, toz şeker, yağsız süt tozu ve emülgatör Afyonkarahisar piyasasından temin edilmiştir. Dondurma üretiminde kullanılan inek sütünün; kurumadresi % 12.13±0.03, protein % 3.05±0.02, pH 6.46±0.01 ve titrasyon asitliği % 0.19±0.02 olarak belirlenmiştir. Alıç tozunda ise, kurumadde % 78.82±1.4, pH 3.34±0.02, kül % 3.0806±0.01, protein % 2.02±0.08 ve L\*, a\* ve b\* değerleri sırasıyla 59.53±0.45, 10.88±0.29 ve 21.63±1.52 olarak tespit edilmiştir.

### Metod

Dondurma üretim akım şeması Şekil 1’de verilmiştir.



Şekil 1. Dondurma Üretim Akım Şeması  
Figure 1. Ice Cream Production Flow Chart

## Analizler

### Kurumadde

Kurumadde gravimetrik yöntem kullanılarak saptanmış ve % olarak ifade edilmiştir (Metin, 2016).

### Protein

Toplam azotlu madde kjeldahl yöntemi kullanılarak tespit edilmiştir. % protein değeri dondurma için 6.38, alıç tozu için 6.25 faktörleri kullanılarak hesaplanmıştır (AOAC, 1990).

### Titrasyon asitliği

Alkali titrasyon yöntemi ile saptanmış ve sonuçlar % laktik asit cinsinden ifade edilmiştir (Metin, 2016).

### pH

pH değerleri, Ohasus ST3100F model pH metre kullanılarak ST 270 cam probu ile ölçülmüştür.

### Kül

Kül oranı gravimetrik yöntem ile kül fırınında 550 °C'de belirlenmiştir (Goff ve Hartel, 2013).

### Renk ölçümü

Renk değerleri, renk tayin cihazı (CR-400; Minolta Co., Osaka, Japonya) kullanılarak ölçülmüştür. Cihazın kalibrasyonundan sonra  $L^*$  (parlaklık),  $a^*$  (kırmızılık) ve  $b^*$  (sarılık değerleri) okunmuştur (Kavaz Yüksel ve ark., 2017).

### İlk damlama ve tam erime süresi

Eşit yüzey alanı ve aynı boyutta 25 g dondurma örneği, gözenek çapı 0.2 cm olan tel süzgeç üzerinde oda sıcaklığında (20 °C) erimeye bırakılmış ve ilk damlama süresi ile tam erime süreleri dakika olarak kaydedilmiştir (Güven ve Karaca, 2010).

### Hacim artışı (overrun) (%)

Belli hacimde silindirik bir kaba önce miks konularak tartılmış, daha sonra aynı kaba dondurma örneği konularak ağırlığı ölçülmüştür. Dondurma örneklerinde hacim artışı aşağıdaki formül kullanılarak hesaplanmıştır (Göncü, 2012):

$$\text{Hacim artışı (\%)} = \frac{\text{dondurma hacmi} - \text{miks hacmi}}{\text{miks hacmi}} \times 100 \quad (1)$$

### Sertlik değeri

Sertlik ölçümleri, Stabel Micro Systems marka TA.Xt Plus model tekstür analiz cihazı ve 5 mm çaplı silindirik paslanmaz çelik prob (Stabel Micro Systems, Part Code: P/5) ile gerçekleştirilmiştir (Akalin ve ark., 2008).

### Mineral madde

Mineral madde analizi için yaklaşık 0.5 g kuru örnek

10 ml HNO<sub>3</sub> + H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> kullanılarak mikrodalga yakma sisteminde (Mars 5, CEM Corporation, USA) yaş yakma metoduyla yakılmıştır. Elde edilen süzüntülerde mineral madde içerikleri ICP-AES (inductively-coupled plasma spectrometer) cihazı kullanılarak (Vista Series, Varian International, AG, İsviçre) tespit edilmiştir (Skujins, 1998).

### Duyusal analiz

Dondurma örneklerinde yapılan duyuusal analizler, Afyon Kocatepe Üniversitesi Gıda Mühendisliği Bölümü öğretim elemanları, lisansüstü ve lisans öğrencilerinden oluşan 8 kişilik panelist ekibi (ürün ve duyuusal analiz yöntemleri konusunda eğitilen) tarafından yapılmıştır. Duyusal değerlendirme kriterleri renk, tat, koku, tekstür, erimeye direnç, ağız hissiyatı, yabancı tat ve genel kabuledilebilirlik olarak 1-9 arası puanlama kullanılarak yürütülmüştür.

### İstatistiksel analiz

Araştırmada analiz sonuçları SPSS 20.0 (SPSS Inc, USA) paket programı kullanılarak tesadüf blokları deneme düzeninde varyans analizi uygulanarak istatistiksel açıdan değerlendirilmiştir. Gruplar arası farklılıklar Duncan testi ile belirlenmiştir.

### BULGULAR ve TARTIŞMA

Dondurma örneklerine ait bazı kimyasal özellikler Çizelge 1'de verilmiştir. Alıç oranı bağı olarak; kurumadde, kül ve titrasyon asitliği miktarlarını önemli bir şekilde artmıştır. Örneklerin protein miktarındaki değişim önemsiz bulunmuştur. pH değeri ise önemli bir şekilde azalmıştır (P<0.05). En yüksek kurumadde, kül, protein ve asitlik değerleri sırasıyla % 47.31, % 1.3560, % 3.95, ve % 0.9 ile % 15 alıç içeren örneklerde tespit edilmiştir. En düşük pH değeri ise 4.81 ile % 15 alıç içeren örneklerde bulunmuştur. Dondurma örneklerine ait kimyasal özellikler Maden (2020), Sağlık (2019) yaptığı çalışmalarla benzer olduğu tespit edilmiştir.

Dondurma örneklerine ait fiziksel özellikler Çizelge 2'de verilmiştir. Renk değerlerinde L\* değeri üzerine alıç miktarının etkisinin önemli olduğu tespit edilmiştir. a\* değeri alıç ilavesiyle artarken % 10 ve % 15 alıç içeren örnekler arasında fark önemsiz bulunmuştur. b\* değerlerinde ise kontrol ve % 5 alıç içeren örnekler arasında fark bulunmazken, diğer örnekler arasındaki farkın önemli olduğu görülmüştür (P<0.05). Dondurma örneklerinde en yüksek L\* değeri 91.11, en düşük a\* ve b\* değeri de 1.39 ve 8.07 ile kontrol örneklerinde tespit edilmiştir. Şanlıdere ve ark., (2018) ve Gürpınar (2019) yaptıkları sonuçlar ile uyumlu olduğu tespit edilmiştir.

Çizelge 1. Dondurma örneklerine ait bazı kimyasal özellikler\*  
Table 1. Some chemical properties of ice cream samples\*

	Kurumadde (Drymatter) (%)	Kül (Ash) (%)	Protein (Protein) (%)	pH	Titrasyon asitliği (Titration acidity) (% LA)
<b>Kontrol (Control)</b>	42.21±0.30 <sup>d</sup>	1.179±0.008 <sup>c</sup>	3.88±0.10 <sup>a</sup>	6.30±0.01 <sup>d</sup>	0.25±0.03 <sup>d</sup>
<b>% 5 AT<sup>1</sup></b>	43.75±0.35 <sup>c</sup>	1.203±0.013 <sup>c</sup>	3.90±0.25 <sup>a</sup>	5.82±0.02 <sup>c</sup>	0.45±0.02 <sup>c</sup>
<b>%10 AT</b>	45.39±0.48 <sup>b</sup>	1.244±0.019 <sup>b</sup>	3.91±0.21 <sup>a</sup>	5.41±0.01 <sup>b</sup>	0.80±0.04 <sup>b</sup>
<b>%15 AT</b>	47.31±0.22 <sup>a</sup>	1.326±0.006 <sup>a</sup>	3.94±0.20 <sup>a</sup>	4.81±0.01 <sup>a</sup>	0.90±0.06 <sup>a</sup>

<sup>1</sup> AT: Alıç tozu, \*Farklı harflerle gösterilen örnek ortalamaları arasında istatistiksel olarak fark vardır ( $P < 0.05$ ).

Çizelge 2. Dondurma örneklerine ait fiziksel analizler\*  
Table 2. Physical analysis of ice cream samples\*

	<i>L</i> *	<i>a</i> *	<i>b</i> *	Sertlik (Hardness) (N)	İlk erime süresi (First melting time) (dk)	Tamamen erime süresi (Completely melting time) (dk)	Hacim artışı (Overrun) (%)
<b>Kontrol (Control)</b>	91.11±0.62 <sup>a</sup>	1.39±0.15 <sup>c</sup>	8.07±0.36 <sup>c</sup>	12.39±2.43 <sup>c</sup>	16.0±2.8 <sup>b</sup>	76.0±4.2 <sup>b</sup>	35.01±5.02 <sup>a</sup>
<b>% 5 AT</b>	82.23±0.26 <sup>b</sup>	3.97±0.19 <sup>b</sup>	9.51±0.31 <sup>c</sup>	19.60±9.28 <sup>c</sup>	18.7±2.4 <sup>b</sup>	89.2±9.3 <sup>b</sup>	34.12±2.24 <sup>a</sup>
<b>%10 AT</b>	78.82±0.30 <sup>c</sup>	5.07±0.42 <sup>a</sup>	11.84±0.08 <sup>b</sup>	30.49±1.64 <sup>b</sup>	26.5±2.3 <sup>a</sup>	125.4±2.2 <sup>a</sup>	27.25±1.41 <sup>b</sup>
<b>%15 AT</b>	71.38±1.32 <sup>d</sup>	5.59±0.77 <sup>a</sup>	13.48±0.94 <sup>a</sup>	32.12±0.31 <sup>a</sup>	27.0±2.1 <sup>a</sup>	129.1±2.4 <sup>a</sup>	22.50±0.71 <sup>c</sup>

\*Farklı harflerle gösterilen örnek ortalamaları arasında istatistiksel olarak fark vardır ( $P < 0.05$ ).

Sertlik değerlerinde % 0 ve % 5 alıç içeren örnekler üzerine etkisinin önemsiz olduğunu ve diğer örnekler arasında fark önemli olduğu tespit edilmiştir ( $P < 0.05$ ). En iyi sertlik değerleri 32.12 N ile % 15 alıç içeren örneklerde olduğu belirlenmiştir. İlk erime süresi, tamamen erime süresi ve hacim artışında kontrol ve % 5 alıç içeren örneklerin önemsiz olduğu bulunmuşken diğer örnekler arasında önemli olduğu görülmüştür ( $P < 0.05$ ). % 15 alıç içeren örneklerde ilk erime süresi ve tam erime süresi 27 dk ve 129.1 dk ile en yüksek değerleri aldığı görülmüştür. Hacim artış oranında ise % 35.01 ile kontrol örneklerinde belirlenmiştir. Dondurma örneklerinde hacim artışı, ilk erime ve tam erime süreleriyle ilgili Şanlıdere ve ark., (2018) yaptıkları çalışmaları ile farklı olduğu ve İlter (2019) yaptığı çalışmasında ilk erime ve tamamen erime süresi benzer, hacim artış oranı ise farklı olduğu belirlenmiştir. Sertlik değerlerinin ise İlter (2019) yaptığı çalışmasından farklı olduğu görülmüştür.

Dondurma örneklerine ait mineral madde miktarları Çizelge 3'te verilmiştir. Na miktarı % 5 ve % 10 alıç içeren örneklerde farksız olurken, diğer örneklerle fark önemli olduğu bulunmuştur ( $P < 0.05$ ). Mg, K, Fe ve B miktarları için önemli olduğu tespit edilmiştir ( $P < 0.05$ ). Ca değeri kontrol ile % 10 ve % 15 alıç içeren örnekler arasındaki fark önemli bulunmuşken ( $P < 0.05$ ), kontrol ile % 5 alıç içeren örnekler arasındaki fark önemsiz bulunmuştur. Zn içerikleri kontrol ile % 5 alıç içeren örnekler ve % 10 ile % 15 alıç içeren örnekler arasında önemsiz olduğu görülmüştür. S değeri kontrole göre % 10 ve % 15 oranında alıç içeren örnekler arasında fark önemli olduğu tespit edilmiştir ( $P < 0.05$ ). Dondurma örneklerinde mineral madde miktarları kontrol örneklerinde en düşük, % 15 alıç içeren örneklerde ise en yüksek değerlerde olduğu tespit edilmiştir. Mineral içeriklerine ait değerler Erkaya ve ark., (2012) ve Erkaya (2018) yaptığı çalışmalarındaki değerlerle farklı olduğu tespit edilmiştir.

Çizelge 3. Dondurma örneklerine ait mineral madde miktarları\* (ppm).  
Table 3. Mineral content of ice cream samples\* (ppm).

	Na	Mg	K	Ca	Fe	B	Zn	S
<b>Kontrol (Control)</b>	959.4±18 <sup>c</sup>	116.8±3 <sup>d</sup>	3375.9±8 <sup>d</sup>	1340.3±2 <sup>b</sup>	4.9±1.0 <sup>d</sup>	1.8±0.1 <sup>d</sup>	11.7±0.4 <sup>b</sup>	343.8±4 <sup>c</sup>
<b>% 5 AT</b>	1015.1±5 <sup>b</sup>	134.1±3 <sup>c</sup>	3662.0±3 <sup>c</sup>	1563.8±6 <sup>ba</sup>	12.0±1.5 <sup>c</sup>	3.1±0.1 <sup>c</sup>	12.0±0.1 <sup>b</sup>	360.4±4 <sup>cb</sup>
<b>%10 AT</b>	1046.6±2 <sup>b</sup>	157.5±7 <sup>b</sup>	4025.7±2 <sup>b</sup>	1722.3±3 <sup>a</sup>	15.5±0.8 <sup>b</sup>	5.0±0.2 <sup>b</sup>	12.4±0.1 <sup>a</sup>	383.4±6 <sup>b</sup>
<b>%15 AT</b>	1091.6±3 <sup>a</sup>	199.1±2 <sup>a</sup>	4290.5±7 <sup>a</sup>	1776.3±7 <sup>a</sup>	21.6±0.4 <sup>a</sup>	6.5±0.4 <sup>a</sup>	12.5±0.3 <sup>a</sup>	409.3±2 <sup>a</sup>

\*Farklı harflerle gösterilen örnek ortalamaları arasında istatistiksel olarak fark vardır ( $P < 0.05$ ).

Dondurma örneklerine ait duyu analizi sonuçları Çizelge 4'te verilmiştir. Renk ve koku değerlerine göre

kontrol örnekleri alıç ilaveli örneklere göre arasındaki fark önemli bulunmuştur ( $P < 0.05$ ). Tat ve erimeye

direnç değerlerine göre % 15 alıç içeren örnekler arasındaki fark önemli olduğu tespit edilmiştir ( $P<0.05$ ). Tekstür değerlerinde % 5 ve % 10 alıç içeren örnekler arasında fark önemsiz bulunmuşken, diğer örnekler arasında fark önemli olduğu görülmüştür ( $P<0.05$ ). Ağız hissiyatı, yabancı tat ve genel kabuledilebilirlik değerleri arasında % 15 alıç içeren örneklerin diğer örneklerle arasındaki fark önemli

olduğu tespit edilmiştir ( $P<0.05$ ). En yüksek renk, tat, koku, ve tekstür puanlarını kontrol örneklerinde olduğu belirlenmiştir. Erimeye direnç özelliklerinde en yüksek puanı % 15 alıç içeren örneklerde tespit edilmiştir. Genel kabuledilirlik açısından en yüksek puanı ise % 10 alıç içeren örneklerin aldığı görülmüştür.

Çizelge 4. Dondurma örneklerine ait duyu analizi sonuçları\*  
Table 4. Sensory analysis results of ice cream samples\*

	Renk (Colour)	Tat (Taste)	Koku (Smell)	Tekstür (Texture)	Erimeye direnç (Melt resistance)	Ağız hissiyatı (Mouth feeling)	Yabancı Tat (Foreign taste)	Genel kabul edilebilirlik (General acceptability)
Kontrol (Control)	9.00±0.01 <sup>a</sup>	8.50±0.12 <sup>a</sup>	8.15±0.02 <sup>a</sup>	7.50±0.08 <sup>a</sup>	7.96±0.27 <sup>b</sup>	7.64±0.08 <sup>a</sup>	8.02±0.45 <sup>a</sup>	7.50±0.58 <sup>a</sup>
% 5 AT	8.22±0.21 <sup>b</sup>	8.10±0.32 <sup>a</sup>	7.84±0.04 <sup>b</sup>	7.15±0.09 <sup>b</sup>	8.31±0.21 <sup>b</sup>	8.09±0.52 <sup>a</sup>	8.23±0.12 <sup>a</sup>	8.01±0.24 <sup>a</sup>
%10 AT	8.12±0.10 <sup>b</sup>	8.05±0.20 <sup>a</sup>	7.68±0.24 <sup>b</sup>	7.02±0.15 <sup>b</sup>	8.43±0.10 <sup>b</sup>	7.50±0.08 <sup>a</sup>	8.06±0.14 <sup>a</sup>	8.12±0.25 <sup>a</sup>
%15 AT	8.03±0.40 <sup>b</sup>	6.89±0.32 <sup>b</sup>	7.50±0.26 <sup>b</sup>	6.50±0.24 <sup>c</sup>	8.65±0.05 <sup>a</sup>	7.10±0.02 <sup>b</sup>	7.00±0.08 <sup>b</sup>	6.50±0.23 <sup>b</sup>

\*Farklı harflerle gösterilen örnek ortalamaları arasında istatistiksel olarak fark vardır ( $P<0.05$ ).

## SONUÇ ve ÖNERİLER

Jeotermal enerji, düşük sıcaklıkta, etkili, verimli ve ekonomik bir kurutma sağlaması nedeniyle meyve sebze kurutmada kullanılan bir yöntemdir. Bu yöntemle kurutulmuş alıç dondurma üretiminde farklı oranlarda (%0-15) ilave ederek dondurmaların fiziksel, kimyasal ve duyu özellikleri incelenmiştir. Elde edilen bulgularda, alıç ilavesine bağlı olarak dondurmaların kurumadde, kül, pH ve asitlik değerleri artmıştır. Alıç ilavesine bağlı olarak L değerinin azaldığını ve a ve b değerlerinin arttırdığı tespit edilmiştir. Hacim oranını, olumsuz etkilediği ve ilk erime ve tam erime sürelerini artıran alıç oranları arttırdığı belirlenmiştir. Sertlik değerlerini alıç ilavesinin arttırdığı görülmüştür. Alıç oranı arttıkça mineral miktarlarının arttığını ve duyu açıdan en yüksek genel kabul edilebilirlik puanının % 10 alıç içeren örnekler olduğu tespit edilmiştir. Sonuç olarak, alıç tozu ilave edilmiş dondurmaların, fiziksel, kimyasal ve duyu analizleri göz önünde bulundurulduğunda % 10'a kadar kullanımının uygun olabileceği tespit edilmiştir.

## TEŞEKKÜR

Alıçların kurutulmasında bize destek olan SANJET A.Ş.'ye (Sandıklı, Afyonkarahisar) teşekkür ederiz.

## Araştırmacıların Katkı Oranı Beyan Özeti

Yazarlar makaleye eşit oranda katkı sağlamış olduklarını beyan eder.

## Çıkar Çatışması Beyanı

Makale yazarları aralarında herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan ederler.

## KAYNAKLAR

- Akalın AS, Karagözlü C, Ünal G 2008. Rheological properties of reduced fat and low-fat ice cream containing whey protein isolate and inulin. *European Food Research and Technology* 227(3): 889-895.
- Alkan M, Gültekin O 1996 Yüksek fruktoz içerikli şuruplar. *Dünya Gıda* 11: 16-17.
- Aloğlu FŞ 2019. Dondurma Üretiminde Yağ İkameleri Olarak Yumurta Akı ve Sarısı Tozundan Yararlanma Olanakları. *Harran Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi*, 100 sy.
- AOAC, *Official Methods of Analysis*, 1990. Association of Official Analysis Chemists, 15th Ed., Arlington, VA, USA.
- Badıllı AG 2020. Yağı Azaltılmış Fonksiyonel Dondurma Üretiminde Süttozu Yerine Nohut Ununun Kullanılabilir Olanaklarının Araştırılması. *Harran Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi*, 119 sy.
- Boyacı S, Boyacı S, Gürdal G 2018. Kırşehir İlinde Jeotermal Enerji ile Sebze-Meyve Kurutma Tesisinin Mevcut Durumu ve Geliştirilme Olanaklarının Belirlenmesi, *Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi* 1. Uluslararası Tarımsal Yapılar ve Sulama Kongresi Özel Sayısı: 377-384.
- Çalışkan O, Bayazit S, Gündüz K 2016. Hawthorn species from Turkey and potential usage for horticulture. VII. International Scientific Agriculture Symposium, 06-09 October, Jahorina, Bosnia and Herzegovina.
- Çalışkan O, Gündüz K, Bayazit S 2018. Sarı Alıç (*Crataegus azarolus* L.) Genotipinin Morfolojik,

- Biyolojik ve Meyve Kalite Özelliklerinin İncelenmesi. Journal of Agricultural Faculty of Gaziosmanpaşa University 35(Ek Sayı): 69-74.
- Dağdaş A 2007. Jeotermal Enerjiden endüstriyel uygulamalarda yararlanma. Mühendis ve Makina 48(564): 11-16.
- Erkaya T, Dağdemir E, Şengül M 2012. Influence of Cape gooseberry (*Physalis peruviana* L.) addition on the chemical and sensory characteristics and mineral concentrations of ice cream. Food Research International 45(1): 331-335.
- Erkaya Kotan T 2018. Mineral composition and some quality characteristics of ice creams manufactured with the addition of blueberry. Gıda 43(4): 635-643.
- Feeney M J 2004. Fruits and the prevention of lifestyle-related diseases. Clinical and Experimental Pharmacology and Physiology 31(2): 11-13.
- Goff HD, Hartel RW 2013. Ice Cream. 7th Edition, Springer, 462 p., US.
- Göncü B 2012. Dondurma Üretiminde Stabilizör Olarak Mikrobiyal Transglutaminazdan Yararlanma Olanakları, Harran Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, 87 sy.
- Gürpınar S 2019. Meyve lifleri kullanımının dondurmanın kalitesi ve besinsel özellikleri üzerine etkisi. Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, 100 sy.
- Güven M, Karaca OB, Yaşar K 2010. Düşük Yağ Oranlı Kahramanmaraş Tipi Dondurma Üretiminde Farklı Emülgatörlerin Kullanımının Dondurmaların Özellikleri Üzerine Etkileri. Gıda 35(2): 97-104.
- Helvacı HU, Gökçen G, Korel F, Aydemir LY 2013. Bir Jeotermal Kurutucu Tasarımı Saha Testleri ve Kurutma Sisteminin Enerji Analizi. 11. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi – 17/20 Nisan 2013. İzmir, 345-358.
- Kasun Ş 2017. Tunceli Yöresinde Yetişen Kuşburnu (*Rosa canina*) ve Alıç (*Crataegus orientalis*) Yabani Meyvelerinin Toplam Fenolik Madde Miktarı, Fenolik Kompozisyonu, Antioksidan Kapasitesi ile Bazı Fizikokimyasal Özelliklerinin Belirlenmesi, Tunceli Munzur Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, 117 sy.
- Kavaz Yüksel A, Yüksel M, Şat İG 2017. Determination of certain physicochemical characteristics and sensory properties of green tea powder (matcha) added ice creams and detection of their organic acid and mineral contents. Gıda 42(2): 116-126.
- Kutlu BH 2018. Yağı Azaltılmış Dondurma Üretiminde Yağ İkamesi Olarak Mikrobiyal Transglutaminazdan (Mtg) Yararlanma Olanakları. Harran Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, 105 sy.
- İlter UZ 2019. Balkabaklı Dondurmada Farklı Stabilizatörlerin Etkilerinin İncelenmesi. Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, 98 sy.
- Maden İF 2020. Stevia İle Tatlandırılmış Meyveli Dondurma Üretimi, Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, 67 sy.
- Metin M 2016. Süt ve Mamülleri Analiz Yöntemleri. Ege Üniversitesi Yayınları, 10. Baskı, Rektörlük Yayın No:9, Ege Üniversitesi Basımevi, İzmir, 439 sy.
- Okatan V, Gündoğdu M, Çolak AM 2017. Uşak'ta Yetişen Farklı Alıç (*Crataegus spp.*) Genotipi Meyvelerinin Bazı Kimyasal ve Pomolojik Karakterlerinin Belirlenmesi. Iğdır Üni. Fen Bilimleri Enst. Derg. 7(3): 39-44.
- Özcan M, Haciseferoğulları H, Marakoğlu T, Arslan D 2005. Hawthorn (*Crataegus spp.*) fruit: some physical and chemical properties. J. Food Eng. 69: 409-413.
- Özdemir BG 2019. Alıç Sirkesinin Antioksidan ve Antimikrobiyal Özelliklerinin Belirlenmesi, Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, 83 sy.
- Salık MA, 2019. Cimin üzümü (*Vitis vinifera L.*) ve Kemah cevizi (*Juglans regia L.*) karışımı (Saruç) ile üretilen probiyotik (*Saccharomyces boulardii*) dondurmaların bazı kalite özellikleri. Bayburt Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Yüksek lisans tezi, 172 sy.
- Skujins S 1998. Handbook for ICP – AES (Vartian-Vista), A Short Guide to Vista Series ICP – AES Operation, Variant Int. AG, Zug, version 1.0, Switzerland.
- Şanlıdere AH, Gökgöz Y, Bayraktar M 2018. Strawberry tree fruits (*Arbutus unedo L*) ice cream production, investigation of physical, chemical and sensorial parameters. Gıda 43(6): 1030-1039.
- Türkmen N, Gürsoy A 2017. Fonksiyonel Dondurma. Academic Food Journal/Akademik Gıda 15(4): 386-395.
- Yılmaz T 2017. Üzüm Kurutma İşlemi İçin Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Kullanımı. CBÜ Fen Bil. Derg. 13(2): 537-544.





## Determination of the Effect of Tebuconazole Applications on Cucumber (*Cucumis sativus* L.) Seedling via Morphological and Molecular Methods

Hüseyin BULUT<sup>1</sup>, Halil İbrahim ÖZTÜRK<sup>2</sup>, Atilla DURSUN<sup>3,4</sup>

<sup>1,2</sup>Erzincan Binali Yıldırım University, Vocational School of Health Services, 24100, Erzincan/Turkey, <sup>3</sup>Faculty of Agriculture, Department of Horticulture and Agronomy, Kyrgyz-Turkish Manas University, Bishkek/Kyrgyzstan, <sup>4</sup>Atatürk University, Faculty of Agriculture, Department of Horticulture, 25240, Erzurum / Turkey

<sup>1</sup><https://orcid.org/0000-0003-3424-7012>, <sup>2</sup><https://orcid.org/0000-0002-8977-0831>, <sup>3</sup><https://orcid.org/0000-0002-8475-8534>

✉: [hiozturk@erzincan.edu.tr](mailto:hiozturk@erzincan.edu.tr)

### ABSTRACT

Aim of this study was to determine the effect of tebuconazole applications on cucumber seedling via morphological and molecular methods. In order to determine the most appropriate dose of different concentrations (25, 50, 75, 100, 125 and 150 ppm) of tebuconazole affecting the seedling quality and preventing possible genotoxic effects, retrotransposon motility at all doses was determined. Polymorphism rates and changes in GTS values were also determined. At the applied doses, polymorphism values were found as 0%, 5.55%, 16.66%, 38.88%, 55.55% and 61.11%, respectively. The GTS value was decreased from 100% to approximately 38.89% based on the applied doses. Statistical evaluations indicated that different dose applications resulted significant changes in the seedling characteristics. The seedling and stem heights were suppressed by 57.5% and 55.9%, respectively compared to the controls. The stem diameter increased 9.95% following the application. Overall, 50, 75 and 150 ppm doses were determined to achieve an increase in the dry matter and leaf chlorophyll content. In this study, applications of Tebuconazole at different doses controled the seedling height in cucumber and affected specific quality characteristics of the seedlings.

### Research Article

#### Article History

Received : 18.06.2020

Accepted : 25.01.2021

#### Keywords

Seedling  
Genotoxic effect  
Cucumber  
IRAP  
Tebuconazole

## Tebuconazole Uygulamalarının Hıyar (*Cucumis sativus* L.) Fidelerindeki Etkisinin Morfolojik ve Moleküler Yöntemler ile Belirlenmesi

### ÖZET

Çalışmada, Tebuconazole uygulamalarının hıyar (*Cucumis sativus* L.) fidelerindeki etkisinin morfolojik ve moleküler yöntemler ile belirlenmesi amaçlanmıştır. Yapraktan sprey şeklinde uygulanan Tebuconazole'ün 25, 50, 75, 100, 125 ve 150 ppm konsantrasyonları denenmiştir. Fide kalitesine olumlu etki eden en uygun dozun belirlenmesi ve muhtemel genotoksik etkilerin engellenmesi için tüm dozlardaki retrotranspozon hareketliliği tespit edilmiştir. Ayrıca oluşan polimorfizm oranları ve GTS değerlerindeki değişim belirlenmiştir. Uygulanan dozlarda sırasıyla %0, %5.55, %16.66, %38.88, %55.55 ve %61.11 oranında polimorfizm elde edilmiştir. GTS değerinin ise doza bağlı olarak %100 seviyesinden %38.89 seviyesine gerilediği görülmüştür. Yapılan istatistiksel değerlendirmelere göre, farklı doz uygulamalarının fide özelliklerinde önemli derecede değişiklik meydana getirdiği tespit edilmiştir. Elde edilen verilere göre, kontrol uygulaması ile karşılaştırıldığında, fide boyu ve gövde boyunda sırası ile %57,5 ve %55,9'luk bir azalma sağlanmıştır. Gövde çapında ise uygulama sonrası %9.95'lik bir artış olmuştur. 50, 75 ve 150 ppm'lik dozların gövde kuru madde oranında artış sağladığı belirlenmiştir. Ayrıca, doz uygulaması yaprak klorofil miktarında bir artış sağlamıştır. Bu çalışmada, farklı dozlarda Tebuconazole uygulamalarının, hıyarda fide boyunu kontrol altına aldığı ve bazı fide kalite özelliklerine olumlu yönde etki ettiği belirlenmiştir.

### Araştırma Makalesi

#### Makale Tarihi

Geliş Tarihi : 18.06.2020

Kabul Tarihi : 25.01.2021

#### Anahtar Kelimeler

Fide  
Genotoksik etki  
Hıyar  
IRAP  
Tebuconazole

**To Cite :** Bulut H, Öztürk Hİ, Dursun A 2021. Determination of the Effect of Tebuconazole Applications on Cucumber (*Cucumis sativus* L.) with Morphological and Molecular Methods. KSU J. Agric Nat 24 (5): 969-977. DOI: 10.18016/ksutarimdog.vi.754689.

## INTRODUCTION

Cucumber is one of the major vegetables widely grown both in open field and greenhouses. As in many other vegetable species, the use of high-quality seeds are essential in successful cucumber production (Demir et al., 2010, Sönmez, 2017). Seedling quality has a direct effect on the growth and yield of the plant. A high-quality seedling should have a thick stem, dark green leaves, a vibrant and strong root structure. Low quality seedlings overgrow, the leaf area is reduced, the leaf chlorophyll content decreases and the colour of leaves gets lighter (Geboloğlu et al. 2016). Overgrowing seedlings can be taken under control with the proper control of environmental conditions or the use of chemicals with growth-hindering properties. To control the seedling height and improve seedling quality and appearance, mechanical stress factors (Johjima et al. 1992, Garner and Björkman 1996), various stress and ecological factors (Melton and Dufault 1991, Glowacka 2004, Mohsin et al., 2019) and various nutrients element have been experimented. However, these practices were not sufficient in increasing in the seedling quality. Therefore, plant growth-retarding chemicals were applied to control the seedling height and improve the quality, and when the desired outcome was obtained, the studies were conducted on promising chemicals. Numerous studies were conducted on chemicals with growth-slowing or retarding properties (such as Daminozid, Unicazol, Clormequatclorid and Paclobutrazol) that are effective in controlling seedling height in different vegetable species. However, such chemicals may cause problems such as chlorosis, leaf blight or a long delay in growth in seedlings. In addition, such substances can also alter the epigenetic construct affecting the activity of genomic elements. Retrotransposons are known to play key roles in host genome evolution by altering gene expression or inducing DNA rearrangement (Friedli and Trono, 2015). Studies conducted with IRAP analysis under different stress conditions to investigate the level of retroransposon mobility are available (Hamad-Mecbur et al., 2012; Temel & Gozukirmizi, 2013; Yigider et al., 2016). Against to environmental stresses, epigenetic mechanisms play a key role in responding to stress by regulating gene expression of the genome differently (Angers et al., 2010; Studer et al., 2011; Deng et al., 2017). Changing environmental conditions, stress factors or particular chemicals can modify the epigenetic structure, affecting the activity of these genomic elements (Wessler, 2009). Transposons can insert into several different regions of the genome as a result of their transposition. Especially when they settle in exons or regions near the gene, they cause various mutations

such as point mutation, frameshift mutation, deletion, duplication and insertion. As a result of these mutations, genes may cause a reading frame shift, formation of alternative gene products, and inability to synthesize the proteins of gene product (Bennetzen, 2000; Federoff, 2000; Wicker et al., 2007). This leads to differences in band profiles obtained in IRAP analysis. One of the most frequently used substances, Paclobutrazol allows controlling the seedling height and increasing in the quality of seedlings. It is widely used in commercial preparations where the active ingredient is Paclobutrazol. Paclobutrazol is belong to the Triazol group. Tebuconazole, another substance from the same group, is used in fungal diseases. Its chemical formula is (RS)-1-p-chlorophenyl-4,4-dimethyl-3-(1H-1,2,4-triazol-1-ylmethyl)-pent an-3-ol (Cadmova et al., 2013). There are not enough studies in literature examining the effects of this substance on vegetable quality by morphological and molecular methods.

Aim of the study was to investigate the effects of different doses of Tebuconazole on cucumber seedling height control and seedling quality, and to determine retrotransposon mobility creating within the plant and, to determine its genotoxic effects and the optimum dose(s) used in seedling production.

## MATERIAL and METHOD

The study was conducted in March-May 2020 in the seedling greenhouse of Erzinan Horticultural Research Institute. Başak F1 variety of cucumber was used as plant material in the experiment. Seedlings were grown in 128-compartment viols, with 40 x 40 mm each. A mixture of peat:perlite (3:2) was used as seedling growing medium. As the source of Tebuconazole, a commercial preparation 'Folicur' containing 25% Tebuconazole (developed by Bayer) was used. In this randomized-block-design study, seven different application doses of Tebuconazole(0, 25, 50, 75, 100, 125 and 150 ppm, respectively) were applied to cotyledon leaf of plants. Seedlings with different Tebuconazole doses applied are given in Figure 1. Thu study was desighned as randomized block design, with 3 replicates wth 21 plants in each. Prepared different doses of Tebuconazole solutions were applied by spraying to the cotyledon leaves of the plants 20 days after sowing, with two applications at 14-day intervals, and after the final application, the seedlings were grown under the controlled greenhouse conditions (Figure 2). The necessary measurements, observation and analysis were performed in the seedling.

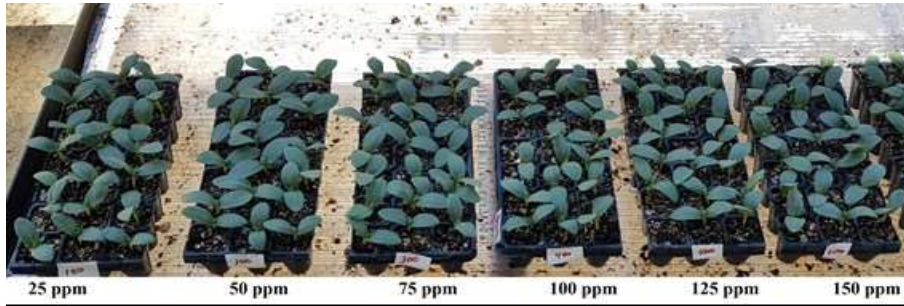


Figure 1. Cucurbit seedlings to which Tebuconazole will be applied  
*Şekil 1. Tebuconazole uygulaması yapılacak olan hıyar fideleri*

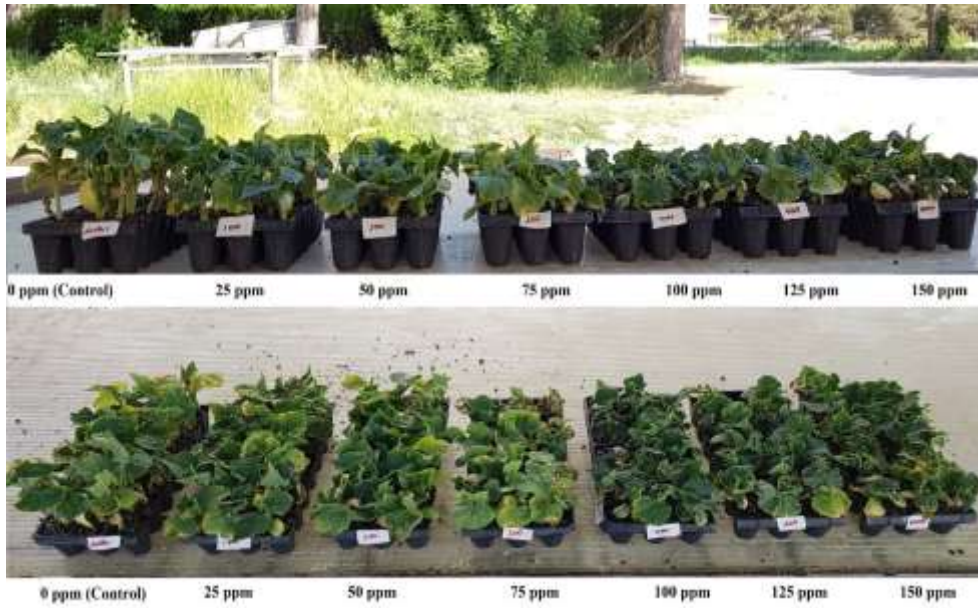


Figure 2. General view of cucumber seedlings 2 weeks after the last application  
*Şekil 2. Son uygulamadan 2 hafta sonra hıyar fidelerinin genel görünümü*

### Measurements and Weighings For Seedling Development

Seedling height (cm), stem height (cm), stem diameter (mm), number of leaf (number plant<sup>-1</sup>) leaf dry matter content (%), stem dry matter content (%), root dry matter content (%) and leaf chlorophyll content (SPAD value) and overall seedling development were determined. Seedling height (cm) and stem height (cm) were measured with tape measure and stem diameter (mm) was measured with a digital caliper. Leaf chlorophyll content was measured using SPAD (Chlorophyll Meter SPAD-502Plus, Konica Minolta). The number of leaves per plant was determined manually. In order to determine the dry matter contents in seedlings, ten seedlings were taken randomly and leaves, stems and roots were dried in room temperature for one week after the wet weight was determined. They were then dried at 105 °C in an oven for 24 hours and weighed (A.O.A.C 1980). The wet and dry weights were determined using a scale with 0.01 g precision and dry matter content (%) was determined with the formula (Equality 1).

$$\text{Dry Matter Content (\%)} = \frac{\text{Dry Weight} \times 100}{\text{Wet Weight}} \text{ (Kılıç et al 1991).}$$

"SPSS 22.0" statistical program was used for statistical analysis of the data.

### Molecular Analysis

#### DNA isolation

DNA was isolated from plant samples for IRAP (Inter Retrotransposon Amplified Polymorphism) analysis. DNA isolation was accomplished with minor changes in the method expressed by Saghai-Marouf et al. (1984). DNA concentrations were determined with ACTGene Spectrophotometer (ACTGene UVIS-99, NJ, USA) at A260 280-1 O.D. and the DNA of all samples was adjusted to 0.5 µg.

#### IRAP marker analysis

Six IRAP primers (Metabion International AG Lena-Christ-Strasse 44/I D82152 Martinsried, Deutschland) were used in the study. The name, sequence and melting temperatures of the primers are shown in Table 1.

Table 1. Details of primers used in IRAP-PCR analysis

*Tablo 1. IRAP-PCR analizinde kullanılan primerlerin detayları*

Primer name	Sequence 5'→3'	T.M. (°C)
SUKKULA	GATAGGGTCGCATCTTGGGCGTGAC	63.3
3LTR-5	TGTTTCCCATGCGACGTTCCCAACA	64.6
LTR 6150	CTGGTTCCGCCCATGTCTATGTATCCACACATGTA	64.4
NIKITA E2647-	ACCCCTCTAGGCGACATCC	58.7
5LTR1	TTGCCTCTAGGGCATATTTTCCAACA	58.4
LTR 6149 -5	CTCGCTCGCCCACTACATCAACCGGTTTATT	65.9

The components and quantities required for the IRAP-PCR procedure for the evaluation of retrotransposon mobility were prepared with the values given in Table 2.

Table 2. Components of IRAP-PCR analysis

*Tablo 2. IRAP-PCR analiz bileşenleri*

Component	Quantity (µl)
10 x PCR buffer	2
dNTPs (10 nM)	0.5
MgCl <sub>2</sub> (25 mM)	1.25
IRAP primer (5 mM)	1
Taq DNA polymerase	1
Ultra pure water	13.25
Genomic DNA	1
<b>Total volume</b>	<b>20</b>

### IRAP electrophoresis protocol

The PCR products obtained were loaded with a gel loading solution in agarose gel and were run at 90 volts

Table 3. IRAP-PCR protocol

*Tablo 3. IRAP-PCR protokolü*

Cycle name	Temperature	Time	Number of Cycles
Initial Denaturation	95 °C	2 min	1
Denaturation	95 °C	30 sec	2
Primer binding	* °C	1 min	1
Elongation	72 °C	2 min	1
Denaturation	95 °C	30 sec	41
Primer binding	35 °C	1 min	1
Elongation	72 °C	2 min	1
Last elongation	72 °C	5 min	1
Termination	4 °C	∞	1

\* Adhesion temperature of the relevant IRAP primer given in Table 1

## FINDINGS

### Seedling height (cm)

The study revealed that the application of Tebuconazole at different doses had a statistically significant effect on seedling height of cucumber. The seedling height in the control application was 6.32 cm, and the lowest value (2.68 cm) was obtained from the application of 125 ppm. As a result of the application, a 57.6% decrease was determined in the seedling height compared to the control application (Table 4).

### Stem height (cm) applications

Applications had a statistically significant effect on stem height in cucumber plants. The highest stem

for 100 minutes. The bands formed as a result of electrophoresis were examined under a UV device at 256-nm UV light.

### IRAP analysis and calculation of genomic template stability (GTS)

Genomic mold stability (%) was calculated for each primer using the following formula of  $100(100 - a/n)^{-1}$  by Ateizar (1999). 'A' in the formula refers to the IRAP polymorphic profiles determined for each sample, and 'n' refers to the total amount of DNA band obtained with the respective primary in the negative control group. The polymorphism observed in the IRAP profiles of the samples included the loss of a new band or the existing band that occurred compared to the negative control group. Total Lab TL120 was used to evaluate these bands.

The samples were subjected to the PCR protocol given in Table 3.

height was determined as 4.15 cm at 0 ppm (control) dose while the lowest stem height was determined as 1.83 cm at 150 ppm dose. In Tebuconazole application, a 55.9% suppression was detected in the stem height compared to the control application (Table 4).

### Stem diameter (mm)

Significant differences were found among the applications in terms of stem diameter. The average stem diameter in the seedlings was 4.52 mm in the control application and the stem diameter showed an overall increase in compared to the control application as a result of the application of Tebuconazole. The highest stem diameter (4.97 mm) was detected in the

at 75 ppm. In the application of Tebuconazole at 75 ppm, a 9.96% increase in stem diameter was determined compared to the control application (Table 4).

Table 4. The effects of the application of Tebuconazole on seedling characteristics

*Tablo 4. Tebuconazole uygulamalarının fide özelliklerine etkisi*

Doses	Seedling Height (cm)	Stem Height (cm)	Stem Diameter (mm)	Number of Leaf (Number/Plant)	Leaf Dry Matter Ratio (%)	Stem Dry Matter Ratio (%)	Root Dry Matter Ratio (%)	Leaf Chlorophyll Quantiy (SPAD)
0 ppm	6.32±0.28 <sup>a</sup>	4.15±0.49 <sup>a</sup>	4.52±0.16 <sup>b</sup>	4.80±0.10 <sup>a</sup>	17.21±0.84 <sup>a</sup>	7.69±0.11 <sup>d</sup>	5.31±0.27 <sup>a</sup>	45.97±0.35 <sup>d</sup>
25 ppm	4.07±0.12 <sup>b</sup>	2.80±0.87 <sup>b</sup>	4.80±0.10 <sup>ab</sup>	4.40±0.17 <sup>b</sup>	15.52±0.58 <sup>b</sup>	6.83±.17 <sup>e</sup>	4.40±0.35 <sup>b</sup>	52.97±0.88 <sup>b</sup>
50 ppm	2.80±0.18 <sup>cd</sup>	1.87±0.12 <sup>c</sup>	4.90±0.50 <sup>a</sup>	4.80±0.17 <sup>a</sup>	15.07±0.17 <sup>bc</sup>	8.82±0.44 <sup>b</sup>	4.55±0.20 <sup>b</sup>	52.32±1.30 <sup>b</sup>
75 ppm	2.97±0.29 <sup>c</sup>	2.12±0.25 <sup>c</sup>	4.97±0.29 <sup>a</sup>	3.95±0.17 <sup>c</sup>	14.30±0.24 <sup>c</sup>	9.60±0.16 <sup>a</sup>	3.45±0.10 <sup>c</sup>	49.58±0.67 <sup>c</sup>
100 ppm	2.83±0.58 <sup>cd</sup>	1.95±0.13 <sup>c</sup>	4.85±0.25 <sup>a</sup>	4.15±0.17 <sup>bc</sup>	12.26±0.54 <sup>d</sup>	6.39±0.52 <sup>f</sup>	2.99±0.95 <sup>d</sup>	58.32±2.47 <sup>a</sup>
125 ppm	2.68±0.29 <sup>d</sup>	1.87±0.29 <sup>c</sup>	4.58±0.18 <sup>b</sup>	4.30±0.17 <sup>bc</sup>	12.45±0.27 <sup>d</sup>	6.76±0.79 <sup>e</sup>	3.12±0.10 <sup>cd</sup>	53.62±0.88 <sup>b</sup>
150 ppm	2.70±0.50 <sup>d</sup>	1.83±0.29 <sup>c</sup>	4.87±0.23 <sup>ab</sup>	4.48±0.17 <sup>ab</sup>	12.77±0.42 <sup>d</sup>	7.89±0.10 <sup>c</sup>	3.08±0.36 <sup>d</sup>	52.60±1.21 <sup>b</sup>
	***	***	*	*	***	***	***	***

\*p<0.05                      \*\*\*p=0.001                      ns: not significant

### Number of leaf (number plant<sup>-1</sup>)

The effect of the application of Tebuconazole at different doses on the number of leaves of cucumber seedlings was significant at the 1% level. The mean number of leaves per plant in the control application was 4.8, and the number of leaves was observed to decrease in all applications, except for 50 ppm dose (Table 4).

### Leaf dry matter content (%)

The application of Tebuconazole at different doses had a statistically significant effect on leaf dry matter content in seedlings. In the study, while the leaf dry matter content obtained by the control application was 17.21% as a result of the application of Tebuconazole, an overall decrease was observed in the leaf dry matter content at all doses compared with the control group. The highest dry matter content after the control group was obtained at doses of 25, 50 and 75 ppm, respectively (Table 4).

### Stem dry matter content (%)

The applications of Tebuconazole were found to have a significant effect on cucumber seedlings at the 1% significance level on the stem dry matter content. In the study, the stem dry matter content obtained from the control group (0 ppm) was 7.69%. As a result of the application of Tebuconazole determined that the stem dry matter content increased in the doses of 50, 75 and 150 ppm, respectively, compared to the control dose of 0 ppm and decreased at the other doses. The highest rate (9.6%) was obtained from the dose of 75 ppm. (Table 4).

### Root dry matter content (%)

According to the data obtained from the study, the application of Tebuconazole at different doses had a significant effect on root dry matter content in cucumber seedlings. The highest root dry matter

content with 5.31% ratio was determined in the control application at 0 ppm. As a result of the application of Tebuconazole, the root dry matter content decreased in all doses compared to the control application (Table 4).

### Leaf Chlorophyll Content (SPAD Value)

Statistical analysis revealed that the applications of Tebuconazole had a substantial effect on the leaf chlorophyll amount (SPAD value). In the study, the mean SPAD value obtained in the control application was measured as 45.97 and this value increased in all other applications compared to the control group (0 ppm). The highest SPAD values were obtained from the doses of 100 (SPAD value = 58.32), 125 (SPAD value = 53.62) and 25 (SPAD value = 52.97) ppm, respectively (Table 4).

### The correlation analysis between quality characteristics of seedlings

The analysis indicated that the seedling height had a significantly positive correlation with stem height, leaf and root dry matter content, and a significant negative correlation with stem diameter and the SPAD values. Leaf dry matter content was found to have a significant positive correlation with root dry matter content and a negative correlation with the SPAD values. On the other hand, the dose was found to have a statistically significant negative correlation with seedling and stem height, leaf and root dry matter contents, and a positive correlation with chlorophyll amount (Table 5).

### IRAP Analysis

IRAP analysis was performed to determine retrotransposon mobility in the samples to which Tebuconazole was applied and compared with the control group. 114 bands were obtained from six IRAP primers used to determine the stress level caused by the fungicide of Tebuconazole at the molecular level.

The sizes of these bands ranged from 86 to 1,223 bp. The highest number of polymorphic bands was obtained from Nikita primer with 11 bands. 9 of these polymorphic bands were formed as new band formation and 2 of them as no band formation.

Polymorphic band was not formed in the sukkula primer and polymorphism did not taken place. Details of the data obtained from the IRAP analysis are given in Table 6.

Table 5. The correlation analysis between seedling characteristics

Tablo 5. Fide özellikleri arasındaki korelasyon analizi

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1 Seedling Height	1								
2 Stem Height	0.974**	1							
3 Stem Diameter	-0.493*	-0.451*	1						
4 Number of Leaf	0.416	0.366	-0.328	1					
5 Leaf Dry Matter Ratio	0.818**	0.816**	-0.266	0.459*	1				
6 Stem Dry Matter Ratio	-0.087	-0.092	0.371	-0.026	0.288	1			
7 Root Dry Matter Ratio	0.795**	0.768**	-0.301	0.612**	0.913**	0.184	1		
8 SPAD Value	-0.665**	-0.637**	0.221	-0.587**	-0.768**	-0.452*	-0.777**	1	
9 Doses	-0.779**	-0.768**	0.198	-0.399	-0.903**	-0.129	-0.906**	0.585**	1

\*\* Significant at the 1% level

\* Significant at the 5% level

Table 6. Data from IRAP analysis

Tablo 6. IRAP analizinden elde edilen veriler

Primer Name	Control	25 ppm	50 ppm	75 ppm	100 ppm	125 ppm	150 ppm
LTR 6150	4	....	....	...	-256	800 -442	749 -442
3LTR5	2	....	....	..	716	720	724 716
Nikita	5	....	768	700 -271	956 -271	984 800 271	1.000 838 271
Sukkula	1						
5LTR1	3	....	....	.....	782	793 -323	816 684
LTR6149-5	3	....	...	-263	-562 -263	-562 -263	-562 -263
Band Number	18	.....	1	3	7	10	11
Polymorphism rate		0	5.55	16.66	38.88	55.55	61.11
GTS value		100	94.45	83.34	61.12	44.45	38.89

Polymorphism was detected in all applications except for the 25 ppm dose. The resulting polymorphism varied between 0% and 61.11%. The lowest polymorphism was obtained from 0% in the samples to which Tebucozanole was applied at 25 ppm. Depending on the incremental dose, polymorphism value also increased in seedlings to which Tebucozanole was applied. The highest polymorphism was determined as 61.11% in seedlings to which Tebucozanole was applied at 150 ppm. .

The GTS (Genomic Template Stability) value, which represents the genomic stability, varied depending on the applied dose of Tebucozanole. The GTS value varied between 38.89% and 100%. The highest GTS value (100%) was found in seedlings to which Tebucozanole was applied at 25 ppm. The GTS value decreased to 38.89% depending on the increase in the

dose of Tebucozanole. Figure 3 shows the band image obtained from the Nikita primer.

The polymorphism rates and GTS values that vary depending on the dose of Tebucozanole applied are given in Figure 4.

## DISCUSSION and CONCLUSION

Based on literature review, there is a very limited study regarding the effects of the application of Tebucozanol to cucumber and other vegetable on seedling quality and retrotransposon mobility. However, several studies investigating the effects of Paclobutrazol and similar substances, which are included in Triazol group similarly with Tebuconazole, on vegetable seedling quality are available (Brigard et al. 2006, Çopur and Sarı 2011). Geboloğlu et al. (2015) applied four different doses of Paclobutrazole (50, 100, 200 and 500 ppm, respectively) on eggplant seedlings

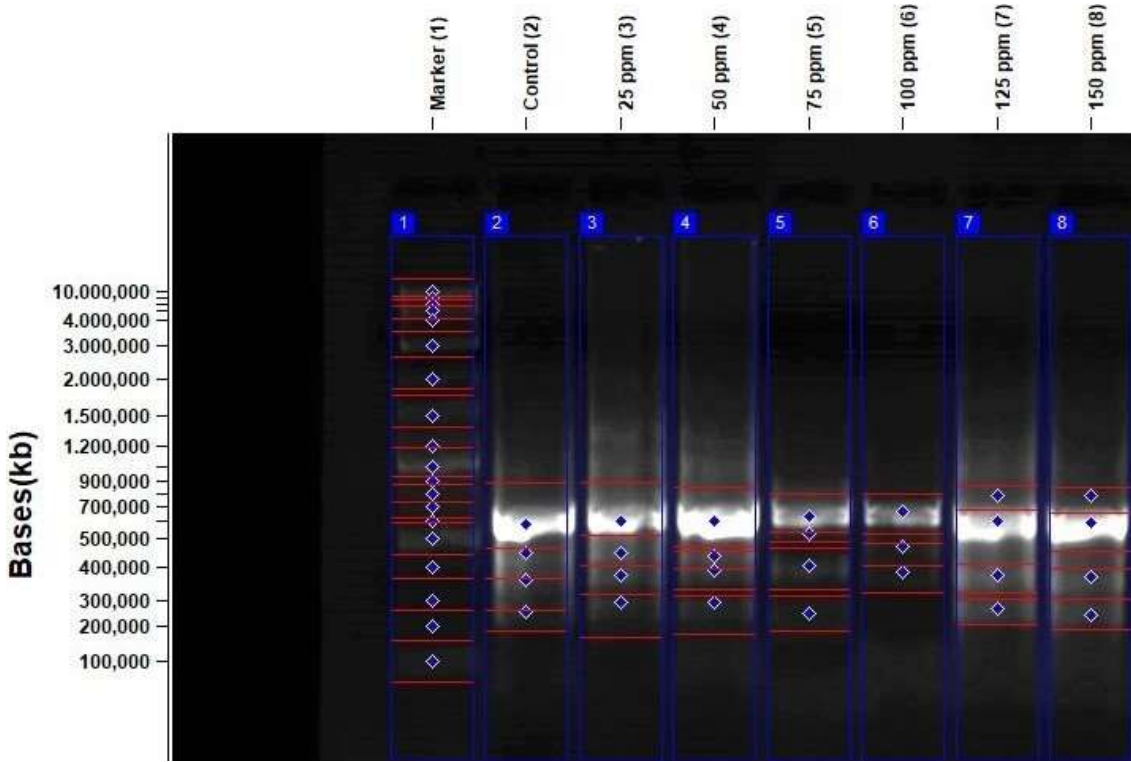


Figure 3. Band image from Nikita primer  
Şekil 3. Nikata primerinin bant görüntüsü

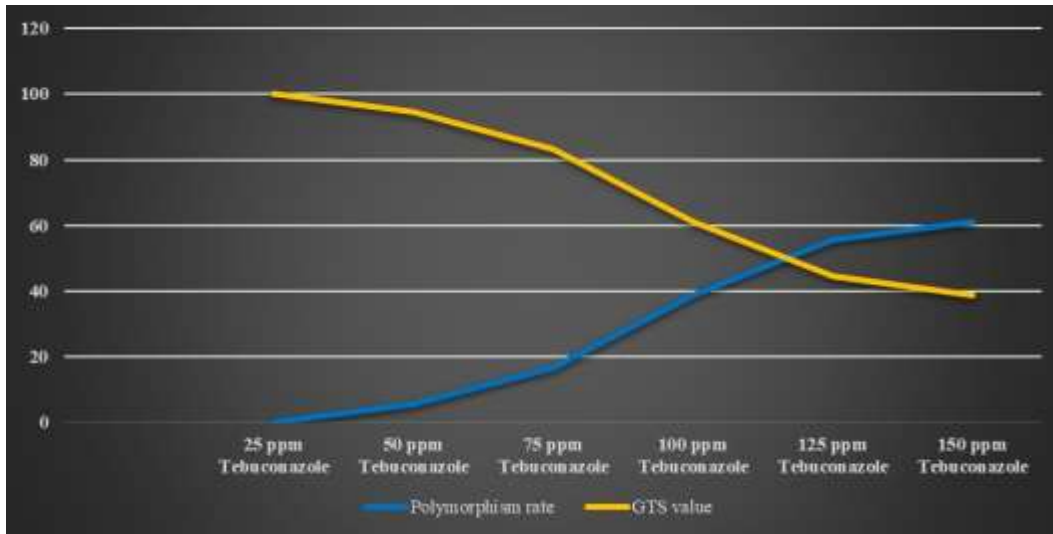


Figure 4. Polymorphism rate and the GTS value  
Şekil 4. Polimorfizm oranı ve GTS değeri

in two different seedling development stages and found that seedling height and stem height were significantly suppressed. Another study found that stem elongation of eggplant inhibited by tebuconazole (Rogach, 2020). Similarly, the application of Tebucozanele significantly suppressed the seedling height. The results were similar to the results obtained from the researcher reports. These substances can inhibit Gibberelic Acid synthesis (Geboloğlu et al. 2015) and the decrease in height is thought to originate

from this fact. According to the control application, the dose of 150 ppm suppressed the stem height at the maximum level. The resulting data and measurements indicated that the applications increased in the stem diameter. The mean stem diameter in the control group was measured as 4.52 mm and the highest stem diameter (4.97 mm) was obtained from dosing of 75 ppm. Compared to the control application, 9.95% increase was determined in the stem diameter. Several studies reported an increase in plant stem diameter compared to the control application (Berova and Zlatev

2000; Zandstra et al. 2007; Teto et al. 2016). One of the key characteristics for seedling quality is the dry matter content. The results showed that the leaf, stem and root dry matter contents varied significantly among the applied doses. Compared to the control group, leaf and root dry matter contents decreased. In a similar study, the control applications showed decreases at 7% and 6% in dry weights of tomato seedlings (Berova and Zlatev, 2000). The stem dry matter content decreased at the doses of 25, 100 and 125 ppm, respectively but increased in all other doses, compared to the control group. Baninasab (2009) reported 6.11-16.45% increase in shoot dry weights of watermelon seedlings as a result from the application of Paclobutrazol. Alterations in plant dry matter contents are thought to be from the impact of Tebuconazole on the synthesis and transport of gibberalic acid resulting regression in growth. The SPAD value showed an increase in the seedlings to which the substance was applied compared to the control group. In similar studies, Paclobutrazole, which was applied as leaf spray to the tomato seedlings, increased in the leaf chlorophyll content (Berova and Zlatev 2000; Moraes et al. 2005) and similar results were obtained from watermelon (Baninasab 2009) and lettuce (Akdemir 2018).

In this study, it was determined that the stress caused depending on the applied dose of Tebuconazole increased in retrotransposon mobility and this mobility led to an increase in the polymorphism value. Also, in this study it was determined that this retrotransposon mobility caused a decrease in the GTS value, which represented the stability of the genome. The lowest polymorphism rates (0%) and the highest GTS (100%) values were obtained from doses of 25 ppm. The change in polymorphism and the GTS values was acceptable up to 75 ppm but higher doses resulted in significant changes in these values. The decrease in the GTS value is an indication that Tebuconazole stress affects the stability of the genome (Table 6).

Nearly all of the different doses of Tebuconazole prevented excessive and unnecessary elongation in seedling and stem heights during the growth of cucumber seedlings. As a result, although the seedlings in the control application came to sowing-maturity, the duration to the sowing-maturing was observed to extend in substance applied seedlings. However, such chemicals (plant growth regulator, fungicide, herbicide, etc.) may cause stress in plants depending on the dose used (Sunar and Bulut 2019). Yet, when the results of IRAP analysis and particular seed quality characteristics are evaluated together, the application of Tebuconazole doses at 25, 50 and 75 ppm applications indicated that it will be beneficial in obtaining the desired seedling quality. Numerous variations may be attempted in future studies by increasing in the number of doses ranging

from the dose that causes the lowest change in the polymorphism rate and GTS value to the highest dose that positively affects seedling characteristics or by reducing the number of applications to a single application.

In conclusion, Tebuconazole was determined to achieve height control in cucumber seedlings and had positive effects on seedling quality. Based on the data obtained in the study, we think that the recommended doses can be used in practice.

#### ACKNOWLEDGMENT

Thank you for the contributions of the Erzincan Horticultural Research Institute.

#### Author's Contributions

The contribution of the authors is equal.

#### Statement of Conflict of Interest

Authors have declared no conflict of interest.

#### REFERENCES

- Akdemir S 2018. Marul (*Lactuca sativa* L.) fide kalitesi ve bitki gelişimi üzerine paclobutrazol ve prohexadione-calcium uygulamalarının etkileri., Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarımsal Biyoteknoloji Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, 103 Sy, Kırşehir.
- Baninasab B 2009. Amelioration of chilling stress by paclobutrazol in watermelon seedlings. *Scientia Horticulturae*, 121(2): 144-148.
- Bennetzen JL 2000. Transposable elements contributions to plant gene and genome evolution. *Plant Molecular Biology*, 42: 251-269. <https://doi.org/10.1023/A:1006344508454>
- Berova M, Zlatev Z 2000. Physiological response and yield of paclobutrazol treated tomato plants (*Lycopersicon esculentum* Mill.). *Plant Growth Regulation*, 30(2): 117-123.
- Brigard JP, Harkess RL, Baldwin BS 2006. Tomato early seedling height control using a paclobutrazol seed soak. *Horticultural Science*, 41(3): 768-772.
- Cadkova E, Komarek M, Kaliszova R, Vanek A, Balikova, M 2013. Tebuconazole sorption in contrasting soil types. *Soil and Sediment Contamination: An International Journal*, 22(4): 404-414.
- Çopur H, Nebahat S 2011. Sera Hıyar Fidesi Üretiminde Paclobutrazol ve Bakır Sülfat Uygulamalarının Fide Büyümesi Üzerine Etkileri. Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 27(1): 1-12.
- Demir İ, Balkaya A, Yılmaz K, Onus AN, Uyanık M, Kaycıoğlu M, Bozkurt B 2010. Sebzelelerde tohumluk ve fide üretimi. TMMOB Ziraat Mühendisleri Odası, VII. Türkiye Ziraat Mühendisliği Teknik Kongresi, 11-15 Ocak 2010, Ankara.



- Federoff N 2000. Transposons and Genome Evolutions in Plants. Proceedings of the National Academy of Sciences, 97 (13): 7002-7007.
- Garner LC, Björkman T 1996. Mechanical conditioning for controlling excessive elongation in tomato transplants: sensitivity to dose, frequency, and timing of brushing. Journal of the American Society for Horticultural Science, 121(5): 894-900.
- Geboloğlu N, Durukan A, Sağlam N, Doksöz S, Şahin S, Yılmaz E 2015. Patlıcanda Fide Gelişimi ve Fide Kalitesi ile Paclobutrazol Uygulamaları Arasındaki İlişkiler. International Journal of Agricultural and Natural Sciences (IJANS) E-ISSN: 2651-3617, 8(1): 62-66.
- Geboloğlu N, Kum AD, Şahin S, Boncukçu SD, Sağlam N 2016. Paklobutrazolun Marulda Fide Boyu ve Kalite Özelliklerine Etkisi. International Journal of Agricultural and Natural Sciences (IJANS) E-ISSN: 2651-3617, 9(2): 26-29.
- Głowacka B 2004. The effect of blue light on the height and habit of the tomato *Lycopersicon esculentum* Mill.) transplant. Folia Horticulturae, 16(2): 3-10.
- Hamad-Mecbur H, Yılmaz S, Temel A, Sahin K, Gözükirmizi N 2014. Effects of epirubicin on barley seedlings. Toxicology Indiana Health, 30: 52-59.
- Johjima T, Latimer JG, Wakita H 1992. Brushing influences transplant growth and subsequent yield of four cultivars of tomato and their hybrid lines. Journal of the American Society for Horticultural Science, 117(3): 384- 388.
- Kılıç O, Çopur U, Göktay S (1991) Meyve ve Sebze İşleme Teknolojisi Uygulama Kılavuzu. Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ders Notları:7, s:143.
- Melton RR, Dufault RJ 1991. Tomato seedling growth, earliness, yield, and quality following pretransplant nutritional conditioning and low temperatures. Journal of the American Society for Horticultural Science, 116(3): 421-425.
- Mohsin SM, Hasanuzzaman M, Bhuyan MHM, Parvin K, Fujita M 2019. Exogenous tebuconazole and trifloxystrobin regulates reactive oxygen species metabolism toward mitigating salt-induced damages in cucumber seedling. Plants, 8(10): 428.
- Moraes PJ, Grossi JAS, de Araújo Tinoco S, da Silva DJH, Cecon PR, Barbosa JG 2005. Ornamental tomato growth and fruiting response to paclobutrazol. Acta Horticulturae, 683: 327.
- Rogach VV, Voytenko LV, Shcherbatiuk MM, Kosakivska IV, Rogach TI, 2020. Morphogenesis, pigment content, phytohormones and productivity of eggplants under the action of gibberellin and tebuconazole. Regulatory Mechanisms in Biosystems, 11(1): 116-122.
- Saghai-Maroo MA, Soliman KM, Jorgensen RA, Allard RW 1984. Ribosomal DNA spacer-length polymorphism in barley: mendelian inheritance, chromosomal location, and population Dynamics. Proceedings of the National Academy Sciences, 81: 8014-8019.
- Sönmez İ 2017. Atık mantar kompostunun domates fidelerinin gelişimi ve besin içerikleri üzerine olan etkilerinin belirlenmesi. Mediterranean Agricultural Sciences, 30(1): 59-63.
- Sunar S, Bulut H 2019. Buğday (*Triticum aestivum* L.) Tohumlarında Büyüme Düzenleyicisi 2,4-D Isooctylester Herbisitinin Meydana Getirdiği Retrotranspozon Hareketliliğinin Moleküler Yöntem ile Değerlendirilmesi. Erzincan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 12(2): 585-594.
- Temel A, Gözükirmizi N 2013. Analysis of retrotransposition and DNA methylation in barley callus culture. Acta Biologica Hungarica, 64 (1): 86-95.
- Teto AA, Laubscher CP, Ndakidemi PA, Matimati I 2016. Paclobutrazol retards vegetative growth in hydroponically-cultured *Leonotis leonurus* (L.) R. Br. Lamiaceae for a multipurpose flowering potted plant. South African Journal of Botany, 106: 67-70.
- Wessler SR 2009. Eukaryotic transposable elements: teaching old genomes new tricks”, [http://www.plantbio.uga.edu/wesslerlab/The\\_Implicit\\_Genome.pdf](http://www.plantbio.uga.edu/wesslerlab/The_Implicit_Genome.pdf), Son Erişim Tarihi: 10.03.2017.
- Wicker T, Sabot F, Hua-Van A, Bennetzen J, Capy P, Chalhoub B, Flavell A, Leroy P, Michele M, Olivier P, E Paux, Phillip S, Alan HS 2007. A Unified Classification System for Eukaryotic Transposable Elements. Nature Genetics, 8: 973-982.
- Yigider E, Taspınar MS, Sigmaz B, Aydın M, Agar G 2016. Humic acids protective activity against manganese induced LTR (long terminal repeat) retrotransposon polymorphism and genomic instability effects in *Zea mays*. Plant Gene, 6: 13-17.
- Zandstra JW, Squire RC, Watt GJ 2007. Managing transplant size and advancing field maturity of fresh tomatoes and peppers. In Ontario vegetable crop research: University of Guelph Ridgetown Campus, pp. 1-16.



## Gibberellin Inhibitor Treatments Before Planting Control Plant Height of *Narcissus tazetta* by Affecting Growth Parameters

Sevim DEMİR<sup>1</sup>, Fisun Gürsel ÇELİKEL<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup>Department of Horticulture, Agricultural Faculty, Ondokuz Mayıs University, Samsun, Turkey

<sup>1</sup><https://orcid.org/0000-0001-8523-6175>, <sup>2</sup><https://orcid.org/0000-0002-4722-2693>

✉: fgcelikel@omu.edu.tr

### ABSTRACT

The effects of flurprimidol and paclobutrazol, treatments as preplant bulb soaks on plant height, growth parameters and other properties of *Narcissus tazetta* L. grown in pots were investigated. Bulbs were soaked in flurprimidol at 0, 10, 20 mg L<sup>-1</sup> or paclobutrazol at 0, 100, 200 mg L<sup>-1</sup> before planting. The effects of gibberellin inhibitors on the flower number, flowering time, flower life, plant height, leaf length and quantitative measurements (specific leaf area, leaf area ratio, leaf thickness, leaf weight ratio and stem weight ratio) were determined. When narcissus reached to the sale stage, plants were taken to the laboratory where the temperature stable at 20°C to evaluate the postproduction quality. The shortest plant height (6.25 cm, 63% shorter than control) was obtained from the 20 mg L<sup>-1</sup> flurprimidol application. Plants applied with 200 mg L<sup>-1</sup> paclobutrazol were 59% shorter than control with 7.00 cm plant height. Gibberellin inhibitors also shortened the leaf length and increased the leaf thickness, whereas decreased leaf area ratio and specific leaf area by shortening the plant height. The effects of gibberellin inhibitors on plant height continued after harvest (production) in marketing and consumer (laboratory) conditions. The plant heights of treated plants were 10.87 (20 mg L<sup>-1</sup> flurprimidol) and 10.37 (200 mg L<sup>-1</sup> paclobutrazol) cm, while with the control plants were 26.75 cm in with laboratory conditions.

### Research Article

#### Article History

Received : 15.07.2020

Accepted : 28.01.2021

#### Keywords

Flurprimidol

Paclobutrazol

Bulb soak

Quantitative properties

Postproduction quality

## *Narcissus tazetta* Soğanlarına Dikim Öncesi Uygulanan Gibberellin İnhibitörlerinin Büyüme Parametreleri ve Bitki Boyu Üzerine Etkileri

### ÖZET

Dikim öncesi soğanlara uygulanan gibberellin inhibitörleri flurprimidol ve paclobutrazolün serada saksıda yetiştirilen *Narcissus tazetta* L. türünde bitki boyu, büyüme parametreleri ve bazı kalite özellikleri üzerine olan etkileri incelenmiştir. Dikim öncesi soğanlara 0, 10, 20 mg L<sup>-1</sup> dozlarında flurpimidol ve 0, 100, 200 mg L<sup>-1</sup> dozlarında paclobutrazol uygulanmıştır. Gibberellin inhibitörlerinin çiçek sayısı, çiçek ömrü, bitki ve yaprak boyu üzerine etkileri belirlenmiştir. Ayrıca oransal yaprak alanı, özgül yaprak alanı, yaprak kalınlığı, oransal yaprak ağırlığı ve oransal gövde ağırlığı kantitatif analizler ile saptanmıştır. Satış aşamasına gelen nergisler üretim sonrası kalitenin incelenmesi amacıyla sıcaklığı 20°C'de sabit tutulan laboratuvar ortamına alınmıştır. En kısa bitki boyu 6.25 cm ile 20 mg L<sup>-1</sup> flurprimidol uygulamasından elde edilmiş, bu uygulama bitki boyunu kontrole göre %63 kısaltmıştır. 200 mg L<sup>-1</sup> paclobutrazol uygulamasından 7.00 cm bitki boyu elde edilmiş, bu bitkiler kontrole göre %59 daha kısa olmuştur. Gibberellin inhibitör uygulamaları yaprak boyunu da kısaltmıştır. Uygulamalar bitki boyunu kısaltarak yaprak kalınlığını artırmış, oransal yaprak alanı ile özgül yaprak alanını azaltmıştır. İnhibitörlerin bitki boyu üzerine olan etkisi üretim sonrasında da devam etmiştir. Laboratuvar koşullarında 20 mg L<sup>-1</sup> flurpimidol ve 200 mg L<sup>-1</sup> paclobutrazol uygulamalarından sırasıyla 10.87 ve 10.37, kontrolden ise 26.75 cm bitki boyu elde edilmiştir.

### Araştırma Makalesi

#### Makale Tarihiçesi

Geliş Tarihi : 15.07.2020

Kabul Tarihi : 28.01.2021

#### Anahtar Kelimeler

Flurprimidol

Paclobutrazol

Soğan daldırma

Kantitatif özellikler

Üretim sonrası kalitesi

**To Cite :** Demir S, Çelikel FG 2021. Gibberellin Inhibitor Treatments Before Planting Control Plant Height of *Narcissus tazetta* by Affecting Growth Parameters. KSU J. Agric Nat 24 (5): 978-985. DOI: 10.18016/ksutarimdog.vi.764173.

## INTRODUCTION

*Narcissus tazetta* is a herbaceous and perennial plant belonging to family of Amaryllidaceae (Li et al., 2012; Alp et al., 2015). This species with numerous fragrant flowers in a stem is naturally grown in Turkey including the black sea region (Kebeli and Çelikel, 2013). *N. tazetta* L. has rich alkaloids used in cosmetics and medical industries (Cimmino et al., 2017). The narcissus is also used as cut flower due to the flowers with long stems, as well as in refuges, gardens and parks as outdoor ornamental plants. *Narcissus* is also used as a potted indoor plant. But excessive elongation of them at consumer conditions because of the lower light makes them difficult to use indoor (Çelikel et al., 2016). Elongation causes also flower stem bending. The control of plant height is important to prevent damage during both transportation and marketing due to stem elongation as well as maintaining compactness and aesthetically pleasing appearance (Çelikel et al., 2016). It is important to know the growing techniques of indoor plants such as plant height control especially in bulbous flowers (Çelikel, 2015). Plant height may be controlled by physical or chemical methods with plant growth retardants mostly gibberellin inhibitors (Çelikel et al., 2016; Demir and Çelikel, 2019).

Bulb soaks of flurprimidol at 30 mg L<sup>-1</sup> has controlled the height of narcissus cultivars (Miller 2013). Preplant bulb soak treatments of paclobutrazol at concentration 30 mg L<sup>-1</sup> controlled the height of iris cultivars during greenhouse period (Demir and Çelikel, 2018a). Plant height of 'Ice Follies' narcissus cv. was controlled by bulb soaks of paclobutrazol and flurprimidol in the post-production period (Demir and Çelikel, 2018b). Ahmad Nazarudin et al. (2007), reported that paclobutrazol treatments caused the control of plant height by decreasing the leaf area and leaf expansion.

Demir and Çelikel (2019) used gibberellin inhibitors as soil drench to investigate the plant height control of *Narcissus tazetta* grown naturally in Black Sea Region of Turkey. However, there is no previous study on bulb soak treatments of inhibitors in this species. Therefore, the effects of inhibitor treatments as preplant bulb soaks on plant height, growth parameters and different properties of native *Narcissus tazetta* L. grown in pots were investigated in this study.

## MATERIAL and METHODS

### Plant and Chemical Material

*Narcissus tazetta* L. bulbs (circumference: 12 cm) from Ordu province of Turkey were used in this study. Paclobutrazol (25% Cultar, Syngenta) and flurprimidol

(Sigma-Aldrich) were used as gibberellin inhibitors. Paclobutrazol (PBZ) and flurprimidol (FP) block cytochrome P450-dependent monooxygenases, thereby inhibiting gibberellin (GA) biosynthesis (Rademacher, 2000; Verma et al., 2010).

### Treatments

Bulbs were soaked into FP solutions of 0, 10, 20 mg L<sup>-1</sup> or PBZ of 0, 100, 200 mg L<sup>-1</sup> for 30 min before planting. Ethanol (2%) was also used as a control, solvent of FP. Bulbs of narcissus were allowed to air dry, then planted into plastic pots with volume of 1.6 L, containing equal perlite, peat and soil, as one bulb for each pot on the treatment day (7 October). A polyethylene greenhouse was used for the growth of plants and they were irrigated with tap water.

### Measurements and observations

Flowering time, number of flowers and flower life: Time of flowering was counted as day's number from planting to opening of the first flower. Flower numbers were determined per stem of narcissus. Day's number from the opening of the first flower to the wilting of the last flower was determined as flower life.

Plant height and leaf length: The leaf length (longest leaf) and plant height (from the pot surface to the uppermost of the inflorescence) were started to measure weekly respectively 21 (28 October) and 91 days (6 January) after planting.

Quantitative measurements: Whole plants were removed from the pot, after flowers wilted for the quantitative analysis. Quantitative measurements used in this study were as follows:

*Leaf area:* Leaf areas were measured with a planimeter (Koizumi Placom) by taking photocopies of leaves on the paper.

*Dry weights:* The plants as a whole with foliage and roots were removed from the pot. Leaves were separated and used for area measurement first. Then all samples (roots, leaves and stems (bulbs)) were dried in an oven ('Ecocell') at 80 °C for 72 hours to determine growth parameters. Dry weights of plant samples were determined immediately after drying. Calculation formulas: Calculation formulas of quantitative parameters described by Uzun (1996) for vegetables were adapted to the bulbous plants (Demir and Çelikel 2019) to calculate the plant growth parameters for *Narcissus tazetta*. The whole bulbs were used as stem for bulbous *Narcissus tazetta* plants. Specific leaf area (SLA), leaf area ratio (LAR), leaf thickness (LT), leaf weight ratio (LWR) and stem (bulb) weight ratio (SWR) were determined as quantitative parameters.

### Postproduction evaluation

When narcissus reached to the harvest (sales) stage (Demir and Çelikel, 2019), four replicate plants randomly selected from each treatment were taken to the laboratory on 14 February. Postproduction quality of pot plants was evaluated in the laboratory at 20 °C, under cool white fluorescent light of 1000 lux and a diurnal cycle of 12 h day/12 h night as standard conditions described by Çelikel (1993) and Çelikel et al. (2011).

### Data Analysis

The study was carried out with ten replications except four replications for postproduction evaluation and three replications for quantitative analyses. Data were tested by ANOVA according to a completely randomized design. Data were analyzed using the SPSS package program. Differences among the means of applications were determined by Duncan's multiple range tests ( $P \leq 0.01$ ).

## RESULTS and DISCUSSION

### Flowering time, number of flowers and flower life

*Narcissus* is one of the most important bulbous ornamental plants. It is necessary to inhibit the excessive elongation of narcissus grown in pots (Çelikel et al., 2016). Plant growth regulators are used to reduce unwanted longitudinal shoot growth (Rademacher, 2000). We used PBZ and FP to control the plant height in native narcissus to grow as indoor plant. The effects of gibberellin inhibitor applications on the flowering time of narcissus are given in Table 1. According to treatments, the earliest flowering was in

control and ethanol with 108 and 111 days, respectively. A clear difference was between control and the treatments of 20 mg L<sup>-1</sup> FP (119 days) as well as 200 mg L<sup>-1</sup> PBZ (119 days) (Table 1). FP at 25 mg L<sup>-1</sup> delayed the flowering time about 3 days in tulips (Krug et al., 2005). In another study, PBZ as preplant bulb soaks delayed the time to appearance of buds in 'Frans Hals' and 'Blue Magic' iris cultivars (Demir and Çelikel, 2018a). In the present study the gibberellin inhibitors similarly delayed the time of flowering in narcissus about 8-11 days and effect of gibberellin inhibitors on flowering time increased depending on concentration. It has been stated that gibberellin has a role in the flowering control (Blázquez et al., 1998), promoted the flower initiation and development in several species (Su et al., 2001).

The numbers of flowers were affected by gibberellin inhibitors in this study. The difference between control and treated plants was significant ( $P \leq 0.01$ ) (Table 1). Numbers of flowers were 5.88 (10 mg L<sup>-1</sup> FP), 5.84 (20 mg L<sup>-1</sup> FP), 6.17 (100 mg L<sup>-1</sup> PBZ) and 6.00 (200 mg L<sup>-1</sup> PBZ), while control plants and ethanol treatments were 7.6 and 7.0 (Table 1). The number of flowers in *Chrysanthemum* was decreased by gibberellin inhibitor of Pro-Ca and daminozide (Kim et al., 2010). Gibberellin played a role in the flowering (Blázquez et al., 1998). Therefore, the PBZ and FP used in this study probably affected the numbers of flowers.

According to statistical analysis the effect of treatment on flower life was not found significant ( $P > 0.05$ ) (Table 1). The flower life varied between 2-3 weeks in *N. tazetta* (Acarsoy and Özzambak, 2006). In this study, the flower life was similarly 15-16 days.

Table 1. Effects of PBZ and FP on the flowering time, number of flowers and flower life of *Narcissus tazetta* L. Mean  $\pm$  SE

Çizelge 1. PBZ ve FP'nin *Narcissus tazetta*'da çiçeklenme zamanı, çiçek sayısı ömrü üzerine etkileri Ortalama  $\pm$  SH

Treatments	Flowering time (days)	Numbers of flowers	Flower life (days)
Control	108.80 $\pm$ 1.36 b	7.60 $\pm$ 0.98 a	16.20 $\pm$ 0.20
Ethanol	111.00 $\pm$ 1.55 b	7.00 $\pm$ 0.73 a	15.17 $\pm$ 0.70
100 mg L <sup>-1</sup> PBZ	116.17 $\pm$ 2.29 ab	6.17 $\pm$ 0.79 b	16.33 $\pm$ 0.60
200 mg L <sup>-1</sup> PBZ	119.83 $\pm$ 1.10 a	6.00 $\pm$ 0.63 b	16.17 $\pm$ 0.80
10 mg L <sup>-1</sup> FP	116.63 $\pm$ 2.13 ab	5.88 $\pm$ 0.17 b	15.38 $\pm$ 0.50
20 mg L <sup>-1</sup> FP	119.38 $\pm$ 1.83 a	5.84 $\pm$ 0.48 b	15.17 $\pm$ 1.30
Sig.	0.001	0.009	0.782 *

Values within a column with different letters differ significantly at  $P \leq 0.01$  SE: Standard Error, \*Not Significant

### Plant height and leaf length

The gibberellin inhibitors had a significant effect ( $P \leq 0.01$ ) in reducing plant height. The shortest plant height was measured as 6.25, 7.0 and 8.33 cm from the plants which were applied 20 mg L<sup>-1</sup> FP, 200 mg L<sup>-1</sup> PBZ and 100 mg L<sup>-1</sup> PBZ, respectively, whereas the control and ethanol were 16.9 and 17.7 cm, respectively (Figure 1, Table 2). Preplant bulb soaks with gibberellin inhibitor paclobutrazol, flurprimidol and

uniconazole shortened the plant height of 'Prominece' tulips (Krug et al., 2005). A treatment of 25 mg L<sup>-1</sup> flurprimidol as preplant bulb soak significantly controlled the plant height of 'Dutch Master' narcissus cultivars during greenhouse production (Krug et al., 2006). Similarly, application of PBZ and FP shortened the plant heights in plumbago (Barker et al., 2016). Applications of gibberellin inhibitor Pro-Ca at 100, 200 and 400 mg L<sup>-1</sup> suppressed the plant height in *Chrysanthemum morifolium* by 8.2, 20.9 and 26.3%

respectively (Kim et al., 2010). In this study PBZ and FP similarly reduced the plant height of *Narcissus*. These plants were 63% (20 mg L<sup>-1</sup> FP), 59% (200 mg L<sup>-1</sup> PBZ) and 51% (100 mg L<sup>-1</sup> PBZ) shorter than untreated control (Table 2). In a previous study, narcissus applied with 2 mg/pot PBZ as soil drench were 65% shorter than control ones (Demir and Çelikel, 2019). Yeshitela et al. (2004) reported that PBZ suppressed the vegetative growth of *Mangifera indica*. According to Banon et al. (2002) PBZ could be used to control the growth of 'Mondriaan' carnation and improve its commercially quality.

Treatments reduced the length of leaf in narcissus. The shortest leaf length (11.85 and 12.75 cm) was measured from 200 mg L<sup>-1</sup> PBZ and 20 mg L<sup>-1</sup> FP respectively and these treatments followed by the untreated control and ethanol application (21 and 24 cm, respectively, Table 2). FP treatment caused to shorter leaves in *Zantedeschia aethiopica* (Gonzalez et al., 1999). The treatments of PBZ and FP also shortened the leaf length of *N. tazetta* (Table 2), similar to the previous study.

Table 2. Effects of PBZ and FP on the plant height and leaf length of *Narcissus tazetta* L. at the end of the growing period. Mean ± SE

*Çizelge 2. PBZ ve FP'nin Narcissus tazetta'da bitki ve yaprak boyu üzerine etkileri Ortalama ± SH*

Treatments	Plant height (cm)	Leaf length (cm)
Control	16.90 ± 1.50 a	21.25 ± 1.75 a
Ethanol	17.67 ± 2.32 a	24.00 ± 0.76 a
100 mg L <sup>-1</sup> PBZ	8.33 ± 1.11 c	15.20 ± 0.76 bc
200 mg L <sup>-1</sup> PBZ	7.00 ± 1.18 c	11.85 ± 0.48 c
10 mg L <sup>-1</sup> FP	10.44 ± 1.24 b	16.30 ± 0.71 b
20 mg L <sup>-1</sup> FP	6.25 ± 0.50 c	12.75 ± 0.53 c
Sig.	0.000	0.000

Values within a column with different letters differ significantly at P≤0.01 SE: Standard Error

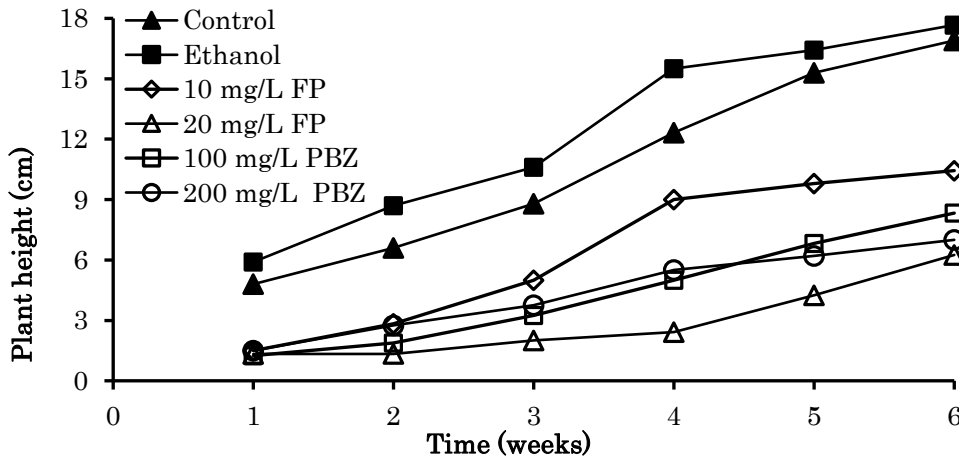


Figure 1. Effects of FP and PBZ applicatipons on the plant height of *Narcissus tazetta* L. during greenhouse forcing period. The plant height was started to measure 91 days after planting, (6 January).

*Şekil 1. FP ve PBZ uygulamalarının serada üretim süresince Narcissus tazetta'da bitki boyu üzerine etkileri. Bitki boyu ölçümlerine dikimden 91 gün sonra başlanmıştır (6 Ocak).*

### Postproduction evaluation

Preplant bulb soaking with FP and PBZ treatments shortened the plant height of *Narcissus* compared to untreated controls (Figures 1 and 2) in this study. The height difference between untreated control and treatments also continued during post production period in lab conditions (Figures 2, 3 and 4). The plant heights of treated plants were 12.37 (10 mg L<sup>-1</sup> FP), 10.87 (20 mg L<sup>-1</sup> FP), 11.00 (100 mg L<sup>-1</sup> PBZ) and 10.37 (200 mg L<sup>-1</sup> PBZ) cm, while the ethanol and control plants were 25.37 and 26.75 cm, respectively (Figure 2). It was reported that transportation and storage can give damage to the quality of potted plants (Ferrante

et al., 2015). Therefore, it's important to maintain the compactness to prevent damage during transportation and marketing. According to the results of the present study, FP and PBZ effectively controlled the plant height both during greenhouse and post production period.

The leaf lengths of treated plants were 16.0 (10 mg L<sup>-1</sup> FP), 13.0 (20 mg L<sup>-1</sup> FP), 14.75 (100 mg L<sup>-1</sup> PBZ) and 12.25 (200 mg L<sup>-1</sup> PBZ) cm, while it was 29.25 and 25 cm respectively, in the ethanol and control plants. The significant differences in terms of leaf length between plants, which were treated with gibberellin inhibitors as a soil drench, and control, were continued in the

postproduction period (Demir and Çelikel, 2019). In this study similarly the leaf length difference between untreated control and treated plants by FP and PBZ as

bulb soaks was preserved in the consumer conditions, too.

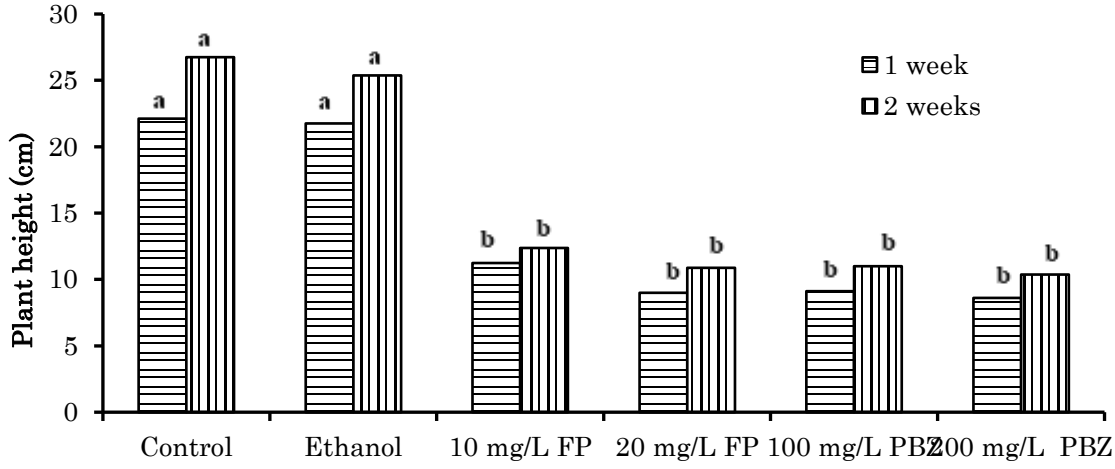


Figure 2. Effects of FP and PBZ applications on the plant height of *Narcissus tazetta* L. during post production period in laboratory conditions (1 week; 14 February).

Şekil 2. FP ve PBZ uygulamalarının üretim sonrası laboratuvar koşullarında *Narcissus tazetta*'da bitki boyu üzerine etkileri. (1. hafta; 14 Şubat)

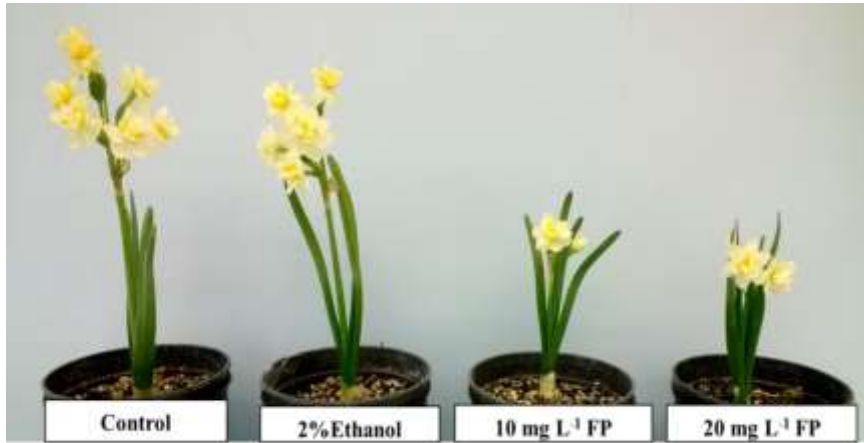


Figure 3. The effects of FP bulb soak on *Narcissus tazetta* L. (3 days at the sale stage in lab.)

Şekil 3. Soğana uygulanan FP'nin *Narcissus tazetta* L. üzerine etkileri (satış aşaması laboratuvarında 3. gün)

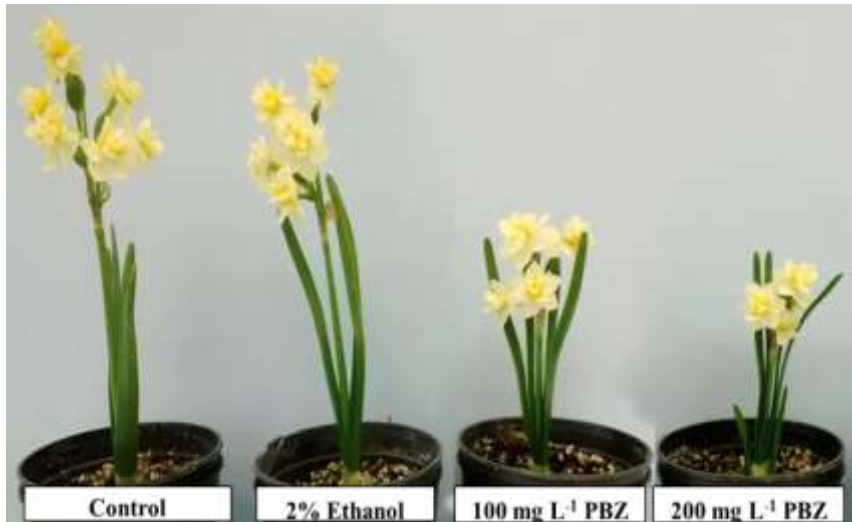


Figure 4. The effects of PBZ bulb soak on *Narcissus tazetta* L. (3 days at the sale stage in lab.)

Şekil 4. Soğana uygulanan PBZ'nin *Narcissus tazetta* L. üzerine etkileri (satış aşaması laboratuvarında 3. gün)

### Quantitative Analysis

Leaf area ratio (LAR): PBZ and FP treatments decreased the LAR. The LAR of 10 mg L<sup>-1</sup> FP, 20 mg L<sup>-1</sup> FP, 100 mg L<sup>-1</sup> PBZ and 200 mg L<sup>-1</sup> PBZ applications were 7.51, 5.80, 7.46 and 5.95 whereas ethanol and control plants were 12.26 and 12.27 cm<sup>2</sup> g<sup>-1</sup>, respectively (Table 3). Plants with gibberellin inhibitor treatments resulted with shorter appearance and smaller leaf area (Table 2, 3). As a result of

increased plant compactness, LAR decreased in this study. Leaf area of *Xanthostemon chrysanthus* (Ahmad Nazarudin et al., 2015) and lantana (Matsoukis et al 2014) decreased with PBZ treatments compared to the control. The reduction in leaf area could be attributed to a reduction in cell elongation and proliferation resulted by reduced GA synthesis with PBZ treatment (Matsoukis et al., 2014). Similarly, the results showed that gibberellin inhibitors are effective to reduce the leaf area ratio of narcissus.

Table 3. Effects of PBZ and FP on the LAR, SLA and LT of *Narcissus tazetta* L. Mean ± SE

Çizelge 3. PBZ ve FP'nin *Narcissus tazetta*'da YAO, ÖYA ve YK üzerine etkileri Ortalama ± SH

Treatments	LAR (cm <sup>2</sup> g <sup>-1</sup> )	SLA (cm <sup>2</sup> g <sup>-1</sup> )	LT (g cm <sup>-2</sup> )
Control	12.27 ± 1.19 a	128.36 ± 12.24 a	0.008 ± 0.0007 c
Ethanol	12.26 ± 1.19 a	107.44 ± 2.960 ab	0.009 ± 0.0003 c
100 mg L <sup>-1</sup> PBZ	7.46 ± 0.20 b	91.76 ± 11.57ab	0.011 ± 0.0016 ab
200 mg L <sup>-1</sup> PBZ	5.95 ± 0.33 b	75.70 ± 8.100 c	0.013 ± 0.0014 a
10 mg L <sup>-1</sup> FP	7.51 ± 1.09 b	81.13 ± 4.290 bc	0.012 ± 0.0007 ab
20 mg L <sup>-1</sup> FP	5.80 ± 0.67 b	71.48 ± 4.700 c	0.014 ± 0.0100 a
Sig.	0.000	0.003	0.006

Values within a column with different letters differ significantly at P≤0.01 SE: Standard Error, LAR: Leaf area ratio, SLA: Specific leaf area, LT: Leaf Thickness

Specific leaf area (SLA): Differences among the treatments were statistically significant (P≤0.01). The lowest SLAs were 71.48 and 75.70 cm<sup>2</sup> g<sup>-1</sup> from 20 mg L<sup>-1</sup> FP and 200 mg L<sup>-1</sup> PBZ, while the control was 128.36 cm<sup>2</sup> g<sup>-1</sup> (Table 3). *Narcissus* applied with gibberellin inhibitors were more compact and smaller SLA than the control. It was reported that the SLA of lantanas applied with PBZ (80 mg L<sup>-1</sup>) was lower compared to control (Matsoukis et al., 2014). Uniconazole decreased SLA of Logan (Nie et al., 2001). Uniconazole is one of gibberellin inhibitors, act by inhibiting gibberellin biosynthesis (Rademacher, 2000).

Leaf thickness (LT): FP and PBZ increased the LT (P≤0.01). The highest leaf thickness were 0.014 and 0.013 g cm<sup>-2</sup> from 20 mg L<sup>-1</sup> FP and 200 mg L<sup>-1</sup> PBZ, respectively, while the untreated control was 0.008 g cm<sup>-2</sup> and plants treated with ethanol was 0.009 g cm<sup>-2</sup> (Table 3). These results showed that there was an increase of the leaves dry weight in the unit area and plants applied FP and PBZ had a thicker and compact structure (Table 3). This increase is probably because of the increase in dry mass per unit area as a result of an increase in the amount of chlorophyll in the unit area. The relative chlorophyll content of the leaves in *Ornithogalum saundersiae* applied with flurprimidol was higher compared to control plants (Salachana and Zawadzinska, 2013). PBZ caused to an increase of leaf thickness by increasing the thickness of cuticle, leaf epidermis, palisade and spongy layer in *Catharanthus roseus* (Jaleel et al., 2007).

Leaf weight ratio (LWR): The use of flurprimidol and paclobutrazol preplant bulb soaks did not affect the LWR of narcissus (Table 4). There was no difference among the applications for leaf weight ratio. Probably this was because of not only increasing the leaf dry weight but also increasing the total dry weight of *Narcissus tazetta* (Table 4).

Table 4. Effects of PBZ and FP on the LWR and SWR of *Narcissus tazetta* L. Mean ± SE

Çizelge 4. PBZ ve FP'nin *Narcissus tazetta*'da OYA ve OGA üzerine etkileri Ortalama ± SH

Treatments	LWR (g/g)	SWR (g/g)
Control	0.09 ± 0.01	0.83 ± 0.090
Ethanol	0.09 ± 0.09	0.81 ± 0.020
100 mg L <sup>-1</sup> PBZ	0.09 ± 0.01	0.83 ± 0.014
200 mg L <sup>-1</sup> PBZ	0.10 ± 0.02	0.86 ± 0.020
10 mg L <sup>-1</sup> FP	0.09 ± 0.01	0.84 ± 0.017
20 mg L <sup>-1</sup> FP	0.10 ± 0.05	0.87 ± 0.012
Sig.	0.116*	0.201*

SE: Standard Error, LWR: Leaf weight Ratio, SWR: Stem weight ratio, \*Not significant

Stem weight ratio (SWR): Statistically significant difference was not found (P>0.05) in SWR (Table 4). In the narcissus, bulbs were considered as the stem therefore the stem weight ratio is the ratio of stem (bulb) dry weight to the total plant dry weight. Gibberellin inhibitor treatments of uniconazole and daminozide reduced dry weight of stem in *Chrysanthemum* (Schuch, 1994). Stem and leaves dry weights of Kalanchoe reduced by uniconazole and paclobutrazol (Lee et al., 2003), but stem weight ratio has not been studied.

## CONCLUSIONS

In conclusion, gibberellin inhibitors at lower concentrations used in this study significantly controlled the plant height in *Narcissus tazetta* both during the greenhouse and postproduction period with no adverse effect on flower life. Therefore, the pre-plant bulb soak treatments of 10 mg L<sup>-1</sup> FP or 100 mg L<sup>-1</sup> PBZ were suggested in order to provide plant height control and to maintain post production quality of *Narcissus tazetta* grown in pots. As to effects of treatments on growth parameters, both gibberellin inhibitors decreased the specific leaf area and leaf area ratio by decreasing the plant height, therefore significantly increased leaf thickness and dry weight of leaves in unit area. In addition, these results on growth parameters revealed that quantitative analysis could be used other related studies in geophytes.

## ACKNOWLEDGEMENT

This study was supported by Project Management Office of Ondokuz Mayıs University (Project No: PYO.ZRT.1904.13.009).

## Contribution of the Authors as Summary

The authors declare the contribution of the authors is equal.

## Statement of Conflict of Interest

The authors have declared no conflict of interest.

## REFERENCES

- Alp Ş, Zeybekoğlu E, Salman A, Özzambak ME 2015. Natural and Naturalized Narcissus Taxa in Anatolia and its Faced Problems. Selçuk Tar Bil Der, 3(2): 304-308.
- Ahmad Nazarudin MR, Tsan FY, Normaniza O, Adzmi Y 2015. Growth and anatomical responses in *Xanthostemon chrysanthus* as influenced by paclobutrazol and potassium nitrate. Sains Malaysiana 44(4):483-489.
- Ahmad Nazarudin MR, Mohd Fauzi R, Tsan FY 2007. Effects of paclobutrazol on the growth and anatomy of stems and leaves of *Syzygium campanulatum*. J Trop For Sci 19(2):86-91.
- Acarsoy N, Özzambak ME 2006. Researches on Evaluation of Some Bulbous Plants as Potted Plants. III. National Ornamental Plants Congress 8-10 November 2006, İzmir, Turkey. pp. 115-121.
- Barker A, McCall I, Whipker BE 2016. Growth control of 'Imperial Dark Blue' Plumbago with ethephon, flurprimidol, and paclobutrazol substrate drenches. HortTechnology 26:493-496.
- Banon S, Gonzalez A, Cano EA, Franco JA, Fernandez JA 2002. Growth development and colour response of potted *Dianthus caryophyllus* Mondriaan to paclobutrazol treatment. Sci Hort 94: 371-377.
- Blázquez MA, Green R, Nilsson O, Sussman MR, Weigel D 1998. Gibberellins promote flowering of *Arabidopsis* by activating the *LEAFY* Promoter. The Plant Cell 10:791-800.
- Cimmino A, Masi M, Evidente M, Superchi S, Evidente A 2017. Amaryllidaceae alkaloids: Absolute configuration and biological activity. Wiley 29:486-499. doi: 10.1002/chir.22719.
- Currey CJ, Lopez RG 2017. Applying plant growth retardants for height control. Commercial Greenhouse and Nursery Production. Purdue University <https://www.extension.purdue.edu/extmedia/HO/HO-248-W.pdf>. Accessed 16 June 2017.
- Çelikel FG, Demir S, Kebeli F, Sarı Ö 2016. Some research studies on cut flower and potted plant production of flower bulbs. Bahçe, Special issue 45(2):873-876.
- Çelikel FG 2015. Samsun ilinin süs bitkileri potansiyeli. In: T. Bakır, H. Duran (Eds.), Tarım-Hayvancılık Çevre-Ekonomi Sağlık Kadın Öğretim Üyeleri Toplum Konferansları. Renkvizyon Matbaacılık Yayıncılık, Bursa, pp.20-31 (In Turkish).
- Çelikel FG, Joyce DC, Faragher JD 2011. Inhibitors of oxidative enzymes affect water uptake and vase life of cut *Acacia holosericea* and *Chamelaucium uncinatum* stems. Postharvest Biology and Technology 60: 149-157.
- Çelikel FG 1993. Yalova (İstanbul) bölgesinde yetiştirilen karanfillerin kesim sonrası dönemde dayanım güçleri üzerinde bir araştırma. PhD thesis, Ege University, İzmir, Turkey.
- Demir S, Çelikel FG 2019. Effects of plant growth regulators on plant height and quantitative properties of *Narcissus tazetta*. Turk J Agric For 43:105-114. doi: 10.3906/tar-1802-106.
- Demir S, Çelikel FG 2018a. A study on plant height control of *Iris* flowers. AGROFOR 3(3): 131-141. doi: 10.7251/AGRENG1803131DUDC 582.572.7:577.175.13.
- Demir S, Çelikel FG 2018b. Plant Height Control of *Narcissus* cv. 'Ice Follies' by Gibberellin Inhibitors as Bulb Soak. Yu J Agr Sci 28(Special issue):102-110.
- Demir S, Çelikel FG 2013. The plant height control by chemical methods of potted flower bulbs. V. Ornamental Plants Congress 6-9 May 2013, Yalova, Turkey. pp.830-834.
- Ferrante A, Trivellini A, Scuderic D, Romano D, Vernieri P 2015. Post-production physiology and handling of ornamental potted plants. Postharvest Biol Tec 100: 99-108. <http://dx.doi.org/10.1016/j.postharvbio.2014.09.005>.
- Gonzalez A, Lozano M, Casas JL, Banon S, Fernandez JA, Franco JA 1999. Influence of growth retardants on the growth and development of *Zantedeschia aethiopica*. Acta Hort 486:333-337.
- Jaleel AC, Manivannan P, Sankar B, Kishorekumar A 2007. Paclobutrazol enhances photosynthesis and



- ajmalicine production in *Catharanthus roseus*. *Process Biochem* 42: 1566-1570. doi: 0.1016/j.procbio.2007.08.006
- Kebeli F, Çelikel FG 2013. Effect of planting time on flower quality and flowering period of natural and cultural *Narcissus* bulbs. V. Ornamental Plants Congress, 6-9 May 2013 Yalova, Turkey, pp. 823-829.
- Kim YH, Khan AL, Hamayun M, Kim JT, Lee JH, Hwang IC, Yoon CS, Lee IJ 2010. Effects of prohexadione calcium on growth and gibberellins contents of *Chrysanthemum morifolium* R. cv Monalisa White. *Scientia Hort* 123:423-427. doi:10.1016/j.scienta.2009.09.022.
- Krug BA, Whipker BE, McCall I, Dole JM 2006. *Narcissus* response to plant growth regulators. *HortTechnology* 16(1):129-132.
- Krug BA, Whipker BE, McCall I, Dole JM 2005. Comparison of flurprimidol to ancymidol, paclobutrazol and uniconazole for tulip height control. *HortTechnology* 15(2):370-373.
- Lee MY, Choi NH, Jeong BR 2003. Growth and flowering of Kalanchoe 'Rako' as affected by concentration of paclobutrazol and uniconazole. *Acta Hort* 624:287-296.
- Li XF, Shao XH, Deng XJ, Wang Y, Zhang XP, Jia LY, Xu J, Zhang DM, Sun Y, Xu L 2012. Necessity of high temperature for the dormancy release of *Narcissus tazetta* var. *chinensis*. *J Plant Physiol* 169:1340-1347. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jplph.2012.05.017>.
- Matsoukis A, Gasparatos D, Chronopoulou-Sereli A 2014. Environmental conditions and drenched-applied paclobutrazol effects on lantana specific leaf area and N, P, K, and Mg content. *Chil. J Agric Res* 74(1):117-122. doi: 10.4067/S0718-58392014000100018.
- Miller WB 2013. Dark-stored flurprimidol solutions maintain efficacy over many weeks. *Hortscience* 48(1):77-81.
- Nie L, Liu HX, Chen LG 2001. Effects of uniconazole on growth, photosynthesis and yield of longan. *Acta Hort* 558:289-292.
- Rademacher W 2000. Growth retardant: effects on gibberellin biosynthesis and other metabolic pathways. *Annu Rev Plant Physiol Plant Mol Biol* 51:501-531. doi: 10.4025/1900/0601-0501\$14.00.
- Salachna P, Zawadzińska A 2013. The effects of flurprimidol concentrations and application methods on *Ornithogalum saundersiae* Bak. grown as a pot plant. *Afr J Agric Res* 8(49):6625-6628. doi: 10.5897/AJAR2013.7261.
- Su W, Chen W, Koshioka M, Mander LN, Hung L, Chen W, Fu Y, Huang K 2001. Changes in gibberellin levels in the flowering shoot of *Phalaenopsis hybrida* under high temperature conditions when flower development is blocked. *Plant Physiol Bioch* 39:45-50.
- Schuch UK 1994. Response of *Chrysanthemum* to uniconazole and daminozide applied as dip to cutting or as foliar spray. *J Plant Growth Regul* 13:115-121.
- Uzun S, Kar H 2004. Quantitative effects of planting time on vegetative growth of broccoli (*Brassica oleracea* var. *italica*), *Pak J Bot* 36(4):769-777.
- Uzun S 1996. The quantitative effects of temperature and light environment on the growth, development and yield of tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) and aubergine (*Solanum melongena*, L.). PhD Thesis, Reading University, England. p.223.
- Verma A, Jain N, Kaur B 2010. Regulation of plant behavior through potential anti gibberellins compounds. *J Plant Sci Res* 26 (2):227-250.
- Yeshitela T, Robbertse PJ, Stassen PJC 2004. Paclobutrazol suppressed vegetative growth and improved yield as well as fruit quality of 'Tommy Atkins' mango (*Mangifera indica*) in Ethiopia. *New Zeal J Crop Hort* 32:281-293.

## Contributions to the Systematic Knowledge of *Chrysophthalmum montanum* (Asteraceae)

Bayram ATASAGUN

Vocational School of Health Services, Selçuk University, Konya-TURKEY

<https://orcid.org/0000-0003-0097-5695>

✉: byrmatsgn@gmail.com

### ABSTRACT

In Turkey, the genus *Chrysophthalmum* Sch.Bip. ex Walp. is represented by 3 taxa, namely *Chrysophthalmum montanum* (DC.) Boiss., *C. dichotomum* Boiss. & Heldr. and *C. gueneri* Aytac & Anderb. *C. montanum* is herbaceous plant that grows on rock cracks and limestone cliffs, in the eastern and southeastern regions of Turkey. In this study, pollen and cypselae morphology of this species was investigated with light microscope (LM) and scanning electron microscope (SEM). Further, the previous description of the species has been expanded. The pollen grains of the species are tricolporate, radially symmetrical, isopolar, shape oblate-spheroidal, ornamentation echinate-perforate. The cypselae of *C. montanum* are brownish, oblong, and glabrous. Pappus uniseriate, with 25-49 bristles, smooth, white and free at base.

### Research Article

#### Article History

Received : 23.09.2020

Accepted : 01.03.2021

#### Keywords

*Chrysophthalmum*  
*Inuleae*  
Cypselae  
Palynology  
Turkey

## *Chrysophthalmum montanum* (Asteraceae)'un Sistematik Bilgisine Katkıları

### ÖZET

Türkiye'de *Chrysophthalmum* Sch.Bip. ex Walp. cinsi *Chrysophthalmum montanum* (DC.) Boiss., *C. dichotomum* Boiss. & Heldr. and *C. gueneri* Aytac & Anderb. olmak üzere 3 taksonla temsil edilmektedir. *C. montanum*, Türkiye'nin Doğu ve Güneydoğu bölgelerinde kaya çatlakları ve kalker kayalıklarında yetişen otsu bir bitkidir. Bu çalışmada, bu türün polen ve sipsela morfolojisi ışık mikroskobu (LM) ve taramalı elektron mikroskobu (SEM) ile incelenmiştir. Ayrıca, türün önceki deskripsiyonu genişletilmiştir. Türün polen taneleri trikolporat, radial olarak simetrik, izopolar, şekli oblat-sferoidal, süslemesi ekinat-perforattır. *C. montanum*'un sipselası kahverengimsi, dikdörtgen ve tüysüzdür. Pappus bir sıralı, 25-49 kıllı, pürüzsüz, beyaz ve tabanda serbesttir.

### Araştırma Makalesi

#### Makale Tarihi

Geliş Tarihi : 23.09.2020

Kabul Tarihi : 01.03.2021

#### Anahtar Kelimeler

*Chrysophthalmum*  
*Inuleae*  
Sipsela  
Palinoloji  
Türkiye

**To Cite :** Atasagun B 2021. Contributions to the Systematic Knowledge of *Chrysophthalmum montanum* (Asteraceae). KSU J. Agric Nat 24 (5): 986-991. DOI: 10.18016/ksutarimdog.vi.798601.

### INTRODUCTION

The Asteraceae family is the largest family of Dicotyledons and includes approximately 1911 genera and 33000 species (The Plant List, 2013). The Asteraceae family is structurally characterized by a variety of sesquiterpenes and therefore it has been comprehensively examined for their cytotoxic, antimicrobial and anticancer activities (Koukoulitsa et al., 2002; Wang et al., 2014; Ayaz et al., 2019). The tribe *Inuleae* is Eurasian, Eastern and South African tribe and includes about 66 genera and 687 species (Anderberg, 1991). The genus *Chrysophthalmum* L., a member of tribe *Inuleae* of the family Compositae, is generally distributed in the South-Eastern of Turkey and Iran region (Aytac and Anderberg, 2001).

The genus *Chrysophthalmum* is represented by four species worldwide. In the Flora of Turkey, the genus

*Chrysophthalmum* has three species, namely *Chrysophthalmum montanum* (DC.) Boiss., *C. dichotomum* Boiss. & Heldr. and *C. gueneri* Aytac & Anderb. (Grierson, 1975; Aytac and Anderberg, 2001; Ayaz et al., 2017).

Several studies have been conducted on *Chrysophthalmum* species so far. The cytotoxic, phytotoxic and insecticidal effects of *C. montanum* and *C. gueneri* were investigated by Ayaz et al. (2017); Ayaz et al. (2018a). Selvi et al. (2014) examined the micromorphological and anatomical features of the *Chrysophthalmum* growing in Turkey. The pollen morphology of three species of the genus *Chrysophthalmum* were studied by Kılıç et al. (2019). Ayaz et al. (2018b) investigated phytotoxic, cytotoxic and insecticidal activities of *C. dichotomum*. Ayaz et al. (2020) analysed antiproliferative constituents from the aerial parts of *C. montanum*.

*C. montanum* is an Irano-Turanian element which grows on rock crevices and limestone cliffs, in the Southeastern and eastern regions of Turkey (Grierson, 1975). Pollen and cypselae micromorphology play significant roles in modern plant taxonomy (Barthlott, 1984). Similarly, Selvi et al. (2014) stated that the characteristics of stems, leaves, trichomes and cypselae are important in distinguishing the *Chrysophthalmum* species. The main purpose of this study is to investigate morphological, palynological, cypselae morphological features of *C. montanum* and to use these characters for systematic purposes.

## MATERIAL and METHODS

In this study, the plant samples of *C. montanum* were collected from natural habitats:

—Turkey. C5 Kayseri: Yahyalı, Aladağ, Derebağ Waterfall, on limestone-calcareous slopes, 1448 m., 38°03'06.08"N, 035°17'36.04" E, 14.07.2018, *B. Atasagun 1099* (ERCH). Samples collected from the field were turned into herbarium specimens and these samples were used in the description studies. The averages of 30 measurements from different samples were used. The morphology of these specimens was examined using a stereo-binocular microscope. Collected plant samples were diagnosed and observed results were checked from the Flora of Turkey.

The pollen grains of *C. montanum* was obtained from dried herbarium specimens. The pollen slides were prepared according to Wodehouse (1935) method for LM study. On average, 30 pollen grains were measured for all quantitative characters. For scanning electron microscopy (SEM) studies, the dry pollen grains and cypselae were transferred to stubs using double-sided adhesive tape and coated with gold-palladium. GeminiSEM 500 computer-controlled field emission scanning electron microscope was used for the examination. The terminology chiefly follows Faegri and Iversen (1992) and Punt et al. (2007).

Seeds collected from natural populations or herbarium specimens were used to study seed micromorphological features. A digital stereo microscope (Leica EZ4HD) and scanning electron microscope (LEO 440) were used for seed morphology. On an average, 30 measurements were made for all quantitative characters. The terminology mainly follows Punt et al. (2007).

## RESULTS

### Morphological characteristics

**Description:** Rhizomatous perennial. Stems erect or ascending, 25-50 cm tall, branching from upper nodes, glandular-villous. Lower leaves persistent at anthesis, narrowly oblanceolate, 1.5-13.5 × 0.3-1 cm (incl. petiole), densely glandular-villous, margin entire, rarely covered with spreading long whitish hairs, acute or acuminate at apex, attenuate at base. Cauline

leaves narrowly oblanceolate, 5-8.5 × 0.6-0.9 cm, sparsely glandular-villous, margin entire, acute or mucronulate, attenuate to semi-amplexicaul at base. Upper cauline leaves similar, but sessile, 4-8 × 0.4-1.1 cm, sparsely villous and weakly glandular hairy, semi-amplexicaul at base. Capitula heterogamous, disciform, 6-30 in racemes or corymbs, rarely solitary. Involucre 0.6-1.1 cm broad, phyllaries imbricate, 4-5-seriate. Outer phyllaries oblong-lanceolate, 1.86-3.66 × 0.8-1.46 mm, glandular-villous, margin entire and short ciliate, acute at apex. Median phyllaries membranous at base, oblong-lanceolate, 3.81-5.38 × 0.7-1.29 mm, long villous and glandular hairy, margin entire and ciliate, acute at apex. Inner phyllaries membranous, linear, 3.39-5.46 × 0.56-0.9 mm, glandular-villous, margin entire and ciliate, acute at apex. Palea linear, 0.2-0.3 × 3-5 mm. Female flowers 1-seriate, tubular, 5.08-6.24 × 0.3-0.57 mm, subglabrate at apex. Disc flowers 6-6.56 × 0.47-0.67 mm. Cypselae 2.33-2.89 mm, c. 10 striate, glabrous. Pappus, 25-49, 0.35-0.57 mm, white, free at base.

Flowering and fruiting in July–August. (Figure 1).

### Pollen and Seed Morphology

The pollen grains of *C. montanum* are radially symmetrical, isopolar and have a tricolporate aperture. Polar axis (P) is 24.08 µm, equatorial axis (E) is 24.73 µm. The shape of pollen is oblate-spheroidal. Ornamentation is echinate-perforate. Exine thickness is 1.63 µm and intine 1 µm (Figure 2). Details of the pollen characteristics of *C. montanum* are shown in Table 1.

The cypselae of *C. montanum* are 2.33-2.89 mm long, oblong, mature one brownish, c. 10 striate, glabrous. Surface of cypselae is irregular sulcate. Pappus uniseriate, with 25-49 bristles, 0.35-0.57 mm long, smooth, white and free at base (Figure 3).

## DISCUSSION

*C. montanum* grows on rock crevices and limestone cliffs, in the Southeastern and Eastern regions of Turkey (Grierson, 1975). The morphology, pollen and cypselae micromorphology of *C. montanum* were investigated comprehensively in this study. The morphological results of this study were suitable for the description of *C. montanum* stated in the Flora of Turkey. However, there were minor differences, especially in terms of indumentum (Table 2). Prior description of *C. montanum* was supplemented and corrected in the light of the new observations on these plants.

The pollen morphology of some *Chrysophthalmum* taxa has been investigated by Kılıç et al. (2019). The general characteristics of *Chrysophthalmum* pollens are as follows: pollen grains are 3-colporate, spheroidal, echinate (Kılıç et al., 2019).

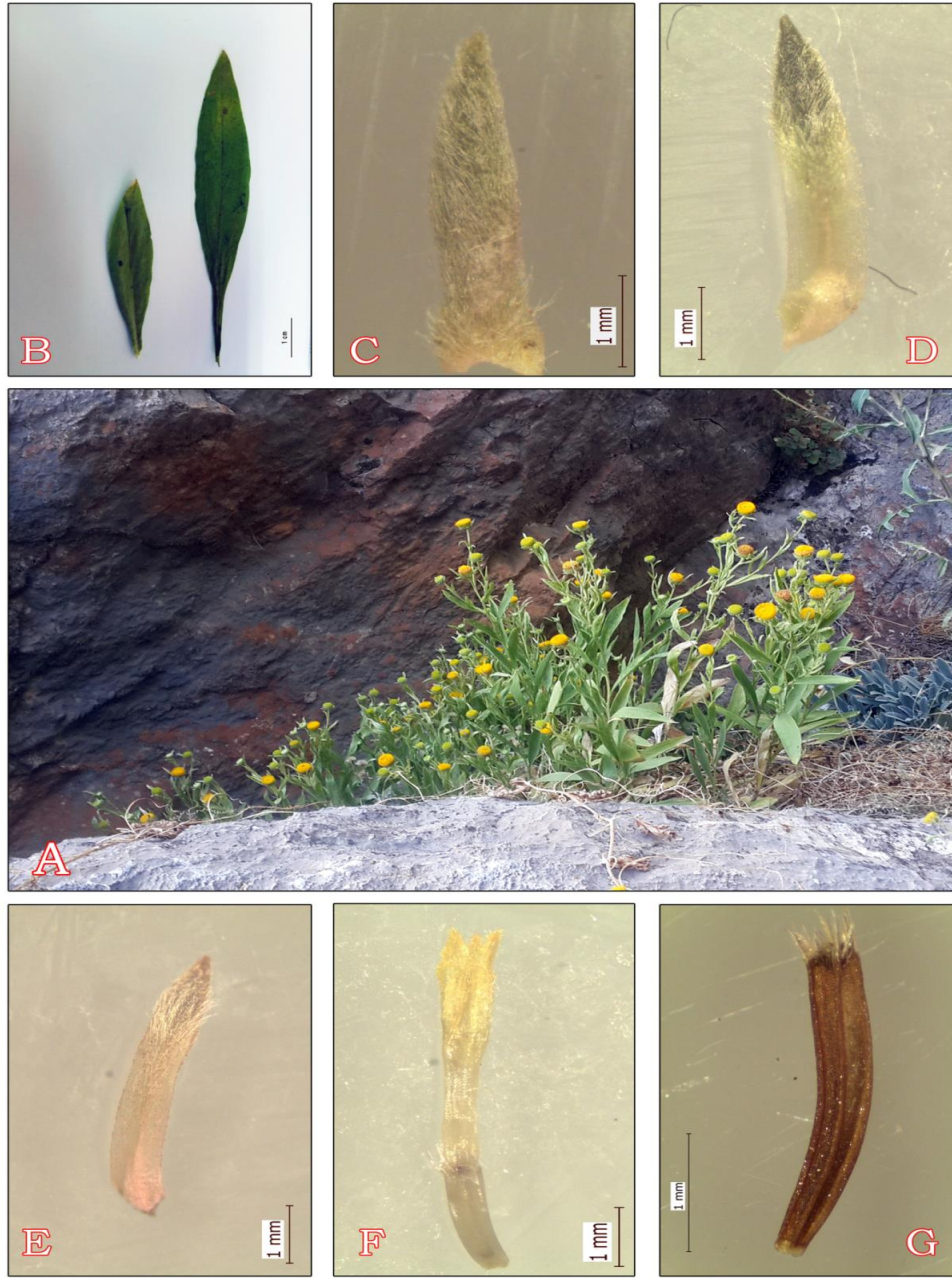


Figure 1. *C. montanum* A) Habitus, B) Cauline leaves, C) Outer phyllary, D) Median phyllary, E) Inner phyllary, F) Female flower, G) Cypsel.  
Şekil 1. *C. montanum*'ün A) Genel görünüş, B) Gövde yaprakları, C) Dış fillariler, D) Orta fillariler, E) İç fillariler, F) Dişi çiçek, G) Aken.

The pollen grains of *C. montanum* are radial symmetry, isopolar, oblate-spheroidal, tricolporate and echinate-perforate. Present pollen features were usually consistent with the study of Kılıç et al. (2019), but some features were different. The pollen shape of *C. montanum* is oblate-spheroidal in this study while it was reported as only spheroidal by Kılıç et al. (2019). Also, the t (apocolpium) of pollen grains of *C. montanum* was measured 17.02  $\mu\text{m}$  in this study, Kılıç et al. (2019)'s study measured as 7.15  $\mu\text{m}$ . There is also no information about L (AMB) in Kılıç et al. (2019). The pollen morphology of some *Inula* taxa which is the

closest genus to *Chrysophyllum* has been investigated by several authors. The general characteristics of *Inula* pollens are 3-colporate, oblate-spheroidal, echinate (Osman, 2006; Dosa, 2014). Current palynological findings are consistent with mentioned studies and some *Inula* species above (Osman, 2006; Dosa, 2014).

The morphological characteristic of cypsel in Asteraceae has significant systematic value and has been widely used for the phylogeny and classification in the family (Ciccarelli et al., 2007; Hussein and Eldemerdash, 2017; Ghimire et al., 2018).

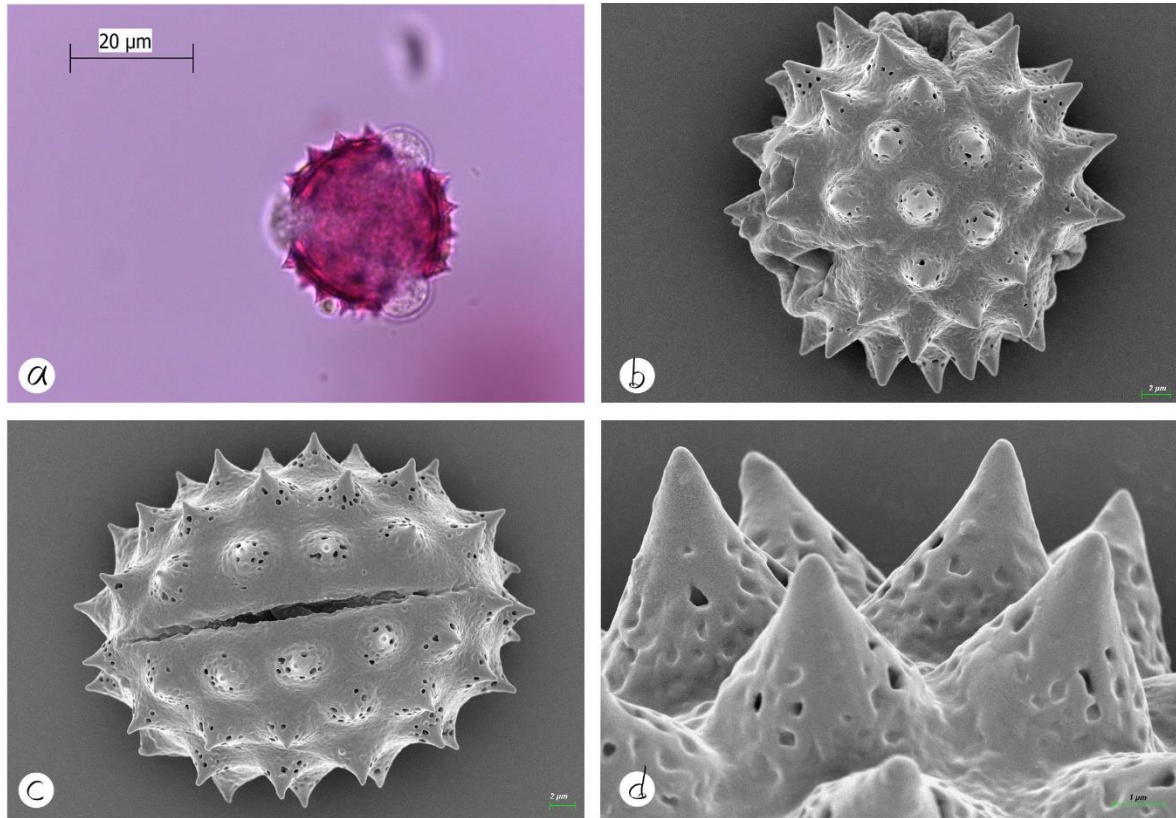


Figure 2. *C. montanum* a) General view of pollen grains in LM, b) Polar view of pollen grain in SEM, c) Equatorial view of pollen in SEM, d) Details of pollen surface in SEM.

Şekil 2. *C. montanum*'un a) Işık mikroskopunda polen tanelerinin genel görünüşü, b) Elektron mikroskopunda polen tanesinin polar görünüşü, c) Elektron mikroskopunda polen tanesinin ekvatoryal görünüşü, d) Elektron mikroskopunda polen yüzeyinin detaylı görünüşü.

Table 1. The pollen morphological characteristics of *C. montanum*

*Çizelge 1. C. montanum'un polen morfolojik özellikleri*

	<i>C. montanum</i>		
	M (µm) (Ortalama)	SE (Std. Hata)	Min. - Max. (µm)
P (polar axis)/ <i>polar eksen</i>	24.08	0.20	22-25.8
E (equatorial axis)/ <i>ekvatoryal eksen</i>	24.73	0.19	22.69-26.26
P/E	0.97	0.01	0.90-1.04
L (AMB) (equatorial diameter)/ <i>ekvatoryal çap</i>	23.6	0.17	21.83-25.39
clg (colpus length)/ <i>kolpus uzunluğu</i>	17.34	0.23	14.74-19.53
porus diam./ <i>por çapı</i>	6.09	0.63	5.37-6.82
t (apocolpium)/ <i>apokolpium</i>	17.02	0.12	16.04-18.64
dh (spine length)/ <i>diken uzunluğu</i>	3.46	0.09	2.32-4.58
dt (spine width)/ <i>diken genişliği</i>	3.89	0.09	2.57-5.43
Eksine	1.63	0.06	1.03-2.15
Intine	1	0.03	0.78-1.47
Polen shape/ <i>Polen şekli</i>	Oblate-spheroidale		
Aperture	Tricolporate		
Ornamentation/ <i>Süsleme</i>	Echinate-perforate		
Size/ <i>Ebat</i>	Small		

The cypsels of *C. montanum* are oblong, 2.33-2.89 mm long, mature one brownish, c. 10 striate, glabrous. Pappus uniseriate, with 25-49 bristles, 0.35-0.57 mm long, smooth, white and free at base. The cypsela

morphology of *C. montanum*, *C. dichotomum* and *C. gueneri* taxa has been examined by Selvi et al. (2014). Selvi et al. (2014) stated that the general features of

*Chrysophthalmum* cypselae are narrowly obovate, obovate-oblongoid or narrowly elipsoidal to cylindrical, pale brown to dark brown, hairy or glabrous. The results of this study are in unconformity with Selvi et al. (2014). The cypselae shape of *C. montanum* is oblong in this study while it was reported as obovate, obovate-oblongoid or narrowly elipsoidal by them. Also, the cypselae size of *C. montanum* is 2.33-

2.89 mm long, while it was reported as 1.2–2.5 x 0.14–0.38 mm by Selvi et al. (2014). Consequently, the morphology, pollen and cypselae micromorphology of *C. montanum* were investigated extensively in this study. Morphological description of the species was improved and extended which contributed to the systematic knowledge of the genus *Chrysophthalmum*.

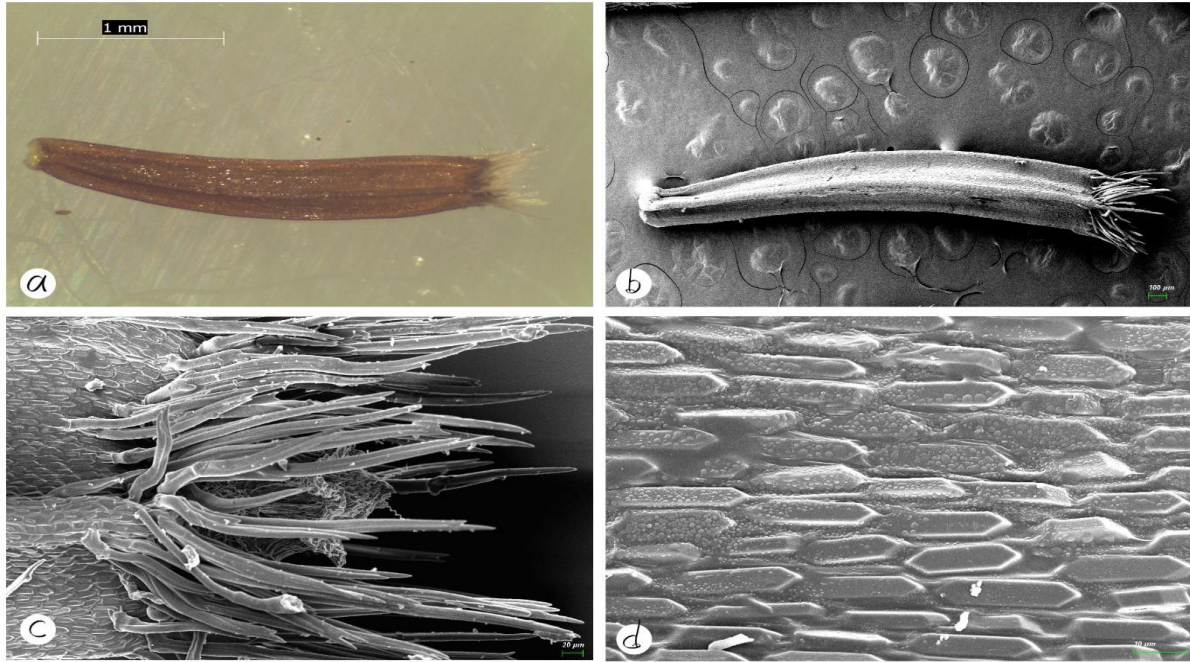


Figure 3. *C. montanum* a) Cypselae general view in LM, b) SEM photos of cypselae c) Pappus, d) Fruit wall details.  
Şekil 3. *C. montanum*'un a) Işık mikroskopunda akenin genel görünüşü, b) Elektron mikroskopunda akenin görünüşü, c) Tüylere, d) Meyve çeperinin detayları.

Table 2. Comparison of the morphological characteristics of *C. montanum* with previous study  
Çizelge. *C. montanum*'un morfolojik özelliklerinin önceki çalışma ile karşılaştırılması

	Flora of Turkey/ <i>Türkiye Florası</i> (Grierson, 1975)	Current study/ <i>Mevcut Çalışma</i>
Stem indumentum/ <i>Gövde tüyleri</i>	silkily pubescent	glandular-villous
Basal leaves/ <i>Taban yaprakları</i>	densely sericeous	densely glandular-villous
Phyllaries/ <i>Brakte</i>	Linear-lanceolate, adpressed-pubescent	Oblong-lanceolate, glandular-villous
Corollas of female flowers / <i>Dişi çiçeklerin korollası</i>	c. 4 mm	5.08-6.24 × 0.3-0.57 mm
Corollas of hermaphrodite flowers / <i>Erdişi çiçeklerin korollası</i>	4.5-5 mm	6-6.56 × 0.47-0.67 mm
Cypselae/ <i>Sipsela</i>	2 mm	2.33-2.89 mm, c. 10 striate
Pappus	c. 0.4 mm	25-49, 0.35-0.57 mm, free at base

## ACKNOWLEDGEMENTS

The author would like to thank Prof. Dr. Ergin Hamzaoğlu and Assoc. Prof. Dr. Murat Koç for their useful comments.

## Statement of Conflict of Interest

Author has declared no conflict of interest.

## REFERENCES

- Anderberg AA 1991. Taxonomy and Phylogeny of The Tribe Inuleae (Asteraceae). *Plant Systematics and Evolution* 176 (1): 75–123.
- Ayaz F, Emerce E, Gören N, Çalış İ, Ur Rehman M, Iqbal Choudhary M, Küçükboyacı N 2020. Antiproliferative Constituents from The Aerial Parts of *Chrysophthalmum montanum* (DC.) Boiss.

- Phytochemistry Letters 36: 173–182.
- Ayaz F, Küçükboyacı N, Bani B, Şener B, Choudhary MI 2018a. Phytotoxicity, Toxicity on Brine Shrimp and Insecticidal Effect of *Chrysophthalmum gueneri* Aytac & Anderb. Growing in Turkey. Turkish Journal of Pharmaceutical Sciences 15 (3): 382–385.
- Ayaz F, Kucukboyacı N, Bani B, Sener B, Choudhary M 2018b. Phytotoxic, Cytotoxic and Insecticidal Activities of *Chrysophthalmum dichotomum* Boiss. and Heldr. Indian Journal of Pharmaceutical Education and Research 52: 252–256.
- Ayaz F, Küçükboyacı N, Duman H, Şener B, Choudhary MI 2017. Cytotoxic, Phytotoxic and Insecticidal Activities of *Chrysophthalmum montanum* (DC.) Boiss. Turkish Journal of Pharmaceutical Sciences 14 (3): 290–293.
- Ayaz F, Küçükboyacı N, Gören N, Çalış İ, Aydınlik Ş, Ulukaya E, Duman H, Choudhary MI 2019. Bioassay-guided isolation of cytotoxic compounds from *Chrysophthalmum montanum* (DC.) Boiss. Food and Chemical Toxicology 125: 10–20.
- Aytac Z, Anderberg AA 2001. A new species of *Chrysophthalmum* Schultz Bip. (Asteraceae-Inuleae) from Turkey. Botanical Journal of the Linnean Society 137 (2): 211–214.
- Barthlott W 1984. Microstructural Features of Seed Surface. In: Heywood VH and Moore DC Eds., Current Concepts in Plant Taxonomy, Academic Press, London, 95–105.
- Ciccarelli D, Garbari F, Pagni A 2007. Glandular Hairs of the Ovary: A helpful character for Asteroideae (Asteraceae) Taxonomy? Annales Botanici Fennici 44: 1–7.
- Dosa G 2014. Contributions to The Pollen Morphology of The *Inula* Genus from Hungary. Acta Botanica Hungarica 56 (3-4): 299–304.
- Faegri K, Iversen J 1992. Textbook of Pollen Analysis. Alden Press, London, UK, 328 pp.
- Ghimire B, Suh G, Lee C, Heo K and Jeong M-J 2018. Cypselae morphology of *Cirsium* species (Asteraceae) and Its Taxonomic Implications. Flora 249: 40–52.
- Grierson A 1975. *Chrysophthalmum* Schultz Bip. Flora of Turkey and the East Aegean Islands. 5: 52–53.
- Hussein H, Eldemerdash M 2017. Comparative Morphology and Surface Microsculpture of Cypselae in Some Taxa of the Asteraceae and Their Taxonomic Significance. Egyptian Journal of Botany 56: 409–422.
- Kılıç N, Paksoy MY, Özdemir E 2019. Pollen morphology of three *Chrysophthalmum* schultz bip. (Asteraceae) species in Turkey. Comptes Rendus de L'Academie Bulgare des Sciences 72: 204–211.
- Koukoulitsa E, Skaltsa H, Karioti A, Demetzos C, Dimas K 2002. Bioactive sesquiterpene lactones from *Centaurea* species and their cytotoxic/cytostatic activity against human cell lines in vitro. Planta Medica 68: 649–652.
- Osman A 2006. Contributions to The Pollen Morphology of The Tribe Inuleae (subfamily Asteroideae-Compositae) in the flora of Egypt. Feddes Repertorium 117 (3-4): 193–206.
- Punt W, Hoen P, Blackmore S, Nilsson S, Le Thomas A 2007. Glossary of pollen and spore terminology. Review of Palaeobotany and Palynology 143 (1-2): 1–81.
- Selvi S, Paksoy MY, Polat R, Cakilcioglu U 2014. Micromorphological and Anatomical Characteristics of the Genus *Chrysophthalmum* Schultz Bip. (Asteraceae) Growing in Turkey. Proceedings of the National Academy of Sciences, India Section B: Biological Sciences 84 (2): 431–438.
- The Plant List (2013). Version 1.1. Published on the Internet; <http://www.theplantlist.org/> (accessed 03.11.2020).
- Wang GW, Qin JJ, Cheng XR, Shen YH, Shan L, Jin HZ, Zhang WD 2014. *Inula* sesquiterpenoids: structural diversity, cytotoxicity and anti-tumor activity. Expert Opinion on Investigational Drugs 23: 317–345.
- Wodehouse RP 1935. Pollen grains, McGraw-Hill Book Company, Inc; New York; London.

## Ekmeklik Buğday (*Triticum aestivum* L.) Genotiplerinde Genotip ve Çevrenin Tane Verimi ve Bazı Kalite Özellikleri Üzerine Etkisinin Temel Bileşen ve GGE Biplot Analizleri ile Değerlendirilmesi

Turhan KAHRAMAN<sup>1</sup>, Hüseyin GÜNGÖR<sup>2</sup>, İrfan ÖZTÜRK<sup>3</sup>, İlker YÜCE<sup>4</sup>, Ziya DUMLUPINAR<sup>5</sup>

<sup>1</sup>Trakya Tarımsal Araştırma Enstitüsü, EDİRNE, <sup>2</sup>Düzce Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, DÜZCE, <sup>3</sup>Trakya Tarımsal Araştırma Enstitüsü, EDİRNE, <sup>4</sup>Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarımsal Biyoteknoloji Bölümü, KAHRAMANMARAŞ

<sup>1</sup><https://orcid.org/0000-0001-5831-094X>, <sup>2</sup><https://orcid.org/0000-0001-6708-6337>, <sup>3</sup><https://orcid.org/0000-0002-1858-0790>

<sup>4</sup><https://orcid.org/0000-0002-9761-3561>, <sup>5</sup><https://orcid.org/0000-0003-3119-6926>

✉: hgungor78@hotmail.com

### ÖZET

Bu çalışma, beş ekmeklik buğday genotipi (Pehlivan, Aldane, Selimiye, Gelibolu ve Bereket) ve üç ileri hatta (TE-5843, TE-5427 ve TE-5857) tane verimi ve bazı kalite kriterleri üzerine genotip x çevre interaksiyonunun etkilerini temel bileşen ve biplot analizi ile değerlendirmek amacıyla, 2010-11, 2011-12 ve 2012-13 ürün yıllarında Edirne, Kırklareli ve Tekirdağ lokasyonlarında (toplam dokuz farklı çevrede) yürütülmüştür. Deneme, tesadüf blokları deneme desenine göre dört tekerrürlü olarak yürütülmüştür. Çalışmada tane verimi (TV), bin tane ağırlığı (BinTA), hektolitreye ağırlığı (HL), protein oranı (PO), gluten oranı (GO), gluten indeksi (GI) ve zeleny sedimentasyon (ZS) özellikleri incelenmiştir. Genotip, çevre ve genotip x çevre interaksiyonları incelenen tüm özellikler bakımından istatistiki olarak önemli bulunmuştur. Araştırma sonuçlarına göre genotiplere ait en düşük, en yüksek ve ortalama TV 598.5-708.3 (661.6) kg da<sup>-1</sup>, BinTA 35.3-46.5 (40.7) g, HL 80.4-83.3 (82.2) kg/hl, PO % 10.9-12.6 (11.7), GO % 28.1-36.5 (33.0), GI % 62.9-94.2 (85.1), ZS ise 38.4-56.2 (47.6) ml olarak belirlenmiştir. Çevre ortalamalarına göre en yüksek TV (708.3 kg da<sup>-1</sup>) Bereket çeşidinden, BinTA (46.48 g) Pehlivan çeşidinden, PO (% 12.60) ve ZS (56.22 ml) Aldane çeşidinden, HL (83.27 kg hl<sup>-1</sup>) Selimiye çeşidinden, GO (% 36.50) TE-5427 genotipinden ve GI (% 94.21) ise TE-5857 genotipinden elde edilmiştir. Temel bileşenler biplot analizleri (PCA) incelenen özellikler ile genotipler arasındaki ilişkileri % 86.1 oranında açıklamıştır. Buna göre TV ve PO arasında ise negatif bir kolelasyon belirlenmiştir. Tane veriminde GGE biplot analizleri genotip + genotip x çevre ilişkisini % 72.07 oranında açıklamıştır. Tane verimine göre üç mega çevre oluşmuş, Bereket ile Gelibolu çeşitleri altı çevrenin yer aldığı en büyük mega çevrede yer alarak öne çıkan çeşitler olmuşlardır.

### Araştırma Makalesi

#### Makale Tarihi

Geliş Tarihi : 22.12.2020

Kabul Tarihi : 12.02.2021

#### Anahtar Kelimeler

Ekmeklik buğday  
Çevre  
GGE Biplot  
Tane verimi  
Temel bileşenler analizi

## Evaluating The Effects of Genotype and Environment on Yield and Some Quality Parameters in Bread Wheat (*Triticum aestivum* L.) Genotypes Using Principal Component and GGE Biplot Analyses

### ABSTRACT

This study was conducted to evaluate genotype and genotype x environment interaction via principal component and biplot analysis on grain yield and some quality parameters with five bread wheat genotypes (Pehlivan, Aldane, Selimiye, Gelibolu and Bereket) and three advanced lines (TE-5843, TE-5427 and TE-5857) in 2011, 2012 and 2013 production season in Edirne, Kırklareli and Tekirdağ locations (a total number of nine environments). The experiment was designed in a randomized complete block design with four replications. In the study, grain yield (GY), thousand kernel weight (TKW), test weight (TW), protein ratio (PR), gluten content (GC), gluten index (GI) and zeleny sedimentation (ZS) traits were

### Research Article

#### Article History

Received : 22.12.2020

Accepted : 12.02.2021

#### Keywords

Bread wheat  
Environment  
GGE biplot  
Grain yield  
Principal component analysis



investigated. Genotype, environment and genotype x environment interactions were found significant for all investigated traits. According to the results, the lowest, the highest and mean values were determined as 598.5-708.3 (661.6) kg da<sup>-1</sup> for GY, 35.3-46.5 (40.7) g for TKW, 80.4-83.3 (82.2) kg hl<sup>-1</sup> for TW, 10.9-12.6 (11.7)% for PR, 28.1-36.5 (33.0)% for GC, 62.9-94.2 (85.1) % for GI and 38.4-56.2 (47.6) ml for ZS, respectively. Based on environment averages the highest values were obtained from Bereket cultivar for GY (708.3 kg da<sup>-1</sup>), Pehlivan cultivar for TKW (46.48 g), Aldane cultivar for PR (12.60%) and ZS (56.22 ml), Selimiye cultivar for TW (83.27%), TE-5427 genotype for GC (36.50%) and TE-5857 for GI (94.21%). The principal component biplot analysis (PCA) explained 86.1% of the relationship between the investigated traits and genotypes. Thus, a negative correlation was determined between GY and PR. GGE biplot analysis explained 72.07% of the relationship of genotype + genotype x environment for GY. Therefore, three mega environments were determined and Bereket and Gelibolu cultivars took place in the biggest mega environment consisted of six environments as featured cultivars.

**Atıf İçin:** Kahraman T, Güngör H, Öztürk İ, Yüce İ, Dumlupınar Z 2021. Ekmeklik Buğday (*Triticum aestivum* L.) Genotiplerinde Genotip ve Çevrenin Tane Verimi ve Bazı Kalite Özellikleri Üzerine Etkisinin Temel Bileşen ve GGE Biplot Analizleri ile Değerlendirilmesi. KSÜ Tarım ve Doğa Derg 24 (5): 992-1002. DOI: 10.18016/ksutarimdog.vi.845127.

**To Cite:** Kahraman T, Güngör H, Öztürk İ, Yüce İ, Dumlupınar Z 2021. Evaluating The Effects of Genotype and Environment on Yield and Some Quality Parameters in Bread Wheat (*Triticum aestivum* L.) Genotypes Using Principal Component and GGE Biplot Analyses. KSU J. Agric Nat 24 (5): 992-1002. DOI: 10.18016/ksutarimdog.vi.845127.

## GİRİŞ

Türkiye’de buğday 7.1 milyon ha ekiliş alanı ve 22 milyon ton üretimi ile kültür bitkileri arasında ilk sırada yer almaktadır (TUİK, 2020). Buğday genotiplerinin verim ve kalite özellikleri yetiştirildikleri çevrelere ve yıllara göre önemli derecede değişiklik göstermektedir (Güngör ve Dumlupınar, 2019; Çay, 2020).

Buğday’da kalite özellikleri, birçok gen tarafından kontrol edilmekte ve genotip x çevre interaksiyonlarından önemli derecede etkilenmektedir (Peterson ve ark., 1992; Atlı, 1999; Ünal, 2002). Buğday genotiplerinin kaliteli olarak kabul edilebilmesi için tane verimi, protein oranı, sedimantasyon değeri, bin tane ağırlığı, hektolitreye ağırlığı, gluten oranı ve gluten indeksi değerlerinin istenilen düzeyde olması istenmektedir (Miadenow ve ark., 2001; Kahraman ve ark., 2008).

Buğdayda protein oranı, genotip ve çevre koşullarına bağlı olarak değişim göstermektedir (Ünal, 2002). Kendal ve Doğan (2013), Aydoğan ve Soylu (2017), Mut ve ark., (2017) ve Güngör ve Dumlupınar (2019) gibi araştırmacıların farklı ekolojik koşullarda yürütmüş oldukları çalışmalarda protein oranının; % 9.8 -16.2 arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Buğdayda protein oranı ile birlikte proteinin kalitesi de önem taşımaktadır. Buğday proteinin kalitesinin ölçülmesinde kullanılan önemli yöntemlerden birisi de sedimantasyon değeridir (Zeleny, 1947). Sedimantasyon değeri gluten oranını ve kalitesini

belirlemektedir. Tahıllarda bin tane ağırlığı tane verimini etkileyen önemli özelliklerden birisidir (Gençtan ve Sağlam, 1987; Korkut ve ark., 1993). Poehlman (1987) bin tane ağırlığının çevre koşullarından etkilenmekle birlikte çeşitlerin genetik yapısından kaynaklanabileceğini de belirtmiştir. Hektolitreye ağırlığı belli bir hacimdeki tane ağırlığı olarak tanımlanmaktadır ve tane yapısı ve çevrenin önemli etksi bulunmaktadır (Schular ve ark., 1994).

Temel bileşen analizleri (PCA) ve biplot yaklaşımları incelenen parametreler arasındaki ilişkileri görsel olarak sunma ve değerlendirme esasına dayalı incelenen özellikler ile genotiplerin aynı anda görsel açıdan değerlendirme fırsatını sağlayan, bu sayede incelenen özelliklerin pozitif ve negatif korelasyonlarını ve genotiplerin bu özellikler ile ilişkisini belirleme yeteneğine sahip, son yıllarda sıkça kullanılan oldukça başarılı bir yaklaşımdır (Yau, 1995; Yan ve ark. 2007). Yine genotip + genotip x çevre (GGE) biplot analizleri her bir özellik için genotip, genotip x çevre interaksiyonunu çevre ile elde edilen genotip verileri ile değerlendirilmesini sağlayan bir yaklaşımdır. Bu analizde sütun ve satır faktörlerinin ikili interaksiyonları görsel olarak gösterilebilmektedir (Yan ve Tinker, 2006). GGE biplot analizi ile her bir özellik için genotipler ve çevrelerin iki yönlü veri analizi yapılabilmektedir (Yan, 2001). Bitki ıslahında son zamanlarda araştırmacılar GGE biplot analiz yöntemini farklı bitki gruplarının değerlendirilmesinde kullanmışlar-

dır (Farshadfar ve ark., 2013; Sayar ve Han, 2015; Sayar ve Han, 2016; Aktaş ve ark., 2017; Güngör ve ark., 2019).

Bu çalışmada, bazı ekmeklik buğday genotiplerinin farklı lokasyonlardaki tane verimi ve bazı kalite özelliklerinin PCA ve GGE biplot analiz yöntemleri kullanarak değerlendirilmesi ve farklı çevrelerde yüksek verim ve kalite özelliklerine sahip genotiplerin belirlenmesi amaçlanmıştır.

## MATERYAL ve METOD

Araştırmada, Trakya-Marmara bölgesinde üretimi yapılan beş çeşit (Pehlivan, Aldane, Selimiye,

Gelibolu ve Bereket) ve üç ileri hat (TE-5843, TE-5427 ve TE-5857) olmak üzere toplam sekiz genotip materyal olarak kullanılmıştır. Denemeler, dokuz farklı çevrede, 2010-13 arasında 3 yıl Edirne, Kırklareli ve Tekirdağ'da yürütülmüştür. Edirne, Kırklareli ve Tekirdağ çevrelerine ait üç yıllık ürün yetiştirme sezonu iklim verileri Çizelge 1'de verilmiştir.

Araştırma, tesadüf blokları deneme desenine göre dört tekerrürlü olarak yürütülmüştür. Ekimler, m<sup>2</sup>'ye 500 adet tohum olacak şekilde sıra arası mesafesi 17 cm olan 6 sıralı özel deneme mibzeri ile yapılmıştır.

Çizelge 1. 2010-2011, 2011-2012, 2012-2013 ürün yetiştirme yıllarına ait iklim verileri  
Table 1. Climate data for 2010-2011, 2011-2012, 2012-2013 cropping years

Çevreler (Locations)	Aylar (Months)	2010-2011		Çevreler (Locations)	Aylar (Months)	2011-2012		Çevreler (Locations)	Aylar (Months)	2012-2013	
		Yağış (Precipitation)	Ort.°C (Aver.°C)			Yağış (Precipitation)	Ort.°C (Aver.°C)			Yağış (Precipitation)	Ort.°C (Aver.°C)
Edirne_2011	Ekim	68.5	13	Edirne_2012	Ekim	95	12.3	Edirne_2013	Ekim	46.1	18.9
Kırklareli_2011	Ekim	63.5	12.6	Kırklareli_2012	Ekim	120.4	16.7	Kırklareli_2013	Ekim	127.9	17.4
Tekirdağ_2011	Ekim	216	15.1	Tekirdağ_2012	Ekim	158	14	Tekirdağ_2013	Ekim	169.9	19.2
Edirne_2011	Kasım	39.7	13.5	Edirne_2012	Kasım	1.4	6.1	Edirne_2013	Kasım	12.4	12.2
Kırklareli_2011	Kasım	97.4	14	Kırklareli_2012	Kasım	2	-	Kırklareli_2013	Kasım	48.8	11.4
Tekirdağ_2011	Kasım	30.6	15.3	Tekirdağ_2012	Kasım	4.4	8.5	Tekirdağ_2013	Kasım	24.8	13.7
Edirne_2011	Aralık	34.4	5.7	Edirne_2012	Aralık	71.4	7.8	Edirne_2013	Aralık	165.8	3.6
Kırklareli_2011	Aralık	80.5	7	Kırklareli_2012	Aralık	107.4	6.3	Kırklareli_2013	Aralık	215	4.2
Tekirdağ_2011	Aralık	107.8	8.8	Tekirdağ_2012	Aralık	75.6	8.1	Tekirdağ_2013	Aralık	184.6	6.4
Edirne_2011	Ocak	45.8	2.5	Edirne_2012	Ocak	108.8	2	Edirne_2013	Ocak	134.6	4.2
Kırklareli_2011	Ocak	35.3	3.5	Kırklareli_2012	Ocak	131.2	1.1	Kırklareli_2013	Ocak	96.8	6.1
Tekirdağ_2011	Ocak	45.8	5.3	Tekirdağ_2012	Ocak	44.6	3.5	Tekirdağ_2013	Ocak	100	6.5
Edirne_2011	Şubat	13.4	2.5	Edirne_2012	Şubat	43.4	1.5	Edirne_2013	Şubat	104.5	6.8
Kırklareli_2011	Şubat	23.8	2.9	Kırklareli_2012	Şubat	17.9	1.3	Kırklareli_2013	Şubat	98.6	6.4
Tekirdağ_2011	Şubat	40.2	5.1	Tekirdağ_2012	Şubat	42.7	3.2	Tekirdağ_2013	Şubat	88.8	7.8
Edirne_2011	Mart	16	7.4	Edirne_2012	Mart	4.6	8.9	Edirne_2013	Mart	62.9	9.8
Kırklareli_2011	Mart	13.6	6.6	Kırklareli_2012	Mart	8.4	7.3	Kırklareli_2013	Mart	57	8.6
Tekirdağ_2011	Mart	22.2	-	Tekirdağ_2012	Mart	18	7.9	Tekirdağ_2013	Mart	52.8	9.6
Edirne_2011	Nisan	47.4	10.5	Edirne_2012	Nisan	55.7	15.5	Edirne_2013	Nisan	51	--
Kırklareli_2011	Nisan	37.5	9.8	Kırklareli_2012	Nisan	47.9	14	Kırklareli_2013	Nisan	23.4	14.1
Tekirdağ_2011	Nisan	75.2	10.5	Tekirdağ_2012	Nisan	61.4	14.1	Tekirdağ_2013	Nisan	16	13.5
Edirne_2011	Mayıs	12.4	17.4	Edirne_2012	Mayıs	104.6	19.1	Edirne_2013	Mayıs	11	20.8
Kırklareli_2011	Mayıs	20.4	17.2	Kırklareli_2012	Mayıs	127.8	18	Kırklareli_2013	Mayıs	33	20.3
Tekirdağ_2011	Mayıs	41.8	16.5	Tekirdağ_2012	Mayıs	62.4	18.1	Tekirdağ_2013	Mayıs	8	19.5
Edirne_2011	Haziran	32.4	21.9	Edirne_2012	Haziran	0.4	25.3	Edirne_2013	Haziran	26.6	23.3
Kırklareli_2011	Haziran	28.7	21.2	Kırklareli_2012	Haziran	18.4	24	Kırklareli_2013	Haziran	98	21.6
Tekirdağ_2011	Haziran	95.4	21.9	Tekirdağ_2012	Haziran	0.2	24.1	Tekirdağ_2013	Haziran	35	22.4
Edirne_2011				Edirne_2012				Edirne_2013			
Toplam		310		Toplam		485.3		Toplam		614.9	
Kırklareli_2011				Kırklareli_2012				Kırklareli_2013			
Toplam		400.7		Toplam		581.4		Toplam		798.5	
Tekirdağ_2011				Tekirdağ_2012				Tekirdağ_2013			
Toplam		675		Toplam		467.3		Toplam		679.9	

Denemede parsel büyüklüğü ekimde 7 m uzunluğunda, 1 m genişliğinde (7 m x 1 m) 7 m<sup>2</sup>, hasatta ise (6m x 1 m) 6 m<sup>2</sup> olacak şekilde gerçekleştirilmiştir. Yabancı ot kontrolü kimyasal (Mesosulfuron-methyl + Thiencazone-methyl + Iodosulfuron-methyl-sodium + Mefenpyr-diethyl)

yolla kardeşlenme dönemi sonunda yapılmış, hastalık ve zararlılar için bir uygulama yapılmamıştır. Ekimle birlikte dekara 5 kg da<sup>-1</sup> azot ve 5 kg da<sup>-1</sup> fosfor uygulanmış, üst gübre ikiye bölünerek kardeşlenme döneminde 6 kg/da azot üre olarak, sapa kalkma döneminde ise 6 kg da<sup>-1</sup> azot amonyum nitrat olarak

ugulanmıştır. Hasat olgunluğuna gelen parseller, parsel biçerdöveri ile 6 m<sup>2</sup> üzerinden hasat edilmiştir. Hasattan sonra parselden elde edilen tüm taneler üzerinden dekara verim hesaplanmıştır. Hasat sonrası fiziksel analizlerden hektolitreye ve 1000 tane ağırlığı Özkaya ve Özkaya'ya (2005), kimyasal ve teknolojik analizlerden protein miktarı AACC Metod No: 46-30 (AACC 2000 a) metoduna, gluten oranı ve gluten indeksi AACC Metod No: 38-12A (AACC 2000 b) ve Zeleny-sedimentasyon (çökme) analizi ICC Standart No: 116-1 (ICC 2008) metoduna göre yapılmıştır.

### Verilerin Değerlendirilmesi

Üç yıl süreyle elde edilen veriler varyans analizine tabi tutulmuş, ortalamaların karşılaştırılmasında LSD testi uygulanmıştır. Temel bileşen analizleri ortalama veriler üzerinden hesaplanarak biplot

Çizelge 2 İncelenen özelliklere ait kareler ortalaması

Table 2. Mean square values of investigated traits

Varyasyon Kaynağı (Sources of variations)	Genotip (G) (Genotype (G))	Çevre (Ç) (Environment (E))	G x Ç (G x E)	Hata (Error)	V.K. (C.V.)
Serbestlik Derecesi (Degrees of Freedom)	7	8	56	126	
1000 tane ağırlığı (g)/Etki Değeri (%) (Thousand Kernel Weight/Explained)	2238.02** 26.78	5026.28** 60.15	1091.31** 13.06	8.6825	0.64
Hektolitreye (kg/hl) / Etki Değeri (%) (Test Weight /Explained)	204.318** 15.23	925.913** 69.00	211.656** 15.77	2.9258	0.18
Protein oranı (%) / Etki Değeri (%) (Protein Ratio/Explained)	78.6585** 13.1	463.149** 77.15	58.5128** 9.75	0.965	0.75
Gluten Oranı (%) /Etki Değeri (%) (Gluten Content/ Explained)	1940.67** 18.28	7477.64** 70.44	1197.05** 11.28	10.05	0.85
Gluten İndeksi (%) / Etki Değeri (%) (Gluten Index/ Explained)	17741.8** 52.11	9765.15** 28.68	6542.25** 19.21	932.292	3.19
Zeleny Sedimentasyo (ml) / Etki Değeri (%) (Zeleny Sedimentation/ Explained)	8031.77** 35.89	11611.6** 51.89	2734.85** 12.22	137.5	2.19
Tane verimi (kg/da)/ Etki Değeri (%) (Grain Yield/ Explained)	179721 ** 6.37	2221085** 78.78	418586 ** 14.85	81838.9	3.85

Dokuz çevrede sekiz genotip ile yürütülen bu çalışmada BinTA' na genotipin etkisi % 26.78, çevrenin etkisi % 60.15 ve genotip x çevre etkisinin etkisi % 13.06 olmuştur (Çizelge 2). Aydın ve ark. (2009), üç çevrede 25 genotip ile yürüttükleri çalışmada bin tane ağırlığına genotip etkisini % 16.75, çevre etkisini % 66.36 ve genotip x çevre etkisini % 9.69 olarak belirlemişlerdir. Genotiplerin bin tane ağırlığı ortalaması 40.73 g bulunurken, en yüksek bin tane ağırlığı Pehlivan çeşidinde (46.48 g), en düşük bin tane ağırlığı ise TE-5857 genotipinde (35.31 g) tespit edilmiştir. Çevre ortalamalarına göre Bin tane ağırlığı 31.75-46.57 g arasında değişirken, en düşük BinTA Edirne\_2011 (31.75 g) çevresinden, en yüksek BinTA ise Tekirdağ\_2012 (46.57 g) çevresinden elde edilmiştir. Yıl ortalamalarına göre ise en düşük BinTA 2010-2011 ürün yılında (34.76 g), en yüksek BinTA ise

yaklaşımı ile değerlendirilmiştir (JMP 15.1 SAS Institute Inc, 2020). GGE Biplot analizleri ortalama veriler kullanılarak dokuz çevre üzerinden Genstat 14<sup>th</sup> (Copyright 2011, VSN International Ltd.) yazılımı ile hesaplanmıştır.

### BULGULAR ve TARTIŞMA

#### Genotip x Çevre İnteraksiyonu

Beş standart çeşit ve üç hattan oluşan ekmeklik buğday genotiplerine ait çalışma üç yıl, üç çevre olmak üzere toplam dokuz çevrede yürütülmüştür. Birleştirilmiş varyans analizine göre incelenen tüm özellikler yönünden, genotip, çevre ve genotip x çevre etkileri istatistiksel olarak P<0.01 düzeyinde önemli bulunmuş ve incelenen özelliklerin toplam varyasyon içindeki oranları Çizelge 2'de verilmiştir.

2011-2012 ürün yılında (45.32 g) tespit edilmiştir (Çizelge 3). Farklı çevrelerde yapılan çalışmalarda bin tane ağırlığının 28.38 - 46.12 g arasında değiştiği tespit edilmiştir (Özen ve Akman 2015; Bilgin ve ark. 2016; Karaman 2020).

Hektolitreye ağırlığına genotipin etkisi % 15.23, çevrenin etkisi % 69.00 ve genotip x çevre etkisinin etkisi ise % 15.77 olarak belirlenmiştir (Çizelge 2). Surma ve ark. (2012), hektolitreye ağırlığına genotip etkisini % 47.9, çevre etkisini % 40.4 ve genotip x çevre etkisinin etkisini % 6.8 olarak belirlemişlerdir. Genotiplerin hektolitreye ağırlığı ortalaması 82.18 kg hl<sup>-1</sup> olurken, en yüksek hektolitreye ağırlığı Selimiye çeşidinde (83.27 kg hl<sup>-1</sup>) olurken, en düşük TE-5857 genotipinde (80.39 kg hl<sup>-1</sup>) olmuştur. Çevre ortalamalarına göre en yüksek hektolitreye ağırlığına Tekirdağ\_2012 lokasyonunda (85.38 kg hl<sup>-1</sup>), en düşük hektolitreye

ağırlığına Kırklareli\_2013 lokasyonunda (79.51 kg hl<sup>-1</sup>) belirlenmiştir. Yıl ortalamalarına göre en yüksek hektolitreye ağırlığına 2011-2012 ürün yılında (84.60 kg hl<sup>-1</sup>), en düşük hektolitreye ağırlığına 2012-2013 ürün yılında (80.80 kg hl<sup>-1</sup>) ulaşılmıştır (Çizelge 4).

Hektolitreye ile ilgili yapılan farklı çalışmalarda Surma ve ark. (2012) 72.3-79.1 kg hl<sup>-1</sup>, Bilgin ve ark. (2016) 75.8-79.6 kg hl<sup>-1</sup>, Güngör ve Dumlupınar (2019) 69.3-80.9 kg hl<sup>-1</sup>, Karaman (2020) 77.85-86.3 kg hl<sup>-1</sup> arasında değiştiğini bildirmişlerdir.

Çizelge 3. Bin tane ağırlığına ait ortalama değerleri ve oluşturdukları gruplar

Table 3. Mean values and LSD groups of thousand kernel weight

Genotipler (Genotypes)	Çevreler (Locations)									Genotip (Genotype)	
	2010-2011			2011-2012			2012-2013			Ortalaması	Etk.
	Edirne	Kırklareli	Tekirdağ	Edirne	Kırklareli	Tekirdağ	Edirne	Kırklareli	Tekirdağ		
1-Aldane	37.57±0.31 b	38.37±0.21 b	40.50±0.36 c	41.33±0.15 g	47.97±0.35 a	49.03±0.38 b	45.63±0.31 b	38.10±0.20 f	45.83±0.15 c	42.70±4.29 c	1.97
2-TE-5843	33.27±0.21 d	36.30±0.13 c	36.73±0.15 e	43.20±0.10 f	42.50±0.18 e	46.50±0.14 d	41.07±0.15 e	39.77±0.15 d	42.10±0.22 e	40.16±3.93 d	-0.57
3-TE-5857	20.97±0.35 g	29.77±0.15 f	32.47±0.66 g	45.30±0.17 d	42.33±0.31 e	42.40±0.31 f	33.27±0.22 g	32.80±0.31 h	38.53±0.45 f	35.31±7.32 g	-5.42
4-Selimiye	33.87±0.35 c	38.13±0.35 b	42.17±0.16 b	47.17±0.21 c	47.60±0.42 ab	47.93±0.40 c	44.53±0.35 c	41.57±0.38 c	48.10±0.10 b	43.45±4.80 b	2.72
5-TE-5427	28.37±0.15 e	31.40±0.56 e	37.73±0.25 d	39.00±0.38 h	43.40±0.20 d	44.50±0.22 e	39.27±0.20 f	35.27±0.35 g	43.50±0.40 d	38.05±5.36 f	-2.68
6-Bereket	33.27±0.16 d	33.80±0.19 d	34.53±0.18 f	43.80±0.36 e	44.00±0.24 c	47.60±0.20 c	41.40±0.12 e	39.27±0.25 e	43.37±0.25 d	40.11±4.99 d	-0.62
7-Pehlivan	40.33±0.15 a	39.40±0.28 a	43.10±0.32 a	50.47±0.31 a	44.20±0.14 b	50.60±0.14 a	47.47±0.50 a	49.80±0.16 a	49.97±0.27 a	46.48±4.26 a	5.75
8-Gelibolu	26.40±0.20 f	28.67±0.31 g	37.27±0.11 d	49.07±0.25 b	40.70±0.16 f	43.97±0.10 e	41.87±0.15 d	42.70±0.46 b	45.73±0.40 c	39.60±7.30 e	-1.13
Çevre Ort.	31.75±5.97 h	34.48±3.99 g	38.06±3.51 f	44.92±3.71 b	44.46±2.65 c	46.57±2.66 a	44.64±4.19 c	39.91±4.91 e	41.81±3.43 d	40.73±6.24	
Çevre Etkisi	-8.98	-6.25	-2.67	4.19	3.73	5.84	3.91	-0.82	1.08		
Yıl Ort.	34.76±5.24			45.32±3.13			42.12±4.59				
CV (%)	0.80	0.75	0.75	0.56	0.56	0.66	0.56	0.67	0.56		
LSD	0.44	0.45	0.50	0.44	0.43	0.54	0.41	0.47	0.44		

Çizelge 4. Hektolitreye ağırlığına ait ortalama değerleri ve oluşturdukları gruplar

Table 4. Mean values and LSD groups of test weight

Genotipler (Genotypes)	Çevreler (Locations)									Genotip (Genotype)	
	2010-2011			2011-2012			2012-2013			Ortalaması	Etk.
	Edirne	Kırklareli	Tekirdağ	Edirne	Kırklareli	Tekirdağ	Edirne	Kırklareli	Tekirdağ		
1-Aldane	84.00±0.20 a	82.20±0.22 c	80.77±0.06 d	83.83±0.06 e	82.17±0.06 f	84.97±0.08 de	80.57±0.25 b	77.60±0.22 f	83.07±0.06 c	82.13±2.15 d	-0.05
2-TE-5843	80.77±0.06 d	79.90±0.17 g	78.80±0.18 e	84.53±0.21 d	82.90±0.13 d	85.10±0.19 d	78.27±0.15 e	79.00±0.18 e	81.50±0.16 f	81.20±2.41 f	-0.98
3-TE-5857	76.30±0.11 f	79.77±0.14 g	78.60±0.12 ef	84.50±0.13 d	83.20±0.17 d	84.70±0.17 ef	77.37±0.06 f	77.10±0.15 g	81.97±0.15 e	80.39±3.15 g	-1.79
4-Selimiye	82.30±0.23 b	83.37±0.07 a	83.67±0.15 a	85.90±0.16 a	84.17±0.15 b	86.37±0.15 b	79.47±0.20 d	79.87±0.25 c	84.37±0.20 a	83.27±2.30 a	1.09
5-TE-5427	81.33±0.12 c	81.00±0.12 d	82.17±0.14 b	85.90±0.27 a	85.20±0.18 a	87.10±0.10 a	81.10±0.11 a	79.90±0.10 c	84.27±0.25 a	83.11±2.46 b	0.93
6-Bereket	81.50±0.28 c	80.70±0.18 e	78.50±0.10 f	85.00±0.04 c	82.93±0.12 d	84.50±0.12 f	80.63±0.16 b	79.40±0.18 d	82.63±0.21 d	81.75±2.11 e	-0.43
7-Pehlivan	84.10±0.25 a	82.97±0.21 b	82.07±0.11 b	85.63±0.08 b	83.37±0.12 c	85.50±0.12 c	79.97±0.25 c	81.10±0.25 b	84.47±0.16 a	83.24±1.86 a	1.06
8-Gelibolu	80.40±0.20 e	80.43±0.15 f	81.67±0.14 c	85.70±0.14 ab	82.47±0.21 d	84.80±0.21 d-f	79.47±0.18 d	82.10±0.16 a	83.97±0.07 b	82.33±2.05 c	0.15
Çevre Ort.	81.34±2.35 d	81.29±1.32 d	80.78±1.86 e	85.12±0.75 b	83.30±0.94 c	85.38±0.88 a	79.60±1.22 f	79.51±1.59 g	83.28±1.11 c	82.18±2.50	
Çevre Etkisi	-0.84	-0.89	-1.40	2.94	1.12	3.20	-2.58	-2.67	1.10		
Yıl Ort.	81.14±1.88			84.60±1.26			80.80±2.20				
CV (%)	0.20	0.18	0.16	0.14	0.16	0.23	0.22	0.16	0.19		
LSD	0.29	0.26	0.22	0.20	0.24	0.34	0.31	0.23	0.27		

Protein oranı üzerine genotipin etkisi % 13.1, çevrenin etkisi % 77.15 ve genotip x çevre etkisi % 9.75 olmuştur (Çizelge 2). Surma ve ark. (2012) yürüttükleri çalışmada protein oranına genotip etkisini % 24.1, lokasyon etkisini % 56.7 ve genotip x lokasyon etkisini % 10.6 olarak tespit etmişlerdir. Genotiplerin protein oranı ortalaması % 11.65 olurken, en yüksek protein oranına Aldane çeşidinde (% 12.60), en düşük protein oranına ise Bereket çeşidinde (% 10.85) elde edilmiştir. Çevre ortalamalarına göre en yüksek protein oranı Edirne\_2011 çevresinde (% 15.06), en düşük protein oranı ise Kırklareli\_2013 ve Tekirdağ\_2013 lokasyonlarında (% 10.10) belirlenmiştir. Yıl ortalamalarına göre ise en yüksek protein oranı 2010-2011 ürün yılında (%12.52), en düşük protein oranı 2012-2013 üretim yılında (% 10.27) tespit edilmiştir (Çizelge 5). Daha önce yapılan çalışmalarda; Ames ve ark. (1999) % 12.9-14.3, Aydın ve ark. (2005) % 10.1-12.2, Aktaş ve ark. (2011) %

10.9-12.8 ve Surma ve ark. (2012) % 12.3-14.7 arasında değişen veriler elde ettiklerini belirtmişlerdir.

Gluten mayalanma esnasında üretilen karbondioksit gazını tutarak ekmeğin yüksek hacimli olarak oluşmasını sağlar (Kaplan Evlice ve ark., 2016). Buğdaylarda gluten miktarları, çeşide, ekolojik şartlara ve tane olum devresindeki hava şartlarına bağlı olarak değişir (Koçak ve ark., 1992). Gluten oranı üzerine genotipin etkisi % 18.28, çevrenin etkisi % 70.44 ve genotip x çevre etkisinin etkisi % 11.28 olarak tespit edilmiştir (Çizelge 2). Ames ve ark. (1999), yaptıkları çalışmada gluten oranına genotip etkisini % 25.4, çevre etkisini % 63.7 ve genotip x çevre etkisini % 10.9 olarak belirlemişlerdir. Genotiplerin gluten ortalaması % 33.01 olurken, en yüksek gluten oranı TE-5427 genotipinde (% 36.50), en düşük gluten oranı Gelibolu çeşidinde (% 28.16) elde edilmiştir. Çevre ortalamalarına göre en yüksek gluten oranı

Edirne\_2011 çevresinde (% 43.90), en düşük gluten oranı Tekirdağ\_2013 çevresinde (% 26.13) tespit edilmiştir. Yıl ortalamalarına göre ise en yüksek gluten oranı 2011-2012 ürün yılında (% 37.24), en düşük gluten oranı ise 2012-2013 üretim yılında (%

27.46) belirlenmiştir (Çizelge 6). Ames ve ark. (1999) % 33.2-39.2, Kahraman ve ark. (2017) % 25.4-39.5, Aktaş ve ark. (2017) % 32.10-44.88 yaptıkları çalışmalarda gluten oranı değerleri elde etmişlerdir.

Çizelge 5. Protein oranına ait ortalama değerleri ve oluşturdukları gruplar

Table 5. Mean values and LSD groups of protein content

Genotipler (Genotypes)	Çevreler (Locations)									Genotip (Genotype)	
	2010-2011			2011-2012			2012-2013				
	Edirne	Kırklareli	Tekirdağ	Edirne	Kırklareli	Tekirdağ	Edirne	Kırklareli	Tekirdağ		
1-Aldane	14.90±0.11 e	12.57±0.06 a	11.53±0.12 a	13.37±0.04 a	13.60±0.10 a	13.20±0.18 a	11.87±0.15 a	10.50±0.18 b	11.90±0.10 a	12.60±1.27 a	0.95
2-TE-5843	13.97±0.06 f	12.00±0.14 c	10.70±0.17 d	12.30±0.18 d	11.70±0.19 d	11.27±0.20 e	10.97±0.06 c	10.07±0.05 c	10.23±0.05 bc	11.47±1.16 e	-0.18
3-TE-5857	15.80±0.13 b	11.67±0.07 d	11.00±0.18 c	11.93±0.06 e	12.07±0.08 c	11.67±0.06 d	10.37±0.09 d	9.90±0.11 c	9.70±0.18 e	11.57±1.74 d	-0.08
4-Selimiye	15.93±0.08 b	12.53±0.12 a	11.23±0.05 b	12.87±0.04 c	12.77±0.07 b	12.03±0.10 c	10.97±0.10 c	10.90±0.10 a	9.80±0.16 de	12.11±1.69 c	0.46
5-TE-5427	16.50±0.18 a	12.30±0.15 b	11.53±0.06 a	13.10±0.14 b	12.90±0.15 b	12.60±0.18 b	11.20±0.15 b	10.90±0.20 a	10.30±0.12 b	12.37±1.75 b	0.72
6-Bereket	15.37±0.05 d	11.23±0.08 e	9.60±0.10 e	11.27±0.15 f	10.80±0.10 e	11.67±0.10 d	9.80±0.19 e	9.10±0.14 e	8.80±0.17 f	10.85±1.90 h	-0.80
7-Pehlivan	12.40±0.15 g	10.80±0.24 f	10.57±0.15 d	12.07±0.09 e	12.07±0.06 c	12.70±0.06 b	10.20±0.20 d	9.70±0.20 d	10.10±0.18 c	11.18±1.09 f	-0.47
8-Gelibolu	15.60±0.20 c	11.27±0.05 e	9.40±0.10 e	11.37±0.12 f	11.67±0.08 d	11.00±0.09 f	9.50±0.10 f	9.70±0.14 d	9.93±0.09 d	11.05±1.84 g	-0.60
Çevre Ort.	15.06±1.26 a	11.80±0.63 e	10.70±0.79 f	12.28±0.74 b	12.20±0.83 c	12.02±0.73 d	10.61±0.73 g	10.10±0.61 h	10.10±0.83 h	11.65±1.67	
Çevre Etkisi	3.41	0.15	-0.95	0.63	0.55	0.37	-1.04	-1.55	-1.55		
Yıl Ort.	12.52±2.07			12.17±0.77			10.27±0.76				
CV (%)	0.57	0.52	0.84	0.78	0.70	0.67	0.95	0.98	0.83		
LSD	0.15	0.11	0.16	0.17	0.15	0.14	0.18	0.17	0.15		

Çizelge 6. Gluten oranına ait ortalama değerleri ve oluşturdukları gruplar

Table 6. Mean values and LSD groups of gluten content

Genotipler (Genotypes)	Çevreler (Locations)									Genotip (Genotype)	
	2010-2011			2011-2012			2012-2013				
	Edirne	Kırklareli	Tekirdağ	Edirne	Kırklareli	Tekirdağ	Edirne	Kırklareli	Tekirdağ		
1-Aldane	42.60±0.41 e	34.20±0.20 b	30.10±0.43 c	40.70±0.21 b	40.87±0.15 b	37.00±0.15 d	32.27±0.15 c	25.77±0.35 d	29.57±0.51 b	34.79±5.64 d	1.78
2-TE-5843	40.17±0.25 f	30.40±0.41 e	28.60±0.10 d	36.73±0.15 c	36.07±0.45 e	34.87±0.45 e	31.37±0.35 d	27.07±0.15 c	25.40±0.10 e	32.30±4.76 d	0.71
3-TE-5857	43.87±0.25 d	29.10±0.12 f	23.77±0.21 e	33.10±0.31 d	36.67±0.35 d	31.97±0.35 f	27.60±0.41 f	23.50±0.10 f	23.30±0.20 g	30.32±6.64 e	2.69
4-Selimiye	49.50±0.32 b	36.80±0.30 a	28.77±0.06 d	42.07±0.08 a	41.77±0.48 a	37.30±0.45 d	33.10±0.16 b	30.97±0.08 a	28.00±0.14 c	36.47±6.82 e	3.46
5-TE-5427	50.10±0.50 a	32.37±0.35 d	33.17±0.35 a	42.10±0.22 a	39.97±0.16 c	40.40±0.15 b	34.10±0.40 a	29.33±0.05 b	27.00±0.50 d	36.50±6.96 e	3.49
6-Bereket	47.70±0.11 c	30.60±0.20 e	21.20±0.20 f	29.57±0.45 f	32.20±0.20 g	38.03±0.24 c	26.90±0.22 g	24.37±0.35 e	21.47±0.15 h	30.23±8.14 e	2.78
7-Pehlivan	38.97±0.52 g	32.90±0.17 c	31.57±0.17 b	42.27±0.25 a	40.83±0.25 b	45.10±0.25 a	30.40±0.42 e	25.97±0.25 d	30.10±0.20 a	35.34±6.33 f	2.33
8-Gelibolu	38.30±0.13 h	30.83±0.21 e	18.60±0.16 g	31.33±0.31 e	33.33±0.35 f	29.50±0.35 g	23.80±0.50 h	23.47±0.15 f	24.23±0.15 f	28.16±5.85 f	4.85
Çevre Ort.	43.90±4.51 a	32.15±2.37 e	26.97±4.97 g	37.23±5.05 c	37.71±3.52 b	36.77±4.63 d	29.94±3.39 f	26.30±2.59 h	26.13±2.94 h	33.01±7.03	
Çevre Etkisi	10.89	-0.86	-6.04	4.22	4.70	3.76	-3.07	-6.71	-6.88		
Yıl Ort.	34.34±8.20			37.24±4.40			27.46±3.44				
CV (%)	0.77	0.82	0.75	0.58	0.84	0.80	1.15	0.85	1.16		
LSD	0.59	0.46	0.35	0.38	0.55	0.52	0.60	0.39	0.53		

Gluten indeksi unun ekmekek yapım kalitesinin doğru olarak tahmin edilebilmesini sağlamaktadır (Çurić ve ark., 2001, Dowell ve ark., 2008). Gluten indeksine genotipin etkisi % 52.11, çevrenin etkisi % 28.68 ve genotip x çevre interaksyonunun etkisi ise % 19.21 olarak bulunmuştur (Çizelge 2). Ames ve ark. (1999) gluten indeksi için genotip etkisini % 82.1, çevre etkisini % 7.8 ve genotip x çevre etkisini % 4.9 olarak tespit etmişlerdir. Genotiplerin gluten indeksi ortalaması % 85.09 olurken, en yüksek gluten indeks değeri TE-5857 genotipinde (% 94.21), en düşük gluten indeks değeri Pehlivan çeşidinde (% 62.92) tespit edilmiştir. Çevrelerin ortalamalarına göre en yüksek gluten indeks değeri Tekirdağ\_2011 çevresinde (% 94.88), en düşük gluten indeks değeri Kırklareli\_2012 çevresinde (% 72.86) belirlenmiştir. Yıl ortalamalarına göre ise en yüksek gluten indeks değeri 2010-2011 ürün yılında (% 90.82), en düşük gluten indeks değeri 2011-2012 ürün yılında (% 76.88) belirlenmiştir (Çizelge 7). Gluten indeks ile ilgili yapılan çalışmalarda; Ames ve ark. (1999) % 9-

77, Bilgin ve ark. (2016) % 82.1-94.7 arasında değişen oranlarda değerler saptamışlardır.

Hamurun ekmekek kalitesi açısından bilgi veren zeleny sedimentasyon önemli bir kalite unsurudur. Zeleny sedimentasyon değeri üzerine genotipin etkisi % 35.89, çevrenin etkisi % 51.89 ve genotip x çevre interaksyonunun etkisi ise % 12.22 olarak belirlenmiştir (Çizelge 2).—Zeleny sedimentasyon çevreden az etkilenip daha çok çeşidin genetik yapısına bağlıdır (Koçak ve ark., 1992). Genotiplerin zeleny sedimentasyon ortalaması 47.64 ml olurken, en yüksek zeleny sedimentasyon değeri Aldane çeşidinde (56.22 ml), en düşük zeleny sedimentasyon değeri Pehlivan çeşidinde (38.37 ml) belirlenmiştir. Çevrelerin ortalamaları incelendiğinde en yüksek zeleny sedimentasyon değeri Edirne\_2011 çevresinde (67.75 ml), en düşük zeleny sedimentasyon değeri Kırklareli\_2012 çevresinde (42.50 ml) belirlenmiştir. Yıl ortalamalarında göre ise en yüksek zeleny sedimentasyon değeri 2010-2011 yetiştirme

sezonunda (54.42 ml) ve en düşük zeleni sedimentasyon değeri 2011-2012 yetiştirme sezonunda (43.79 ml) tespit edilmiştir (Çizelge 8). Şahin ve ark. (2017) üç yıl süre ile yürüttükleri

çalışmada sedimentasyon ortalama değerini 37.72 ml, Aktaş ve ark. (2017) 32.50-54.08 ml, Nehe ve ark. (2019) 32.9-38.8 ml arasında belirlemişlerdir.

Çizelge 7. Gluten indeksine ait ortalama değerleri ve oluşturdukları gruplar

Table 7. Mean values and LSD groups of gluten index

Genotipler (Genotypes)	Çevreler (Locations)									Genotip (Genotype)	
	2010-2011			2011-2012			2012-2013				
	Edirne	Kırklareli	Tekirdağ	Edirne	Kırklareli	Tekirdağ	Edirne	Kırklareli	Tekirdağ		
1-Aldane	93.50±3.0 bc	94.40±0.6 a	94.87±0.6 d	85.27±4.4 c	83.57±0.6 a	93.27±0.3 a	90.40±1.9 abc	95.23±0.2 b	98.20±0.5 a	92.08±4.89 b	6.99
2-TE-5843	91.90±2.3 c	94.30±0.5 ab	92.87±0.9 e	79.87±5.2 d	71.30±0.5 cd	77.07±2.7 e	84.57±2.6 cde	86.30±1.2 c	92.93±1.2 c	85.68±8.09 d	0.59
3-TE-5857	95.57±0.2 ab	98.50±0.2 a	97.67±0.6 ab	94.13±3.8 ab	79.27±1.6 ab	88.37±4.1 b	97.10±1.5 a	99.47±0.2 a	97.83±0.5 a	94.21±6.47 a	9.12
4-Selimiye	90.57±2.9 c	86.50±4.9 cd	96.70±1.2 bc	68.60±1.9 e	69.77±3.9 cd	84.80±0.5 c	79.00±0.8 e	79.67±4.2 d	86.23±1.0 d	82.38±9.14 e	2.71
5-TE-5427	93.00±0.3 bc	96.97±1.9 a	95.90±0.4 cd	80.00±0.8 cd	76.97±5.4 abc	76.90±2.0 e	82.00±1.7 de	95.57±0.4 b	94.03±2.4 bc	87.93±8.57 c	2.84
6-Bereket	80.80±2.3 d	89.57±0.3 bc	98.30±0.3 a	98.17±0.6 a	73.57±6.7 bcd	55.47±0.2 f	89.37±5.8 bcd	95.50±0.9 b	96.97±2.1 ab	86.41±14.0 d	1.32
7-Pehlivan	69.13±0.2 e	63.47±4.8 e	84.03±0.2 f	54.97±1.1 f	59.33±5.5 e	54.67±1.5 f	53.67±9.0 f	63.23±1.2 e	63.80±3.3 e	62.92±9.70 f	22.2
8-Gelibolu	97.97±0.3 a	84.43±1.5 d	98.67±0.9 a	90.67±2.5 b	69.10±1.2 d	80.50±0.5 d	92.23±0.7 ab	95.47±1.5 b	93.00±1.0 c	89.11±9.26 c	4.02
Çevre Ort.	89.05±9.22 c	88.52±10.97 c	94.88±4.60 a	81.46±13.8 e	72.86±7.78 g	76.33±13.7 f	83.54±13.2 d	88.80±11.7 c	90.38±11.0 b	85.09±12.76	
Çevre Etkisi	3.96	3.43	9.79	-3.63	-12.23	-8.76	-1.55	3.71	5.29		
Yıl Ort.	90.82±9.04			76.88±12.43			87.57±12.20				
CV (%)	2.24	3.11	0.74	3.36	5.67	2.53	5.10	1.94	1.99		
LSD	3.50	4.82	1.24	5.36	7.24	3.38	7.46	3.01	3.15		

Çizelge 8. Zeleni sedimentasyona ait ortalama değerleri ve oluşturdukları gruplar

Table 8. Mean values and LSD groups of zeleni sedimentation

Genotipler (Genotypes)	Çevreler (Locations)									Genotip (Genotype)	
	2010-2011			2011-2012			2012-2013				
	Edirne	Kırklareli	Tekirdağ	Edirne	Kırklareli	Tekirdağ	Edirne	Kırklareli	Tekirdağ		
1-Aldane	70.67±0.58 ab	50.33±0.51 c	53.00±1.00 b	56.33±0.50 a	53.67±0.58 a	56.33±0.65 a	60.33±0.57 a	45.33±0.58 bc	60.00±1.00 a	56.22±6.90 a	8.58
2-TE-5843	72.00±6.08 a	47.67±0.55 d	45.67±0.48 d	47.67±0.59 c	39.67±0.64 d	43.33±0.52 d	46.67±0.75 d	42.00±1.00 d	48.67±0.50 b	48.15±9.22 e	0.51
3-TE-5857	72.67±0.58 a	55.67±0.58 a	59.67±0.58 a	45.00±1.02 d	47.67±0.60 b	42.67±0.50 d	53.67±0.60 b	46.33±0.57 b	46.67±0.60 c	52.22±9.11 c	4.58
4-Selimiye	70.67±0.58 ab	55.33±0.81 a	51.67±0.60 bc	46.67±0.65 c	45.33±0.65 c	44.67±0.65 c	45.00±1.00 e	44.00±1.10 c	42.33±0.57 d	49.52±8.59 d	1.88
5-TE-5427	74.67±0.56 a	54.00±1.00 b	51.00±1.00 c	52.00±1.00 b	46.00±1.00 c	49.67±1.00 b	50.67±0.80 c	56.00±1.00 a	49.00±1.00 b	53.67±8.08 b	6.03
6-Bereket	67.00±1.00 b	42.67±0.63 e	37.67±0.50 f	39.33±0.50 e	33.67±0.66 g	39.67±0.51 e	40.00±1.10 f	42.00±1.20 d	39.00±1.08 e	42.33±9.25 f	5.31
7-Pehlivan	46.67±0.50 c	39.33±0.70 f	39.33±0.58 e	38.00±1.08 f	35.67±0.50 f	37.67±0.59 f	34.67±0.60 g	34.00±1.30 e	40.00±1.30 e	38.37±3.68 h	9.27
8-Gelibolu	67.67±0.52 b	43.00±1.10 e	38.00±1.02 ef	37.00±1.20 f	38.33±0.55 e	35.00±0.44 g	33.00±1.00 h	34.33±0.56 e	39.67±0.66 e	40.67±10.2 g	6.97
Çevre Ort.	67.75±8.69 a	48.50±6.08 b	47.00±7.80 c	45.25±6.61 d	42.50±6.50 f	43.63±6.54 e	45.50±9.10 d	43.00±6.74 f	45.67±6.79 d	47.64±10.24	
Çevre Etkisi	20.11	0.86	-0.64	-2.39	-5.14	-4.02	-2.14	-4.64	-1.97		
Yıl Ort.	54.42±12.1			43.79±6.55			44.72±7.58				
CV (%)	3.44	1.32	1.67	1.64	1.59	1.55	1.62	2.06	1.66		
LSD	4.08	1.12	1.37	1.30	1.19	1.19	1.29	1.55	1.33		

Dokuz çevreden elde edilen veriler üzerinde yapılan varyans analizine göre, tane verimi-üzerine genotipin etkisi % 6.37, çevrenin etkisi % 78.78 ve genotip x çevre interaksiyonunun etkisi % 14.85 olarak tespit edilmiştir (Çizelge 2). Kaya ve ark. (2002) genotip etkisini % 2.5, çevre etkisini % 90.76, genotip x çevre interaksiyon etkisini ise % 7.12 ve Mohammed (2009) genotip etkisini % 8.92, çevre etkisini % 57 ve genotip x çevre interaksiyon etkisini ise % 16.66 olarak tespit etmişlerdir. Dokuz çevredeki genotiplerin tane verimi ortalaması 661.6 kg da<sup>-1</sup> olurken, en yüksek tane verimi Bereket çeşidinden (708.3 kg da<sup>-1</sup>), en düşük tane verimi ise Aldane çeşidinden (598.5 kg da<sup>-1</sup>) elde edilmiştir. Çevrelerin ortalamaları incelendiğinde ise en yüksek tane verimi Tekirdağ\_2012 çevresinden (832.9 kg da<sup>-1</sup>), en düşük tane verimi ise Kırklareli\_2013 çevresinden (525.1 kg da<sup>-1</sup>) elde edilmiştir. Yılların ortalamalarına göre en yüksek tane verimi 717.6 kg da<sup>-1</sup> ile 2011-2012 yetiştirme sezonunda, en düşük tane verimi ise 595.4 kg da<sup>-1</sup> ile 2010-2011 yetiştirme sezonunda elde edilmiştir (Çizelge 9). Türkiye’de buğday tarımı yapılan alanlar

farklı iklim ve toprak özelliklerine sahip olmalarından dolayı yüksek verim elde edebilmek için yetiştiricilik yapılan bölgelere adapte olmuş stabil çeşitlerin seçimi en önemli unsurlardan biridir (Güngör ve Dumrupınar, 2019). Farklı çevrelerde yaptıkları çalışmalarda tane verimini; Mohammad (2009) 406.5-522.6 kg da<sup>-1</sup> ve Karaman ve ark. (2017) 564-678 kg da<sup>-1</sup> olarak tespit etmişlerdir.

### Temel Bileşenler Biplot Analizi (PCA)

Temel bileşenler biplot analizlerinde genotipler ile incelenen özellikler arasındaki ilişkileri görsel olarak bir arada görmek mümkündür. Araştırmada incelenen özelliklerin bütün çevrelerdeki ortalama değerleri üzerinden yapılan PCA biplot analizine göre temel bileşen 1 (PC1) % 44.1, temel bileşen 2 (PC2) % 42.0, toplamda % 86.1 olarak tespit edilmiştir. Buna göre TV ile BinTA arasında pozitif, diğer özellikler (HL, GO, PO, ZS ve GI) ile arasında negatif bir ilişki olduğu belirlenmiştir. Protein oranı ve diğer kalite özellikleri arasında pozitif bir ilişki tespit edilirken,

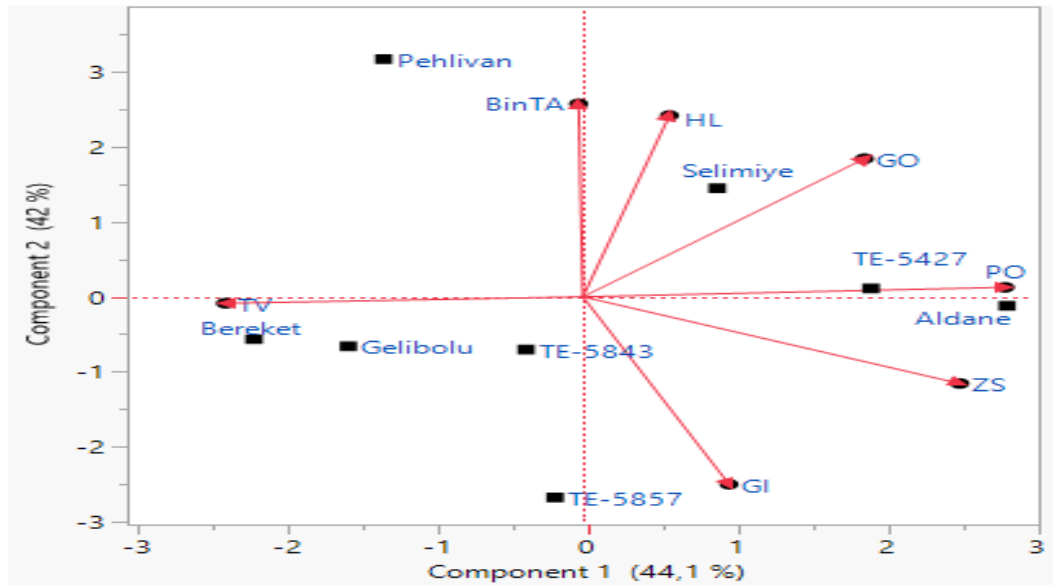
BinTA ile GI ve ZS arasında negatif bir korelasyon tespit edilmiştir. Tane verimi için Bereket, PO için Aldane, GI için TE-5857, BinTA için Pehlivan ve HL ve GO için Selimiye öne çıkan genotipler olmuştur.

(Şekil 1). Kılıç ve ark. (2014) yaptıkları çalışmada TV ile HL ve ZS arasında pozitif bir ilişki olduğunu, TV ile PO arasında ise negatif bir ilişki olduğunu belirtmişlerdir.

Çizelge 9. Tane verimine ait ortalama değerleri ve oluşturdukları gruplar

Table 9. Mean values and LSD groups of grain yield

Genotipler (Genotypes)	Çevreler (Locations)									Genotip (Genotype)	
	2010-2011			2011-2012			2012-2013				
	Edirne	Kırklareli	Tekirdağ	Edirne	Kırklareli	Tekirdağ	Edirne	Kırklareli	Tekirdağ	Ortalaması	Etk.
1-Aldane	631.1±10.1 b	496.5±14.5 d	563.8±12.3 bc	591.1±18.0 e	513.9±20.9 e	716.3±21.0 e	704.1±37.6 cd	400.9±19.9 e	768.9±20.0 bcd	598.5±116 d	63.1
2-TE-5843	727.1±16.0 a	616.0±12.7 a	591.3±11.9 ab	742.4±23.6 bc	538.6±32.3 de	828.2±32.3cd	718.8±26.4 bcd	520.4±23.3 c	715.1±36.6 e	666.4±102 b	4.8
3-TE-5857	630.4±22.7 b	545.5±22.4 bc	544.2±26.1 c	748.5±21.4 bc	586.8±36.1 cd	820.3±36.1 d	775.1±25.6 a	580.1±22.2 b	806.6±34.9 ab	670.8±113 b	9.2
4-Selimiye	696.6±41.3 a	530.5±17.8 cd	593.2±19.2 ab	714.6±24.4 cd	650.3±27.9 ab	798.2±27.9 d	762.0±22.4 ab	463.6±19.8 d	820.8±26.5 a	670.0±119 b	8.4
5-TE-5427	710.4±22.9 a	527.2±22.5 cd	604.6±19.4 a	685.1±25.4 d	648.7±23.9 ab	870.8±23.9bc	610.6±28.2 e	417.2±21.2 e	739.6±27.0 de	646.0±126 c	15.6
6-Bereket	612.1±18.6 b	570.5±30.8 b	625.7±21.8 a	795.6±34.6 a	680.2±21.5 a	922.0±21.5 a	759.2±23.5 ab	646.1±29.0 a	763.6±22.6 bcd	708.3±109 a	46.7
7-Pehlivan	713.9±23.0 a	499.1±15.3 d	606.1±31.6 a	706.7±22.9 cd	585.8±32.4 cd	820.1±32.4 d	743.5±22.3 abc	593.3±28.4 b	760.3±20.8 cd	669.9±102 b	8.3
8-Gelibolu	621.3±26.9 b	497.1±14.7 d	536.2±22.3 c	768.5±27.4ab	601.2±27.3 bc	887.1±27.3ab	675.4±33.1 d	579.2±31.9 b	800.5±28.0 abc	663.0±127 b	1.4
Çevre Ort.	667.9±50.3 d	535.3±43.2 g	583.1±35.2 f	719.1±63.4 c	600.7±59.5 e	832.9±63.1 a	718.6±57.4 c	525.1±88.0 g	771.9±41.1 b	661.6±116.3	
Yıl Ort.		595.4±69.8			717.6±113.4			671.9±124.6			
CV (%)	3.82	3.72	3.48	3.45	5.00	3.10	4.09	5.00	3.31		
LSD	44.67	34.88	35.50	43.43	52.62	45.18	51.44	46.01	44.68		



Şekil 1. Temel bileşenler biplot analizine göre incelenen özellikler ile genotip ilişkileri

Figure 1. Relationship among genotypes and traits according to sisprincipal components biplot analysis

### GGE Biplot Analizleri

Genotipler ile özellikler arasındaki ilişki dilim çizgileri aracılığıyla yorumlandığında hangi genotipin hangi özellik bakımından öne çıktığı açıkça belirlenebilmektedir (Karaman, 2020). Dilimler arasındaki açı  $0^\circ - 90^\circ$  arasında olduğunda bu dilimler arasındaki özelliklerin bir biri ile pozitif bir ilişki,  $90^\circ - 180^\circ$  arasında bir açı olursa negatif bir ilişki ve bu açı  $90^\circ$  olursa herhangi bir ilişki olmadığı şeklinde bir yorumlanmaktadır (Yan ve Tinker, 2006; Aktaş, 2017). Vektör orijinden uzaklaştıkça incelenen özellik yönünden genotipler arasındaki varyasyon artarken, vektör orijine yaklaştıkça genotipler arasındaki varyasyon azalmaktadır (Abate ve ark., 2015).

GGE Biplot analizleri Scatter plot grafiği PC1 % 53.45, PC2 % 18.61 ve toplamda PC1+PC2 % 72.07 oranında genotip + genotip x çevre arasındaki ilişkiyi açıklamıştır.

Analiz sonucunda üç farklı mega çevre oluşmuştur. Tekirdağ\_2013 ve Edirne\_2013 bir mega çevre, Edirne\_2011 ve Tekirdağ\_2011 farklı bir mega çevre ve Edirne\_2012, Kırklareli\_2011, Kırklareli\_2012, Kırklareli\_2013, Tekirdağ\_2011 ve Tekirdağ\_2012 bir diğer mega çevreyi oluşturmuştur. Tekirdağ\_2011 iki farklı mega çevrenin kesişiminde yer almıştır. Tekirdağ\_2013 ve Edirne\_2013'ün bulunduğu mega çevre ile Pehlivan ve TE-5857 aynı dilim içinde yer alarak o çevreler için öne çıkan genotipler olmuştur. Edirne\_2012, Kırklareli\_2011, Kırklareli\_2012,





- Ekmeklik (*Triticum aestivum* L.) Buğday Genotiplerinin Verim ve Kalite Bakımından Değerlendirilmesi. Uluslararası Katılımlı I. Ali Numan Kırış Tarım Kongresi ve Fuarı 27-30 Nisan 2011, Eskişehir
- Aktaş H 2017. Türkiye’de Yoğun Ekim Alanına Sahip Bazı Arpa (*Hordeum vulgare* L.) Çeşitlerinin Destek Sulamalı ve Yağışa Dayalı Koşullarda Değerlendirilmesi. Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi 14(03): 86-97.
- Aktaş H, Erdemci İ, Karaman M, Kendal E, Tekdal S 2017. Bazı Kışlık Ekmeklik Buğday Genotiplerinin Tane Verimi ve Bazı Kalite Özellikleri Bakımından GGE Biplot Analiz Yöntemi ile Değerlendirilmesi. Türk Doğa ve Fen Dergisi 6(1): 43-51.
- Ali I, Khan NU, Rahman M, Gul R, Bibi Z, Gul S, Haq HA 2018. Genotype by Environment and Biplot Analyses for Yield and Fiber Traits in Upland Cotton. International Journal of Agriculture and Biology 20(9): 1979-1990.
- Ames NP, Clarke JM, Marchylo BA, Dexter JE, Woods SM 1999. Effect of Environment and Genotype on Durum Wheat Gluten Strength and Pasta Viscoelasticity. Cereal Chemistry 76(4): 582-586.
- Ath A 1999. Buğday ve Ürünleri Kalitesi. Orta Anadolu’da Hububat Tarımının Sorunları ve Çözüm Yolları Sempozyumu 8-11 Haziran, Konya.
- Aydın N, Bayramoğlu HO, Mut Z, Özcan H 2005. Ekmeklik Buğday (*Triticum aestivum* L.) Çeşit ve Hatlarının Karadeniz Koşullarında Verim ve Kalite Özelliklerinin Belirlenmesi. Tarım Bilimleri Dergisi 11 (3): 257-262.
- Aydın N, Mut Z, Bayramoğlu HO, Özcan H 2009. Ekmeklik Buğday (*Triticum aestivum* L.) Genotiplerinin Tane Verimi ile Bazı Kalite Özellikleri Üzerine Genotip ve Lokasyon Etkileri. Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi 24(2): 84-92.
- Aydoğan S, Soylu S 2017. Ekmeklik Buğday Çeşitlerinin Verim ve Verim Öğeleri ile Bazı Kalite Özelliklerinin Belirlenmesi. Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi 26(1): 24-30.
- Bilgin O, Guzmán C, Başer İ, Crossa J, Korkut KZ 2016. Evaluation of Grain Yield and Quality Traits of Bread Wheat Genotypes Cultivated in Northwest Turkey. Crop Science 56(1): 73-84.
- Ćurić D, Karlović D, Tušak D, Petrović B, Đugum J 2001. Gluten as a Standard of Wheat Flour Quality. Food Technol. Biotechnol. 39(4): 353-361.
- Çay F 2020. Sentetik Hekzaploid Buğday Hatları ve Ekmeklik Buğday Genotiplerinin Morfolojik ve Moleküler Karakterizasyonu. Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarla Bitkileri Anabilim Dalı, Doktora Tezi, 157 sy.
- Dowell FE, Maghirang EB, Pierce RO, Lookhart GL, Bean SR, Xie F, Park SH 2008. Relationship of Bread Quality to Kernel, Flour, and Dough Properties. Cereal Chemistry 85(1): 82-91.
- El-Harty EH, Alghamdi SS, Khan MA, Migdadi HM, Farooq M 2018. Adaptability and Stability Analysis of Different Soybean Genotypes using Biplot Model. International Journal of Agriculture and Biology 20(10): 2196-2202.
- Erdemci I 2018. Investigation of Genotype × Environment Interaction in Chickpea Genotypes using AMMI and GGE Biplot Analysis. Turkish Journal Of Field Crops 23(1): 20-26.
- Farshadfar E, Rashidi M, Jowkar MM, Zali H 2013. GGE Biplot Analysis of Genotype × Environment Interaction in Chickpea Genotypes. Europ. J. Exp. Biology 3(1): 417-423.
- Gençtan T, Sağlam N 1987. Ekim Zamanı ve Ekim Sıklığının Üç Ekmeklik Buğday Çeşidinde Verim ve Verim Unsurlarına Etkisi. Türkiye Tahıl Sempozyumu 6-9 Ekim, Bursa
- Güngör H, Dumlupınar Z 2019. Bolu Koşullarında Bazı Ekmeklik Buğday (*Triticum aestivum* L.) Çeşitlerinin Verim, Verim Unsurları ve Kalite Yönünden Değerlendirilmesi. Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi 6(1): 44-51.
- Güngör H, Çikili Y, Dumlupınar Z 2019. Evaluation of Morpho-Physiological Traits of Turkish Rice Genotypes in Response to Salt Stress under In vitro Conditions. Journal of Animal and Plant Sciences 29(2): 556-567.
- ICC 2008. ICC Standards, Standarts No:116-1, 131, International Association for Cereal Science and Technology (ICC), Vienna, Austria.
- JMP®, Version 15.1. SAS Institute Inc., Cary, NC, 1989-2020.
- Kahraman T, Avcı R, Öztürk İ 2008. Islah Çalışmaları Sonucu Geliştirilen Bazı Ekmeklik Buğday Hatlarının Tane Verimi ve Bazı Kalite Özelliklerinin Belirlenmesi. Ülkesel Tahıl Sempozyumu 2-5 Haziran 2008, Konya.
- Kahraman T, Öztürk İ, Avcı R, Aktaş H 2017. Genotip x Çevre İnteraksiyonunun Ekmeklik Buğdayda (*T. aestivum* L.) Bazı Kalite Özellikleri Üzerine Etkisi. Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi 26(Özel Sayı): 15-22.
- Kaplan Evlice A, Pehlivan A, Külen S, Keçeli A, Şanal T, Karaca K, Salantur A 2016. Ekmeklik Buğday (*Triticum aestivum* L.) Genotiplerinde Ekmek Hacmi ve Bazı Kalite Parametreleri Arasındaki İlişkilerin İncelenmesi. Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi 25(Özel Sayı): 12-18.
- Karaman M 2020. Yazlık Ekmeklik Buğday (*Triticum aestivum* L.) Genotiplerinin Tarımsal Özellikler Bakımından Değerlendirilmesi. ISPEC Journal of Agricultural Sciences 4(1): 68-81.
- Karaman M, Aktaş H, Başaran M, Erdemci İ, Kendal E, Tekdal S, Ayana B 2017. İleri Kademedeki Bazı Ekmeklik Buğday Genotiplerinin Verim ve Kalite Parametreleri Yönünden Biplot Analiz Yöntemiyle

- İncelenmesi. Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi 26(Özel Sayı): 45-51.
- Kaya Y, Palta C, Taner S 2002. Additive Main Effects and Multiplicative Interactions Analysis of Yield Performances in Bread Wheat Genotypes Across Environments. Turkish Journal of Agriculture and Forestry 26(5): 275-279.
- Kendal E, Doğan Y 2013. Diyarbakır Koşullarında Bazı Ekmeklik Buğday (*Triticum aestivum* L.) Genotiplerinin Tane Verimi ve Bazı Kalite Özelliklerinin Belirlenmesi. YYÜ Tar. Bil. Derg 23(3): 199-208.
- Kılıç, H, Kendal E, Aktas, H, Tekdal S 2014. İleri Kademe Ekmeklik Buğday Hatlarının Farklı Çevrelerde Tane Verimi ve Bazı Kalite Özellikleri Yönünden Değerlendirilmesi. Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi 4(4): 87-95.
- Koçak N, Atlı A, Karababa E, Tuncer T 1992. Macar-Yugoslav (MAYEB) Ekmeklik Buğday Çeşitlerinin Kalite Özellikleri Üzerine Araştırmalar. Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi 1 (1): 27-45.
- Korkut KZ, Sağlam N, Başer İ 1993. Ekmeklik ve Makarnalık Buğdaylarda Verimi Etkileyen Bazı Özellikler Üzerine Araştırmalar. Trakya Üniv. Tekirdağ Zir. Fak. Dergisi 2(2): 111-118.
- Miadenow N, Przulj N, Hristov N, Djuricand V, Milovanovic M 2001. Cultivar by Environment Interactions for Wheat Quality Traits in Semiarid Conditions. Cereal Chemistry 78: 363-367.
- Mohammed MI 2009. Genotype x Environment Interaction in Bread Wheat in Northern Sudan using AMMI Analysis. American-Eurasian Journal of Agriculture & Environment Science 6(4): 427-433.
- Mut Z, Erbaş Köse Ö, Akay H 2017. Bazı Ekmeklik Buğday (*Triticum aestivum* L.) Çeşitlerinin Tane Verimi ve Kalite Özelliklerinin Belirlenmesi. Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi 32: 85-95.
- Nehe A, Akin B, Sanal T, Kaplan Evlice A, Ünsal R, Dinçer N, Yaktubay S 2019. Genotype x Environment Interaction and Genetic Gain for Grain Yield and Grain Quality Traits in Turkish Spring Wheat Released Between 1964 and 2010. PLoS ONE, 14(7): e0219432.
- Oral E, Kendal E, Dogan Y 2018. Selection The Best Barley Genotypes to Multi and Special Environments by AMMI and GGE Biplot Models. Fresenius Environmental Bulletin 27(7): 5179-5187.
- Özen S, Akman Z 2015. Yozgat Ekolojik Koşullarında Bazı Ekmeklik Buğday Çeşitlerinin Verim ve Kalite Özelliklerinin Belirlenmesi. Süleyman Demirel Üniv. Ziraat Fak. Derg 10(1): 35-43.
- Özkaya H, Özkaya B 2005. Tahıl ve Ürünleri Analiz Yöntemleri. Gıda Teknolojisi Derneği Yayınları No.31, 157sy.
- Peterson CJ, Graybosch RA, Baenziger PS, Grombacher AW 1992. Genotype and Environment Effects on Quality Characteristics of Hard Red Winter Wheat. Crop Science 32(1): 98-103.
- Poehlman JM 1987. Breeding Field Crops, Van Nostrand Reinhold Company Inc. 115 Fifth Avenue New York.
- Schular SF, Bacon RK, Gbur EE 1994. Kernel and Spike Character Influence on Test Weight of Soft Red Winter Wheat. Crop Sci 34: 1309-1313.
- Sayar MS, Han Y 2015. Mürdümük (*Lathyrus sativus* L.) Hatlarının Tohum Verimi ve Verim Komponentlerinin Belirlenmesi ve GGE Biplot Analiz Yöntemiyle Değerlendirilmesi. Tarım Bilimleri Dergisi- Journal of Agricultural Sciences 21(1): 78-92.
- Sayar MS, Han Y 2016. Forage Yield Performance of Forage Pea (*Pisum sativum* spp. arvense L.) Genotypes and Assessments using GGE Biplot Analysis. Journal of Agricultural Science and Technology 18(6):1621- 1634.
- Surma M, Adamski T, Banaszak Z, Kaczmarek Z, Kuczyńska H, Majcher M, Krystkowiak K 2012. Effect of Genotype, Environment and Their Interaction on Quality Parameters of Wheat Breeding Lines of Diverse Grain Hardness. Plant Prod. 15(3): 192-203.
- Şahin M, Göçmen Akçacık A, Aydoğan S, Hamzaoğlu S, Demir B, Yakışır E 2017. Kışlık Ekmeklik Buğday Çeşitlerinde Zeleny Sedimentasyon ile Bazı Kalite Özellikleri Arasındaki İlişkilerin İncelenmesi. Bahri Dağdaş Bitkisel Araştırma Dergisi 6(1): 10-21.
- TÜİK, 2020. Türkiye İstatistik Kurumu. Bitkisel Üretim İstatistikleri. <https://data.tuik.gov.tr/Kategori/GetKategori?p=tarim-111&dil=1> [Erişim tarihi: 09 Aralık 2020]
- Ünal S 2002. Buğdayda Kalitenin Önemi ve Belirlenmesinde Kullanılan Yöntemler. Hububat Ürünleri Teknolojisi Kongre ve Sergisi 3-4 Ekim, Gaziantep.
- Yan, W. 2001. GGE biplot- A windows application for graphical analysis of multi-environment trial data and other types two-way data. Agron J 93: 1111-1118.
- Yan W, Tinker NA 2006. Biplot Analysis of Multienvironment Trial Data: Principles and Applications. Canadian Journal of Plant Science 86: 623-645.
- Yan W, Kang MS, Ma B, Woods S, Cornelius PL 2007. GGE Biplot vs. AMMI analysis of genotype-by-environment data. Crop Science 47: 643-655.
- Yau SK 1995. Regression and AMMI Analyses of Genotype x Environment Interactions: An empirical comparison. Agron. J 87(1): 121-126.
- Zeleny L 1947. A Simple Sedimentation Test for Estimating the Bread-Baking and Gluten Qualities of Wheat Flour. Cereal Chem 24: 465-475.



## Yulaf (*Avena sativa* L.) Genotiplerinin Tane Verimi, Verim Komponentleri ve Kalite Özelliklerinin Belirlenmesi

Turhan KAHRAMAN<sup>1\*</sup>, Remzi AVCI<sup>2</sup>, Mustafa YILDIRIM<sup>3</sup>

<sup>1,2</sup>Trakya Tarımsal Araştırma Enstitüsü, Edirne, <sup>3</sup>Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Kahramanmaraş, Türkiye

<sup>1</sup><https://orcid.org/0000-0001-5831-094X>, <sup>2</sup><https://orcid.org/0000-0003-2378-3311>, <sup>3</sup><https://orcid.org/0000-0001-9253-5173>

✉: turhankahraman@hotmail.com

### ÖZET

Bu çalışma, yulaf genotiplerinin tane verimi, verim öğeleri ve kalite özelliklerinin belirlenmesi amacıyla 2013-14 üretim sezonunda iki lokasyonda (Edirne ve Kırklareli) tesadüf blokları deneme desenine göre 4 tekerrürlü olarak yürütülmüştür. Denemede 9 yulaf hattı ve 5 standart çeşit (Checota, Kırklar, Kahraman, Sebat ve Y-330) kullanılmıştır. Genotiplerinin tane verimi, bitki boyu, salkımda tane sayısı, salkımda tane ağırlığı ile kalite özelliklerinden 1000 tane ağırlığı, hektolitreye ağırlığı, tane iç oranı ve kavuz oranı incelenmiştir. Tane verimi yönünden genotip x lokasyon ile tane iç oranı yönünden lokasyonlar arası hariç incelenen tüm özellikler yönünden genotip, lokasyon ve genotip x lokasyon interaksiyonları istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. İki lokasyon ortalamasına göre genotiplerinin tane verimi; 413.6-810.4 (684.4) kg da<sup>-1</sup>, bitki boyu; 128.1-171.3 (154.7) cm, salkımda tane sayısı; 64.1-143.5 (92.7) adet, salkımda tane ağırlığı; 2.50-4.5 (3.06) g, 1000 tane ağırlığı; 21.1-41.3 (33.5) g, hektolitreye ağırlığı; 47.0-59.8 (54.4) kg hl<sup>-1</sup>, tane iç oranı %64.7-74.1 (70.9) ve kavuz oranı; %26.0-34.9 (29.0) arasında değişim göstermiştir. Kırklareli lokasyonunda genotiplerinin tane verimi, 1000 tane ağırlığı ve kavuz oranı daha yüksek olurken, Edirne lokasyonunda ise bitki boyu, salkımda tane sayısı, salkımda tane ağırlığı, hektolitreye ağırlığı ve iç tane oranı daha yüksek olarak belirlenmiştir. Tane verimi yönünden lokasyon ortalamalarına göre 810.4 kg da<sup>-1</sup> ile 6, 776.6 kg da<sup>-1</sup> ile 7 ve 768.7 kg da<sup>-1</sup> ile 4 nolu genotipler en yüksek tane verimine ulaşmıştır. Standart çeşitlerden 746.4 kg da<sup>-1</sup> ile Kahraman ve 716.5 kg da<sup>-1</sup> ile Kırklar en yüksek tane verimine ulaşırken, 413.6 kg da<sup>-1</sup> ile Y-330 ve 512.6 kg da<sup>-1</sup> ile Checota en düşük tane verimi veren çeşitler olmuşlardır. İncelenen özellikler yönünden 6, 12 ve 3 nolu hatlar ile Kahraman çeşidi ön plana çıkmıştır.

### Araştırma Makalesi

#### Makale Tarihi

Geliş Tarihi : 07.07.2020

Kabul Tarihi : 26.10.2020

#### Anahtar Kelimeler

Yulaf (*Avena sativa* L.)

Tane verimi

Verim unsurları

Kalite özellikleri

## Determination of Grain Yield, Yield Components and Quality Traits of Oat Genotypes (*A. sativa* L.)

### ABSTRACT

This study was conducted at two locations (Edirne and Kırklareli) in a randomized complete block design with four replications in 2013 and 2014 growing season in order to determine grain yield, yield parameters and quality traits of the oat genotypes. Overall, 9 oat lines and 5 commercial varieties (Checota, Kırklar, Kahraman, Sebat ve Y-330) were used in the experiment. The traits such as grain yield, plant height, grain number per panicle, grain weight per panicle, thousand grain weight, test weight, groat percentage and husk rate quality parameter performances of genotypes were investigated. The difference between genotype, environment and variety x environment interaction were found statistically significant in terms of all properties studied except genotype x location interaction of grain yield and between location of groat percentage. According to the average of two locations of the grain yield, plant height, grain number per panicle, grain weight per panicle, 1000 grain weight, test weight, groat percent and husk rate of oat lines ranged between; 413.6-810.4 (684.4)

### Research Article

#### Article History

Received : 07.07.2020

Accepted : 26.10.2020

#### Keywords

Oat (*Avena sativa* L.)

Grain yield

Yield component

Quality traits

kg da<sup>-1</sup>, 128.1-172.5 (154.7) cm, 64.1-143.5 (92.7) %, 2.50-4.15 (3.06) g, 21.1-41.3 (33.5) g, 47.0-59.8 (54.4) kg hl<sup>-1</sup>, 64.7-78.0 (71.3) % and 20.8-34.9 (28.6)%, respectively. In Kırklareli location, the grain yield, 1000 grain weight and husk rate of the genotypes were higher, while plant height, grain number per panicle, grain weight per panicle, test weight and groat percentage were higher in Edirne. The oat line 6 sustained the highest grain yield with 810.4 kg da<sup>-1</sup> and followed by oat line 7 with 776.6 kg da<sup>-1</sup> and oat line 4 with 768.7 kg da<sup>-1</sup> in terms of grain yield for mean of two locations. In the check varieties, Kahraman sustained the highest grain yield with 746.4 kg da<sup>-1</sup> and followed by Kırklar with 716.5 kg da<sup>-1</sup> while the lowest grain yield was obtained from the Y-330 with 413.6 kg da<sup>-1</sup> and Checota variety with 512.6 kg da<sup>-1</sup>. The oat lines 6, 12 and 3 and Kahraman variety were better for the purpose of observed traits.

**Atıf için:** Kahraman T, Avcı R, Yıldırım M 2021. Yulaf (*Avena sativa* L.) Genotiplerinin Tane Verimi, Verim Komponentleri ve Kalite Özelliklerinin Belirlenmesi. KSÜ Tarım ve Doğa Derg 24 (5): 1003-1010. <https://doi.org/10.18016/ksutarimdog.vi.763934>.

**To Cite :** Kahraman T, Avcı R, Yıldırım M 2021. Determination of Grain Yield, Yield Components and Quality Traits of Oat Genotypes (*A. sativa* L.). KSU J. Agric Nat 24 (5): 1003-1010. <https://doi.org/10.18016/ksutarimdog.vi.763934>.

## GİRİŞ

Yulaf (*Avena sativa* L.), dünyada insan ve hayvan beslenmesi olarak tane ve yeşil ot olarak yetiştirilen bir tahıl bitkisidir. En geniş kullanılmaya alanı hayvan beslemesidir. Yulaf sapsı daha yumuşak, yaprağı daha bol olduğundan, organik ve mineral maddelerce buğday ve arpa samanından zengin olup hayvanlar tarafından sevilerek yenmektedir. Hayvan beslemesinde yulaf yeşil ot, silaj, tanelik ve saman olarak kullanılmaktadır. Ayrıca baklagil yem bitkileri (yem bezelyesi, fiğ vb.) karışımlarında destek bitkisi olarak yer almaktadır. Sapsının yumuşak ve yaprağının bol olmasından dolayı tahıllar içerisinde hayvanlar tarafından sevilerek yenmektedir.

Yulaf, diğer tahıl türleri ile kıyaslandığında serin, yağışlı bölgeler ve daha düşük verimli topraklar gibi marjinal alanlarda kolayca yetiştirilmektedir (Hoffmann, 1995). Ayrıca, yulaf uzun gün durumlarında ve kısa sezonlarda hızlı bir şekilde çiçeklenip olgunlaşır ve bu nedenle İskandinavya ülkelerinde önemli bir ekim alanına sahiptir (Buerstmayr et al. 2007). Son yıllarda, yulaf besin değerinden dolayı insan beslenmesinde çok kullanılmaya başladığından üretiminde artış gözlenmektedir (Anonymous, 1997). Türkiye’de yulaf insan ve hayvan beslenmesi açısından oldukça önemli bir kültür bitkisi olmasına rağmen, yulafın aşırı soğuğa ve kuraklığa dayanıklılığının zayıf olmasına ilave olarak tane dökme, yatma ve eş zamanlı olgunlaşmama gibi bitkisel özelliklerden dolayı üretimi sınırlı kalmıştır (Dumlupınar, 2010). Önceki yıllarda ekilen yulafın %50’si tane ve diğer yarısı da hayvanlar için yeşil ot olarak yetiştirilirken, 2019 yılında 1.098.227 da alanda tane üretimi ve 2.560.078 da alanda yeşil ot olarak ekilişe ulaşmıştır. Yeşil ot ekilişinde tane ekilişinin 2,5 katına ulaşılmıştır (Anonim, 2020a).

2013 yılında, Türkiye’de yalnızca 5 tescilli yulaf çeşidi bulunurken, 2020 yılında 6 tanesi özel ve 16’sı kamu kuruluşuna ait olmak üzere toplam 22 yulaf çeşidi (Faikbey, Seydişehir, Sebat, Yeniçeri, Sarı, Fetih, Kırklar, Kahraman, Haskara, Albatros, Bc Marta, Diriliş, Arslanbey, Küçükyayla, Kehlibar, Kayı, Kupa, Halkah, Katmerli, Kazan, Mayas ve Somunıldızı) geliştirilerek tescil edilmiştir (Anonim, 2013; 2020b).

Tamm (2003) ve Buerstmyr et al. (2007), yulafın tane verimi ve verim unsurları ile kalite özelliklerinin bazı iklim şartlarından (sıcaklık, yağış miktarı ve yağışın mevsim içinde dağılımı) önemli derecede etkilendiğini bildirmişlerdir. Yulafın hektolitre ağırlığı ve iç oranı arasında önemli bir ilişki bulunmaktadır (Doehlert et al. 2001; Peterson et al. 2005). Yulaf, tüm dünyada önemli bir hayvan yiyeceği olarak bilindiğinden Ülkemizde de bu amaçla üretiminin artırılması gerekir (Serin ve Tan, 2009). Türkiye’de yem bitkileri ekim alanlarının Tarım ve Orman Bakanlığı’nın desteklemelerine bağlı olarak, 2000 yılında %2 düzeyinde iken 2017 yılında %12’ye yükselmiş, fakat yine de ulaşılan bu oranın gelişmiş ülkeler düzeyine ulaşamamıştır (Sayar, 2017).

Araştırmada ıslah çalışmaları sonucunda geliştirilen 9 hat ile 5 standart çeşidin tane verimi, verim komponentleri ile bazı kalite özelliklerinin araştırılması amaçlanmıştır. İki lokasyonda genotiplere ait tane verimi, bitki boyu, salkımda tane sayısı, salkımda tane ağırlığı, hektolitre ağırlığı, 1000 tane ağırlığı, tane iç oranı ve kavuz oranları incelenmiştir.

## MATERYAL ve YÖNTEM

2013-14 ürün sezonunda Edirne ve Kırklareli illerindeki lokasyonlarda yapılan bu 5 standart çeşit (Checota, Kırklar, Kahraman, Sebat ve Y-330) ile 9

yulaf hattından oluşmuştur. Deneme, tesadüf blokları deneme desenine göre 4 tekerrürlü olarak kurulmuştur. Edirne lokasyonundaki denemenin ekimleri 23 Ekim 2013 tarihinde, Kırklareli lokasyonundaki denemenin ekimleri ise 24 Ekim 2013 tarihinde yapılmıştır. Ekim, m<sup>2</sup>'ye 500 adet tohum olacak şekilde 7 m x 1m = 7 m<sup>2</sup> parsellere özel ekim mibzeriyle yapılmıştır. Ekimle birlikte dekara 5 kg azot ve fosfor kompoze (20-20-0) gübre olarak, kardeşlenme döneminde 6 kg azot Üre (%46) formunda ve sapa kalkma döneminde ise 5 kg azot Amonyum Nitrat (%26) formunda uygulanmıştır. Hasatta ise her parselde kenar tesirler çıkarılarak parseller 6mx1m=6

m<sup>2</sup> alan üzerinden parsel biçeri ile hasat edilmiştir.

Denemelerin yürütüldüğü lokasyonlara ait iklim verileri Çizelge 1'de verilmiştir. Edirne'de yetiştirme sezonunda 486.2 mm yağış düşerken Kırklareli'nde ise 620.4 mm yağış düşmüştür. Yulafta tane verimine Nisan ve Mayıs aylarındaki yağış miktarı ve dağılımı en çok etkili olmaktadır. Lokasyonlardaki yağışlı gün sayıları benzer olurken Kırklareli lokasyonunda düşen yağış miktarı Edirne'den oldukça fazla olmuştur. Her iki lokasyonda da yağış miktarı ve dağılımlarının uygun olması sonucu yulaf genotiplerinin tane verimleri ve bazı kalite değerleri yüksek olmuştur.

Çizelge 1. Edirne ve Kırklareli illerine ait 2013-2014 ekim sezonu bazı iklim değerleri

Table 1. Some climatic values of Edirne and Kırklareli location in 2013-2014 growing season

Aylar	İller	Aylık Top Yağış (mm)	Yağışlı Gün Sayısı	Aylık Nisbi Nem (%)	Sıcaklık °C		
					En düşük	En yüksek	Ortalama
EYLÜL 2013	Edirne	8.8	4	54.6	8.3	33.2	21.1
	Kırklareli	-	-	-	8.0	33.0	-
EKİM 2013	Edirne	30.7	6	77.5	-1.6	26.8	12.8
	Kırklareli	57.8	4	91.3	-1.2	27.6	12.8
KASIM 2013	Edirne	73.9	16	86.7	-2.4	23.4	11.0
	Kırklareli	64.6	11	97.6	-2.1	21.6	11.1
ARALIK 2013	Edirne	2.3	4	82.2	-5.6	12.1	2.7
	Kırklareli	3.6	4	--	-5.1	14.6	3.4
OCAK 2014	Edirne	74.9	17	87.4	-4.2	17.3	5.5
	Kırklareli	100.4	13	-	-4.3	16.5	6.1
ŞUBAT 2014	Edirne	3.8	9	86.0	-4.4	20.2	7.6
	Kırklareli	6.8	4	-	-2.2	17.9	7.3
MART 2014	Edirne	124.5	17	81.4	-1.4	23.7	10.1
	Kırklareli	75.6	16	-	-1.6	23.4	9.5
NİSAN 2014	Edirne	36.8	13	81.6	-0.1	25.5	13.6
	Kırklareli	68.0	11	95.4	4.1	25.4	13.3
MAYIS 2014	Edirne	61.7	10	76.6	4.0	32.1	18.6
	Kırklareli	96.6	14	72.0	5.6	30.6	17.6
HAZİRAN 2014	Edirne	68.8	14	73.8	10.3	33.6	22.9
	Kırklareli	147.0	14	92.0	11.1	36.0	22.5
Toplam	Edirne	486.2	110	-	-	-	-
	Kırklareli	620.4	91	-	-	-	-
Ortalaması	Edirne	-	-	78.8	-5.6	33.6	12.6
	Kırklareli	-	-	89.7	-5.1	36.0	11.5

Denemeden elde edilen veriler JMP 5.0.1A istatistik programında analiz edilmiştir (Anonymous, 2003). İncelenen özellikleri açısından genotipler arasındaki farklılıklarda F testi kullanılmış ve ortalamalar arasındaki karşılaştırmalarda LSD testine göre yapılmıştır.

### BULGULAR ve TARTIŞMA

Genotiplere ait tane verimi ile bitki boyuna ait veriler Çizelge 2'de verilmiştir. Tane verimi yönünden genotip ve lokasyon, bitki boyu yönünden ise genotip, lokasyon ve genotip x lokasyon interaksyonu istatistiki olarak önemli bulunmuştur.

Edirne lokasyonunda genotiplerin tane verimi 349.1-735.2 (630.7) kg da<sup>-1</sup> arasında değişim göstermiştir. Dört nolu genotip 735.2 kg da<sup>-1</sup> tane verimi ile en yüksek tane verimine ulaşırken, 349.1 kg da<sup>-1</sup> ile Y-330 çeşidinde en düşük verime ulaşılmıştır. Kırklareli lokasyonunda ise genotiplerin tane verimi 478.2-902.6 (738.1) kg da<sup>-1</sup> arasında değişmiştir. 902.6 kg da<sup>-1</sup> tane verimi ile 6 nolu genotipte en yüksek verimine ulaşırken, 478.2 kg da<sup>-1</sup> ile Y-330 çeşidinde en düşük verimine ulaşılmıştır. Her iki lokasyonda da Y-330 çeşidinde en düşük tane verimine ulaşılmıştır. İki lokasyon ortalamasına göre genotiplerin tane verimleri 413.6-810.4 (684.4) kg da<sup>-1</sup> arasında değişmiş, 810.4 kg da<sup>-1</sup> tane verimi ile 6 nolu genotipte

en yüksek verime ulaşılırken, 413.6 kg da<sup>-1</sup> ile Y-330 çeşidinde en düşük verime ulaşılmıştır.

Bu çalışmadan elde edilen bulgulara benzer şekilde, bazı araştırma sonuçlarında tane verimi açısından genotipler arasındaki önemli farklılıkların olduğu bildirilmiştir (Yağbasanlar ve ark. 1991; Sarı ve İmamoğlu 2011; Sarı ve ark. 2012. Kahraman ve ark. (2013; 2015; 2017). Çeşit faktörü ve deneme şartları göz önüne alındığında tane verimleri arasında varyasyonlar ortaya çıkmıştır.

İki lokasyon ortalamasına göre genotiplerin bitki boyları 128.1-172.5 (152.0) cm arasında değişmiştir. 172.5 cm bitki boyu ile Checota çeşidinde en uzun boya ulaşırken, 128.1 cm ile 4 nolu genotipte en kısa boya ulaşılmıştır. Genotiplerin bitki boyları Edirne lokasyonunda 128.8-176.3 (158.9) cm, Kırklareli lokasyonunda ise 127.5-171.3 (150.4) cm arasında

değişim göstermiştir. 1, 7 ve 10 nolu genotipler en uzun olarak öne çıkarken 4 ve 9 nolu genotipler ise en kısa boylu genotipler olarak öne çıkmıştır. Kırklareli lokasyonundaki genotiplerin bitki boyları Edirne'deki lokasyondan daha kısa olmuştur. Yulafta bitki sapı ince ve yumuşak olduğundan uzun boylu genotiplerde yatma sorunu görülebilmektedir. Uzun boylu ve ince saplı olan çeşitler yatma eğilimi gösterdiğinden kısa boylu ve kalın-sağlam saplı çeşitler tercih edilmelidir. Çeşitlere ait bitki boyları açısından bulgular İnan ve ark. (2005), Kara ve ark. (2007), Sarı ve İmamoğlu (2011), Dumlupınar ve ark. (2013), Kahraman ve ark. (2015), Kahraman ve ark. (2017) 'nın bulgularıyla uyum gösterirken, Gül ve ark. (1999), Mut ve ark. (2011), Erbaş ve Mut (2013) ile Naneli ve Sakin (2017)'in çalışmalarında daha kurak bölgelerde ve kullanılan genotiplerin farklı olmasından dolayı sonuçlar farklılık göstermiştir.

Çizelge 2. Yulaf genotiplerinin tane verimi ve bitki boyu ortalama değerleri ve gruplar

Table 2. Mean performance and LSD ranks of oat genotypes for grain yield and plant height

P. No	Çeşit veya Pedigri	Tane Verimi (kg da <sup>-1</sup> )			Bitki Boyu (cm)		
		Edirne	Kırklareli	Lok. Ort.	Edirne	Kırklareli	Lok. Ort.
6	FL04109-0BD-0T-0T-5T-0T	718.2±150.5 a	902.6±42.9 a	810.4±142.2 a	165.0±4.08 cd	151.3±7.50 c-e	158.1±9.23 b
7	FL0549-0BD-0T-0T-2T-0T	684.7±62.4 ab	868.5±23.1 ab	776.6±107.5 ab	176.3±2.50 a	163.8±7.50 ab	170.0±8.45 a
4	FL04169-0BD-0T-0T-8T-0T	735.2±62.0 a	802.3±17.9 bc	768.7±55.4 ab	128.8±6.29 ı	127.5±8.66 f	128.1±7.04 f
8	Kahraman (st)	684.5±159.1 ab	808.4±98.0 bc	746.4±139.1 a-c	157.5±2.89 ef	142.5±2.89 e	150.0±8.45 cd
11	FL04167-0BD-0T-0T-9T-0T	697.5±53.9 ab	782.9±31.9 cd	740.2±80.2 a-c	151.3±2.89 fh	143.8±2.50 e	147.5±4.17 d
10	FL04109-0BD-0T-0T-11T-0T	697.5±95.6 ab	782.9±51.7 cd	724.9±86.1 bc	175.0±7.07 ab	161.3±10.31a-c	168.1±11.0 a
3	FL04167-0BD-0T-0T-1T-0T	649.8±118.6 ab	795.5±62.4 c	722.6±117.3 bc	146.3±8.54 h	145.0±12.91 e	145.6±10.16 de
5	Kırklar (st)	649.7±84.5 ab	783.3±37.4 cd	716.5±93.6 bc	162.5±5.00 c-e	151.3±6.29 c-e	156.9±7.99 b
2	Bw 4903-0BD-0T-7T-0T	650.9±41.5 ab	767.1±32.3 cd	709.0±71.0 b-d	156.3±4.79 e-g	145.0±8.16 e	150.6±8.63 cd
13	FL0507-0BD-0T-0T-7T-0T	634.8±25.1 ab	724.0±49.6 de	679.4±64.6 c-e	161.3±2.50 de	148.8±2.50 de	155.0±2.59 bc
9	FL0557-0BD-0T-0T-1T-0T	635.3±38.9 ab	647.8±54.9 f	641.6±44.5 de	150.0±4.08 gh	131.3±2.50 f	140.6±10.50 e
12	Sebat (st)	569.3±95.2 bc	669.2±51.0 ef	619.3±84.2 e	168.8±2.50 bc	165.0±14.36 ab	166.9±10.35 a
1	Checota (st)	491.4±67.0 c	533.8±34.3 g	512.6±54.3 f	173.8±6.29 ab	171.3±4.79 a	172.5±5.35 a
14	Y-330 (st)	349.1±162.6 d	478.2±59.4 g	413.6±122.9 g	173.8±6.29 ab	171.3±4.79 a	172.5±5.35 a
Lok. Ortalaması		630.7±130.6 b	738.1±123.9 a	684.4±137.7	158.9±13.37 a	150.4±14.02 b	154.7±14.29
Lokasyon		48.7			5.15		
Genotip x Lok.		105.5			8.52		
LSD		133.7	39.4	74.5	7.01	10.02	6.02
CV (%)		14.82	6.73	10.94	3.08	4.66	3.91

Genotiplerin salkımda tane sayısı, salkımda tane ağırlığı ve 1000 tane ağırlığı ile ilgili veriler Çizelge 3'de verilmiştir. Salkımdaki tane sayısı, salkımda tane ağırlığı ve 1000 tane ağırlığı yönünden genotip, lokasyon ve genotip x lokasyon ilişkisi önemli bulunmuştur.

Edirne lokasyonunda genotiplerin salkımda tane sayısı 65.6-165.2 (103.8) adet arasında değişirken, 165.2 adet salkımda tane sayısı ile Sebat çeşidinde en yüksek değere ulaşılırken 65.6 adet ile 9 nolu genotipte en düşük değere ulaşılmıştır. Kırklareli lokasyonunda ise genotiplerin salkımda tane sayıları 55.0-132.1 (81.6) adet arasında değişmiş. 132.1 adet tane ile 14 nolu genotipte en yüksek değere ulaşılırken 55.0 adet ile Checota çeşidinde en düşük değere ulaşılmıştır. Lokasyon ortalamalarına göre genotiplerin salkımda tane sayıları 64.1-143.5 (92.7) adet arasında değişmiş.

13,14 ve 7 nolu genotiplerde en yüksek tane sayısına ulaşırken 9, 5 ve 1 nolu genotiplerde ise en düşük değere ulaşılmıştır. Genotiplerin salkımda tane sayısı lokasyonlar arasında fark istatistik olarak önemli olup Edirne'deki genotiplerin tane sayısı Kırklareli lokasyonundan daha yüksek olmuştur.

Genotiplerin salkımda tane ağırlıkları salkımda tane sayıları ile paralellik göstermiştir. Edirne lokasyonunda genotiplerin salkımda tane ağırlığı 2.47-4.11 (3.38) g arasında değişirken, 4.11 g tane ağırlığı ile 7 nolu genotipte en yüksek ağırlığa ulaşılırken 2.47 g ile 9 nolu genotipte en düşük tane ağırlığına ulaşılmıştır. Kırklareli lokasyonunda ise genotiplerin salkımda tane ağırlıkları 1.96-4.19 (2.74) g arasında değişmiş. 4.19 g tane ağırlığı ile 7 nolu genotipte en yüksek tane ağırlığına ulaşılırken 1.96 g ile Checota çeşidinde en düşük ağırlığa ulaşılmıştır. Lokasyon

ortalamalarına göre genotiplerin salkımda tane ağırlıkları 2.50-4.15 (3.06) g arasında değişmiş. 7, 13 ve 12 nolu genotiplerde en yüksek tane ağırlığına ulaşılırken 9, 1 ve 4 nolu genotiplerde ise en düşük tane ağırlığına ulaşılmıştır. Lokasyonlar arasında genotiplerin salkımda tane ağırlığı salkımda tane sayısı ile benzer olmuş ve fark istatistiki olarak önemli bulunmuştur. Edirnedeki genotiplerin salkımda tane ağırlığı Kırklareli lokasyonundan daha yüksek olmuştur.

Edirne lokasyonunda genotiplerin 1000 tane ağırlıkları 19.6-43.5 (33.2) g arasında değişirken, 43.5 g 1000 tane ağırlığı ile 9 nolu genotipte en yüksek değere ulaşılırken 19.6 g ile Sebat çeşidinde en düşük değere ulaşılmıştır. Kırklareli lokasyonunda ise genotiplerin 1000 tane ağırlıkları 22.7-40.6 (33.9) g arasında değişmiş. 40.6 g 1000 tane ağırlığı ile 2 nolu genotipte en yüksek değere ulaşılırken 22.7 g ile Sebat

çeşidinde en düşük değere ulaşılmıştır. Lokasyon ortalamalarına göre genotiplerin 1000 tane ağırlıkları 21.1-41.3 (33.5) g arasında değişmiş, 9 ve 2 nolu genotipler ile Kahraman çeşidinde en yüksek değere ulaşılırken Sebat ve Y-330 çeşitlerinde ise en düşük değere ulaşılmıştır. Lokasyonlar arasında genotiplerin 1000 tane ağırlıkları yönünden fark istatistiki olarak önemli olup Kırklareli lokasyonunda bu değerler Edirne lokasyonundan daha yüksek olmuştur.

İnsan beslemesi için kullanılacak yulafalarda 1000 tane ağırlığının 26 g'dan yüksek olması istenir. 1000 tane ağırlığı açısından bulgular Gül ve ark. (2004), Kara ve ark. (2007), Sarı ve İmamoğlu (2011), Sarı ve ark. (2012), Kahraman ve ark. (2013), Erbaş ve Mut (2013), Dumlupınar ve ark. (2013), Şahin ve ark. (2017), Kahraman ve ark. (2015;2017)'nin bildirdikleri bulgular ile benzerlik gösterirken, Naneli ve Sakin (2017) 'in çalışmasından farklı bulunmuştur.

Çizelge 3. Yulaf genotiplerinin salkımda tane sayısı, salkımda tane ağırlığı ve 1000 tane ağırlığı ve oluşturdukları gruplar

Table 3. Mean performance and LSD groups of oat genotypes for grain number per panicle, grain weight per panicle and thousand grain weight

P. No	Salkımda Tane Sayısı (adet)			Salkımda Tane Ağırlığı (g)			1000 Tane Ağırlığı (g)		
	Edirne	Kırklareli	Lok. Ort.	Edirne	Kırklareli	Lok. Ort.	Edirne	Kırklareli	Lok. Ort.
1	86.1±2.64 g	55.0±4.40 j	70.6±17.0 j	3.29±0.11 e	1.96±0.15 h	2.62±.72 ef	37.6±0.41 c	36.0±0.26 d	36.8±0.92 d
2	93.8±2.99 f	65.1±3.18 f'h	79.4±15.6 hı	3.61±0.11 d	2.79±0.13 d	3.20±0.45 c	41.7±0.22 b	40.6±0.36 a	41.2±0.64 a
3	96.2±3.31ef	70.0±3.92 f	83.1±14.4 gh	3.07±0.10 fg	2.29±0.13 g	2.68±0.43 e	31.2±0.22 ı	32.0±0.18 h	31.6±0.47 f
4	87.5±4.04 g	66.0±3.16 f'h	76.8±12.0 ı	3.04±0.14 g	2.27±0.11 g	2.65±0.42 e	36.9±0.39 d	34.4±0.30 e	35.6±1.39 e
5	77.5±3.43 h	58.7±3.40ij	68.1±10.5 jk	3.02±0.13 g	2.31±0.13 g	2.66±0.40 e	35.1±0.48 f	39.3±0.39 b	37.2±2.31 c
6	125.6±3.90 b	68.4±4.83 fg	97.0±30.8 e	3.95±0.12 a-c	2.23±0.16 g	3.09±0.93 cd	30.1±0.36 j	31.4±0.39 ı	30.8±0.77 ı
7	115.8±3.59c	111.3±3.86 c	113.5±4.2 c	4.11±0.12 a	4.19±0.15 a	4.15±0.13 a	34.5±0.14 g	36.5±0.17 c	35.5±1.09 e
8	109.1±3.41 d	62.1±3.21 hı	85.6±25.3 g	4.04±0.13 ab	2.37±0.12 fg	3.20±0.90 c	35.8±0.37 e	39.5±0.17 b	37.7±2.02 b
9	65.6±3.44 ı	62.5±5.07 g-ı	64.1±4.3 k	2.47±0.12 ı	2.53±0.21 ef	2.50±0.16 f	43.5±0.40 a	39.2±0.34 b	41.3±2.32 a
10	99.2±4.62 d	82.2±3.57 e	90.7±9.9 f	3.22±0.15 ef	2.77±0.12 d	3.00±0.27 d	32.0±0.30 h	33.7±0.24 f	32.9±0.92 f
11	98.5±4.04ef	94.7±3.79 d	96.6±4.2 e	2.70±0.11 h	2.65±0.11 de	2.67±0.11 e	25.8±0.21 l	27.9±0.34 k	26.8±1.15 k
12	123.9±3.75 b	92.2±3.57 d	108.0±17.3 d	3.87±0.12 bc	3.12±0.12 c	3.50±0.42 b	29.3±0.21 k	33.0±0.26 g	31.1±1.99 h
13	165.2±4.74 a	121.8±6.40 b	143.5±23.8 a	3.85±0.11 c	3.17±0.17 c	3.51±0.39 b	19.6±0.34 m	22.7±0.42 l	21.1±1.69 l
14	108.8±2.99 d	132.1±4.97 a	120.4±13.1 b	3.11±0.08 fg	3.69±0.14 b	3.40±0.33 b	31.7±0.21 hı	28.8±0.38 j	30.2±1.56 j
Lok.Ort.	103.8±24.0 a	81.6±24.6 b	92.7±26.6	3.38±0.52 a	2.74±0.62 b	3.06±0.65	33.2±6.02 b	33.9±5.02 a	33.5±5.53
Lok.		1.30			0.05			0.06	
Genotip x Lok.		5.67			0.19			0.46	
LSD	5.38	6.09	4.00	0.17	0.21	0.13	0.47	0.21	0.32
CV (%)	3.63	5.22	4.34	3.59	5.25	4.35	0.99	0.95	0.97

Edirne lokasyonunda genotiplerin hektolitreye ağırlıkları 45.7-60.2 (55.8) kg hl<sup>-1</sup> arasında değişirken. 60.2 kg hl<sup>-1</sup> ile 12 nolu genotipte en yüksek değere ulaşılırken 45.7 kg hl<sup>-1</sup> ile Y-330 çeşidinde ise en düşük değere ulaşılmıştır. Kırklareli lokasyonunda ise genotiplerin hektolitreye ağırlıkları 44.0-59.7 (52.9) kg hl<sup>-1</sup> arasında değişmiş. 59.7 kg hl<sup>-1</sup> ile Kahraman çeşidinde en yüksek değere ulaşılırken 44.0 kg hl<sup>-1</sup> ile Checota çeşidinde en düşük değere ulaşılmıştır. Lokasyon ortalamalarına göre genotiplerin hektolitreye ağırlıkları 47.0-59.8 (54.4) kg hl<sup>-1</sup> arasında değişmiş. Kahraman, 12 ve 14 nolu genotiplerde en yüksek

değere ulaşılırken Checota, Y-330 ve Sebat çeşitlerinde ise en düşük değere ulaşılmıştır. Hektolitreye ağırlığı yönünden lokasyonlar arasında fark önemli olup tane verimi ve 1000 tane ağırlığının aksine Edirne lokasyonundaki genotiplerin hektolitreye ağırlığı Kırklareli lokasyonundan daha yüksek olmuştur.

Sarı ve İmamoğlu (2011), Sarı ve ark. (2012), Kahraman ve ark. (2013; 2015; 2017)'nin bulguları ile benzerlik gösterirken, Mut ve ark. (2011), Erbaş ve Mut (2013), Naneli ve Sakin (2017), Şahin ve ark. (2017)'in çalışmaları farklılık göstermiştir.

Denemedeki genotiplerin hektolitreye ağırlıkları ile denemelerin farklı iklim şartlarında yürütülmesinden dolayı sonuçlar benzerlik göstermemiştir.

İnsan gıdası olarak kullanılacak yulafalarda tane iç oranının yüksek kavuz oranının ise düşük olması istenmektedir. Kavuz oranı ile tane iç oranı ters ilişkili olup biri artarken diğeri azalmaktadır. Tane iç oranı ne kadar yüksek olursa elde edilecek un verimide o kadar yüksek olmaktadır. Yulaf ister ezme olarak isterse un olarak kullanılсын öncelikle kavuz kısmının iç taneden ayrılması gerekmektedir. Bu nedenle yulafalarda kavuz oranının düşük olması yanında işleme teknolojisi açısından kavuzu kolay soyulabilmelidir.

Genotiplerin kavuz oranları ve iç tane oranı ile ilgili veriler Çizelge 4'te verilmiştir. İç tane oranının lokasyonlar arası hariç kavuz oranı ve iç tane oranı yönünden genotip, lokasyon ve genotip x lokasyon ilişkisi istatistiki olarak önemli bulunmuştur.

Edirne lokasyonunda genotiplerin kavuz oranları

%25.7-37.3 (28.8) arasında değişmiştir. % 25.7 kavuz oranı ile 14 nolu genotipte en düşük değere ulaşılırken %37.3 ile Y-330 çeşidinde ise en yüksek değere ulaşılmıştır. Kırklareli lokasyonunda ise genotiplerin kavuz oranları %26.3-38.2 (29.3) arasında değişmiş. %26.3 kavuz oranı ile 14 nolu genotipte en düşük değere ulaşılırken %38.2 ile Checota çeşidinde en yüksek değere ulaşılmıştır. Lokasyon ortalamalarına göre genotiplerin kavuz oranları %26.0-34.9 (29.0) arasında değişmiş. 14, Kahraman ve 3 nolu genotiplerde en düşük değere ulaşırken Y-330, Checota ve Sebat çeşitlerinde ise en yüksek değere ulaşılmıştır. Kavuz oranı yönünden lokasyonlar arasında fark önemli olup Edirne lokasyonundaki genotiplerin kavuz oranı Kırklareli lokasyonundan daha düşük olmuştur.

Kavuz oranı açısından bulunan sonuçlar Sarı ve ark. (2012) ile Kahraman ve ark. (2017) 'nın bildirdikleri ile benzerlik gösterirken, Şahin ve ark. (2017)'ın çalışmalarından farklılık göstermiştir.

Çizelge 4. Yulaf genotiplerinin hektolitreye ağırlığı, kavuz ve tane iç oranı ortalama değerleri ve oluşturdukları gruplar

Table 4. Mean performance and LSD ranks of oat genotypes for test weight, husk rate and groat percent

P. No	Hektolitreye Ağırlığı (kg hl <sup>-1</sup> )			Kavuz Oranı (%)			İç Tane Oranı (%)		
	Edirne	Kırklareli	Lok. Ort.	Edirne	Kırklareli	Lok. Ort.	Edirne	Kırklareli	Lok. Ort.
1	49.9±0.15 g	44.0±0.17 h	47.0±3.16 h	31.6±1.64 b	38.2±1.33 a	34.9±3.82 a	67.9±2.15g	61.5±1.06 h	64.7±3.55 g
2	54.6±0.19 f	50.0±0.26 g	52.3±2.48 e	27.9±0.74 d-f	30.2±0.19 c	29.0±1.33 cd	71.8±1.18 de	70.0±0.37 e	70.9±1.23 de
3	59.1±0.17 b	55.1±0.16 cd	57.1±2.13 c	26.4±0.28 g-ı	26.7±0.67 gh	26.5±0.50 hi	73.5±0.15 ab	73.3±0.67 ab	73.4±0.46 a
4	58.7±0.22 bc	54.1±0.22 de	56.4±2.48 c	27.5±0.31 e-g	26.8±1.01 gh	27.2±0.78 gh	71.9±0.76 de	73.2±1.01 ab	72.5±1.08 b
5	57.5±0.74 d	53.1±0.65 e	55.3±2.44 d	28.0±0.30 d-f	29.0±1.19 de	28.5±0.95 de	72.2±0.47cd	71.0±1.19 de	71.6±1.03 cd
6	56.5±0.39 e	54.2±0.19 de	55.3±1.26 d	29.1±1.95 cd	27.2±0.96 gh	28.1±1.75 ef	70.8±1.85 ef	72.4±1.58 bc	71.6±1.80 cd
7	56.4±0.21 e	53.1±1.84 e	54.7±2.14 d	29.3±0.23 c	29.7±0.26 cd	29.5±0.30 c	70.5±0.41 f	70.5±0.39 e	70.5±0.37 e
8	59.9±0.26 a	59.7±2.13 a	59.8±1.41 a	26.1±0.25 hi	26.8±0.45 gh	26.4±0.52 hi	73.7±0.47 ab	73.0±0.61 ab	73.4±0.61 a
9	58.4±0.17 c	51.6±1.67 f	55.0±3.81 d	26.8±0.75 f-ı	29.7±0.50 cd	28.3±1.65 de	73.3±0.85 a-c	70.3±0.50 e	71.8±1.72 bc
10	56.6±0.22 e	53.0±1.04 e	54.8±2.03 d	28.5±0.41 c-e	28.4±1.07 ef	28.5±0.75 de	71.6±0.25 d-f	71.7±0.97 cd	71.7±0.65 cd
11	45.7±0.13 ı	50.7±0.58 fg	48.2±2.69 g	37.3±0.94 a	32.5±0.29 b	34.9±2.67 a	62.5±0.69 h	67.4±0.21 g	64.9±2.67 g
12	60.2±0.30 a	56.6±0.67 b	58.4±1.96 b	27.3±0.36 f-h	27.7±0.38 fg	27.5±0.40 fg	72.6±0.49 b-d	72.2±0.54 b-d	72.4±0.53 bc
13	48.4±0.24 h	50.2±0.21 fg	49.3±0.94 f	31.4±0.78 b	31.5±1.13 b	31.4±0.90 b	68.6±0.78 g	68.6±1.03 f	68.6±0.85 f
14	59.9±0.25 a	56.0±0.17 bc	57.9±2.09 b	25.7±0.70 ı	26.3±0.28 h	26.0±0.59 ı	74.3±0.70 a	73.8±0.42 a	74.1±0.59 a
Lok.Ort	55.8±4.48 a	52.9±3.71 b	54.4±4.34	28.8±3.05 b	29.3±3.18 a	29.0±3.11	71.07±3.09	70.64±3.22	70.85±3.15
Lok.		0.29			0.42			0.44 ö.siz	
Genotip x Lok.		1.03			1.16			1.18	
LSD	0.43	1.41	0.73	1.21	1.14	0.82	1.21	1.19	0.84
CV (%)	0.54	1.86	1.34	2.94	2.71	2.83	1.19	1.18	1.18

Edirne lokasyonunda genotiplerin tane iç oranları %62.5-74.3 (71.1) arasında değişmiş. %74.3 tane iç oranı ile 14 nolu genotipte en yüksek değere ulaşılırken %62.5 ile Y-330 çeşidinde ise en düşük değere ulaşılmıştır. Kırklareli lokasyonunda ise genotiplerin tane iç oranları %61.5-73.8 (70.6) arasında değişmiş. % 73,8 tane iç oranı ile 14 nolu genotip en yüksek değere ulaşırken %61.5 ile Checota çeşidinde ise en düşük değere ulaşılmıştır. Lokasyon ortalamalarına göre genotiplerin kavuz oranları %64.7-74.1 (70.9) arasında değişmiş. 14, 3 ve Kahraman çeşidinde en yüksek değere ulaşılırken Y-

330, Checota, Y-330 ve Sebat çeşitlerinde ise en düşük değere alınmıştır. Tane iç oranı yönünden lokasyonlar arasında fark istatistiki anlamda önemli olmamıştır.

#### Araştırmacıların Katkı Oranı Beyan Özeti

Yazarlar makaleye eşit oranda katkı sağlamış olduklarını beyan eder.

#### Çıkar Çatışması Beyanı

Makale yazarları aralarında herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan ederler.



## SONUÇ

Tane verimi yönünden incelenen lokasyonlar ortalamasına göre 810.4 kg da<sup>-1</sup> ile 6, 776.6 kg da<sup>-1</sup> ile 7 ve 768.7 kg da<sup>-1</sup> ile 4 nolu genotiplerde en yüksek tane verimi elde edilmiştir. Standart çeşitlerden 746.4 kg da<sup>-1</sup> ile Kahraman ve 716.5 kg da<sup>-1</sup> ile Kırklar en yüksek tane verimi veren çeşitler olmuştur. 413.6 kg/da ile Y-330 ve 512.6 kg da<sup>-1</sup> ile Checota çeşitlerinde ise en düşük tane verimi elde edilmiştir. 9 yulaf genotipinin hepsi tane verimi yönünden Y-330, Sebat ve Checota çeşitlerden daha yüksek tane verimi vermiştir. Tane verimi, 1000 tane ağırlığı ve kavuz oranı yönünden Kırklareli lokasyonu Edirne lokasyonundan daha yüksek olurken diğer özellikler yönünden ise daha düşük olmuştur. Kahraman ve Kırklar çeşitleri tane verimi ve incelenen özellikler yönünden öne çıkarken, Checota, Sebat ve Y-330 çeşitleri ise hem tane verimi hemde incelenen kalite özellikleri yönünden en düşük değerlere sahip olmuşlardır. İncelenen özellikler yönünden 6. 12 ve 3 nolu genotipler ile Kahraman çeşidi en iyi genotipler olarak belirlenmiştir.

## KAYNAKLAR

- Anonim, 2013. Tohumluk Tescil ve Sertifikasyon Merkezi Müdürlüğü. <http://www.ttsm.gov.tr> (Erişim Tarihi: 15.07.2013).
- Anonim, 2020a. TÜİK-Bitkisel Üretim İstatistikleri. <http://www.tuik.gov.tr>. (Alıntı tarihi 24.03.2020).
- Anonim, 2020b. Milli Çeşitler Listesi. Tescilli Çeşitler Listesi. <http://www.ttsm.gov.tr> (Alıntı tarihi 20 Mayıs 2020).
- Anonymous 1997. Food and Drug Administration. Food labeling: health claims; oats and coronary heart disease; Final Rule. Federal Register, 62: 3583-3601.
- Anonim, 2003. JMP Version 5.0.1. A Business Unit of SAS Copyright, 1989–2002 SAS Institute Inc.
- Buerstmayr H, Krenn N, Stephan U, Grausgruber H, Zechner E 2007. Agronomic performance and quality of oat (*Avena sativa* L.) genotypes of worldwide origin produced under central european growing conditions. Field Crops Research, 101(3): 341-351.
- Doehlert DC., McMullen MS, Hammond JJ 2001. Genotypic and environmental effects on grain yield and quality of oat grown in North Dakota. Crop Science, 41(4):1066–1072.
- Dumlupınar Z 2010. Türkiye Orijinli Yerel Yulaf Genotiplerinin Avenin Proteinleri ile Morfolojik, Fenolojik ve Agronomik Özellikler Yönünden Karakterizasyonu. KSÜ Fen Bilimleri Enstitüsü Tarla Bitkileri Anabilim Dalı. Doktora Tezi. 112 s.
- Dumlupınar Z, Maral H, Yıldırım M, Gezginç H, Dokuyucu T, Akkaya A 2013. Bazı Ümitvar Yulaf Hatlarının Tarımsal Özellikler Bakımından Değerlendirilmesi. Türkiye 10. Tarla Bitkileri

- Kongresi 10-13 Eylül. Selçuk Üniversitesi. Ziraat Fakültesi, Konya. Sayfa; 511-516.
- Erbaş DÖ, Mut Z 2013. Saf Hat Yulaf Genotiplerinin Tarımsal ve Bazı Kalite Özelliklerinin Belirlenmesi. Türkiye 10. Tarla Bitkileri Kongresi 10-13 Eylül. Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Konya. Sayfa; 160-168.
- Gül İ, Akıncı C, Çölkesen M 1999. Diyarbakır koşullarında uygun tane ve ot amaçlı yetiştirilebilecek yulaf çeşitlerinin belirlenmesi. Orta Anadolu'da Hububat Tarımının Sorunları ve Çözüm Yolları Sempozyumu. Sayfa; 117-125. 8-11 Haziran. Konya.
- Hoffmann LA 1995. World production and use of oats. In: Welch. R.W., (ed.). The Oat Crop-Production and Utilization. Chapman and Hall. London. pp. 34-61.
- İnan AS, Özbaş MO, Çağırğan Mİ 2005. İnsan beslenmesinde kullanılan yulaf hatlarının tarımsal ve kalite özellikleri bakımından değerlendirilmesi. *Türkiye VI. Tarla Bitkileri Kongresi*. Cilt II: 1153-1155. 5-6 Eylül 2005. Antalya.
- Maral H 2009. Yulaf Çeşitlerinin Azotlu Gübrelemeye Tane Verimi, Azot Kullanımı ve Verim Özellikleri Yönünden Tepkisi. K.S.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü. Tarla Bitkileri Anabilim Dalı. Yüksek Lisans Tezi. Kahramanmaraş. 50s.
- Mut Z, Akay H, Sezer İ, Gülümser A, Öner F, Erbaş ÖD 2011. Farklı Orijinli Yulaf (*Avena sativa* L.) Genotiplerinin Samsun Ekolojik Koşullarında Tarımsal ve Bazı Kalite Özelliklerinin Tespiti. 9. Tarla Bitkileri Kongresi 12-15 Eylül 2011 Bursa. Tahıllar ve Yemelik Tane Baklagiller Cilt I. Sayfa: 88-93.
- Naneli İ, Sakin MA 2017. Bazı Yulaf Çeşitlerinin (*Avena sativa* L.) Farklı Lokasyonlarda Verim ve Kalite Parametrelerinin Belirlenmesi. Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi. 26 (Özel Sayı): 37-44. E-ISSN: 2146-8176.
- Peterson DM, Wesenberg DM, Burrup DE, Erickson CA 2005. Relationships among agronomic traits and grain composition in oat genotypes grown in different environments. Crop Science, 45(4): 1249-1255.
- Tamm I 2003. Genetic and Environmental Variation of Grain Yield of Oat Varieties. Agronomy Research, 1(1): 93-97.
- Kahraman T, Avcı R, Tülek A 2013. Yulaf (*Avena sativa* L.) Genotiplerinde Tane Verimi ve Bazı Kalite Özellikleri Üzerine Çeşit ve Çevrenin Etkileri. Türkiye 10. Tarla Bitkileri Kongresi 10-13 Eylül. Selçuk Üniversitesi. Ziraat Fakültesi. Konya. Sayfa; 39-44.
- Kahraman T, Avcı R, Kurt C 2015. Trakya-Marmara Bölgesinde Bazı Yulaf (*Avene sativa* L.) Genotiplerinin Tane Verimi, Kalite ve Tarımsal Özelliklerinin Araştırılması. 11. Tarla Bitkileri Kongresi. 7-10 Eylül. Çanakkale. s. 204-207

- Kahraman T, Kurt C, Subaşı AS, Özderen T, Yıldız Ö, Büyükkileci C, Sanal T 2017. Trakya-Marmara Bölgesinde İnsan Beslenmesine Uygun Yulaf Genotiplerinin Belirlenmesi. Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi, 26 (Özel Sayı) : 105-111, E-ISSN: 2146-8176
- Kara R, Dumlupınar Z, Hışır Y, Dokuyucu T, Akkaya A 2007. Kahramanmaraş Koşullarında Yulaf Çeşitlerinin Tane Verimi ve Verim Unsurları Bakımından Değerlendirilmesi. Türkiye VII. Tarla Bitkileri Kongresi. 25-27 Haziran 2007, Erzurum. S: 121-125.
- Sarı N, İmamoğlu A 2011. Menemen Ekolojik Koşullarına Uygun Yulaf Hatlarının Belirlenmesi. Ege Tarımsal Araştırma Enstitüsü Dergisi 21 (1): 16-25.
- Sarı N, İmamoğlu A, Yıldız Ö 2012. Menemen Ekolojik Koşullarında Bazı Ümitvar Yulaf Hatlarının Verim ve Kalite Özellikleri. Ege Tarımsal Araştırma Enstitüsü Dergisi 1: 18-32.
- Sayar MS 2017. Ülkemiz ve Bölgemizdeki Yem Bitkisi Tarımına Genel Bakış. Diyarbakır Tarım, sayfa: 30-34, Diyarbakır.
- Serin Y, Tan M 2009. "Türkiye'de Yem Bitkileri Tarımının Bugünkü Durumu". Yem Bitkileri. Genel Bölüm, Cilt I. Tarım ve Köyşleri Bakanlığı, Tarımsal Üretim ve Geliştirme Genel Müdürlüğü, İzmir, 29-33.
- Şahin M, Akçacık AG, Aydoğan S, Hamzaoğlu S, Çeri S, Demir B 2017. Yulaf (*Avena sativa spp.*) Tanesinde Bazı Fiziksel Özellikler ve Besin Bileşenlerinin Tespiti. Bahri Dağdaş Hayvancılık Araştırma Dergisi, Journal of Bahri Dagdas Animal Research 6 (1):23-28.
- Yağbasanlar T, Çölkesen M, Kırtok Y, Kılınç M 1991. Çukurova Koşullarında Bazı Yulaf Çeşitlerinin Başlıca Tarımsal Özellikleri Üzerinde Bir Araştırma. Ç.Ü. Zir. Fak. Dergisi. 6(1): 95-110.



## Farklı Kolza (*Brassica Napus* L.) Genotiplerinde NaCl Konsantrasyonlarının Çimlenme ve Çıkış Üzerine Etkisi

Ahmet Kendal BALCI<sup>1</sup>, Erkan BOYDAK<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>Tutak İlçe Tarım ve Orman Müdürlüğü, Ağrı, <sup>2</sup>Bingöl Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü, Bingöl

<sup>1</sup><https://orcid.org/0000-0002-8623-9906>, <sup>2</sup><https://orcid.org/0000-0002-3466-5356>

✉: eboydak@bingol.edu.tr

### ÖZET

Bu çalışma 2018 yılında farklı tuz konsantrasyonlarının çimlenme ve çıkış üzerine etkisini belirlemek amacıyla kontrollü koşullardaki iklim odasında ve inkübatörde yürütülmüştür. Araştırma, 20±1.0 C°'lık sabit ortam sıcaklığına sahip kontrollü kabin içerisinde karanlık koşullarda gerçekleştirilmiştir. Denemede; Süzer, Samibey, Licord, NK Karavel ve Orkan kolza çeşitlerine ait tohumlar ve tuzun kontrol ile beraber 25, 50 ve 75 mMol dozları kullanılmıştır. Sonuç olarak; farklı NaCl tuzlarının dozları artmasıyla çimlenme oranı, hassaslık indeksi, çimlenme indeksi, çıkış indeksi, çıkış oranı, sürgün uzunluğu, kök uzunluğu, yaş sürgün ağırlığı, yaş kök ağırlığı, kuru kök ağırlığı, kuru sürgün ağırlığı ve tuza tolerans yüzde özelliklerinin tuz miktarına bağlı olarak azaldıkları belirlenmiştir. Tuz konsantrasyonlarının artmasıyla çimlenme hızı ve çıkış hızının uzadığı belirlenmiştir. Çimlenme oranı %90.2-64.2, çimlenme hızı 2.775-3.214 gün, hassaslık indeksi 1.0015-1.329, çimlenme indeksi 11.75-7.965, çıkış oranı %56.7-47.6, çıkış hızı 7.037-4.77 gün, sürgün uzunluğu 16.85-12.358 cm, kök uzunluğu, 4.124-2.989 cm, yaş sürgün ağırlığı 0.81-0.53 gr, yaş kök ağırlığı 0.168-0.092 gr, kuru sürgün ağırlığı 0.0408- 0.0289 gr, kuru kök ağırlığı 0.042-0.0271 gr, tuza tolerans yüzdesi %99.04-64.08, çıkış indeksi 3.5504- 2.543 arasında değişim göstermiştir. Araştırmada NaCl, kolza bitkisinde çimlenme ve çıkış özelliklerini fide gelişimi yönünden olumsuz etkilediği belirlenmiştir.

### Araştırma Makalesi

#### Makale Tarihçesi

Geliş Tarihi : 13.07.2020

Kabul Tarihi : 19.02.2021

#### Anahtar Kelimeler

Kolza (*Brassica napus* L.)

Tuz stresi

Çimlenme

Çıkış

NaCl

## The Effect of NaCl Concentrations on Germination and Emergence in Different Rapeseed (*Brassica Napus* L.) Genotypes

### ABSTRACT

This study was conducted to determinate of effect of different salt concentrations on germination and emergence of different rapeseed (*Brassica napus* L.) genotypes in controlled climate chamber and incubator in 2018. The research was conducted in a controlled cabinet with constant ambient temperature of 20 ± 1.0 C° under dark conditions. In the trial; Süzer, Sami Bey, Licord, NK Caravel and Orkan canola varieties and 25, 50 and 75 mMol salt concentration were used. The results indicated that with increasing doses of NaCl s, germination rate sensitivity index, germination index, emergence index, emergence rate, shoot length, root length, wet shoot weight, wet root weight, dry root weight, dry shoot weight and salt tolerance percent characteristics were decreased. It was determined that germination and emergence rates increased with increasing salt concentrations. Germination rate, germination speed, sensitivity index, germination index, emergence rate, emergence speed, shoot length, root length, shoot fresh weight, root fresh weight, shoot dry weight, root dry weight, salt tolerance percentage, and the emergence index ranged between 90.2-64.2%, 2.775-3.214 days, 1.0015-1,329, 11.75-7.965, 56.7-47.6 %, 7.037-4.77 days, 16.85-12.358 cm, 4.124-

### Research Article

#### Article History

Received : 13.07.2020

Accepted : 19.02.2021

#### Keywords

Canola (*Brassica napus* L.)

Salt stress

Germination

Emergence

NaCl

2.989 cm, 0.81-0.53 g, 0.168-0.092 g, 0.0408-0.02828 g, 0.042-0.0271 g.  
99.04-64.08%, and 3.5504-2.543, respectively.

**Atf İçin:** Balcı AK, Boydak E 2021. Farklı Kolza (*Brassica Napus L.*) Genotiplerinde NaCl Konsantrasyonlarının Çimlenme ve Çıkış Üzerine Etkisi. *KSÜ Tarım ve Doğa Dergisi* 24 (5): 1011-1020. <https://doi.org/10.18016/ksutarimdog.vi.768704>.  
**To Cite:** Balcı AK, Boydak E 2021. The Effect of NaCl Concentrations on Germination and Emergence in Different Rapeseed (*Brassica Napus L.*) Genotypes. *KSU J. Agric Nat* 24 (5): 1011-1020. <https://doi.org/10.18016/ksutarimdog.vi.768704>.

## GİRİŞ

Kolza tohumlarında bulunan %16-24 protein, %38-50 yağ, zengin linoleik ve oleik asit miktarı ile yağının kaynama noktasının yüksek olması kolzayı değerli yağ bitkileri arasına sokmaktadır. (Anonim, 2018a). Ülkemizin bitkisel kökenli yağ açığını kapatmada kolza bitkisinin önemli rolü vardır. Kolza bitkisine ait sarı çiçeklerle arıları cezbedip arıları çekmesi bal üreticilerine avantaj sağlar. Hayvan beslemesinde küspesinin %38- 40 oranında protein barındırması hayvan yetiştiricileri için çok güzel bir yem olduğunu göstermektedir. Bu avantajlar kolza bitkisinin ne denli değerli bir bitki olduğunu gözler önüne sermektedir. Bu avantajlar kolza bitkisini dünyanın en çok ekilen yağ bitkileri arasına sokmaktadır (Anonim, 2018b). Stres bitkisel üretimde, bitkilerin üzerinde oluşup olumsuz etki bırakan dış etmenler olarak tanımlanmaktadır. Bitkiler üzerine etki eden stres faktörleri 2 gruba ayrılmaktadır. Bunlardan ilki biyotik stres faktörleri (hastalık ve zararları), ikincisi ise abiyotik stres faktörleridir (tuzluluk, kuraklık, yüksek veya düşük sıcaklıklar, vb) (Türkan, 2008). Tuzluluk dünya genelinde topraklardaki en önemli sorunlardan biridir. Yanlış tarımsal sulamaların yapılması ve drenajın kötü olması tuzluluğu tetikleyen en önemli etkenlerdendir. Toprakta oluşan tuz birikimi toprağın fiziksel ve kimyasal özelliklerini bozmaktadır. Bozulmalar sonrası bitki gerekli besini alamamasından dolayı bitki büyüme ve gelişmesi olumsuz yönde etkilenir (Ekmekçi ve ark. 2005).

Sulama yapılan bölgelerde aşırı ve dengesiz sulama ile taban suyundaki tuzlar toprak yüzeyine çıkarak tuzluluğu meydana getirir. Bazı bitkilerin tuza olan toleransları çeşitlerin genetik yapılarından kaynaklı olarak farklılık gösterebilir. Tuzlu ortamlardaki çimlenme ve fide gelişim evreleri bitkinin yaşam döngüsü içerisindeki en kritik dönemdir (Katerji et al., 1994; Wang ve Shannon 1999; Almansouri ve ark., 2001). Artan dünya nüfusunun ihtiyacı olan tatlı su kaynaklarının azlığı, alternatif çözümlerin araştırılmasını hızlandırmaktadır (Acar ve ark.2011). Bu nedenle ekonomik düzeyde verim sağlayabilecek tuza dayanımı yüksek, kolza çeşitlerinin belirlenmesi son derece önemlidir.

Bu çalışmanın amacı farklı tuz stresine maruz bırakılan Orkan, Samibey, Süzer, Licord ve NK Caravel kolza çeşitlerinin bazı hususiyetleri üzerinden, çimlenme ve çıkış dönemlerindeki tuza karşı tepkilerini belirlemektir.

## MATERYAL ve METOD

Çalışmada 5 kolza çeşidi (Süzer, Samibey, Licord, NK Caravel ve Orkan) ve NaCl tuzu materyal olarak kullanılmıştır. Deneme iki aşamalı olarak yürütülmüştür. İlk aşamada, sterilize edilmiş cam petri kutularında tuzlu ortamda çimlendirme denemesi yapılmıştır. İkinci aşamada tuzluluk etkisinin çıkış döneminde fide gelişimi ve kolza bitkilerinin bazı morfolojik özellikleri incelenmek üzere torf-perlit karışımı konulmuş plastik kaplara ekilerek inkübatörde yürütülmüştür. Araştırma 2018 yılında 'Tesadüf Parselleri Faktöryel deneme desenine' göre dört tekerrürlü olarak, 20°C sabit sıcaklığa ayarlanmış inkübatörde karanlık ortamda gerçekleştirilmiştir.

Çimlendirme denemesinde de kullanılan bütün malzemeler, 70°C'de 150 dk boyunca inkübatörde bekletilerek sterilizasyon sağlanmıştır. Kontrol dışında üç farklı NaCl konsantrasyonları 25 mMol, 50 mMol ve 75 mMol uygulanmıştır. Kolza tohumlarının sterilizasyonu için tohumlar %1.5'lik sodyum hipoklorit çözeltisinde 5 dakika süre ile bekletildikten sonra saf sudan geçirilmiştir. Her petri kabına 25'er adet tohum yerleştirilmiştir. Konsantrasyonları hazırlanmış solüsyonlardan 3 ml eklenerek iklim dolabına yerleştirilmiştir. İşlemden 24 saat sonra çimlenmiş tohumlar (1 mm kökçük) steril pens yardımıyla sayılıp not edildikten sonra petri kabından uzaklaştırılmıştır. 14 gün boyunca işlem aynı seyirde devam etmiştir. 3 gün ard arda çimlenmeyen tohumlar çimlenmemiş sayılmıştır.

Çıkış çalışması 12 cm çapında plastik kaplarda yapılmış ve alttan fazla suyun birikmemesi için 2 mm çapında olan delinmiştir. Plastik kapların içine ¾ oranında torf ve ¼ oranında perlit karışımı konulmuştur. 4 tekerrürlü olarak hazırlanan her kaba 25'er adet tohumluk düzgün bir şekilde dizilerek üzeri 0,5-1 cm elekten geçirilmiş kum ile kapatılmıştır. Önceden hazırlanan solüsyonlardan kontrol ve tuz solüsyonları ile birinci gün 24 ml, sonraki günler için ise 12 ml eklenerek 20°C'ye ayarlanmış iklim dolabına yerleştirilmiştir. Çıkış yapmış ve yapmamış bitkiler 24 saat aralıklarla sayılarak sulama yapılmıştır. Bu işlem 14 gün boyunca devam etmiştir. 3 gün ard arda çıkış yapmayan uygulamalar sonlandırılmıştır.

Araştırmada; Çimlenme denemesinde Çimlenme Oranı (%): (Çimlenen toplam tohum sayısı / 20) x 100 (Elkoca, 1997), Çimlenme Hızı (gün):  $MGT = \frac{\sum(fx)}{\sum f}$ , MGT: Ortalama çimlenme süresi; f: Çimlenen tohum sayısı; x: Çimlenme günü (Ellis ve Roberts, 1980),

**Çimlenme İndeksi:** Her gün çimlenen tohum sayısının sayılan günlerine bölünmesiyle aşağıdaki formüle göre bulunmuştur.  $M = \frac{n_1}{t_1} + \frac{n_2}{t_2} + \frac{n_3}{t_3} \dots \frac{n_t}{t}$  (M: Çimlenme indeksi, n<sub>1</sub>: 1. günde çimlenen tohum sayısı, t<sub>1</sub>: 1.gün, n<sub>t</sub>: son günde çimlenen tohum sayısı) (Maguire, 1962), **Hassaslık İndeksi:**  $HI = \frac{Tuz}{OÇZ}$  (Yıldırım ve Güvenç, 2006); **Çıkış Oranı (%):** Çıkış oranı (%) = (Çıkan toplam tohum sayısı / 25) x 100 (Elkoca, 1997), **Çıkış Süresi (Gün):**  $MGT = \frac{\sum(fx)}{\sum f}$ , MGT: Ortalama çıkış süresi; f: çıkan tohum sayısı; x: çıkış günü (Ellis ve Roberts, 1980), **Çıkış İndeksi (Maguire, 1962):**  $M = \frac{n_1}{t_1} + \frac{n_2}{t_2} \dots \frac{n_t}{t}$  (M: çıkış indeksi; n<sub>1</sub>: 1. günde çıkan tohum sayısı; t<sub>1</sub>: 1.gün, n<sub>t</sub>: son günde çıkan tohum sayısı, n<sub>t</sub>: çıkışın olduğu son gün), **Tuza Tolerans Yüzdesi (%):** Tuza tolerans (%) = (TUBKA / KUBKA) x 100 (TUBKA : Tuz uygulamasındaki bitki kuru ağırlığı, KUBKA : Kontrol uygulamasındaki bitki kuru ağırlığı), **Kök Uzunluğu (cm):** Kök tacı ile kök ucu arasındaki mesafe milimetrik cetvelle ölçülüp kök uzunluğu belirlenmiştir. **Sürgün Uzunluğu (cm):** Kök tacı ile en uçtaki yaprak arasındaki mesafe milimetrik cetvelle ölçülüp sürgün uzunluğu belirlenmiştir. **Yaş Kök Ağırlığı (g):** kökler musluk suyu altında yıkanıp ve iyice kurulandıktan sonra tartılmıştır. **Kuru Kök**

**Ağırlığı (g):** Yaş ağırlığı belirlenen kökler 65 °C'de 24 saat kurutulduktan sonra ağırlıkları g olarak belirlenmiştir. **Yaş Sürgün Ağırlığı (g):** bitkilerin kök ve sürgünleri birbirinden ayrılmış, sürgünler hemen tartılarak hassas terazide gram olarak belirlenmiştir. **Kuru Sürgün Ağırlığı (g):** Yaş ağırlığı belirlenen sürgünler 65 °C'de 24 saat kurutulduktan sonra ağırlıkları g olarak belirlenmek suretiyle özellikler incelenmiştir.

## BULGULAR ve TARTIŞMA

Çizelge 1, Çizelge 2' ve Çizelge 3'de verilen varyans analiz sonuçlarına bakıldığında, sürgün uzunluğu, kök uzunluğu, kuru sürgün ağırlığı ve kuru kök ağırlığı özelliklerinin sadece çeşit x konsantrasyon interaksyonu açısından % 0,05 düzeyinde önemli bulunduğu, diğer tüm özelliklerin; çeşitler, konsantrasyon ve çeşit x konsantrasyon interaksyonu arasındaki farkın %0.01 düzeyinde önemli bulunduğu belirlenmiştir.

Çizelge 4'de görülebileceği gibi, çimlenme oranları arasındaki farklar çok önemli farklılık göstererek en düşük çimlenme oranı %52.5(Orkan), en yüksek çimlenme oranı ise % 98.75 (Süzer) olmuştur. Araştırma neticesinde tuz konsantrasyonu arttıkça çimlenme oranında belirgin bir şekilde düşüşler

Çizelge 1. Bazı kolza (Brassica napus L.) çeşitlerinde farklı tuz konsantrasyonlarının çimlenme oranına (%), çimlenme indeksine, çimlenme süresine (gün) ve hassaslık indeksine ait varyans analiz sonuçları ve değişim katsayıları.

Table 1. Variance analysis results and coefficients of variation of different salt concentrations, germination rate (%), germination index, germination time (day), sensitivity index in some rapeseed (brassica napus L.) cultivars.

Kaynaklar (source)	Serbestlik Derecesi (Degree of Freedom)	Çimlenme Oranı (%) (Germination Rate)	Çimlenme Süresi (Gün) (Germination time (Days))	Çimlenme İndeksi (Germination Index)	Hassaslık İndeksi (Sensitivity Index)
Çeşit (Cultivars) (Faktör A)	4	711.7**	65.003**	835.34**	0.2695**
Konsantrasyon (Concentration) (Faktör B)	3	261.6**	4.567**	51.25**	0.395**
İnteraksiyon (Interaction) (AXB)	12	560.43**	0.334**	5.68**	0.034**
Hata (Error) 1	60	54.47	0.010	0.265	0.003346
Genel (C.total)	79				

\*\* : p<0.01 düzeyinde, \* : p<0.05, düzeyinde önemli, ÖD: önemli değil

Çizelge 2. Bazı kolza (brassica napus L.) çeşitlerinde farklı tuz konsantrasyonlarının çıkış oranına (%), çıkış süresine (gün), çıkış indeksi ve tuza tolerans yüzdesine (%) ait varyans analiz sonuçları ve değişim katsayıları

Table 2. Variance analysis results and coefficients of variation of different salt concentrations, Emergence rate (%), Emergence time (days), Emergence index and salt tolerance percentage) in some rapeseed (brassica napus L.) cultivars.

Kaynaklar (source)	Serbestlik Derecesi (Degree of Freedom)	Çıkış Oranı (%) (Emergence Rate)	Çıkış Süresi (Gün) (Emergence Time (Days))	Çıkış İndeksi (Emergence Index)	Tuza Tolerans Yüzdesi (%) (Salt Tolerance Percentage)
Çeşit (Cultivars) (Faktör A)	4	165.70**	66.84**	126.417**	2133.71**
Konsantrasyon (Concentration) (Faktör B)	3	289.52**	17.76**	1.78**	4460.311**
İnteraksiyon (Interaction) (AXB)	12	106.76**	2.69**	0.23**	340.106**
Hata (Error) 1	60	3.20	0.106	0.0169	37.59
Genel (C.total)	79				

Çizelge 3. Bazı kolza (*Brassica napus* L.) çeşitlerinde farklı tuz konsantrasyonlarının, sürgün uzunluğuna (cm), kök uzunluğuna (cm), yaş sürgün ağırlığına (g), yaş kök ağırlığına (g), kuru sürgün ağırlığına (g) ve kuru kök ağırlığına (g) ait varyans analiz sonuçları ve değişim katsayıları

Table 3. Variance analysis results and coefficients of variation of different salt concentrations, seedling length (cm), root length (cm), fresh seedling weight (g), fresh root weight (g), dry seedling weight (g) and dry root weight (g) in some rapeseed (*brassica napus* L.) cultivars

Kaynaklar (source)	Serbestlik Derecesi (Degree of Freedom)	Kök Uzunluğu (cm) (Root Length)	Sürgün Uzunluğu (cm) (Seedling Length)	Yaş Kök Ağırlığı (g) (Fresh Root Weight)	Kuru Kök Ağırlığı (g) (Dry Root Weight)	Yaş Sürgün Ağırlığı (g) (Fresh Seedling Weight)	Kuru Sürgün Ağırlığı (g) (Dry Seedling Weight)
Çeşit (Cultivars) (Faktör A)	4	77.903**	91.87**	0.24**	0.0079**	3.84**	0.00334**
Konsantrasyon (Concentration) (Faktör B)	3	3.55**	75.61**	0.036**	0.00081**	0.29**	0.00054**
İnteraksiyon (Interaction) (AXB)	12	0.15*	1.89*	0.0096**	0.000026*	0.026**	0.000021*
Hata (Error) 1	60	0.1032	1.076	0.000051	6.171	0.003794	0.000011
Genel (C.total)	79						

\*\*: $p \leq 0.01$  düzeyinde. \*:  $p \leq 0.05$ , düzeyinde önemli, ÖD: önemli değil

meydana geldiği belirlenmiştir. En düşük çıkış oranı % 47.6 ile 75 mMol konsantrasyonun da olurken en yüksek çıkış oranı ise % 56.7 ile 0 (kontrol) uygulamasında olmuştur. En düşük çıkış oranına sahip çeşit % 6.625 çıkış oranı ile Orkan çeşidi olurken, en yüksek çıkış oranına sahip çeşit %82.5 çıkış oranı ile Samibey çeşidi olmuştur.

Çizelge 4'de görülebileceği gibi, konsantrasyonlar arası ortalamalarda en düşük çimlenme indeksi değeri 75 mMol uygulamasında 7.96 iken en yüksek çimlenme indeksi değeri 11.75 değeri ile 0 (kontrol) konsantrasyonun da olduğu belirlenmiştir. Çeşit ortalamaları arasında en düşük çimlenme indeksi değeri Orkan çeşidi 2.52 ile en yüksek çimlenme indeksi değeri ise 18.36 değeri ile Orkan çeşidi olmuştur. Çimlenme indekslerinde en yüksek değerler tuzlu olmayan ortamlarda yani kontrol grubunda olduğu gözlemlenmiştir.

Yine Çizelge 4'de çimlenme hızı açısından tuz konsantrasyonları ortalaması arasında çimlenme hızı 2.775 gün (0 mMol kontrol) ile 3.879 gün (75 mMol) aralığında değiştiği belirlenmiştir. Konsantrasyonlar arasında en hızlı çimlenmeler tuzsuz yani kontrol grubunda hesaplanırken, artan tuz konsantrasyonlarıyla birlikte çimlenme hızında da tuz konsantrasyon miktarı ile orantılı bir şekilde düşüşler belirlenmiştir. Konsantrasyon ortalamalarına göre en yüksek çimlenme hızı 4.77 gün ile 0 (kontrol) uygulamasında olurken, en düşük çıkış oranı ise 75 mMol konsantrasyonunda 7.037 günde gerçekleşmiştir. Çeşitler ortalamalarında da görüldüğü üzere en hızlı çıkış 3.72 gün ile Samibey çeşidi olurken en yavaş çıkış ise 8.184 gün ile Orkan çeşidi olduğu belirlenmiştir.

Hassaslık indeksleri konsantrasyon ortalamalarına göre en düşük ortalama 0 (kontrol) uygulamasında konsantrasyonunda 1.00 olarak belirlenmişken, en yüksek konsantrasyon ortalaması 75 mMol

uygulamasında konsantrasyonunda 1.329 olarak tespit edilmiştir. Tuzluluk konsantrasyonları arttıkça hassasiyet değerleri de artmıştır. Fakat Orkan çeşidinde 25 mMol 0 (kontrol) den düşük bulunmuştur. Hassaslık indeksi en düşük Orkan çeşidi 25 mMol 0.875 iken en yüksek hassaslık indeksi ise NK Caravel çeşidi 75 mMol konsantrasyonunda 1.559 olarak belirlenmiştir.

Yine Çizelge 5'de en düşük çıkış indeksi 2.543 değeri ile 75 mMol konsantrasyonu olurken, en yüksek çıkış indeksi ise 3.5504 değeri ile 0 (kontrol) uygulamasında olmuştur. Tuz miktarının artmasıyla çıkış indeksi azalmıştır. En düşük çeşit 0.29 ile Orkan çeşidi, en yüksek çıkış indeksi çeşit ortalaması ise 5.5875 Süzer çeşidi olmuştur. En yüksek çıkış indeksi 6.245 ile Süzer 0 (kontrol) iken en düşük çıkış indeksi ise, 0.2325 ile Orkan 75 mMol da gözlemlenmiştir.

Çizelge 5'de tuza tolerans yüzdesi en düşük %64.08 ile 75 mMol iken en yüksek %100 ile 0 (kontrol) tuz konsantrasyonunda olmuştur. Konsantrasyon yoğunluğuna bağlı bir şekilde tuza tolerans yüzdesinin azaldığını görülmektedir. Tuza tolerans yüzdesi en yüksek %100 ile Orkan 0 (kontrol) çeşidi olurken, En düşük tuza tolerans yüzdesi %33.02 ile Orkan 75 mMol olduğu görülmüştür. Orkan çeşidin tuza en hassas çeşit olduğunu belirlemektedir.

En düşük sürgün uzunluğu konsantrasyon ortalaması 75 mMol konsantrasyonunda 12.358 cm iken en yüksek sürgün uzunluğu konsantrasyon ortalaması ise 16.85 cm ile 0 (kontrol) uygulamasında olduğu belirlenmiştir. Bu da tuzluluğun artmasıyla sürgün uzunluğunun, konsantrasyon yoğunluğuyla ters orantılı bir biçimde azaldığını göstermektedir. Çeşitler bazında en kısa sürgün uzunluğuna sahip çeşit 10.192 cm ile Orkan çeşidi olurken, en uzun sürgün uzunluğuna sahip çeşit ise 16.232 cm uzunluğuyla Süzer çeşidi olmuştur (Çizelge 6).

Çizelge 4. Farklı kolza genotiplerinin, NaCl konsantrasyonlarında çimlenme oranı (%), çimlenme indeksi, çimlenme süresi (gün) ve hassaslık indeksine ait ortalamalar  
 Table 4. Different rapeseed genotypes in NaCl concentrations, averages of germination rate (%), germination index, germination time (day) and sensitivity index

Çeşitler ( <i>cultivars</i> )	Çimlenme Oranı (%) ( <i>Germination Rate</i> )					Çimlenme Hızı (gün) ( <i>Germination time (Days)</i> )				
	0(kontrol) ( <i>control</i> )	25 mMol	50 mMol	75 mMol	Ort. ( <i>average</i> )	0(kontrol) ( <i>control</i> )	25 mMol	50 mMol	75 mMol	Ort. ( <i>average</i> )
Samibey	93.0 ±1.00 abc	90. ±1.15 abcd	89.0 ±1.91 bcd	81.0 ±9.71 d	88.25 ±2.52 B	1.59 ±0.02 no	1.66 ±0.02 mn	1.78 ±0.01 lm	1.96 ±0.05 k	1.75 ±0.04 D
Süzer	100.0 ±0.00 a	100.0 ±0.00 a	100.0 ±0.00 a	95.0 ±1.00 abc	98.75 ±0.60 A	1.27 ±0.01 p	1.51 ±0.01 o	1.70 ±0.03 mn	1.89 ±0.04 kl	1.59 ±0.06 E
NK Caravel	99.0 ±1.00 ab	87.0 ±5.26 cd	85.0 ±3.00 cd	80.0 ±3.27 de	87.75 ±2.38 B	2.33 ±0.02 j	2.79 ±0.04 ı	3.16 ±0.03 ı	3.71 ±0.06 g	2.99 ±0.13 C
Licord	70.0 ±6.22 ef	55.0 ±5.00 gh	47.0 ±3.00 h	50.0 ±4.16 gh	55.50 ±3.12 C	3.11 ±0.07 h	3.96 ±0.05 f	4.30 ±0.01 e	4.42 ±0.03 e	3.95 ±0.13 B
Orkan	89.0 ±4.44 bcd	60.0 ±1.63 fg	46.0 ±2.58 h	15.0 ±1.92 ı	52.50 ±6.99 C	5.57 ±0.03 d	6.15 ±0.10 c	7.00 ±0.14 b	7.41 ±0.05 a	6.53 ±0.19 A
Ort. ( <i>average</i> )	90.2 ±2.85 A	78.40 ±4.27 B	73.4 ±5.25 C	64.2 ±6.87 D		2.78 ±0.35 D	3.21 ±0.39 C	3.59 ±0.45 B	3.88 ±0.46 A	
E.G.F : (0.05) ( <i>L.S.D</i> )	<b>Çeşit : 5.21 Uygulama:4.6 Çeşit X uygulama: 10.43</b>					<b>Çeşit: 0.071 Uygulama.: 0.063 Çeşit X Uygulama:0.142</b>				
C.V	<b>9.64</b>					<b>3.00</b>				
	Çimlenme İndeksi ( <i>Germination Index</i> )					Hassaslık İndeksi ( <i>Sensitivity Index</i> )				
Samibey	18.47 ±0.25 c	18.02 ±0.23 c	17.12 ±0.29 d	13.32 ±0.43 f	16.74 ±0.54 B	1.00 ±0.00 j	1.12 ±0.03 ghı	1.27 ±0.01 cd	1.31 ±0.02 c	1.18 ±0.03 C
Süzer	21.62 ±0.24 a	19.40 ±0.41 b	17.85 ±0.35 cd	14.55 ±0.52 e	18.36 ±0.69 A	1.00 ±0.00 j	1.19 ±0.03 efg	1.26 ±0.02 cde	1.43 ±0.03 b	1.22 ±0.04 B
NK Caravel	8.65 ±0.07 g	8.95 ±0.26 g	8.25 ±0.31 g	8.25 ±0.24 g	8.52 ±0.13 C	1.00 ±0.00 j	1.42 ±0.03 b	1.47 ±0.02 b	1.56 ±0.07 a	1.36 ±0.06 A
Licord	5.42 ±0.13 h	4.22 ±0.11 ı	3.17 ±0.06 jk	3.35 ±0.13 j	4.04 ±0.24 D	1.00 ±0.00 j	1.06 ±0.01 hj	1.12 ±0.02 fghı	1.20 ±0.03 def	1.10 ±0.02 D
Orkan	4.57 ±0.19 j	2.70 ±0.06 jk	2.45 ±0.10 k	0.35 ±0.02 l	2.52 ±0.39 E	1.00 ±0.00 j	0.88 ±0.03 k	1.05 ±0.05 ij	1.14 ±0.02 fgh	1.02 ±0.03 E
Ort. ( <i>average</i> )	11.75 ±1.60 A	10.66 ±1.59 B	9.77 ±1.52 C	7.96 ±1.27 D		1.00 ±0.00 D	1.13 ±0.04 C	1.24 ±0.03 B	1.33 ±0.04 A	
E.G.F (0.05) ( <i>L.S.D</i> )	<b>Çeşit:0.379 Uygulama:0.325 Çeşit X Uygulama:0.727</b>					<b>Çeşit:0.0409 Uygulama:0.036 Çeşit X Uygulama:0.081</b>				
C.V	<b>5.12</b>					<b>4.92</b>				

Çizelge 5. Farklı kolza genotiplerinin, NACI konsantrasyonlarında çıkış oranı (%), çıkış süresi (gün), çıkış indeksi ve tuza tolerans yüzdesine (%) ait ortalamalar  
Table 5. Different rapeseed genotypes in NACI concentrations, averages of Emergence rate (%), Emergence time (days), Emergence index and salt tolerance percentage (%)

Çeşitler (cultivars)	Çıkış Oranı (%) (Emergence Rate)					Çıkış Süresi (gün) (Emergence Time (Days))				
	0(kontrol) (control)	25 mMol	50 mMol	75 mMol	Ort. (average)	0(kontrol) (control)	25 mMol	50 mMol	75 mMol	Ort. (average)
Samibey	83.0 ±0.41 ab	81.0 ±1.29 bc	80.0 ±1.41 cd	78.0 ±1.46 d	82.5 ±0.57 A	3.09 ±0.06 l	3.61 ±0.03 jk	4.03 ±0.05 ij	4.16 ±0.06 i	3.72 ±0.11 E
Süzer	85.0 ±1.00 a	83.0 ±0.41 ab	81.0 ±0.71 bc	81.0 ±1.08 bc	80.5 ±0.71 B	3.54 ±0.04 kl	3.83 ±0.05 ijk	4.08 ±0.05 j	4.98 ±0.07 h	4.11 ±0.14 D
NK Caravel	62.0 ±1.08 e	54.0 ±0.71 f	54.0 ±0.91 f	56.0 ±0.82 f	56.5 ±0.94 C	7.02 ±0.05 d	7.20 ±0.10 d	7.81 ±0.16 c	9.04 ±0.18 b	7.78 ±0.21 B
Licord	46.0 ±1.41 g	40.0 ±0.91 h	34.0 ±0.82 i	17.0 ±0.41 i	34.25 ±2.83 D	5.22 ±0.15 gh	5.63 ±0.08 fg	5.73 ±0.20 f	6.55 ±0.32 e	5.79 ±0.16 C
Orkan	7.5 ±0.18 k	7.0 ±0.35 k	6.0 ±0.41 k	6.0 ±0.20 k	6.625 ±0.22 E	5.00 ±0.22 h	8.17 ±0.10 c	9.11 ±0.10 b	10.45 ±0.45 a	8.18 ±0.53 A
Ort. (average)	56.7 ±6.54 A	53.0 ±6.47 B	51.0 ±6.55 C	47.6 ±7.10 D		4.77 ±0.32 D	5.70 ±0.42 C	6.15 ±0.47 B	7.04 ±0.56 A	
E.G.F : (0.05) (L.S.D)	Çeşit: 1.2 Uygulama: 1.13 Çeşit X Uygulama: 2.529					Çeşit: 0.23 Uygulama: 0.206 Çeşit X Uygulama: 0.46				
C.V	3.43					5.51				
	Çıkış İndeksi (Emergence Index)					Tuza Tolerans Yüzdesi (%) (Salt Tolerance Percentage)				
Samibey	6.09 ±0.06 a	5.77 ±0.09 b	5.19 ±0.08 c	4.82 ±0.09 d	5.47 ±0.13 B	100 ±0.00 a	88.55 ±1.51 bcde	77.11 ±2.05 ghi	70.64 ±1.18 hij	83.96 ±2.94 B
Süzer	6.25 ±0.11 a	5.61 ±0.06 b	5.31 ±0.13 c	5.19 ±0.11 c	5.59 ±0.12 A	100 ±0.00 a	97.03 ±0.51 ab	92.48 ±1.89 abcd	86.38 ±1.54 cdef	93.26 ±1.32 A
NK Caravel	2.13 ±0.08 e	1.91 ±0.03 f	1.78 ±0.01 g	1.67 ±0.02 g	1.86 ±0.05 C	100 ±0.00 a	84.89 ±3.78 defg	77.81 ±4.22 fgh	68.99 ±5.77 ijk	82.77 ±3.74 B
Licord	1.91 ±0.06 f	1.69 ±0.03 g	1.57 ±0.02 g	0.81 ±0.03 h	1.49 ±0.11 D	100 ±0.00 a	94.12 ±2.40 abc	80.88 ±4.03 efg	61.37 ±2.39 k	83.97 ±3.99 B
Orkan	0.39 ±0.01 i	0.29 ±0.01 i	0.26 ±0.00 i	0.23 ±0.01 i	0.29 ±0.02 E	100 ±0.00 a	66.22 ±3.52 b	49.01 ±0.97 l	33.02 ±3.41 m	61.96 ±6.47 C
Ort. (average)	3.35 ±0.54 A	3.05 ±0.51 B	2.81 ±0.47 C	2.54 ±0.47 D		100 ±0.00 A	86.165 ±2.70 B	75.46 ±3.49 C	64.08 ±4.23 D	
E.G.F (0.05) (L.S.D)	Çeşit: 0.0918 Uygulama: 0.082 Çeşit X Uygulama: 0.183					Çeşit: 4.33 Uygulama: 3.87 Çeşit X Uygulama: 8.67				
C.V						7.5				



Çizelge 6. Farklı kolza genotiplerinin, NACI konsantrasyonlarında sürgün uzunluğu (cm), kök uzunluğu (cm), yaş sürgün ağırlığı (g), yaş kök ağırlığı (g), kuru sürgün ağırlığı (g) ve kuru kök ağırlığına (g) ait ortalamalar

Table 6. Different rapeseed genotypes in NACI concentrations, averages of root length (cm), seedling length (cm), dry root weight (g), fresh root weight (g), dry seedling weight (g) and fresh seedling weight (g)

Çeşitler (cultivars)	Kök Uzunluğu (cm) (Root Length)					Sürgün Uzunluğu (cm) (Seedling Length)				
	0(kontrol) (control)	25 mMol	50 mMol	75 mMol	Ort. (average)	0(kontrol) (control)	25 mMol	50 mMol	75 mMol	Ort. (average)
Samibey	7.06 ±0.23 a	6.28 ±0.41 bc	6.30 ±0.06 bc	5.90 ±0.25 cd	6.39 ±0.16 A	17.77 ±0.54 ab	15.35 ±0.75 cde	14.75 ±0.53 def	12.93 ±0.17 g	15.20 ±0.51 B
Süzer	7.11 ±0.23 a	6.56 ±0.10 b	6.30 ±0.23 bc	6.14 ±0.05 bc	6.52 ±0.12 A	18.69 ±0.99 a	16.68 ±0.59 bc	14.80 ±0.30 def	14.77 ±0.16 def	16.23 ±0.50 A
NK Caravel	5.60 ±0.04 d	4.88 ±0.30 e	4.64 ±0.13 ef	4.31 ±0.12 fg	4.86 ±0.14 B	17.70 ±0.63 ab	15.33 ±0.38 cde	15.19 ±0.24 de	13.95 ±0.33 efg	15.57 ±0.40 AB
Licord	4.12 ±0.04 g	4.05 ±0.03 g	3.47 ±0.10 h	2.99 ±0.06 ı	3.66 ±0.12 C	16.18 ±0.20 cd	15.08 ±0.63 de	13.59 ±0.40 fg	12.78 ±0.42 g	14.41 ±0.39 C
Orkan	1.38 ±0.03 j	1.30 ±0.01 j	1.11 ±0.01 j	0.95 ±0.02 j	1.18 ±0.04 D	13.95 ±0.67 efg	10.99 ±0.42 h	8.47 ±0.48 ı	7.36 ±0.67 ı	10.19 ±0.70 D
Ort. (average)	5.05 ±0.49 A	4.61 ±0.44 B	4.37 ±0.45 C	4.06 ±0.45 D		16.85 ±0.46 A	14.69 ±0.50 B	13.36 ±0.60 C	12.36 ±0.62 D	
E.G.F (0.05) (L.S.D)	Çeşit: 0.227 Uygulama: 0.203 Çeşit X Uygulama: 0.454					Çeşit: 0.73 Uygulama: 0.656 Çeşit X Uygulama: 1.467				
C.V	7.10					7.25				
	Kuru Kök Ağırlığı (g) (Dry Root Weight)					Yaş Kök Ağırlığı (g) (Fresh Root Weight)				
Samibey	0.059 ±0.00 c	0.054 ±0.00 d	0.044 ±0.00 e	0.038 ±0.00 f	0.049 ±0.00 B	0.499 ±0.01 a	0.332 ±0.01 b	0.269 ±0.004 c	0.200 ±0.00 d	0.325 ±0.03 A
Süzer	0.073 ±0.00 a	0.068 ±0.00 b	0.064 ±0.00 b	0.057 ±0.00 cd	0.065 ±0.00 A	0.120 ±0.01 g	0.087 ±0.00 hı	0.064 ±0.01 jk	0.056 ±0.01 kl	0.081 ±0.00 C
NK Caravel	0.038 ±0.00 f	0.031 ±0.00 g	0.029 ±0.00 g	0.021 ±0.00 ı	0.029 ±0.00 C	0.080 ±0.00 ı	0.068 ±0.00 j	0.049 ±0.00 l	0.030 ±0.00 m	0.057 ±0.01 D
Licord	0.025 ±0.00 g	0.022 ±0.00 hı	0.021 ±0.00 ı	0.014 ±0.00 j	0.020 ±0.00 D	0.168 ±0.00 e	0.151 ±0.00 f	0.127 ±0.01 g	0.092 ±0.00 h	0.135 ±0.01 B
Orkan	0.017 ±0.00 j	0.010 ±0.00 k	0.009 ±0.00 kl	0.006 ±0.00 l	0.010 ±0.00 E	0.016 ±0.00 n	0.013 ±0.00 no	0.008 ±0.00 no	0.005 ±0.00 o	0.010 ±0.00 E
Ort. (average)	0.042 ±0.00 A	0.037 ±0.00 B	0.033 ±0.00 C	0.027 ±0.00 D		0.180 ±0.04 A	0.130 ±0.03 B	0.103 ±0.02 C	0.077 ±0.02 D	
E.G.F (0.05) (L.S.D)	Çeşit: 0.0017 Uygulama: 0.00158 Çeşit X Uygulama: 0.0035					Çeşit: 0.00506 Uygulama: 0.0045 Çeşit X Uygulama: 0.0101				
C.V	7.13					5.88				
	Kuru Sürgün Ağırlığı (g) (Dry Seedling Weight)					Yaş Sürgün Ağırlığı (g) (Fresh Seedling Weight)				
Samibey	0.490 ±0.00 bc	0.042 ±0.00 de	0.041 ±0.00 ef	0.039 ±0.00 ef	0.043 ±0.00 B	1.50 ±0.03 a	1.26 ±0.05 b	1.20 ±0.01 b	1.08 ±0.03 c	1.26 ±0.04 A
Süzer	0.057 ±0.00 a	0.052 ±0.00 b	0.050 ±0.00 bc	0.049 ±0.00 bc	0.052 ±0.00 A	1.22 ±0.03 b	1.17 ±0.02 b	1.05 ±0.02 c	0.90 ±0.08 d	1.09 ±0.04 B
NK Caravel	0.046 ±0.00 cd	0.036 ±0.00 fg	0.033 ±0.00 gh	0.030 ±0.01 hı	0.036 ±0.00 C	0.52 ±0.04 g	0.44 ±0.02 g	0.47 ±0.03 g	0.30 ±0.03 h	0.43 ±0.03 D
Licord	0.026 ±0.00 ı	0.026 ±0.00 ı	0.021 ±0.00 j	0.018 ±0.00 j	0.023 ±0.00 D	0.76 ±0.04 e	0.62 ±0.02 f	0.51 ±0.01 g	0.30 ±0.01 h	0.55 ±0.04 C
Orkan	0.026 ±0.00 ı	0.019 ±0.00 j	0.013 ±0.00 k	0.009 ±0.00 k	0.017 ±0.00 E	0.08 ±0.00 ı	0.07 ±0.01 ı	0.07 ±0.00 ı	0.05 ±0.01 ı	0.07 ±0.00 E
Ort. (average)	0.041 ±0.00 A	0.035 ±0.00 B	0.031 ±0.00 C	0.029 ±0.00 D		0.81 ±0.12 A	0.71 ±0.10 B	0.65 ±0.10 C	0.53 ±0.09 D	
E.G.F (0.05) (L.S.D)	Çeşit: 0.00238 Uygulama: 0.00214 çeşit X uygulama: 0.00476					Çeşit: 0.043 Uygulama: 0.0389 Çeşit X Uygulama: 0.087				
C.V	9.91					9.08				

Çizelge 6'da, en kısa kök uzunluğuna sahip konsantrasyon 75 mMol konsantrasyonunda 4.057 cm iken, en uzun konsantrasyon ortalamasına sahip, 5.05 cm ile 0 (kontrol) uygulaması olmuştur. En düşük uzunluğuna sahip çeşit 1.184 ortalama ile Orkan çeşidi olurken, en yüksek kök uzunluğu ise 6.52 cm ortalaması ile Süzer çeşidi olmuştur.

Bulunan sonuçların, diğer bazı araştırmacıların bulguları ile uyum içerisinde olduğu görülmektedir. Nitekim, tuza maruz bırakılan kolza çeşitlerinde, tuz yoğunluğunun artmasıyla iyon dengesi ve osmotik dengenin bozulması sonucunda ortamdaki su alımı güçleştiği, buna bağlı olarak çeşitlerin çimlenme sürelerinin uzadığı (Mass ve Hoffman, 1977), kolza bitkisinin tuz stresinde bitki boyu, verim, kalite ve fiziksel özelliklerin gözle görülür şekilde azaldıklarını (Kumar 1995), kolzada sodyumun artmasıyla bitki boyunun sodyum miktarına bağlı olarak azaldığı (Boem ve Lavado, 1996), artan tuz miktarı ile kolza çeşitlerinin çimlenme yüzdesi, fide ve kök uzunluklarının tuz miktarına bağlı bir şekilde azaldığı, tuz miktarının artmasıyla da ilk çimlenme başlangıcının uzadığı ve çimlenme süresinin arttığı (Shekari ve ark.2000; Aldemir ve Ceyhan, 2015; Uzun Kayıs ve Ceyhan, 2015), kolzada NaCl'ün, çimlenme oranı, çimlenme yüzdesi ve sürgün uzunluğunu ciddi orvea azalttığını, kök uzunluğunun fide uzunluğuna oranla tuza daha hassas olduğu (Zeinali ve ark.2002; Aldemir ve Ceyhan, 2015; Uzun Kayıs ve Ceyhan, 2015), kolzada uygulanan tuz konsantrasyonlarının miktarına bağlı olarak çimlenme yüzdesinin azaldığı ve aynı şekilde artan tuz konsantrasyonu ile çimlenme hızını da azalttığı (Al-Thabet ve ark.2004), kolza bitkisinin fide boyu, kuru fide ağırlığı ve kök uzunluğu gibi bitki özelliklerinin tuz miktarı ile orantılı bir şekilde azaldığı, kök boyundaki azalmalara fide uzunluğu ve kuru fide ağırlıklarına oranla daha az orvea azaldığı (Rameeh ve ark. 2004), fasulyenin artan tuz konsantrasyon miktarına bağlı olarak çimlenme oranında ciddi azalışların meydana geldiği, tuz konsantrasyon miktarının artmasıyla da ortalama çimlenme zamanında belirgin orvea uzamalar meydana geldiği, çimlenme döneminde bitkinin tuza maruz kalması, bitkide çimlenme oranının düşmesine, ve çimlenme hızının da azalmasına neden olduğu (Güldüren ve Elkoca, 2012; Aldemir ve Ceyhan, 2015; Uzun Kayıs ve Ceyhan, 2015) yapılan önceki araştırmalarda bildirilmektedir. Yine Çizelge 6'da yaş fide ağırlığına en düşük 0.53 g ile 75 mMol konsantrasyonu olur iken, en yüksek yaş sürgün ağırlığı ise 0.81 g ile 0 (kontrol) uygulamasında olmuştur. Sonuç olarak ortamdaki tuz konsantrasyonu arttıkça kolza çeşitlerinin yaş sürgün ağırlıkları tuz miktarı ile orantılı bir şekilde azalmıştır. En yüksek kuru sürgün ağırlığı 0 (kontrol), 0.0408 g iken en düşük kuru sürgün ağırlığı ise 75 mMol konsantrasyonunda 0.0289 g olduğu görülmüştür. En

düşük kuru sürgün ağırlığına sahip çeşit 0.01656 g ile Orkan olurken, en yüksek kuru sürgün ağırlığı ise 0.0518 g ile Süzer çeşidi olduğu görülmüştür. Yaş kök ağırlığı özelliği bakımından en düşük ağırlık 0.066 g ağırlığı ile Orkan çeşidi olurken en yüksek yaş sürgün ağırlığı ise 1.26 g ile Samibey çeşidinde olduğu görülmüştür. En düşük değer 0.0765 g ile 75 mMol konsantrasyonunda görülürken, en yüksek konsantrasyon ortalaması ise 0.1767 g ortalama ile 0 (kontrol) uygulamasında olduğu ve tuz miktarının artmasıyla yaş kök ağırlığında belirgin orvea azalmalar meydana geldiği belirlenmiştir. En yüksek ortalamaya sahip 0.325 g ile Samibey çeşidi olurken, en düşük yaş kök ağırlığı ortalamasına sahip çeşit ise 0.0102 g ağırlığı ile Orkan çeşidi olmuştur. En düşük kuru kök ağırlığı 0.0271 g ile 75 mMol konsantrasyonu olurken, en yüksek kuru kök ağırlığı ise 0.042 g ortalama ile 0 (kontrol) uygulaması olduğu belirlenmiştir. konsantrasyon miktarının artmasıyla çeşitlerin kuru kök ağırlıklarında oranlı bir şekilde düşüşler meydana geldiği görülmektedir. En yüksek kuru kök ağırlığı, 0.0727 g ile Süzer 0 (kontrol) iken, en düşük kuru kök ağırlığı ise 0.0055 g ile Orkan çeşidinde 75 mMol olmuştur.

Kolza da NaCl'nin çimlenme oranı, çimlenme yüzdesi ve sürgün uzunluğunu ciddi orvea azalttığını (Shekari ve ark. 2000; Aldemir ve Ceyhan, 2015), artan tuz miktarı ile kolza çeşitlerinin çimlenme yüzdesi tuz miktarına bağlı bir şekilde azaldığını belirtmişlerdir. Elde edilen veriler incelendiğinde; tuz stresi tuzun yoğunluğuyla orantılı bir şekilde bitkinin büyüüp ve gelişmesini engellediği için verim ve kalitenin yüksek orvea düşmesine sebep olduğu, hatta bitkinin ölümüne de sebep olduğu (Hasegawa ve ark. 1986), tuza tolerans açısından B. napus'un diğer türlere oranla daha yüksek yaş ve kuru ağırlığa sahip olduğu (Ashraf ve McNeilly, 1990), kolza da topraktaki tuzluluğun bitkinin kök ve gövdesine doğrudan etki ettiği için, bitkinin kök ve gövde toplam biokütlesinin azaldığı (Redmann ve Belyk, 1994), tuzluluk genellikle, bitkinin gelişip büyümesini azaltıp yaprak alanında ve sayısında belirgin orvea düşüşe neden olup, bitkinin kuru ve yaş ağırlıklarında azalmalara yol açtığı (Shannon ve Grieve, 1999), kolza bitkisinin çimlenme döneminde tuza tolerans'a çekinik genlerin etkili olduğu kuru fide ağırlığı ve fide uzunluğunda belirgin azalışlar olduğu (Alizadeh ve ark. 2003), fasulyede çimlenme ve fide gelişmesi tuzluluktaki artışa bağlı olarak azaldığı, ancak çimlenme ve çıkış açısından test edilen 95 genotip arasında tuza tolerans bakımından varyasyonun bulunduğu (Elkoca ve ark. 2003; Aldemir ve Ceyhan, 2015; Uzun Kayıs ve Ceyhan, 2015), bitkilerin tuza direncine yönelik, familya, cins ve türler bakımından önemli ayrılıklar bulunduğu, hatta aynı tür içindeki çeşitlerin tuzluluğa dirençleri farklılık gösterdiği, tuz stresi bitkilerin üzerindeki etkileri bitki çeşidine, tuz çeşidine, tuz miktarına ve tuza maruz kalma sürelerine göre değişiklik

gösterdiği, tuza maruz bırakılan çeşitlerin gösterdikleri tepkilerin farklı olduğu (Dajic, 2006), nohutta tuza maruz kalan bitkilerin tuz yoğunluğunun artmasıyla, çıkış oranı, kuru fide ağırlığı, yaş fide ağırlığı ve çimlenme yüzdesinde yoğunluğun artmasıyla azaldığı (Karakullukçu, 2007; Aldemir ve Ceyhan, 2015; Uzun Kayıs ve Ceyhan, 2015), kolzada toprak üstü organların yaş ve kuru ağırlıklarının tuzlu olmayan koşullara göre çok önemli düzeyde azaldığı, prolin içeriği bakımından NaCl uygulaması tuzlu olmayan ortama göre 17 kat artışa neden olduğu (Yıldız ve ark. 2014), şalgam bitkisi (*brassica rapa*)'nin tuz konsantrasyon miktarının artmasına bağlı olarak, klorofil a, b, a+b, fide uzunluğu ve kök uzunluğunun konsantrasyon miktarına bağlı olarak ciddi orvea düşüşler meydana geldiği, tam tersi olarak tuz konsantrasyonunun artmasıyla prolin miktarında artış gösterdiği (Jan ve ark. 2016), tuz stresine maruz kalan karnabahar bitkisi özellikle ilk büyüme döneminde ciddi orvea büyüme ve gelişmede düşüşler meydana geldiği, tuzluluk stresine maruz kalmayan bitkinin büyüme ve gelişme evrelerinde herhangi bir anormalliğe rastlanmadığı (Giuffrida ve ark. 2017) bildiren bazı araştırmacılar tarafından, elde edilen sonuçlar ile uyum içerisinde olduğu görülecektir.

## SONUÇ ve ÖNERİLER

Araştırma neticesinde, tuzluluk problemi olan alanlarda kolza tarımı yapmak isteyen çiftçilere, tuza olan toleransları diğer çeşitlere nazaran daha yüksek çıktığı görüldüğünden Süzer ve Samibey çeşitleri tavsiye edilebilir. Tuz konsantrasyonlarına bağlı olarak çimlenme oranı, çıkış oranı, hassaslık indeksi, çimlenme indeksi, çıkış indeksi ve tuza tolerans yüzdeleri bakımından en yüksek seviyede çıktığından tuzluluk belirtisi gösteren alanlarda ekilmesi önerilebilir.

## TEŞEKKÜR

Yazarlar, Bingöl Üniversitesi BÜBAP birimine, BAP-ZF-2018.00.007 no'lu proje olarak, yüksek lisans tezinden üretilen bu çalışmayı desteklediği için teşekkür ederler.

## Araştırmacıların Katkı Oranı Beyan Özeti

Yazarlar makaleye eşit oranda katkı sağlamış olduklarını beyan eder.

## Çıkar Çatışması Beyanı

Makale yazarları aralarında herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan ederler.

## KAYNAKLAR

Acar R, Güneş A, Gummadov N, Topal İ 2011. Farklı Bitki Sıklıklarının Karabuğday'da (*Fagopyrum esculentum Moench*) Verim ve Bazı Verim

Unsurlarına Etkisi. Selçuk Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi 25(3): 47-51.

Aldemir Ö, Ceyhan E 2015. Salinity Response of Some Chickpea (*Cicer arietinum* L.) Genotypes in Germination ve Seedling Growth of Periods. *ICAE 2015: 17<sup>th</sup> International Conference on Agricultural Engineering*, 17(12), 668-674.

Al-Thabet SS, Leilah AA, Al-Hawass I 2004. Effect of NaCl ve Incubation Temperature on Seed Germination of Three Canola (*Brassica napus* L.) *Scientific Journal of King Faisal University* 5(1): 81-91.

Alizadeh BM, Valizadeh M, Moghaddam KG, Gholozani Ahmadi MR 2003. Genetic Basis of Salinity Tolerance of Rapeseed (*Brassica napus* L.) at Germination Stage. *Agriculture Science, Tabriz* 13(3): 53-66.

Almansouri MJM, Kinet Lutts S 2001. Effect of Salt ve Osmotic Stresses on Germination in Durum Wheat (*Triticum durum* Desf.). *Plant ve Soil*, 231(1): 243-254.

Anonim 2018a. Kolza Tarımı. <https://arastirma.tarimorman.gov.tr> (Erişim Tarihi: 08/09/2019)

Anonim 2018b. Kolza Tarımının Önemi. <http://hayrabolutb.org.tr/mediakolzatarımı> (Erişim Tarihi: 08/09/2019)

Ashraf M, T McNeilly 1990. Responses of Four Brassica Species to Sodium Chloride. *Environmental ve Experimental Botany* 30(4): 475-487

Boem FHG, Lavado RS, 1996. The Effects of Soil Sodidity on Emergence Growth Development ve Yield of Oilseed Rape (*Brassica napus*). *The Journal of Agricultural Science* 126(02): 169-73.

Dajic Z 2006. Salt Stress, Physiology ve Molecular Biology of Stress Tolerance in Plants. Springer, 41-99 sy.

Ekmekçi E, Apan M, Kara T 2005. Tuzluluğun Bitki Gelişimine Etkisi. *OMÜ Ziraat Fakültesi Dergisi* 20(3):118-125.

Ellis RH, Roberts EH 1980. Towards a Rational Basis For Seed Testing Seed Quality. In: Hebblethwaite P, ed. Seed Production. Butterworths, London, 605-635

Elkoca E 1997. Fasulye (*Phaseolus vulgaris* L.)'de tuza dayanıklılık üzerine bir çalışma. Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Erzurum, 75 sy.

Elkoca E, Kantar F, Güvenç İ, 2003. Değişik NaCl Konsantrasyonlarının Kuru Fasulye (*Phaseolus vulgaris* L.) Genotiplerinin Çimlenme ve Fide Gelişmesine Etkileri. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi* 34(1): 1-8.

Giuffrida F, Cassaniti C, Malvuccio A, Leonardi C 2017. Effects of Salt Stress Imposed During Two Growth Phases on Cauliflower Production ve Quality. *Sci. Food Agric.*, 97(1): 1552-1560.

Güldüren Ş, Elkoca E 2012. Kuzey Doğu Anadolu

- Bölgesi ve Çoruh Vadisi'nden Toplanan Bazı Fasulye (*Phaseolus vulgaris* L.) Genotiplerinin Çimlenme Döneminde Tuza Toleransları. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergi 43 (1): 29-41.
- Hasegawa PM, Bressan RA, Hvea AK 1986. Cellular Mechanisms of Salinity Tolerance. HortScience, 21(6): 1317-24.
- Jan SA, Shinwari ZK, Rabbani MA 2016. Agromorphological ve Physiological Responses of Brassica Rapa Ecotypes to Salt Stress. Pak. J. Bot, 48(4):1379-1384
- Karakullukçu E 2007. Bazı Nohut (*Cicer arietinum* L.) Çeşitlerinin Tuz Toleranslarının Belirlenmesi. Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarla Bitkileri Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Ankara, 50 sy.
- Katerji NJW, Yan Hoorn A, Hamdy F, Karam M, Mastrorilli 1994. Effect of Salinity on Emergence ve on Water Stress ve Early Seedling Growth of Sunflower ve Maize. Agricultural Water Management, 26(1): 81-91.
- Kumar D 1995. Salt Tolerance in Oilseed Brassicas Present Status ve Future Prospects. Plant Breed. Abst. 65(1): 1438-1447.
- Maguire JD 1962. Speed of Germination Aid in Selection ve Evaluation for Seedling Emergence ve Vigor. Crop Science 2:176-177
- Mass EV, Hoffman GJ 1977. Crop Salt Tolerance: Current Assessment. Journal of the Irrigation ve Drainage Division 3(2): 115-134.
- Rameeh V, Rezai A, Saeidi G 2004. Study of Salinity Tolerance in Rapeseed Communications in Soil. Science ve Plant Analysis 35(20): 2849-66.
- Redmann RE, MQ Qi, Belyk M 1994. Growth of Transgenic ve Stveard Canola (*Brassica napus* L.) Varieties in Response to Soil Salinity. Canadian Journal of Plant Science 74(4): 797-99.
- Shannon MC, Grieve CM 1999. Tolerance of Vegetable Crops to Salinity. Scientia Horticulturae 78: 5-38.
- Shekari F, Khoii FR, Javanshir A, Alyari H, Shkiba MR 2000. Effects of Sodium Chloride Salinity on Germination of Rapeseed Cultivars. Turkish Journal of Field Crops 5(1): 21-28.
- Türkan İ 2008. Bitki Fizyolojisi. Palme Yayınları, Ankara, 690 sy.
- Uzun Kayıs S, Ceyhan E 2015. Salinity Tolerance During Germination ve Seedling Growth of Some Lentil (*Lens culinaris* Medic.) Cultivars. Selcuk Journal of Agriculture ve Food Sciences 29(1): 15-24
- Wang D, Shannon MC 1999. Emergence ve Seedling Growth of Soybean Cultivars ve Maturity Groups under Salinity. Plant ve Soil 214(1): 117-124
- Yıldırım E, Güvenç İ 2006. Salt tolerance of pepper cultivars during germination ve seedling growth Turkish Journal of Agriculture ve Forestry 30: 347-353
- Yıldız M, Terzi H, Akçalı N 2014. Bitki Tuz Stresi Toleransında Salisilik Asit ve Poliaminler. Afyon Kocatepe University Journal of Science ve Engineering 14(2):25-32
- Zeinali EA, Galeshi S 2002. Response of Germination Components to Salinity Stress in Oilseed Rape (*Brassica napus* L.). Iranian Journal of Agricultural Sciences 33(1): 137-145.



## Eskişehir Ekolojik Koşullarında Rezene (*Foeniculum vulgare* Mill.) Uçucu Yağının Morfogenetik Varyabilitesinin Belirlenmesi

Nimet KATAR<sup>1</sup>, Duran KATAR<sup>2</sup>, Mustafa CAN<sup>3</sup>

<sup>1</sup>İl Tarım ve Orman Müdürlüğü-Eskişehir, <sup>2</sup>Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü- Eskişehir, <sup>3</sup>Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü- Eskişehir

<sup>1</sup><https://orcid.org/0000-0003-0699-167X>, <sup>2</sup><https://orcid.org/0000-0003-1340-8040>, <sup>3</sup><https://orcid.org/0000-0003-1533-7039>

✉: nimetkatar@gmail.com

### ÖZET

Eskişehir ekolojik koşullarında 2018 ve 2019 yıllarında yürütülen bu çalışmanın amacı, rezene (*Foeniculum vulgare* Mill) bitkisinin dört farklı organından (sap, yaprak, çiçek ve yeşil meyveler) elde edilen uçucu yağların oranlarını ve bileşenlerini belirlemektir. Tarla denemeleri tesadüf blokları deneme deseninde dört tekerrürlü olarak yürütülmüştür. İki yılın ortalamasına göre saplardaki, yapraklardaki, çiçeklerdeki ve kurutulmuş yeşil meyvelerdeki uçucu yağ oranlarının sırasıyla % 1.10, % 2.49, % 5.51 ve % 5.75 olduğunu göstermiştir. Sap, çiçek ve meyvelerden elde edilen uçucu yağlarda metilkavikol (sırasıyla % 40.06, % 71.06 ve % 71.67) ana bileşen olarak belirlenirken, yapraklardan elde edilen uçucu yağda ise ana bileşen limonen (% 41.34)'dir. Çalışmadan elde edilen veriler bitkinin değişik organlarına bağlı olarak uçucu yağ oranlarının ve uçucu yağların kimyasal kompozisyonunun farklılık gösterdiğini ortaya koymuştur.

### Araştırma Makalesi

#### Makale Tarihçesi

Geliş Tarihi : 24.07.2020

Kabul Tarihi : 02.02.2021

#### Anahtar Kelimeler

Farklı bitki organları  
Uçucu yağ oranı  
Uçucu yağ kompozisyonu  
Metilkavikol  
Limonen

## Determination of Morphogenetic Variability of Fennel (*Foeniculum vulgare* Mill.) Essential Oil in Eskişehir Ecological Conditions

### ABSTRACT

The aim of this study, conducted in 2018 and 2019 years under the ecological conditions of Eskişehir, was to determine the content and components of essential oils obtained from four different organs (stems, leaves, flowers and green fruits) of fennel (*Foeniculum vulgare* Mill.). The field experiments were designed as randomized complete block design with four replications. The results showed that, as an average of two years, the essential oil content in stems, leaves, flowers and dried green fruits were 1.10%, 2.49%, 5.51% and 5.75%, respectively. In essential oils obtained from stems, flowers and fruits, methylchavicol (40.06%, 71.06% and 71.67%), respectively was determined as the main component, while in essential oil obtained from leaves, limonene (41.34%) was the main compound. The data obtained from the study showed that essential oil contents and the chemical composition of essential oils differ depending on the plant's different organs.

### Research Article

#### Article History

Received : 24.07.2020

Accepted : 02.02.2021

#### Keywords

Different plant organs  
Essential oil content  
Essential oil composition  
Methylchavicol  
Limonene

**Atf için:** Katar N, Katar D, Can M 2021. Eskişehir Ekolojik Koşullarında Rezene (*Foeniculum vulgare* Mill.) Bitkisinin Morfogenetik Varyabilitesinin Belirlenmesi. KSÜ Tarım ve Doğa Derg 24 (5): 1021-1028. DOI: 10.18016/ksutarimdog.vi.773567.

**To Cite :** Katar N, Katar D, Can M 2021. Determination of Morphogenetic Variability of Fennel (*Foeniculum vulgare* Mill.) Essential Oil in Eskişehir Ecological Conditions. KSU J. Agric Nat 24 (5): 1021-1028. DOI: 10.18016/ksutarimdog.vi.773567.

### GİRİŞ

Apiaceae (Umbelliferae) familyasına ait olan rezene (*Foeniculum vulgare* Mill.) çok eskiden beri bilinen önemli bir tıbbi ve aromatik bitkidir (Khorshidi ve ark., 2009; He ve Huang, 2011; Shubham, 2019; Açıkgöz ve Kara, 2020). Apiaceae familyası dünyada

yayılış gösteren 300 cins ve bu cinslere bağlı yaklaşık 3000 türe sahiptir (Çalışkan ve ark., 2010). Geçmişten beri insanlar tarafından bilinen ve kendisinden yararlanılan rezene Akdeniz havzasının yerel bitkisi olup, tarımı dünyanın ılıman ve tropikal bölgelerinde (Almanya, İspanya, İtalya, Hollanda, Fransa,

Hindistan, Çin, Fas, Bulgaristan, Yunanistan, Romanya, İsviçre ve Arjantin, İngiltere, İran, Vietnam ve Güney Amerika'da) yaygın bir şekilde yapılmaktadır (Khorshidi ve ark., 2009; Rather ve ark., 2016; Badgujar ve ark., 2014; Al-Snafi, 2018). Türkiye'de ise rezene, başta Güney ve Batı Anadolu olmak üzere, Kuzey Anadolu'nun doğal florasında yer almakta olup, aynı zamanda ülkemizin batı ve güney bölgelerinde kültürü de yapılmaktadır (Çalışkan ve ark., 2010).

Halk hekimliğinde bitkinin kök, gövde kabukları, yaprak, çiçek ve tohum gibi değişik organları farklı rahatsızlıkların tedavisinde kullanılmaktadır (Shubham, 2019). Rezene bitkisinin meyveleri mutfaklarda çorbalara, soslara, turşulara, ekmeğe ve kek gibi hamur işlerine lezzet kazandırmak için kullanıldığı gibi hazır gıda endüstrisinde de gıdalara lezzet kazandırmak veya da gıdaların raf ömrünü uzatmak amacıyla baharat olarak kullanılmaktadır. Aynı zamanda bitkinin toprak üstü aksamından da sebze olarak değişik şekillerde yararlanılmaktadır (Khorshidi ve ark., 2009; Coban ve ark., 2018; Giachino ve Avcı, 2020). Halk hekimliğinde bitkinin kökleri idrar söktürücü ve yaprakları yara iyileştirici olarak kullanılmaktadır (Çalışkan ve ark., 2010). Bitkinin meyveleri üzerinde yürütülen çalışmalar idrar söktürücü, ağrı kesici, antioksidan, karaciğer koruyucu, spazm çözücü, iltihap kurutucu, kabızlık giderici, balgam söktürücü, akarisit, anthirsutizm/kıl dökücü, antiplatelet, antikoagülan, antitromboz, hipotansif, östrojenik, repellent, diyabet ve tümör önleyici, kolesterol düşürücü, sindirim sistemini düzenleyici, nörolojik hastalıkları tedavi edici ve süt arttırıcı etkilere sahip olduğunu göstermiştir (Moura ve ark., 2005; Khorshidi ve ark., 2009; Shubham, 2019; Çalışkan ve ark., 2010). Ayrıca bitkinin yapraklarından, çiçeklerinden ve meyvelerinden son yıllarda herbal çay üretiminde yararlanılmaktadır. Herbal çay ve baharat olarak kullanımda ürünün en önemli kalite kriteri materyalin içerdiği uçucu yağ oranıdır. Bitkinin iki alt türü (*Foeniculum vulgare* Miller subsp. *vulgare* ve *F. vulgare* Miller subsp. *piperitum* (Ucria) Coutinho) bulunmaktadır. Bunlardan *Foeniculum vulgare* Miller subsp. *vulgare* alt türü ise dört farklı varyete içermektedir. Bu varyetelerden ikisi (*F. vulgare* var. *vulgare* (acı rezene) ve *F. vulgare* var. *dulce* (Miller) Thellung (tatlı rezene), farmasötik açıdan önemli olup, farmakope ve monograflarda kayıtlıdır. Diğer iki varyete ise sebze olarak kullanılmaktadır (Çalışkan ve ark., 2010). Yapılan çalışmalarda kullanılan materyalin acı rezene (*F. vulgare* Miller subsp. *vulgare* var. *vulgare*) veya tatlı rezene (*F. vulgare* Miller subsp. *vulgare* var. *dulce*) olmasına bağlı olarak uçucu yağ oranları farklılık göstermektedir. Uçucu yağ oranı acı rezene de % 3-6 arasında değişirken, tatlı rezenede ise % 2-4 arasında değişim göstermiştir (Giachino ve Avcı,

2020). Avrupa farmakopesinde rezene meyvesinin uçucu yağ alt sınır değerleri acı rezenede % 4, tatlı rezenede ise % 2 olarak bildirilmiştir (Çalışkan ve ark., 2010).

Meyvelerinden elde edilen uçucu yağ ise kozmetik, parfümeri ve ilaç endüstrisinin önemli bir hammaddesini oluşturmaktadır (Rather ve ark., 2016; Punetha ve ark., 2019). Diğer tıbbi ve aromatik bitkilerde olduğu gibi rezene bitkisinin tıbbi, aromatik ve farmakolojik özellikleri büyük oranda içerdiği uçucu yağın kimyasal kompozisyonunda yer alan bileşenlerin çeşitliliği ve bu bileşenlerin uçucu yağ içerisindeki miktarları tarafından belirlenmektedir (Khan ve Musharaf, 2014; Bhardwaj ve ark., 2019). Rezene uçucu yağının biyoaktivitesi üzerinde yürütülen çalışmalar, uçucu yağın antioksidan (Kara ve Açıkgoz, 2018; Açıkgoz ve Kara, 2020), antiinflamatuvar (Choi ve Hwang, 2004; Al-Snafi, 2018), antibakteriyel (Çalışkan ve ark., 2010; Açıkgoz ve ark., 2017) ve antifungal (Çalışkan ve ark., 2010) özelliklere sahip olduğunu ortaya koymuştur. Rezene meyvelerinden elde edilen uçucu yağın ana bileşenlerinin trans-anethole (anethole-E), estragole (methyl chavicol),  $\alpha$ -phellandrene, fenchone,  $\alpha$ -pinene ve limonen olduğu belirlenmiştir (Rather ve ark., 2016; Açıkgoz ve Kara, 2020). Türkiye'de Orta Karadeniz Bölgesinden toplanan yabancı rezene popülasyonlarının uçucu yağlarında ana bileşenlerinin estragole ve fenchone olduğu bildirilmiştir (Telci ve ark., 2019). Diğer taraftan rezenin *Foeniculum vulgare* subsp. *piperitum* alttürü kullanılarak yapılan bir çalışmada yıllara bağlı olarak (2001 ve 2002) ana bileşenlerinin ve oranlarının methyl chavicol (% 40.29 ve 21.69), limonene (% 17.66 ve 22.24), fenchone (% 16.90 ve 12.98),  $\alpha$ -pinene (% 1.86 ve 34) and  $\alpha$ -phellandrene (% 2.30 ve 2.74) olduğu tespit edilmiştir (Özcan ve Chalchat, 2006). Rezene üzerinde yürütülen bir diğer çalışmada uçucu yağın ana bileşenlerinin anethol ve fenchon olduğu ve uçucu yağın kimyasal kompozisyonunun hem bitkinin kullanılan kısmına ve hem de hasat mevsimine (dönemine) bağlı olarak değişiklik gösterdiği belirtilmiştir (Moura ve ark., 2005). Avrupa Farmakopesinde ise uygun acı rezene yağının en az % 60 anetol, en az % 15 fenkon ve tatlı rezenenin en az % 80 anetol içermesi gerektiği ifade edilmiştir (Çalışkan ve ark., 2010).

Aromatik bitkilerde uçucu yağ oranı ve uçucu yağın kimyasal kompozisyonu üzerinde etkili olan faktörler, iç ve dış faktörler olmak üzere iki grupta incelenmektedir (Katar ve ark., 2019). İç faktörleri, üretim materyali olarak kullanılan bitkilerin sahip olduğu genetik yapı temsil etmektedir (Reily, 2013; Açıkgoz ve Kara, 2020). Dış faktörler ise kendi içerisinde iki gruba ayrılmakta olup, bunlar üretimin yapıldığı bölgenin iklim ve toprak koşullarını temsil eden ekolojik faktörler ve yetiştiricilik esnasında uygulanan agronomik işlemlerdir (Al-Snafi, 2018;

Punetha ve ark., 2019). Ayrıca aromatik bitkilerin farklı organları farklı düzeylerde ve farklı bileşenlere sahip uçucu yağlar içermektedir (Wahba ve ark., 2018; Açıköz ve Kara, 2020).

Rezene, farklı organları (kök, sap, yaprak, çiçek tomurcuğu, çiçek ve farklı gelişim aşamalarındaki meyveler) ticarete konu olan önemli bir tıbbi aromatik bitkidir (Stefanini ve ark., 2006). Bu nedenle bitkinin farklı organlarının içermiş olduğu sekonder metabolitlerin oran ve bileşenlerinin bilinmesi bu organların ticari değeri açısından büyük öneme sahiptir (Khan ve Musharaf, 2014, Açıköz ve Kara, 2020). Çünkü ister bitkinin farklı organları drog olarak kullanılsın, isterse bu organlardan elde edilen uçucu yağlar kullanılacak olsun ürünün kullanım alanını ve dolayısıyla da fiyatını belirleyen en önemli faktör ürünün içerdiği etkili madde oranı ve etkili maddenin kompozisyonudur (Açıköz ve Kara, 2020). Bu nedenle bitkinin farklı organlarından elde edilen ürünlerin uçucu yağ oranının ve bu taze organlardan elde edilecek kuru herba miktarının belirlenmesi büyük öneme sahiptir.

Eskişehir kuru tarım koşullarında rezene bitkisi ile ilgili çalışmaların kısıtlı olması sebebiyle; 2018 ve 2019 yıllarında yürütülen mevcut çalışmada, rezenenin (*Foeniculum vulgare* Mill) farklı bitki

aksamındaki (sap, yaprak, çiçek ve yeşil meyveler) uçucu yağ oranlarını ve uçucu yağların kimyasal kompozisyonunu belirlemek amaçlanmıştır.

## MATERYAL ve METOD

Kütahya Hekim Sinan Tıbbi ve Aromatik Bitkiler Bahçesinden temin edilen acı rezene (*Foeniculum vulgare* Miller var. *vulgare*) bitkisinin tohumları denemede bitkisel materyal olarak kullanılmıştır. Bu çalışmanın tarla denemesi Eskişehir Orman Bölge Müdürlüğü'ne ait fidanlık arazisinde 2018 ve 2019 yıllarında yürütülmüştür. Tarla denemesinin yürütüldüğü parselden alınan toprak örneklerinin analizleri yapılmış ve toprağın bazı özellikleri Çizelge 1'de verilmiştir. Deneme alanı toprağının tekstürü tınlı bir yapıya sahip olup, hafif alkalın, orta kireçli ve organik madde içeriği düşük bir durumdadır.

Bölgenin 2018, 2019 ve uzun yıllara ait aylık yağış ve sıcaklık değerleri Çizelge 2'de verilmiştir. 2018 ve 2019 yıllarına ait toplam yağış miktarları sırasıyla 411.8 ve 426.8 mm olup, her iki yılda da alınan yağış miktarı uzun yılların yağış miktarına (338.8 mm) kıyasla yüksektir. Çalışma yıllarının ortalama sıcaklıkları ise 12.5 °C ve 12.8 °C olup, uzun yılların ortalama sıcaklığına (10.7 °C) nispetle daha yüksek gerçekleşmiştir.

Çizelge 1. Deneme alanı toprağının bazı özellikleri

Table 1. Some properties of experiment area soil

Tekstür (Texture)	Kireç(%) Lime (%)	Tuz (%) Salt (%)	Yarayışlı fosfor (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ) (ppm) Available phosphorus (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ) (ppm)	Toplam azot (%) Total nitrogen (%)	pH (pH)	Organik madde (%) Organic matter (%)
Tınlı (2018) Loam (2018)	8.46	0.22	36.00	0.13	7.6	1.73
Tınlı (2019) Loam (2019)	7.87	0.20	33.00	0.17	7.4	1.54

Toprak analizi Geçit Kuşağı Tarımsal Araştırma Enstitüsü Toprak-Bitki-Su analizi ve Fizyoloji laboratuvarında yapılmıştır.

Çizelge 2. Deneme alanının 2018-2019 ve uzun yıllar aylık sıcaklık ve yağış değerleri

Table 2. Monthly temperature and precipitation values of the experiment area for 2018-2019 and long years

Aylar (Months)	Toplam yağış (mm) (Total precipitation)			Ortalama sıcaklık (°C) (Mean temperature)		
	Uzun yıllar* (Long years)	2018	2019	Uzun yıllar* (Long years)	2018	2019
Ocak (January)	30.6	30.0	40.3	-0.2	1.4	1.7
Şubat (February)	26.1	28.8	51.5	0.9	5.6	4.1
Mart (March)	27.6	49.8	13.3	4.9	8.9	7.3
Nisan (April)	43.1	16.8	38.6	9.6	13.6	10.2
Mayıs (May)	40.0	72.0	30.3	14.9	16.4	17.4
Haziran (June)	23.7	60.6	57.5	19.1	19.3	21.1
Temmuz (July)	13.1	42.0	17.4	22.1	21.9	21.8
Ağustos (August)	9.2	19.3	2.9	21.8	22.7	22.7
Eylül (September)	18.1	3.8	6.6	16.7	18.3	18.8
Ekim (October)	32.8	30.1	69.9	11.7	13.0	15.2
Kasım (November)	34.0	18.6	22.4	5.6	7.4	9.9
Aralık (December)	40.5	40.0	76.1	1.7	1.7	3.3
Toplam (Total)	338.8	411.8	426.8	-	-	-
Ortalama (Mean)	-	-	-	10.7	12.5	12.8

Kaynak: Eskişehir Meteoroloji Bölge Müdürlüğü \*1970-2011 yılları arası

Tarla, 2016 yılının sonbahar mevsiminde pullukla 30 cm derinden sürülerek kışa terk edilmiş ve 2017 yılı ilkbaharında uygun bir tohum yatağı temin etmek için diskaro ve merdane çekilerek hazırlanmıştır. Hazırlanmış olan deneme parseline tohumlar 20.03.2017 tarihinde sıra arası 50 cm olacak şekilde ve dekara 1 kg tohumluk hesabıyla 2-3 cm derinliğinde açılan sıralara elle ekilmiştir. Çıkış sonrası bitkiler 4-5 yapraklı olduğunda sıra üzeri mesafe 30 cm olacak şekilde seyreltilmiştir. Deneme tesadüf blokları deneme desenine göre 4 tekerrürlü olarak kurulmuştur. Her blok 4 parsel (sap hasadı, yaprak hasadı, çiçek hasadı ve yeşil meyve hasadı) içermektedir. Bloklarda bulunan parsellerin uzunluğu 5 m olup, her parselde 4 sıra bitki yer almıştır. Bitkilerin su ihtiyacı dikkate alınarak damla sulama yöntemiyle sulama yapılmıştır. Yabancı ot mücadelesi de yine yabancı otların gelişim durumu dikkate alınarak el çapasıyla yapılmıştır. 2017 yılında, 3 kg/da saf N ve 6 kg/da saf P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> gübre ekimden önce toprağa uygulanarak karıştırılmıştır. 2018 ve 2019 yıllarında ise 5 kg/da saf N hesabıyla ilkbaharda bitkiler uyanırken azotlu gübre uygulaması yapılmıştır (Khorshidi et al., 2009). Bitkilerin sap, yaprak ve çiçek hasatları bitkilerin tam çiçek açtığı 01.09.2018 ve 03.09.2019 tarihlerinde yapılırken, yeşil meyvelerin hasadı ise 20.10.2018 ve 24.10.2019 tarihlerinde yapılmıştır. Hasat edilen taze materyallerden ayrılan 1 kg'lık örnekler 38-40 °C'lik etüvde 48 saat süreyle kurutulmuş ve daha sonra kuru ağırlıkları tartılmıştır. Buradan da % olarak taze materyallerden elde edilen kuru materyal oranı hesaplanmıştır. Kurutulmuş materyallerden alınan örneklerin uçucu yağ oranları su distilasyonu yöntemi ile Clevenger aparatı kullanılarak belirlenmiştir. Uçucu yağların distilasyonu için ayıklanmış ve kurutulmuş 100 g örnekler 2000 ml'lik balonlara yerleştirildikten sonra 1000 ml saf su eklenerek 3 saat boyunca distilasyon işlemi gerçekleştirilmiştir. Distilasyon işlemi tamamlandıktan sonra clevenger aparatının dereceli kısmından yağ miktarı okunmuş ve yüzde (%) olarak belirlenmiştir. Clevenger cihazından alınan uçucu yağlar bileşenlere bakılacağı zamana kadar 3-4°C sıcaklıktaki buzdolabında saklanmıştır.

Uçucu yağların bileşenleri çalışma koşulları aşağıda verilen GC/MS cihazıyla Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü/Tıbbi Araştırmalar Merkezi Laboratuvar'ında belirlenmiştir. Örnekler analiz edilmek üzere 1:100 oranında hekzan ile seyreltilmiştir. Örneklerin uçucu yağ bileşen analizi GC/GC-MS (Gaz kromatografisi (Agilent 7890A)-kütle detektör (Agilent 5975C)) cihazı ile kapiler kolon (HP InnowaxCapillary; 60.0 m x 0.25 mm x 0.25 µm) kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Analizde taşıyıcı gaz olarak 0,8 ml/dk akış hızında helyum kullanılmış, örnekler cihaza 1 µl olarak 40:1 split oranı ile enjekte edilmiştir. Enjektör sıcaklığı 250°C'de tutulmuş, kolon

sıcaklık programı 60°C (10 dakika), 60°C'den 250°C'ye 20°C/dakika ve 250°C (10,5 dakika) olacak şekilde ayarlanmıştır. Bu sıcaklık programı doğrultusunda toplam analiz süresi 30 dakika olmuştur. Kütle detektörü için tarama aralığı (m/z) 35-450 atomik kütle ünitesi ve elektron bombardımanı iyonizasyonu 70 eV kullanılmıştır. Uçucu yağın bileşenlerinin teşhisinde ise WILEY ve OIL ADAMS kütüphanelerinin verileri esas alınmıştır. Sonuçların bileşen yüzdeleri FID dedektör kullanılarak, bileşenlerin teşhisi ise MS dedektör kullanılarak yapılmıştır.

Uçucu yağ ve taze materyalde kuru herba oranlarına ait veriler SPSS paket programında tesadüf blokları deneme desenine göre varyans analizine tabi tutularak incelenen özelliklerin önemlilik düzeyleri belirlenmiştir. Önemli çıkan uygulamalar arasındaki farklılıklar TUKEY testine göre gruplandırılmıştır (Açıkgöz ve ark., 1993).

### BULGULAR ve TARTIŞMA

Rezene bitkisinin farklı organlarının, yılların ve yıl x farklı organ interaksyonunun (kuru herba/taze herbada) x 100 (%) oranı üzerinde p≤0.01 düzeyinde önemli etkiye sahip olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 3). Her iki yılda da en yüksek kuru herba oranı sırasıyla % 44.83 ve % 39.38 ile yeşil meyvelerde elde edilmiştir. En düşük oran ise sırasıyla % 12.00 ve % 11.05 ile yapraklarda belirlenmiştir. Yılların ortalaması olarak ise bu değerler yine aynı organlarda en yüksek % 42.10 ve en düşük % 11.53 olarak belirlenmiştir. Sap ve çiçek için ise iki yılın ortalaması olarak kuru herba oranları sırasıyla % 38.98 ve % 28.34 olarak kayıt edilmiştir. Bitki organlarına bağlı olarak kuru herba oranlarında ortaya çıkan farklılıklar bitkinin farklı organlarının hasat edildiği anda içermiş olduğu su miktarlarının farklılığıyla açıklanabilir. En yüksek kuru drog oranının elde edildiği yeşil meyvelerin ve yeşil yaprakların hasat anında içerdikleri su oranları dikkate alındığında bu durum daha iyi anlaşılmaktadır. Bu değerler bize yapraklardan sonra en fazla su oranına çiçeklerin sahip olduğunu göstermektedir. Kuru herba oranında yıllar arasında görülen fark ise yıllara bağlı olarak değişen iklim koşullarıyla (özellikle ilkbaharda bitkilerin ilk gelişmeye başladığı nisan ayında ortalama sıcaklığın 2018 yılında 2019 yılına göre daha yüksek gerçekleşmesi) açıklanabilir.

Yapılan istatistik analizde yılların uçucu yağ oranı üzerinde p≤0.05 düzeyinde önemli etkiye sahip olduğu belirlenmiştir. 2018 yılında uçucu yağ oranı % 3.84 olarak belirlenirken, 2019 yılında ise % 3.58 olarak tespit edilmiştir. Yıllara bağlı olarak uçucu yağ oranında meydana gelen değişim, iklim koşullarının özellikle bitkinin hasat edildiği dönemde meydana gelen aylık yağış miktarlarının ve ortalama



sıcaklıkların farklılaşmasıyla açıklanabilir. Yıl x farklı bitki organları interaksyonunun uçucu yağ oranı üzerindeki etkisi istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur. Her iki yetiştirme yılında en yüksek ve en düşük uçucu yağ oranının aynı bitki organlarından elde edilmesi yıl x farklı bitki organları interaksyonunun istatistiksel olarak önemsiz olduğunu göstermektedir (Çizelge 3). Uçucu yağ oranları değişen bitki organlarına bağlı olarak  $p \leq 0.01$  düzeyinde önemli farklılık göstermiştir. İki yılın ortalaması olarak uçucu yağ oranına ait değerlerin bitki organlarına bağlı olarak değişimi incelendiğinde en yüksek uçucu yağ oranı meyvede (% 5.75) ve çiçekte (% 5.51) tespit edilirken en düşük oran ise % 1.10 ile bitkinin saplarında tespit edilmiştir. Bitkinin organlarında uçucu yağ oranının sap<yaprak<çiçek<meyve sıralamasıyla artış gösterdiği belirlenmiştir. Bitkinin yapraklarında ise % 2.49 oranında uçucu yağ oranı bulunmuştur. Yılların ve farklı bitki organlarının ortalaması olarak ise % 3.71 uçucu yağ oranı kaydedilmiştir (Çizelge 3). Uçucu yağ oranlarının bitki organlarına bağlı olarak değişim gösterdiği daha önce yürütülen çalışmalarda da belirtilmiştir (Bernath ve ark., 1999; Chung ve ark.,

1999). Bitki organlarına bağlı olarak uçucu yağ oranlarının değişimi, organların yapısal ve fizyolojik farklılıklarla açıklanabilir. Nitekim meyvenin oluşumu sırasında ve yağ kanallarının nispi oranının yüksek olduğu ve asimilatların birikiminin henüz başlamadığı meyvenin erken gelişme aşamalarında yağ oranının yüksek olduğu rapor edilmiştir (Bernath ve ark., 1999). Bitki organlarına bağlı olarak meydana gelen yapısal farklılıklar nedeniyle her organda uçucu yağ sentezlenen ve depolanan yağ hücreleri veya kanallarının yoğunluğu, iriliği ve şekil farklılıkları uçucu yağ oranı üzerinde etkili olmaktadır. Ayrıca sekonder metabolit sentezinin yoğunluğu da bitkinin organlarına bağlı olarak değişkenlik göstermektedir (Bernath ve ark., 1999; Chung ve ark., 1999; Stefanini ve ark., 2006; Mammadov, 2014).

Bu çalışmadan elde edilen bitki organlarındaki uçucu yağ oranı bakımından tespit edilen sap<yaprak<çiçek<meyve sıralaması Açıköz ve Kara (2020)'nin bildirmiş olduğu meyve > çiçek > kök-yumru-sap > yaprak sıralamasıyla benzerlik göstermiştir.

Çizelge 3. Rezene (*Foeniculum vulgare* Mill) 'de farklı bitki organlarında tespit edilen kuru herba ve uçucu yağ oranları (%)

Table 3. Dry herb and essential oil contents (%) determined in different plant organs in fennel (*Foeniculum vulgare* Mill)

Bitki organı (Plant organ)	Kuru herba oranı (%) (Dry herb content)			Uçucu yağ oranı (%) (Essential oil content)		
	2018	2019	Ortalama (Mean)	2018	2019	Ortalama (Mean)
Çiçek (Flower)	29.05±0.62 c	27.63±0.67 b	28.34±0.50 c	5.75±0.62	5.28±0.19	5.51±0.16 a
Yaprak (Leaf)	12.00±0.74 d	11.05±0.67 c	11.53±0.49 d	2.50±0.15	2.48±0.18	2.49±0.11 b
Sap (Stem)	40.83±0.65 b	37.13±0.61 a	38.98±0.81 b	1.13±0.05	1.08±0.03	1.10±0.03 c
Yeşil meyve (Green fruit)	44.83±0.65 a	39.38±0.40 a	42.10±1.09 a	6.00±0.09	5.50±0.09	5.75±0.11 a
Ortalama (Mean)	31.68±3.31A	28.79±2.89B	30.23±2.17	3.84±0.54A	3.58±0.49B	3.71±0.36
F değeri (yıl) F value (year)	1258.000**			30.767*		
F değeri (F value) (Morphogenetic variability)	4304.000**			477.107**		
F değeri (yıl x m. varyabilite) F value (year x m. variability)	24.731**			1.542öd		

\*:  $p \leq 0.05$  düzeyinde önemli, \*\*:  $p \leq 0.01$  düzeyinde önemli, öd : önemli değil

Rezene bitkisinde üretimde kullanılan bitkinin alt tür ve varyetesine bağlı olarak elde edilen uçucu yağın kimyasal kompozisyonu farklılık gösterdiği gibi uçucu yağın elde edildiği organların farklı oluşuna bağlı olarak ta değişiklik arz etmektedir (Bernath ve ark., 1999; Chung ve ark., 1999; Stefanini ve ark., 2006; Mammadov, 2014; Açıköz ve Kara, 2020). Eskişehir koşullarında yürütülen çalışmadan elde edilen uçucu yağların kimyasal kompozisyonları Çizelge 4'te sunulmuştur. Bitkinin çiçeklerinden elde edilen uçucu yağda metilkavikol (% 71.06), fenkon (% 15.81) ve limonen (% 6.95) ana bileşenler olarak tespit edilmiştir. Yapraklarında ise limonen (% 41.34), metilkavikol (% 23.00),  $\alpha$ phellandren (% 17.43) ve

fenchyl asetat (% 6.61) ana bileşenler olarak dikkat çekmiştir. Bitkinin saplarında ise metilkavikol (% 40.06),  $\alpha$ phellandren (% 13.87), limonen (% 13.21), karvakrol (% 11.60), fenchyl asetat (% 8.05) ve fenkon (% 6.49) ana bileşen olarak ön plana çıkmıştır. Kurutulmuş yeşil meyvelerinde ise metilkavikol (% 71.67), fenkon (% 17.85) ve limonen (% 4.03) ana bileşen olarak belirlenmiştir. Bu değerlerden görüldüğü gibi bitkinin farklı organlarından elde edilen uçucu yağların kompozisyonunda varyasyon oldukça yüksektir. Metilkavikol oranı % 23.00'den % 71.67'ye kadar değişim gösterirken, limonen ve fenkon oranları sırasıyla % 4.03'den % 41.34'e ve % 3.51'den % 17.85'e kadar değişim göstermiştir. En yüksek metilkavikol

içeren yağlar kurutulmuş yeşil meyve (% 71.67) ve çiçeklerden (% 71.06) elde edilmişken, en yüksek limonen (% 41.34) içeren uçucu yağ ise yapraklardan elde edilmiştir. Saplardan elde edilen uçucu yağlarda ise diğer organlardan elde edilen yağlara kıyasla karvakrol (% 11.60) içeriğinin yüksekliğiyle dikkatleri çekmiştir.

Rezene meyvesi üzerinde yapılan bazı çalışmalarda (Stefanini ve ark., 2006; Açıköz ve Kara, 2020) uçucu yağın ana bileşeni olarak trans-anethol belirlenmişken

bu çalışmada rastlanmamıştır. Bunun nedeni çalışmalarda kullanılan bitki materyalinin alt tür ve/veya varyete farklılıkları olabileceği gibi yeşil olum döneminde hasat edilmiş olmasıyla da açıklanabilir (Chung ve ark., 1999; Stefanini ve ark., 2006; Telci ve ark., 2019; Açıköz ve Kara, 2020). Çünkü tohumların hasat zamanının gelişim dönemlerine bağlı olarak değişmesi uçucu yağın kimyasal kompozisyonunda değişime neden olduğu yapılan çalışmalarla ortaya konmuştur (Mammadov, 2014).

Çizelge 4. Farklı bitki organlarından elde edilen rezene (*Foeniculum vulgare* Mill) uçucu yağının bileşenleri (%)  
Table 4. Components of fennel (*Foeniculum vulgare* Mill) essential oil obtained from different plant organs (%)

S.No	R.T. (Retention time)	Bileşenler (Components)	Morfojenetik varyabilite ( <i>Morphogenetic variability</i> )			
			Çiçek (Flower)	Yaprak (Leaf)	Sap (Stem)	Yeşil meyve (Green fruit)
1	11.10	$\alpha$ -Pinene	0.50	1.64	1.98	1.18
2	15.02	Sabinene	-	-	-	0.26
3	16.82	$\beta$ -Myrcene	0.42	2.04	1.47	0.81
4	16.97	$\alpha$ -Phellandrene	2.75	17.43	13.87	0.89
5	18.46	Limonene	6.95	41.34	13.21	4.03
6	18.94	$\beta$ -Phellandrene	0.48	1.82	1.41	0.78
7	19.93	$\beta$ -Ocimene	-	0.41	0.29	-
8	21.55	<i>p</i> -Cymene	-	1.31	0.88	-
9	20.45	$\gamma$ -Terpinene	0.32	-	-	0.59
10	26.80	Fenchone	15.81	3.51	6.49	17.85
11	30.07	Fenchyl acetate	1.08	6.61	8.05	0.46
12	31.08	Camphor	0.36	-	-	0.37
13	32.57	Fenchyl alcohol	-	-	-	0.30
14	33.57	$\beta$ -Caryophyllene	-	0.31	0.38	-
15	35.67	<b>Methylchavicol</b>	<b>71.06</b>	<b>23.00</b>	<b>40.06</b>	<b>71.67</b>
16	40.21	Anethole	-	-	0.32	-
17	48.53	Thymol	-	-	-	0.24
18	49.25	Carvacrol	0.28	0.58	11.60	0.59

Tohumun olgunlaşma dönemi ilerledikçe genelde trans-anetol oranında bir artış olmaktadır (Bernath ve ark., 1999; Chung ve ark., 1999; Stefanini ve ark., 2006; Rather ve ark., 2016; Mammadov, 2014). Çalışmada rezene bitkisinin yapraklarından elde edilen uçucu yağda tespit edilen limonen (% 41.34) oranı, Stefanini ve ark. (2006)'nın farklı dönemlerde yapılan hasatlarda bitki yapraklarında belirlemiş oldukları limonen oranıyla (% 34.48-42.30) benzerlik gösterdiği tespit edilmiştir.

Türkiye'de yürütülen bazı çalışmalar, Türk rezenelerinden elde edilen uçucu yağın ana bileşeninin trans-anethol olduğunu bildirilirken (Coban ve ark., 2018; Telci ve ark., 2019), bazı çalışmalarda ise metilkavikolun ana bileşen (Özcan ve Akgul, 2001; Özcan ve Chalchat, 2006) olduğu ifade edilmiştir. Bu çalışma ise bitkinin farklı organlarına bağlı olarak değişmekle birlikte ana bileşenin yaprak hariç metilkavikol olduğunu ortaya koymuştur.

## SONUÇ ve ÖNERİLER

Yapılan çalışmada elde edilen değerler topluca <sup>1</sup>

değerlendirildiğinde rezene bitkisinin farklı organlarına bağlı olarak elde edilen ürünlerin kuru drog oranları, uçucu yağ oranları ve uçucu yağın kimyasal kompozisyonlarının değiştiği tespit edilmiştir. Bitkinin sap, yaprak, çiçek ve kurutulmuş yeşil meyvede uçucu yağ oranlarının iki yılın ortalaması olarak sırasıyla % 1.10, % 2.49, % 5.51 ve % 5.75 olduğu belirlenmiştir. Sap, çiçek ve meyveden elde edilen uçucu yağlarda metilkavikol (sırasıyla % 40.06, % 71.06 ve % 71.67) ana bileşen olarak tespit edilirken, yapraktan elde edilen uçucu yağda ise ana bileşen olarak limonen (% 41.34) tespit edilmiştir.

## Araştırmacıların Katkı Oranı Beyan Özeti

Yazarlar makaleye eşit oranda katkı sağlamış olduklarını beyan eder.

## Çıkar Çatışması Beyanı

Makale yazarları aralarında herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan ederler.

## KAYNAKLAR

- Açıkgöz MA, Kara ŞM 2020. Morphogenetic, Ontogenetic and Diurnal Variability in Content and Constituents of Bitter Fennel (*Foeniculum vulgare* Miller var. *vulgare*) Essential Oil. KSU J. Agric Nat 23 (1): 127-134.
- Açıkgöz MA, Kara SM, Aruc C, Ay E 2017. Morphogenetic, Ontogenetic and Diurnal Variability in Antimicrobial Activity of Bitter Fennel (*Foeniculum vulgare* Miller var. *vulgare*) Essential Oil. Indian Journal of Pharmaceutical Education and Research 51(3): 190-194.
- Açıkgöz N 1993. Tarımda Araştırma ve Deneme Metotları. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi. Yayın No: 478. İzmir.
- Al-Snafi AE 2018. The Chemical Constituents and Pharmacological Effects of *Foeniculum vulgare* - A review. OSR Journal of Pharmacy www.iosrphr.org (e)-ISSN: 2250-3013, (p)-ISSN: 2319-4219. 8(5): 81-96.
- Badgular SB, Patel VV, Bandivdekar AH 2014. *Foeniculum vulgare* Mill: A Review of Its Botany, Phytochemistry, Pharmacology, Contemporary Application, and Toxicology. Biomed Research International 10: 1-32.
- Bernath J, Nemeth E, Petheo F, Mihalik E, Kalmain K 1999. Regularities of the Essential Oil Accumulation in Developing Fruits of Fennel (*Foeniculum vulgare*) and its Histological Background. J. Essent. Oil Res. 11:431-438.
- Bhardwaj S, Rashmi PV 2019. Effect of Seasonal Variation on Chemical Composition and Physicochemical Properties of *Hedychium spicatum* Rhizomes Essential Oil, Journal of Essential Oil Bearing Plants 1593-1600.
- Choi EM, Hwang JK 2004. Anti-Inflammatory, Analgesic and Antioxidant Activities of The Fruit of *Foeniculum vulgare*. Fitoterapia.75: 557-565.
- Chung HG, Nemeth E, Hethelyi E 1999. Studies on The Essential Oil of Different Fennel (*Foeniculum vulgare* Mill) Populations During Ontogeny. International Journal of Horticultural Science 5(3-4): 27-30.
- Coban C, Ozer H, Ors S, Sahin U, Yildiz G, Cakmakci T 2018. Effects of Deficit Irrigation on Essential Oil Composition and Yield of Fennel (*Foeniculum vulgare* Mill) in A High-Altitude Environment. Journal of Essential Oil Research 30(6): 457-463.
- Çalışkan UK, Özçelik B, Sazlı A, Sezik E 2010. *Foeniculum vulgare* Mill. Aktar ve Kültür Örneklerinin Uçucu Yağlarının Avrupa Farmakopesine Uygunluğu ve Antimikrobiyal Aktivite Yönünden Karşılaştırılması. Ankara Üniversitesi Ecz. Fak. Dergisi 39 (3):195-210.
- Giachino RRA, Avcı AB 2020. ISSR-Based Molecular Variation of Some Fennel (*Foeniculum Vulgare* Mill.) Populations. Anadolu Tarım Bilim. Derg. 35:140-146.
- He W, Huang B 2011. A Review of Chemistry and Bioactivities of A Medicinal Spice: *Foeniculum vulgare*. Journal of Medicinal Plants Research 5(16): 3595-3600.
- Kara SM, Acikgoz MA 2018. Morphogenetic, Ontogenetic and Diurnal Variability in Antioxidant Activity, Total Phenol and Flavonoids of *Foeniculum vulgare* Miller var. *vulgare* Extracts. YuzuncuYil University Journal of Agricultural Sciences 28 (Special issue): 96-101.
- Katar N, Katar D, Temel R, Karakurt S, Bolatkıran I, Yıldız E, Soltanbeigi A 2019. The Effect of Different Harvest Dates on The Yield and Quality Properties of Rosemary *Rosmarinus officinalis* L. Plant. Biological Diversity and Conservation 12(3):7-13.
- Khan M, Musharaf S 2014. *Foeniculum vulgare* Mill. A Medicinal Herb. Medicinal Plant Research. 4(6): 46-54.
- Khorshidi J, Tabatabaei MF, Omidbaigi R, Sefidkon F 2009. The Effect of Different Densities of Planting on Morphological Characters, Yield, and Yield Components of Fennel (*Foeniculum vulgare* Mill cv. Soroksary). Journal of Agricultural Science 1(2): 66-73.
- Mammadov R 2014. Tohumlu Bitkilerde Sekonder Metabolitler. Nobel Akademik Yayıncılık, Yayın No:841, ISBN: 978-605-133-743-2. S:412.
- Moura LS, Raul N, Carvalho J, Mirian B, Lin C, Angela A 2005. Supercritical Fluid Extraction from Fennel (*Foeniculum vulgare*), Global Yield, Composition and Kinetic Data. Journal of Supercritical Fluid 35:212-219.
- Özcan M, Akgul A 2001. Chemical Composition of The Essential Oil of Bitter Fennel (*Foeniculum vulgare* subsp. *piperitum*). Journal of Spices and Aromatic Crops 10(1): 49-50.
- Özcan MM, Chalchat JC, 2006. Effect of Collection Time on Chemical Composition of the Essential Oil of *Foeniculum vulgare* subsp. *piperitum* Growing Wild in Turkey. European Food Research and Technology 224: 279-281.
- Punetha D, Tewari G, Pande C, Bhatt S 2019. Effect of Climatic Conditions on the Volatile Compounds of the Aerial Parts of *Foeniculum vulgare* Mill., Journal of Essential Oil Bearing Plants 1093-1103.
- Rather MA, Dar BA, Sofi SN, Bhat BA, Qurishi MA 2016. *Foeniculum vulgare*: A Comprehensive Review of Its Traditional Use, Phytochemistry, Pharmacology and Safety. Arabian Journal of Chemistry 9(2): 1574-1583.
- Reily K 2013. On Farm and Fresh Produce Management (Part II, p:198-234). in B.K. Tiwari, Brunton, N.P. and Brennan, C.S. (ed.) Handbook of Plant Food Phytochemicals Sources, Stability and Extraction, ISBN 978-1-4443-3810-2 (hardback: alk. Paper), this edition first published 2013 © 2013 by John Wiley & Sons, Ltd., The Atrium, Southern Gate, Chichester, West Sussex, PO19 8SQ, UK.

- Shubham PS 2019. A Comprehensive Review on Pharmacological Activity of *Foeniculum vulgare*. Global Journal of Pharmacy/Pharmaceutical Sciences 7(1): 1-5.
- Stefanini MB, Ming LC, Marques MOM, Facanali R, Meireles MAA, Moura LS, Marchese JA, Sousa LA 2006. Essential Oil Constituents of Different Organs of Fennel (*Foeniculum vulgare* var. *vulgare*). Rev. Bras. Pl. Med., Botucatu. 8: 193-198.
- Telci İ, Dirican A, Elmastas M, Akşit H, Demirtas I 2019. Chemical Diversity of Wild Fennel Populations from Turkey. Journal Applied Research Medicinal and Aromatic Plants 13: 1-5.
- Wahba HE, Ibrahim ME, Mohamed MA 2018. Comparative Studies of the Constituents of Fennel Essential Oils Extracted from Leaves and Seeds with Those Extracted from Waste Plants After Harvest. Journal of Materials and Environmental Sciences 9(7): 2174-2179.



## *In Vivo* Double Haploid Tekniği ile Yerel Çeşitlerden Elde Edilen Haploid Bitkilerin Saf Hat Olarak Kullanılabilirliğinin Belirlenmesi

Merve BAYHAN<sup>1</sup>, Remzi ÖZKAN<sup>2</sup>, Önder ALBAYRAK<sup>3</sup>, Mehmet YILDIRIM<sup>4</sup>, Cuma AKINCI<sup>5</sup>

<sup>1-2-3-4-5</sup>Tarla Bitkileri Bölümü, Dicle Üniversitesi, Sur/DİYARBAKIR

<sup>1</sup><https://orcid.org/0000-0002-3220-4548>, <sup>2</sup><https://orcid.org/0000-0002-6457-5802>, <sup>3</sup><https://orcid.org/0000-0003-2440-7748>

<sup>4</sup><https://orcid.org/0000-0002-6953-4479>, <sup>5</sup><https://orcid.org/0000-0002-3514-1052>

✉: mervebayhan21@gmail.com

### ÖZET

Double haploid (DH) teknolojisi son yıllarda gelişmiş ıslah programlarında yaygın olarak kullanılan bir araç haline gelmiştir. Mısır ıslahında *in vivo* double-haploid yöntemiyle saf hat elde etme, ıslahta zaman ve maliyet yönünden büyük avantaj sağlamakta ve ıslah süresini 6 yıl kadar kısaltmaktadır. Ayrıca daha fazla kendilenmiş hattın kolayca elde edilmesi ıslahtan elde edilecek başarı oranını artırmaktadır. Double-haploid saf hatlar %100 homozigot olmaları nedeniyle konvansiyonel yöntemle elde edilmiş kendilenmiş hatlara kıyasla daha yüksek genetik stabiliteye sahiptirler. Araştırmada maternal *in vivo* double-haploid yönteminin yukarıda sayılan avantajlarından faydalanılması hedeflenmiş ve haploid tohumlara kromozom katlaması tekniği başarıyla uygulanmıştır. DH tekniği ile geliştirilen *n* kromozomlu 12 adet haploid genotip, 2019 yılında Dicle Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri bölümüne ait laboratuvar, bitki yetiştirme kabini ve sera koşullarında incelenmiştir. Çalışmada kullanılan 12 genotipte kromozom katlanma işlemi başarıyla gerçekleştirilmiş ve bu genotiplere ait bazı agronomik özellikler incelenmiştir. Kendilenmiş double-haploid bitkilerde incelenen agronomik özellikler neticesinde DZM-45 ve DZM-7 genotiplerinin diğer hatlara üstünlük sağlayarak kendilenmiş hat olabilme potansiyelinde olduğu gözlemlenmiştir.

### Araştırma Makalesi

### Makale Tarihi

Geliş Tarihi : 12.11.2020

Kabul Tarihi : 22.01.2021

### Anahtar Kelimeler

Mısır

Double haploid

Kromozom katlaması

Colchicine

## The Availability for Inbred of Individual Obtained From Local Varieties with *In Vivo* Double Haploid Technique

### ABSTRACT

Double haploid (DH) technology has become a widely used tool in advanced breeding programs in recent years. Obtaining an inbred line in corn breeding with the *in vivo* double-haploid method provides a great advantage in terms of time and cost in breeding and shortens the breeding period by 6 years. In addition, easily obtaining more inbred lines increases the success rate of breeding programme. Since double-haploid inbred lines are 100% homozygous, it has higher genetic stability compared to inbreds line obtained by conventional method. In study, it was aimed to benefit from the advantages of the maternal *in vivo* double-haploid method mentioned above and the chromosome doubling technique was successfully applied to haploid seeds. Twelve haploid genotypes with *n* chromosomes were examined and grown 2019 in the laboratory, plant growing cabin and greenhouse conditions of the Dicle University Faculty of Agriculture Field Crops Department. Chromosome doubling process was successfully performed in 12 genotypes and their agronomic parameters were investigated. As a result of the agronomic parameters examined in inbred double-haploid plants, it was observed that DZM-45 and DZM-7 genotypes were suitable to use as inbred lines.

### Research Article

### Article History

Received : 12.11.2020

Accepted : 22.01.2021

### Keywords

Corn

Double haploid

Chromosome doubling

Colchicine

- Atıf İçin:** Bayhan M, Özkan R, Albayrak Ö, Yıldırım R, Akıncı C 2021. *In Vivo* Double Haploid Tekniği ile Yerel Çeşitlerden Elde Edilen Haploid Hatların Saf Hat Olarak Kullanılabilirliğinin Belirlenmesi. KSÜ Tarım ve Doğa Derg 24 (5): 1029-1036. DOI: 10.18016/ksutarimdog.vi.8251521.
- To Cite:** Bayhan M, Özkan R, Albayrak Ö, Yıldırım R, Akıncı C 2021. The Availability for Inbred of Individual Obtained From Local Varieties with *In Vivo* Double Haploid Technique. KSU J. Agric Nat 24 (5): 1029-1036. DOI: 10.18016/ksutarimdog.vi.825121

## GİRİŞ

Mısır, geçmişten günümüze kadar en fazla ıslah çalışmalarının yapıldığı bitki türüdür. Bu bitki türünde ıslah çalışmaları Dünya'da 1800'lü yıllarda ülkemizde ise 1950'li yıllarda başlamıştır. Bugüne kadar ülkemizde tescilli genotip sayısı 118 iken üretim izni verilen genotip sayısı ise 166'dır. (TTSM, 2020). Hibrit mısır ıslahında ilk ve temel aşama kendilenmiş hatların elde edilmesidir. Kendilemede amaç homozigot hatların oluşturulmasıdır. Kendileme işlemi için en az yedi yıl gerekmektedir. Bir materyalin teknik olarak yedi yıl kendileme yapılmasıyla %99'luk bir homozigotlukta kendilenmiş hat elde edilmektedir. Çeşit geliştirme süreci içerisinde en fazla zamanı, anaçların elde edilmesi almaktadır. Bu uzun sürecin kısaltılması için klasik bitki ıslahını destekleyici ve tamamlayıcı yeni yöntemlerin ortaya çıkması elzem olmuştur (Cengiz ve ark., 2013).

Klasik bitki ıslahı hem genetik faktörler hem de çevresel koşullar etkisinde olduğundan sonuca ulaşmak çok uzun bir süre almaktadır. Bitkiye göre farklılık göstermekle beraber yeni bir çeşidin ıslah edilmesi 10 - 14 yıl almaktadır. Mısır bitkisinde yüksek verimli ve kaliteli hibritlerin geliştirilmesi için sürekli olarak yeni saf hatların geliştirilmesi gerekmektedir. Böyle bir genetik varyabilitiyi elde etmek ancak geleneksel bitki ıslah yöntemlerinin etkinliğini arttırmak veya ıslah süresini kısaltmak için yeni yöntemler geliştirme ihtiyacını ortaya koymaktadır. Dolayısıyla bitki ıslahçıları bu süreci kısaltmak için yeni teknolojilere ve yöntemlere başvurmuşlardır. Bu sürenin kısaltılmasında haploid bitki elde etme teknikleri önemli avantajlar sağlamaktadır. Günümüzde *in vitro* ve *in vivo* koşullarda haploid bitkiler kısa sürede elde edilmektedir. Haploid bitkilerin kromozom setlerinin katlanması ve %100 homozigot saf hatların hızla geliştirilmesi, haploidi tekniğinin esasını oluşturmaktadır. Haploid tekniği ile kromozom katlanması ile homozigot saf hatların geliştirilmesi daha kısa sürede yapılmaktadır. Islahçılar, kromozom katlanmasında daha çok kimyasal maddeli uygulamaları kullanmaktadırlar. Kromozom katlanması pratikte çoğunlukla kimyasal madde uygulamalarıyla gerçekleştirilmektedir. Bu yöntemlerle homozigot hatların elde edilmesi 1-2 yıl gibi kısa bir sürede olmaktadır (Geiger, 2009). Mısır ıslah çalışmalarında son 3-5 yıl içerisinde *in vivo* haploid tekniği yaygın olarak kullanılan bir yöntem haline gelmiştir. Dünya'da yapılan çalışmalarda katlanmış haploid hatların haritalama popülasyonları

olarak, bağlantı analizlerinde ve haplotip analizlerinde kullanılabilirliği belirlenmiştir (Röber ve ark. 2005). Türkiye'de Sakarya Mısır Araştırma Enstitüsü ve Karadeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü ortaklığı ile SAMADA-07 hibrit çeşidi ve Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü ile Sakarya Mısır Araştırma Enstitüsü'nün hibrid çeşidi AGA silajlık olarak tescil edilmiş ve üretim hakkı özel sektöre devredilmiştir (Cengiz, 2016).

Kromozom katlaması için genelde bitki ıslahçıları colchicine kimyasal maddesini kullanmaktadırlar. Bu kimyasal madde, güz çiğdemi (*Colchicum autumnale* L.) bitkisinin köklerinden elde edilen sadece su ve alkolde eriyebilen zehirli bir alkaloiddir. Uygulandığı dokularda mitoz bölünmenin metafaz aşamasında iğiplerinin oluşumuna engel olarak kromozomların kutup köşelerine çekilmesini önler, böylece kromozomun iki katına çıkmasını sağlar (Elliatioğlu ve ark., 2001). Türkiye'de hibrit mısırın tohumluğunun neredeyse tamamı ithal edilmektedir. Mısır tarımında kullanılan tohumluğun %95'i yurtdışından sağlanırken; sadece %5'i yerli çeşitlerden oluşmaktadır (Cerit ve ark., 2016) Bu ithal edilen çeşitler için yabancı firmalara her yıl büyük meblağlarda paralar ödenmektedir. Mısır bitkisinin yabancı döllenenmesinden dolayı kendilenmiş hat elde etme ve bu kendilenmiş hatların anaç olarak kullanılabilirliğinin test edilmesindeki zorluklar kamu ve özel kuruluşları yurtdışı kaynaklı anaç tohumluklara yönlendirmektedir. Çalışmada hibrit mısır ıslahının kolaylaştırılması amacıyla, mısırdaki kendilenmiş hatların elde edilmesinde süreyi 6 yıl kadar kısaltan *in vivo* double haploid yöntemi kullanılarak elde edilen kendilenmiş hatlarda kromozom katlanması ve bu hatların hibrit mısır ıslahında anaç olarak kullanılabilme potansiyeli belirlenmeye çalışılmıştır.

## MATERYAL ve METOD

Çalışmada Karadeniz bölgesine ait yerel mısır çeşitlerinin inducer hatlar ile melezleme sonucunda elde edilmiş olan *n* kromozom yapısına sahip 12 adet haploid genotip (*n*=10) materyal olarak kullanılmıştır. Araştırma 2019 yılında Dicle Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri bölümüne ait serada kontrollü koşullar altında yürütülmüştür.

### Double Haploid (Diha ploid-DH) Bitki Elde Etme Çimlendirme kabini

Çalışmanın çimlendirme aşamasında haploid hale getirilmiş 12 genotipin her birinden 20 tohum olacak

şekilde 4 petri kabına 5'er tohum (toplamda 48 petri kabı 240 tohum) yerleştirilmiş ve 9 cm çapındaki cam petri kaplarına kurutma kağıdı konulmuştur (çizelge 1). Daha sonra tohumlar tam otomatik çimlendirme kabininde 27 °C sıcaklık %50 nem değerlerinde 5 gün süresince çimlendirmeye bırakılmıştır. Çimlendirme süresince her gün kontrol edilmiş ve ihtiyaç duyuldukça su verilmiştir. Çimlenen bu bitkicikler colchicine uygulaması ile kromozom katlama işlemi yapılmak üzere laboratuvar ortamında çeker ocak içerisine alınmıştır.

### Colchicine uygulaması

Deimling ve ark. (1997)'e göre bir litre solüsyon için 600 mg toz colchicine, 5 ml DMSO ve 995 ml su gerekmektedir. Çalışmada, 875 ml suya Colchisin'den % 0.035 ml ve aynı zamanda çözeltinin bitkiciklere nüfuzunu kolaylaştırmak amacıyla kullanılan DMSO çözeltisinden % 0.43 ml eklenerek çözeltinin tamamı beher içerisinde ve vorteks üzerinde karıştırılarak çözülmüştür. Çimlendirilmiş materyalin tamamını kapatacak kadar solüsyon hazırlanmıştır.

Çimlendirme işlemi sonucunda elde edilen bitkiciklerin her birinin çim kını uçtan 1 cm ve kökçüklerinin ucundan 2'şer cm olacak şekilde bistüri yardımıyla kesilmiş ve bitkicikler çözeltinin nüfuzu için uygun hale getirilmiştir. Ancak çözelti içerisinde genotip karışımını engellemek adına bitkicikler her genotip için ayrı ayrı olmak üzere delikli poşetlere koyularak etiketlenmiştir. Daha sonra çimlendirilmiş ve kesme işlemi yapılmış olan haploid bitkicikler colchicine uygulama tankına yerleştirilmiştir. Bitkicikler colchicine çözeltisi içerisinde 24 saat bekletilmiştir. 24 saatin sonunda bitkiciklere en az üç kez saf suyla durulama işlemi yapılmıştır.

### Bitki büyütme ve alıştırma odası

Colchicine uygulama işlemi bittikten sonra bitkicikler 1/1/1 oranındaki toprak/kum/torf karışımı ile hazırlanmış olan mini saksılara aktarılmış ve tam otomasyonlu bitki büyütme ve alıştırma odasına alınmıştır. Bitkicikler 27 °C sıcaklık, % 50 nem ve 10/14 saat ışıklandırma olacak şekilde ayarlanan bitki büyütme ve alıştırma odasında 10 gün süre ile tutulmuştur. Bu aşamada bitkicikler her gün düzenli kontrol edilerek sulama işlemleri gerçekleştirilmiş ve bir defa sulama suyuna 20-20-0 kompoze gübreden ilave edilmiştir.

### Double Haploid (Dihaploid) Hale Gelmiş Bitkilerin Kendilenmesi

Bitki büyütme ve alıştırma odasında canlı kalan bitkiler tam otomasyonlu serada toprak doldurulmuş büyük saksılara şaşırtılmıştır. Şaşırtma sonunda bitkilere 20-20-0 kompoze gübre verilmiş ve düzenli olarak sulamaları yapılmıştır. Sera ortamında 10.

günün sonunda zayıf gelişmeleri nedeniyle büyüyen bitkilerde destek amaçlı kök boğazı doldurma ve yatmalarını engellemek için kazıkla destekleme yapılmıştır. Mısır bitkisine bir üretim sezonu boyunca verilmesi gereken gübre miktarı baz alınarak toplamda 6 defa olmak üzere 2 defa 20-20-0, 4 defa üre gübrelemesi ve buna ek olarak bitkilerde görülen ihtiyaç dolayısıyla bir defada mikro element gübrelemesi yapılmıştır.

Sera şartlarında büyüyen bitkilerde kendileme yapılarak bitkilerin saflaştırılması işlemi gerçekleştirilmiştir. Kendileme işleminde genellikle tepe püskülü ve koçan püskülü çıkışlarında zamanlama yönünden uyumsuzluklar yaşanmış ve bu sorun serada tepe püskülü çıkış döneminde çiçek tozlarının alınıp -20°C'de muhafaza edilip koçan püskülü çıkış tarihine kadar bekletilmesi suretiyle giderilmiştir. Tozlanma dönemi Nisan ve Mayıs aylarına denk gelmiş ve toz alma işlemi çiçeklenme sonuna kadar devam etmiştir. Tozlanma sonrasında tane gelişimi için bitkiler uygun koşullarda büyümeye bırakılmış ve haziran ayında koçanlar hasat edilmiştir. Hasat edilen koçanlar daha sonra elle harmanlanmıştır.

### İncelenen Özellikler ve İstatistik Analiz

Çalışmada kullanılan 12 genotipten sağlıklı Double haploid bitkiler elde edilmiştir. Bu genotipler her saksıda bir bitki olacak şekilde 4 tekerrürlü olarak tesadüf parselleri deneme desenine göre aşağıda verilen bazı morfolojik, fizyolojik verim ve verim öge özellikleri incelenmiştir.

*SPAD değeri (klorofil içeriği):* SPAD- 502 Plus (Minolta SPAD-502, Osaka, Japan) cihazı ile yaprağın ortasından ve orta damara gelmeyecek şekilde, *bitki boyu:* bitkinin toprak yüzeyinden tepe püskülünün ucuna kadar, *ilk koçan yüksekliği:* bitkinin toprak yüzeyinden ilk koçanın bağlandığı boğuma kadar, *gövde çapı:* koçanın olduğu boğumun hemen altından, dijital kumpas ile mm olarak ölçülerek, *koçan boyu:* koçanın dip kısmından en uç kısmına kadar, *koçan çapı:* koçanların orta kısımlarından dijital kumpas ile ölçülerek ortalaması "mm" olarak, *koçan uç boşluğu:* koçanların uç boşluk uzunlukları cm cinsinden ölçülmesi ile, *koçanda sıra sayısı:* koçanların her birindeki sıralar sayılarak, *koçan sırasında tane sayısı:* koçanların herhangi bir sırasındaki taneler sayılarak, *tek koçan ağırlığı:* koçanların her birinin tartılması ile, *sömek çapı:* sömeklerin orta kısımlarından dijital kumpas ile ölçülerek ortalaması "mm" olarak, *koçanda tane sayısı:* koçanda sıra sayısı x koçan sırasında tane sayısı formülü ile, *tek koçan tane verimi:* koçan harman edilerek koçanda tane ağırlığı gram olarak, *biyolojik verim:* saksıdan alınan tüm toprak üstü bitki kısımlarının ağırlıklarının tartılması ile belirlenmiştir.

Çalışmadan elde edilen veriler Tesadüf Parselleri Deneme Deseni'ne göre JMP Pro 13 paket programı ile varyans analizine tabi tutulmuştur. Varyans analizi sonucunda ortaya çıkan farklılıkların gruplandırılmasında LSD çoklu karşılaştırma testi uygulanmıştır.

## BULGULAR ve TARTIŞMA

### Haploid Hatlarda Kromozom Katlama ve Canlılık Sayısı

Genotiplere ait çimlenme sayıları ve colchicine uygulamasından sonra yaşayan bitki sayıları çizelge 1.'de verilmiştir.

Colchicine uygulaması için çimlendirmeye bırakılan 240 tohumdan toplamda 195 bitki çimlenmiştir. Colchicine çözeltisine 195 bitkicik konulmuş, ancak bunlardan 10 tanesi durulama ve mini saksılara

aktarma sırasında zarar gördüğünden büyütme odasına toplamda 185 tanesi saksıya aktarılmış ve bu bitkiciklerden 132 tanesi sera ortamında canlı kalabilmiştir. (çizelge 1). Sera ortamının 12. gününde bu 12 genotipe ait 97 bitki sağlıklı bir şekilde yetiştirilmiştir.

Çizelge 1-2'de görüldüğü gibi bitki boyu (cm), ilk koçan yüksekliği (cm), klorofil içeriği (SPAD), koçan boyu (cm), koçan çapı (mm), koçan uç boşluğu (cm), koçandaki sıra sayısı (adet), koçan sırasında tane sayısı (adet), tek koçan ağırlığı (g), koçanda tane ağırlığı (g/koçan), sömek çapı (mm), koçanda tane sayısı (adet), tek koçan tane verimi (g/koçan) ve bitki kuru ağırlığı (g/bitki) bakımından katlanmış double-haploid genotipler arasında  $P < 0.001$ ; gövde çapı (mm) ise  $P < 0.05$  düzeyinde önemli farklılıklar bulunmuştur.

Çizelge 1. Genotiplere ait çimlenme sayıları ve colchicine uygulamasından sonra yaşayan bitki sayısı

Table 1. Germination numbers of genotypes and number of living plants after colchicine application

Genotip (Genotype)	Çimlenmeye Alınan Bitki Sayısı (Number of Plants for Germination)	Çimlenen Tohum Sayısı (Number of Germinated Seeds)	Colchicine Uygulamasından Sonra Yaşayan Bitki Sayısı (Number of Plants Surviving After Colchicine Application)	Saksıya Aktarılan Fide Sayısı (Number of Seedlings Transferred to the Pot)	Serada 12.Günde Yaşayan Bitki Sayısı (Number of Plants Surviving on the 12th Day in the Greenhouse)
DZM-6	20	15	13	12	9
DZM-7	20	17	16	12	10
DZM-8	20	18	16	12	11
DZM-39	20	17	16	13	9
DZM-45	20	14	14	6	6
DZM-46	20	18	18	10	8
DZM-48	20	17	17	11	7
DZM-49	20	17	15	12	8
DZM-56	20	15	14	9	5
DZM-57	20	15	15	10	7
DZM-78	20	18	18	15	8
DZM-104	20	14	13	10	9
Total Toplam	240	195	185	132	97

### SPAD Değeri (Klorofil İçeriği)

SPAD değeri yapraktaki klorofil miktarını ve yüksek fotosenteze sahip sağlıklı bitki profilini tanımlayan fizyolojik bir özelliktir. SPAD değeri bakımından en düşük değer 23.07 ile DZM-39 genotipinden, en yüksek değer ise 46.92 ile DZM-46 genotipinden elde edilmiştir. Tüm genotiplerin ortalaması 32.63 olarak belirlenmiştir (Çizelge 2). SPAD ölçümlerinin mısırdaki yaprak N içeriği ile pozitif ilişkili olduğu ve SPAD ölçümünün bu parametrenin tahmin edilmesinde kolay ve ucuz bir yöntem olduğu bildirilmiştir (Chapman ve Bareto, 1997). Albayrak (2019), SPAD değerinin birinci yıl 37.13-56.57, ikinci yılında ise 38.13-59.20; Tunali ve ark. (2012), 30.7-49.1 arasında değiştiğini, bildirmişlerdir. Çalışmada kullanılan genotiplerden elde edilen SPAD okumalarının genel olarak literatürde belirtilen değerlerden düşük olması

çalışmanın saksı bazında olmasından ve kromozom katlaması sonucu bitkilerin zayıf gelişmesinden kaynaklandığı düşünülmektedir.

### Bitki Boyu

En uzun bitki boyu değeri 190 cm ile DZM-45 genotipinden elde edilirken, en kısa bitki boyu değeri ise 103.75 cm ile DZM-46 genotipinden elde edilmiştir. Diğer genotipler bu değerler arasında yer alırken, genotiplerin genel ortalaması olarak bitki boyu değeri 132.50 cm olarak belirlenmiştir (Çizelge 2). Daha önce yapılan çalışmalarda Albayrak (2019), birinci yıl 154.70-230.83 cm; ikinci yıl ise 174.30-321.49 cm arasında, Öner (2011), 102-394 cm; Cömertpay (2008), 121.5-243.0 cm; Can ve Akman (2014), 147.1-165.9 cm arasında değiştiğini bildirmişlerdir.



Çizelge 2. Double Haploid bitkilerde incelenen özelliklere ilişkin ortalama değerler ve oluşan gruplar

Table 2. Average values and groups of parameters examined in Double Haploid plants

Genotipler (Genotype)	SPAD Değeri (SPAD Value)	Bitki Boyu (cm) (Plant Height)	İlk Koçan Yüksekliği(cm) (First Ear Height)	Gövde Çapı (mm) (Stem Diameter)	Koçan Boyu (cm) (Ear Length)	Koçan Çapı (mm) (Ear Diameter)	Tip Koçan Uç Boşluğu (cm) (Unfilled Cob)
DZM-6	33.47 ± 1.19 b-e	135.25 ± 3.33 bc	50.00 ± 4.72 cd	6.54 ± 0.42 c	7.15 ± 0.48 a	29.21 ± 2.43 ab	2.63 ± 0.15 a
DZM-7	29.27 ± 1.02 d-f	121.00 ± 8.93 cd	43.25 ± 2.85 de	6.63 ± 0.45 c	6.37 ± 0.44 a-c	32.27 ± 0.20 a	1.13 ± 0.14 e-g
DZM-8	28.17 ± 0.7 e-g	120.75 ± 3.78 cd	48.75 ± 2.48 c-e	7.71 ± 0.28 a-c	7.55 ± 0.49 a	28.93 ± 3.42 ab	1.45 ± 0.11 cd
DZM-39	23.07 ± 1.86 g	130.00 ± 4.33 bc	45.00 ± 3.06 de	7.52 ± 0.51 a-c	6.50 ± 0.42 ab	27.85 ± 1.37 ab	0.95 ± 0.06 g
DZM-45	27.22 ± 1.68 fg	190.00 ± 8.71 a	83.25 ± 2.42 a	7.99 ± 0.46 ab	7.50 ± 0.48 a	29.93 ± 2.15 ab	1.75 ± 0.05 b
DZM-46	46.92 ± 1.41 a	103.75 ± 4.03 e	29.00 ± 2.56 f	6.91 ± 0.47 bc	4.95 ± 0.18 d	26.69 ± 2.36 b	1.08 ± 0.08 fg
DZM-48	34.60 ± 1.55 b-d	114.00 ± 4.99 de	37.25 ± 2.55 ef	6.66 ± 0.38 c	4.17 ± 0.21 d	19.50 ± 0.87 c	1.38 ± 0.07 de
DZM-49	37.55 ± 3.64 bc	141.75 ± 5.36 b	52.25 ± 6.6 b-d	7.99 ± 0.32 ab	5.37 ± 0.4 b-d	31.72 ± 0.53 ab	1.33 ± 0.06 d-f
DZM-56	31.02 ± 1.09 d-f	120.50 ± 4.83 cd	38.00 ± 4.58 ef	8.11 ± 0.25 a	7.12 ± 0.4 a	32.44 ± 0.64 a	1.13 ± 0.09 e-g
DZM-57	28.60 ± 1.67 e-g	138.25 ± 2.63 b	63.00 ± 4.29 b	7.45 ± 0.55 a-c	5.00 ± 0.43 d	26.63 ± 1.5 b	1.85 ± 0.05 b
DZM-78	32.67 ± 2.72 c-f	141.75 ± 3.19 b	58.75 ± 2.17 bc	8.45 ± 0.30 a	7.42 ± 0.56 a	29.95 ± 1.69 ab	1.68 ± 0.15 bc
DZM-104	39.07 ± 2.81 b	133.00 ± 5.47 bc	48.25 ± 5.38 c-e	7.71 ± 0.31 a-c	5.25 ± 0.33 cd	31.21 ± 1.74ab	1.40 ± 0.13 c-e
Mean (Ortalama)	32.63	132.5	49.72	7.47	6.19	28.85	1.47
LSD	5.86**	15.95**	11.65**	1.17*	1.21**	5.39**	0.28**
CV(%)	12.5	8.38	16.31	10.97	12.48	13.03	13.6

\* %5, \*\* %1 düzeyinde önemli

### İlk Koçan Yüksekliği

Genotiplerin ilk koçan yüksekliği 29.0 cm ile 83.25 cm arasında değişerek, en yüksek ve en düşük değere sahip genotipler arasında 54.25 cm'lik bir fark oluşmuştur. Tüm genotiplerin ortalaması 49.72 cm olarak belirlenmiştir (Çizelge 2). Erdal (2014), ilk koçan yüksekliğinin 68.2-77.5 cm; Can ve Akman (2014), 26.9-32.1 cm; Büyükerdem (2005), 24.7- 30.1 cm arasında değiştiğini bildirmişlerdir.

### Gövde Çapı

Genotiplere ait gövde çapı değeri 6.54-8.45 mm arasında değişim gösterirken, en düşük gövde çapı değeri DZM-6 genotipinden, en yüksek gövde çapı değeri ise DZM-78 genotipinden elde edilmiştir. Diğer genotipler bu değerler arasında yer alırken, genotiplerin genel ortalaması 7.47 mm olarak belirlenmiştir. Albayrak (2019), gövde çapı değerinin birinci yıl 15.0-21.77 mm, ikinci yıl ise 14.31-19.73 mm; Kırnak ve ark. (2003), 22.2-29.5 mm; Öner (2011), 8.76- 40.40 mm; Cömertpay (2008), 15.9-22.6 mm arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Çalışmada double-haploid bitkilerden elde edilen gövde çapı değerleri bitkilerin saksı ortamında yetiştirilmesi ve yerel çeşit olmalarından dolayı literatür bildirimlerine göre daha düşük bulunmuştur. Mısır üreticileri, özellikle yatmaya dayanım yönünden sağlam ve kalın gövdeli mısırları tercih etmektedirler. Gövde kalınlığı ve sağlamlığı, yatmayı engellemekle birlikte, hasat kolaylığı sağlamak ve tane kaybının önüne geçmektedir (Kırtok, 1998).

### Koçan Boyu

En uzun koçan boyu değerine sahip genotip 7.55 cm ile DZM-8 olurken, en kısa koçan boyu değerine sahip genotip 4.17 cm ile DZM-48 olmuştur. Tüm genotiplerin ortalaması 6.19 cm olarak belirlenmiştir. Öner (2011), koçan boyunun 9.7-24.33 cm; Cömertpay (2008), 13.6-20.4 cm; Erdal (2014), 15.2-17.1 cm; Topal

(2016), 21.02-22.82 cm arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Çalışmada double-haploid bitkilerde elde edilen koçan boyunun literatür bildirimlerinden düşük olduğu saptanmıştır. Bunun temel sebebi çalışmanın saksı bazında olmasından ve kromozom katlaması sonucu bitkilerin zayıf gelişmesinden kaynaklandığı düşünülmektedir.

### Koçan Çapı

Genotiplere ait koçan çapı değeri 19.50-32.44 mm arasında değişim gösterirken, en düşük koçan çapı değeri DZM-48 genotipinden, en yüksek koçan çapı değeri ise DZM-56 genotipinden elde edilmiştir. Diğer genotipler bu değerler arasında yer alırken, genotiplerin genel ortalaması 28.85 mm olarak belirlenmiştir. Albayrak (2019), koçan çapı değerinin birinci yıl 19.67-44.61 mm; ikinci yıl ise 16.94-44.31 mm; Öner (2011), 25.31-49.80 mm; Cömertpay (2008), 29-42 mm; Topal (2016), 45.80-49.60 mm arasında değiştiğini bildirmişlerdir.

### Koçan Uç Boşluğu

En kısa koçan uç boşluğu değerine sahip genotip 0.95 cm ile DZM-39 olurken, en uzun koçan uç boşluğu değerine sahip genotip 2.63 cm ile DZM-6 olmuştur. Tüm genotiplerin ortalaması 1.47 cm olarak belirlenmiştir. Önder (2013), koçan uç boşluğu değerinin 0.82-1.31cm; Büyükerdem (2005), 1.1-1.5 cm arasında değiştiğini bildirmişlerdir.

### Koçanda Sıra Sayısı

Genotiplere ait koçanda sıra sayısı değeri 7.25-12.50 adet arasında değişim gösterirken, en düşük koçanda sıra sayısı değeri DZM-48 genotipinden, en yüksek koçanda sıra sayısı değeri ise DZM-7 genotipinden elde edilmiştir. Genotiplerin genel ortalaması 10.35 adet olarak belirlenmiştir (Çizelge 3). Mısırdaki verim unsurlarından olan koçanda sıra sayısının, çevre koşullarından çok az etkilendiği, daha çok çeşidin

genetik yapısına bağlı olduğu bildirilmiştir (Nielsen, 2002). Albayrak (2019), koçanda sıra sayısının birinci yıl 5.47-15.73 adet, ikinci yıl ise 4.04-15.82 adet; Shengu (2017), 12-15 adet; Öner (2017), 7.2-14.3 adet; İlarıslan ve ark. (2002), 9.9-14.9 adet arasında değiştiğini bildirmişlerdir.

### Koçan Sırasında Tane Sayısı

En düşük koçan sırasında tane sayısı değerine sahip genotip 4.00 adet ile DZM-48 olurken, en yüksek koçan sırasında tane sayısı değerine sahip genotip 12.75 adet ile DZM-78 olmuştur. Tüm genotiplerin ortalaması 8.97 adet olarak belirlenmiştir (Çizelge 3). Sırada tane sayısının fazla olması istenen bir özellik olup, genetik potansiyelin yanı sıra çevre etkisinde bir özelliktir. Özellikle tozlanma ve dölleme problemleri olduğunda sıra sayısında meydana gelen azalmalar tane veriminin düşmesine de neden olmaktadır. Nielsen (2002), koçan sırasındaki tane sayısı daha çok yetiştirme dönemindeki çevre koşullarına bağlı olduğunu bildirmektedir. Öner (2017), koçan sırasında tane sayısının 7.2-36.6 adet; Albayrak (2019), birinci yıl 12.33-40.83 adet arasında, ikinci yıl ise 3.25-36.11 adet; Ruiz de Galarreta ve Alvarez (2001), 12-48 adet; Çeçen ve ark. (1998), 11.7-19.7 adet arasında olduğunu bildirmişlerdir.

### Tek Koçan Ağırlığı

Genotiplere ait tek koçan ağırlığı değeri 3.83-24.29 g arasında değişim gösterirken, en düşük tek koçan ağırlığı değeri DZM-48 genotipinden, en yüksek tek koçan ağırlığı değeri ise DZM-7 genotipinden elde edilmiştir. Diğer genotipler bu değerler arasında yer alırken, genotiplerin genel ortalaması 16.72 g olarak belirlenmiştir (Çizelge 3). Önder (2013), tek koçan ağırlığının 166.3-232.0 g; Öktem ve ark. (2006), 182.0-251 g; Eşiyok ve ark. (2004), 271.2-342.0 g arasında değiştiğini bildirmişlerdir.

### Sömek Çapı

En düşük sömek çapı değerine sahip genotip 13.57 mm ile DZM-48 olurken, en yüksek sömek çapı değerine sahip genotip 21.57 mm ile DZM-56 olmuştur. Tüm genotiplerin ortalaması 19.24 mm olarak belirlenmiştir (Çizelge 3). Nielsen (2002), mısırdaki erken hasat nemine ulaşmak için küçük çaplı sömeklerin tercih edilmesi gerektiğini belirtmektedir. Sömek çapının, koçanın nem kaybedip kurumaması açısından önemli olduğunu, küçük çaplı sömeklerin büyük çaplı sömeklere oranla daha hızlı nem kaybettiğini ve hasada uygun hale geldiğini belirtmiştir. Babaoğlu (2003), sömek çapının küçük veya büyük olmasının tane verimi ile yakından ilgili olduğunu belirtmiş ve çalışmasında sömek çapı değerlerinin 22.7-29.0 mm arasında değiştiğini, Albayrak (2019), birinci yıl 16.42-25.28 mm, ikinci yıl ise 15.62-24.56 mm; Öner (2011), 13.71-31.67 mm

arasında değiştiğini bildirmişlerdir.

### Koçanda Tane Sayısı

Genotiplere ait koçanda tane sayısı değeri 11.75-95.25 adet arasında değişim gösterirken, en düşük koçanda tane sayısı değeri DZM-48 genotipinden, en yüksek koçanda tane sayısı değeri ise DZM-78 genotipinden elde edilmiştir. Diğer genotipler bu değerler arasında yer alırken, genotiplerin genel ortalaması 56.02 adet olarak belirlenmiştir (Çizelge 3). Büyükerdem (2005), koçanda tane sayısı değerinin 266.4-345.4 adet; Öktem ve Öktem (2006), 531-749 adet/koçan olduğunu bildirmişlerdir.

### Tek Koçan Tane Verimi

En düşük tek koçan tane verimi değerine sahip genotip 6.96 g/koçan ile DZM-57 olurken, en yüksek tek koçan tane verimi değerine sahip genotip 19.70 g/koçan ile DZM-7 olmuştur. Tüm genotiplerin ortalaması 12.25 g olarak belirlenmiştir (Çizelge 3). Albayrak (2019), tek koçan tane verimi değerinin birinci yıl 10.13-168.11 g/koçan, ikinci yıl ise 3.92-149.55 g/koçan; Koca ve Turgut (2012), 172.6-182.9 g/koçan; Öner (2011), 23.54-186.86 g/koçan; Cömertpay (2008), 66.3-173.3 g/koçan arasında değiştiğini bildirmişlerdir.

### Biyolojik Verim

En düşük bitki kuru ağırlığına sahip genotip 12.60 g/bitki ile DZM-48 olurken, en yüksek bitki kuru ağırlığına sahip genotip 53.18 g/bitki ile DZM-45 olmuştur. Tüm genotiplerin ortalaması 34.91 g olarak belirlenmiştir (Çizelge 3).

### SONUÇ ve ÖNERİLER

Çalışma neticesinde çimlendirmeye alınan haploid tohumlardan oransal olarak %77'si çimlendirme ve kromozom katlaması sonrası seraya aktarılmış %17'si haploid ve steril kalma nedeniyle kendilemeye alınmamıştır. Geriye kalan bitkilerin ise %36'sında dölleme sorunu meydana gelmiş, %41'inden kendileme sonucu tohum elde edilebilmiştir. Dolayısıyla double haploid bitki elde etme başarısı %40'ın üzerinde gerçekleşmiştir.

Çalışmada kromozom katlaması tekniğinin uygulanmasında literatürde belirtildiği üzere başından sonuna kadar dikkat ve tecrübe gerektiği gözlemlenmiştir. Bu nedenle tekniğin uygulanmasında sorun teşkil eden önemli noktalarda dikkat edilmeli ve hata payı azaltılmalıdır. Öncelikle tohum çimlendirme aşamasında iken uygun nem ve sıcaklık belirlenmeli, tohum veya kullanılan diğer materyallerin sterilizasyonu doğru bir şekilde yapılmalıdır. Çimlenen tohumlarda çim kımı ve kökçüğün optimum seviyede büyümesini sağlayacak süre belirlenmelidir. Çimlenen bitkiciklere uygulanacak solüsyon miktarı yeterli olmalı ve

solüsyonun bitkiciklere nüfuz etmesinin kolaylaştırılmasını sağlayan bitki aksanları yöntemde belirtildiği üzere uygun bir şekilde hazırlanmalıdır. Çim kınını 4 cm'den çim köklerinin ise 5 cm'den küçük olması ideal görünmektedir. Katlanma işlemi uygulandıktan sonra saksıya aktarma aşamasında

zayıf ve cılız gelişen bitkiciklere hassas davranılmalı kök ve gövde yapısına zarar verilmemelidir. Aksi takdirde, fide sayısında tarla veya serada yetiştirilecek double-haploid bitkilerin sayısında azalma olması muhtemel bir durumdur.

Çizelge 3. Double Haploid bitkilerde incelenen özelliklere ilişkin ortalama değerler ve oluşan gruplar  
Table 3. Average values and groups of parameters examined in Double Haploid plants

Genotip (Genotype)	Koçanda Sıra Sayısı (adet) (Ear row number)	Koçan Sırasında Tane Sayısı (adet) (Row Grain Number)	Tek Koçan Ağırlığı (g) (Grain Weight at One Ear)	Sömek Çapı (mm) (Cob Diameter)	Koçanda Tane Sayısı (adet) (Grain Number at Ear)	Tek Koçan Tane Verimi (g/koçan) (Grain Weight at One Ear)	Biyolojik Verim (g/bitki) (Biological Yield)
DZM-6	11.00 ± 0.59 a-c	10.50 ± 0.60 b-d	15.00 ± 1.71 bc	18.26 ± 1.77 b	55.50 ± 3.66 c	10.03 ± 0.89 cd	46.85 ± 2.53 ab
DZM-7	12.50 ± 0.85 a	12.00 ± 0.76 a-c	24.29 ± 1.59 a	21.52 ± 0.52 a	79.50 ± 1.66 b	19.70 ± 0.78 a	43.80 ± 1.62 bc
DZM-8	12.00 ± 0.83 ab	5.75 ± 0.62 gh	14.78 ± 1.25 bc	19.43 ± 1.37 ab	48.75 ± 6.93 c	10.34 ± 1.13 c	25.03 ± 2.76 d
DZM-39	11.00 ± 0.67 a-c	8.25 ± 0.70 ef	15.53 ± 1.49 bc	20.00 ± 0.62 ab	54.75 ± 2.82 c	9.89 ± 0.83cd	38.40 ± 3.17 c
DZM-45	9.75 ± 0.30 cd	12.25 ± 0.52 ab	22.68 ± 1.21 a	20.19 ± 1.21 ab	80.00 ± 2.46 b	17.40 ± 0.9 ab	53.18 ± 0.97 a
DZM-46	8.50 ± 0.94 de	6.25 ± 0.42 g	13.21 ± 0.88 cd	17.68 ± 0.70 b	29.75 ± 4.36 d	7.17 ± 1.18 de	16.63 ± 1.48 e
DZM-48	7.25 ± 0.37 e	4.00 ± 0.43 h	3.83 ± 0.5 e	13.57 ± 0.09c	11.75 ± 1.37 e	2.36 ± 0.39 f	12.60 ± 1.34 e
DZM-49	10.50 ± 0.35 bc	10.00 ± 0.50 de	18.07 ± 1.25 b	19.29 ± 0.33 ab	57.25 ± 3.19 c	15.33 ± 1.04 b	26.58 ± 2.6 d
DZM-56	10.25 ± 0.26 b-d	7.50 ± 0.58 fg	16.83 ± 1.02 bc	21.57 ± 1.43 a	46.50 ± 3.56 c	11.04 ± 0.92 c	38.78 ± 1.30 c
DZM-57	10.00 ± 0.43 cd	8.25 ± 0.60 ef	10.75 ± 0.60 d	18.92 ± 0.49 ab	33.50 ± 2.43 d	6.96 ± 0.66 e	38.98 ± 2.5 c
DZM-78	11.00 ± 0.81 a-c	12.75 ± 0.64 a	23.70 ± 1.20a	20.02 ± 1.34 ab	95.25 ± 1.93 a	18.48 ± 1.16 a	40.00 ± 1.93 c
DZM-104	10.50 ± 0.60 bc	10.25 ± 0.69 cd	22.00 ± 1.15 a	20.55 ± 1.46 ab	79.75 ± 5.63 b	18.40 ± 1.33 a	38.18 ± 3.52 c
Ortalama	10.35	8.97	16.72	19.24	56.02	12.25	34.91
LSD	1.86**	1.76**	3.61**	3.22**	11.16**	2.88**	6.82**
CV(%)	12.56	13.71	15.07	11.69	13.9	16.4	13.63

\* %5, \*\* %1 düzeyinde önemli

Çalışmada sera ortamında yetiştirilen ve kendileme yapılması planlanan double-haploid bitkilerde; zayıf gelişim gösterme, kısa bitki boyu, tepe püskülü ve koçan püskülünün aynı anda olgunlaşmaması, tepe püskülü ve koçan püskülünün aynı yerden çıkması, zayıf polen dökümü, ddipten koçan verme (İlk koçan yüksekliğinin bulunmaması), koçanların küçük kalması, tane dolduramama, koçan sırasındaki tanelerin farklı dağılım göstermesi, koçan sayısında azalma gibi anormallikler gözlemlenmiştir.

Çalışmada inducerle melezlenen yerel mısır genotiplerinin haploid tohumlarında kromozom katlama ve katlanmış bitkilerde kendileme sonucu başarılı bir şekilde double haploid bitkiler elde edebileceği ortaya konmuştur. Anaç olarak kullanılabilir double haploid bitkiler agronomik performansları yönünden sıralanabilmiş ve bazı yerel genotipler (DZM-45 ve DZM-7 gibi) diğerlerine üstünlük sağlamıştır. Çalışmada kullanılan in-vivo double haploid yönteminin zaman, yer ve maliyetten tasarruf sağlama avantajları ile %100 homozigot bitki elde etme özelliği göz önüne alındığında yerel çeşitlerden saf hat geliştirmenin kolaylaşacağı söylenebilir. Özellikle yerel çeşitlerden bulunabilecek biyotik ve abiyotik stres faktörlerine dayanıklılık kaynaklarının belirlenmesinde double haploid bitkiler hem kolaylık sağlayacak hem de önemli rol oynayacaktır.

### Araştırmacıların Katkı Oranı Beyan Özeti

Yazarlar makaleye eşit oranda katkı sağlamış

olduklarını beyan eder.

### Çıkar Çatışması Beyanı

Makale yazarları aralarında herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan ederler.

### KAYNAKLAR

- Albayrak Ö 2013. Diyarbakır Koşullarına Uygun Şeker Mısır (*Zea Mays* L. *Saccharata* Sturt.) Çeşitlerinin Belirlenmesi. Dicle Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarla Bitkileri Ana Bilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Diyarbakır, 47s.
- Albayrak Ö 2019. Bazı Yerel Mısır Populasyonlarının Kurağa Tepkilerinin Belirlenmesi. Dicle Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarla Bitkileri Ana Bilim Dalı Doktora Tezi, Diyarbakır, 175s.
- Babaoğlu M 2003. Farklı Kökenli Mısır (*Zea Mays* L.) Genotiplerinin Çeşitli Agronomik ve Kalite Karakterleri Bakımından Karşılaştırmalı Olarak Değerlendirilmesi. Trakya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarla Bitkileri Ana Bilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, 108s.
- Büyükerdem N İ 2005. Farklı Çinko İçerikli Gübre Uygulamalarının Şeker Mısırın (*Zea Mays* *Saccharata* Sturt.) Verim ve Agronomik Özelliklerine Etkileri. Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarla Bitkileri Ana Bilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Isparta,64.
- Can M, Akman Z 2014. Uşak Ekolojik Şartlarında Farklı Azot Dozlarının Şeker Mısırın (*Zea Mays*

- Saccharata Sturt.) Verim ve Kalite Özelliklerine Etkisi. Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 9(2): 93-101.
- Cengiz R, Cerit İ, Tezel M, Pamukçu M 2013. Kendilenmiş Hatların Elde Edilmesi. Melez Mısırla 100 Yıl Çalıştayı Kitabı. BİSAB Yayın No:1, 115-136.
- Cengiz R 2016. Türkiye’de Kamu Mısır Araştırmaları. Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi, 25 (Özel sayı-1):304-310.
- Cerit İ, Cömertpay G, Oyucu R, Çakır B, Hatipoğlu R, Ozkan H 2016. Melez Mısır Islahında In-Vivo Katlanmış Haploid Tekniğinde Kullanılan Farklı Inducer Genotiplerin Haploid İndirgeme Oranların Belirlenmesi. Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi. 25 (özel sayı): 52-57. 10.21566/tarbitderg.280162.
- Chaikam V, Mahuku G 2012. Double Haploid Technology in Maize Breeding: Theory and Practise. CIMMYT, Mexico, pp. 24-29.
- Chapman SC, Barreto HJ 1997. Using A Chlorophyll Meter to Estimate Specific Leaf Nitrogen Of Tropical Maize During Vegetative Growth. Agronomy Journal, 89(4): 557-562.
- Cömertpay G 2008. Yerel Mısır Populasyonlarının Morfolojik ve Dna Moleküler İşaretleyicilerinden SSR Tekniği ile Karakterizasyonu. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarla Bitkileri Ana Bilim Dalı, Doktora Tezi, Adana, 118s.
- Çeçen S, Çakmakçı S, Turgut İ 1998. Bazı Kendilenmiş Mısır Hatları ve Yoklama Melezlerinin İkinci Ürün Koşullarında Karşılaştırılması. Turkish Journal of Agriculture and Forestry, 22:209-213.
- Ellialtıoğlu Ş, Sarı N, Abak K 2001. Bitki Biyoteknolojisi I. Doku Kültürü ve Uygulamaları. Babaoğlu M, Gürel E, Özcan S (edit.). 5: 137-189. Selçuk Üniversitesi Basımevi.
- Erdal Ş 2014. Kendilenmiş Mısır (*Zea Mays L.*) Hatlarının Kuraklık Stresine Tolerans Düzeylerinin Belirlenmesi ve Moleküler Karakterizasyonu Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Tarla Bitkileri Ana Bilim Dalı, Doktora Tezi, Isparta, 207s.
- Eşiyok D, Bozokalfa, MK, Uğur A. 2004. Farklı Lokasyonlarda Yetiştirilen Şeker Mısır (*Zea Mays L. Var. Saccharata*) Çeşitlerinin Verim Kalite ve Teknolojik Özelliklerinin Belirlenmesi. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 41(1): 1-9.
- İlarslan, RZ, Kaya İ, Kandemir PK, Bretting 2002. Genetic Variability Among Turkish Pop, Flint and Dent Corn (*Zea Mays L. Spp. Mays*) Races. Morphological and Agronomic Traits. Euphytica 128:173-182.
- Kırnak H, Gençoğlu C, Değirmenci V 2003. Harran Ovası Koşullarında Kısıntılı Sulamanın II. Ürün Mısır Verimine ve Bitki Gelişimine Etkisi., Atatürk Üniv. Ziraat Fak. Derg. 34 (2): 117-123.
- Kırtok Y 1998. Mısır Üretimi ve Kullanımı. Kocaelik Basım ve Yayınevi. 445 Sayfa. İstanbul
- Koca, Y, Turgut, İ. 2012. Misirda (*Zea Mays L.*) Farklı Ekim Zamanlarının Tane Verimine, Kuru Madde Birikimine, Yaprak Alanı İndeksine ve Bazı Büyüme Parametrelerine Etkisi. Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 9 (1): 1-10. Retrieved from <https://dergipark.org.tr/tr/pub/aduziraat/issue/26424/278166>
- Nielsen RL 2002. Post-Maturity Grain Drydown İn The Field. Agronomy Depart. Purdue Univ. 5 p. [www.agry.purdue.edu/ext/corn](http://www.agry.purdue.edu/ext/corn)
- Öktem A, Öktem AG 2006. Bazı Şeker Mısır (*Zea Mays Saccharata Sturt.*) Genotiplerinin Harran Ovası Koşullarında Verim Karakteristiklerinin Belirlenmesi. Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 20(1): 33-46.
- Öner F 2011. Karadeniz Bölgesindeki Yerel Mısır (*Zea Mays L.*) Genotiplerinin Agronomik ve Teknolojik Özelliklerinin Belirlenmesi. Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarla Bitkileri Ana Bilim Dalı, Doktora Tezi, Samsun, 239s.
- Öner, F 2017. Ordu İli Yerel Mısır (*Zea mays L.*) Genotiplerinin Morfolojik Karakterizasyonu. Uluslararası Tarım ve Yaban Hayatı Bilimleri Dergisi, 3 (2): 108-119. DOI: 10.24180/ijaws.344833
- Röber FK, Gordillo GA, Geiger HH 2005. In Vivo Haploid İnduction in Maize-Performance of New Inducers and Significance of Doubled Haploid Lines in Hybrid Breeding. Maydica, 50: 275–283.
- Ruiz De Galarreta JI, Alvarez A 2001. Morphological Classification of Maize Landraces from Northern Spain. Genetic Resources and Crop Evolution, 48: 391–400.
- Shengu MK 2017. Genetic Study of Some Maize (*Zea Mays L*) Genotypes in Humid Tropic of Ethiopia. International Journal of Scientific And Research Publications, 7(1): 281-287.
- Topal B 2016. Misirda (*Zea Mays L. Indentata Sturt.*) Koçan Yaprak Klorofil Miktarı ile Tane Verimi ve Verim Ögeleri Arasındaki İlişkilerin Path Analizi ile Saptanması. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Tarla Bitkileri Ana Bilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Adana, 86s.
- TTSM, 2020. Milli Çeşit Listesi (Tarla Bitkisi Çeşitleri) (Field Crops). <https://www.tarimorman.gov.tr/BUGEM/TTSM/Sayfalar/Detay.aspx?SayfaId=85> (Erişim tarihi: 14.01.2020)
- Tunalı MM, Çarpıcı EB, Çelik N 2012. Farklı Azot Dozlarının Bazı Mısır Çeşitlerinde Klorofil İçeriği, Yaprak Alan İndeksi ve Tane Verimi Üzerine Etkileri. Tarım Bilimleri Araştırma Dergisi, 5(1): 131-133.

## Farklı Soya Çeşitlerinde Hasat Sonrası Bazı Biyoteknik Özelliklerin Belirlenmesi

Ebubekir ALTUNTAŞ<sup>1\*</sup>, Esra Nur GÜL<sup>2</sup>, Mehmetcan OLGAÇ<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup>-Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Biyosistem Mühendisliği Bölümü, 60250, Tokat-Türkiye

<sup>1</sup><https://orcid.org/0000-0003-3835-1538>, <sup>2</sup><https://orcid.org/0000-0002-9865-1228>, <sup>3</sup><https://orcid.org/0000-0002-9487-1661>

✉: ebubekir.altuntas@gop.edu.tr

### ÖZET

Bu çalışmada, Türksoy, Yeşilsoy ve Adasoy soya fasulyesi çeşitlerine ait tohumların hasat sonrası bazı biyoteknik özellikleri belirlenmiştir. Soya çeşitlerinin geometrik, hacimsel ve renk özellikleri ile farklı hızlar ve eksenlerdeki mekanik direnç ve sürtünme özellikleri incelenmiştir. Soya çeşitlerine ait tohumların sıkıştırma testleri kuvvet, deformasyon, kırılma enerjisi, sertlik ve kırılma gücü; 30, 60 ve 90 mm min<sup>-1</sup> yükleme hızları ile uzunluk, genişlik ve kalınlık yükleme eksenleri için incelenmiştir. Yükleme hızlarına göre, 90 mm min<sup>-1</sup> yükleme hızı, diğer yükleme hızlarına göre daha düşük kırılma kuvveti, kırılma enerjisi ve sertlik değerleri vermiştir. Soyanın işlenmesi, son ürün kalitesi ile tüketici istekleri ve ekonomik değerler açısından soya çeşitlerine ait tohumların hasat sonrası bazı biyoteknik özelliklerinin göz önünde bulundurulması gereklidir.

### Araştırma Makalesi

#### Makale Tarihçesi

Geliş Tarihi : 30.11.2020

Kabul Tarihi : 25.02.2021

#### Anahtar Kelimeler

*Glycine max*

Geometrik özellikler

Hacim ağırlığı

Kırılma gücü

Renk özellikleri

## Determination of Some Post-Harvest Biotechnical Properties of the Different Soybean Varieties

### ABSTRACT

In this study, some post-harvest biotechnical properties of the seeds belonging to Türksoy, Yeşilsoy and Adasoy soybean varieties were determined. Geometric, volumetric and color properties of soybean varieties, mechanical resistance properties and friction properties at different compression speeds and axes were investigated. Compression tests of seeds belonging to soybean varieties were examined for rupture force, deformation, rupture energy, hardness and rupture force for 30, 60 and 90 mm min<sup>-1</sup> loading speeds and length, width and thickness loading axes. According to the loading speeds, 90 mm min<sup>-1</sup> loading speed gave lower breaking force, breaking energy and hardness values than the other loading speeds. It is necessary to consider some biotechnical characteristics of soybean varieties in terms of post-harvest, soybean processing and final product quality, consumer demands and economic values.

### Research Article

#### Article History

Received : 30.11.2020

Accepted : 25.02.2021

#### Keywords

*Glycine max*

Geometric properties

Bulk density

Rupture power

Colour characteristics

**Atf İçin:** Altuntaş E, Gül EN, Olgaç M 2021. Farklı Soya Çeşitlerinde Hasat Sonrası Bazı Biyoteknik Özelliklerin Belirlenmesi. KSÜ Tarım ve Doğa Derg 24 (5): 1037-1047. DOI: 10.18016/ksutarimdog.vi.833743.

**To Cite:** Altuntaş E, Gül EN, Olgaç M 2021. Determination of Some Post-Harvest Biotechnical Properties of the Different Soybean Varieties. KSU J. Agric Nat 24 (5): 1037-1047. DOI: 10.18016/ksutarimdog.vi.833743.

### GİRİŞ

Soya fasulyesi besin değeri çok yüksek, insan ve hayvan beslenmesinde kullanılan, baklagiller familyasına ait tek yıllık, sıcak iklim bitkisidir (Şahar, 2017). Biyolojik değeri yüksek olduğu için de, soya unu özellikle kümes, küçük ve büyükbaş hayvan beslenmesinde rasyonlarda kullanılmaktadır (Anonim, 2012). Sanayide hammadde olarak soyanın biyodizel yakıtı olarak kullanılabilirliği ve yenilenebilir enerji kaynaklarıyla birlikte kullanımı önemlidir (Kinney ve Clemente, 2004). Soya fasulyesi tohumları yüksek miktarda protein içerir, amino asit bileşimi hayvansal proteinlerin bileşimine yakın olmasa da oldukça iyidir (Keskin, 2019). Ekim

nöbetinde yer alan soya fasulyesi, ekonomik anlamda kaliteli kaba yem elde etmede, ekolojik anlamda ise toprağa olan olumlu katkılarından dolayı tarım topraklarının sürdürülebilirliğine önemli katkılar sağlayabilecek potansiyele sahiptir (Özel ve Acar, 2020). Soya ürünleri, yüksek miktarda soya proteini, izoflavonlar, omega-3-yağ asitleri ve diyet lifi içerikleri ile çok önemli fonksiyonel gıda bileşenleri veya ürünleridir (Riaz, 2001; Liu, 2004). Soya yağı; Ca, Fe, Zn elementleri ile B1, B2, E ve K vitaminleri bakımından da oldukça zengindir (Alpay, 2003). Türkiye'de soya tarımı ağırlıklı olarak Çukurova Bölgesi'nde yapılmaktadır (Anonim, 2020a). 2019 TÜİK verilerine göre ekilen alan 352 947 dekar,

üretim 150 bin ton ve verim 425 kg da<sup>-1</sup>'dir (TUIK, 2019). "25x25" sloganıyla 2025 yılında toplam enerji tüketiminin %25'ini yenilebilir enerjilerden karşılamayı hedefleyen ve bu yönde projeler geliştiren Amerika Birleşik Devletleri, biyodizel konusunda da kendi milli sistemini kurmuştur. Öncelikle, milli bitkisel yağı olan, soya yağına göre uygulanabilir ASTM-6751 standardını belirlemiştir (Karadağ, 2020).

Soya fasulyesinin hasat sonrası biyoteknik özellikleri, sınıflandırma, ayırma, taşıma, işleme ve depolama için ekipman ve makinelerin mühendislik tasarımında önemli bir rol oynamaktadır. Tarımsal materyal olarak soyanın başlıca hasat sonrası bazı biyoteknik özellikleri olarak; şekil, boyut, kütle, 1000-tane ağırlığı, hacim ağırlığı, porozite ve farklı yüzeyler üzerindeki karşı statik sürtünme katsayısı yanında soya tohumlarının kuvvete karşı gösterdiği kuvvet, deformasyon, kırılma enerjisi ve kırılma gücü gibi mekanik özellikler sayılabilir (Mohsenin, 1980). Günümüzde ziraat ve gıda mühendisleri olarak, depolama yapılarının tasarımı, depolama ekipmanlarının tasarımı ve seçiminde, depolanan tarımsal malzemenin özellikleri önemlidir (Molenda ve ark., 2004). Özellikle hassas ekim makineleri tasarımında da soya tohumlarının fiziksel özelliklerinin bilinmesi gerekmektedir. Soyanın mekanik özellikleri, soyanın hasat sonrası işlenmesi ve un haline getirilmesinde, güç kırılma kuvveti, deformasyon, enerji ve güç değerlerinin bilinmesi gereklidir.

Soya konusunda birçok araştırmacı bilimsel çalışmalar yapmıştır. Örneğin; Tavakoli ve ark. (2009) Williams soya çeşidi tohumlarının; Shirkole ve ark. (2011) TAMS-38 soya çeşidi tohumlarının; Alibas ve Koksal (2015) ATAEM-II soya çeşidinde farklı nem içeriklerindeki fiziksel ve mekanik özelliklerini incelemişlerdir. Ancak, Türkiye'de tescillenmiş önemli Türksöy, Adasöy ve Yeşilsöy soya çeşitlerinin hem fiziksel hem mekanik özellikleri ile bunun yanısıra renk özelliklerinin birlikte çalışıldığı hasat sonrası biyoteknik özelliklerine ait bir çalışma literatürlerde bulunamamıştır. Bu nedenle, bu çalışmada farklı soya

fasulyesi çeşitlerine ait tohumların hasat sonrası biyoteknik özellikleri belirlenmeye çalışılmıştır.

## MATERYAL ve METOD

Çalışmada, Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü tarafından 2017 yılında Tokat-Kazova yöresinde yürütülen bir araştırmadan temin edilmiş olan soya fasulyesi tohumları kullanılmıştır. 2017 yılı soya yetiştiriciliğinde vejetasyon dönemine (Nisan-Kasım) ait ortalama sıcaklık 18.2 °C, ortalama nem 56.5 (%) ve ortalama toplam yağış miktarı 38.68 mm'dir. Araştırmanın yürütüldüğü toprak killi tınlı, kuvvetli alkali, organik maddece fakir, çok kireçli, fosfor miktarını bakımından fakir ve potasyum bakımından zengindir. Soya tohumları hasattan sonra oda sıcaklığında (20-24°C) depolanmıştır (Sarıoğlan, 2019). Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Biyosistem Mühendisliği Bölümü Biyolojik Malzeme Laboratuvarında yürütülen soya fasulyesi ile ilgili biyoteknik özelliklerine ait denemelere 15 Şubat 2020 tarihinde başlanmıştır. Çalışmada incelenen tüm özellikler için yapılan ölçüm ve analizlerde, örnekler arasında kırık ve zarar görmüş olan tohumlar ayrılmıştır. Çalışmada sırasıyla 2002, 2007 ve 2008 yıllarında tescil edilmiş üç farklı soya fasulyesi çeşidi sırasıyla Türksöy, Adasöy ve Yeşilsöy çeşitleri kullanılmıştır (Şekil 1). Türksöy çeşidi, bakla rengi kahverengi, bin tane ağırlığı 160-180 g, yağ oranı %20-23 ve protein oranı %24-31 olan danelik bir çeşit olup birinci ve ikinci ürün için uygundur. Adasöy çeşidi, bakla rengi kahverengi, bin tane ağırlığı 140-170 g, yağ oranı %22-24 ve protein oranı %33-36 olan danelik bir çeşittir; birinci ürün ve erken ekilen (Haziran ortası) ikinci ürün için uygundur. Yeşilsöy çeşidi ise, bakla rengi koyu kahverengi, bin tane ağırlığı 155-165 g, yağ oranı %17-20, protein oranı %32-33 olan silajlık bir çeşittir ve birinci ürün olarak ekilmelidir (Anonim, 2020c). Soya çeşitlerine ait örneklerin nem içerikleri, tohumların etüvde 105±1°C sıcaklıkta 24 h kurutulmasıyla kuru baza göre belirlenmiştir (Suthar ve Das, 1996).



Şekil 1. Çalışmada kullanılan soya fasulyesi çeşitlerine ait örnekler.  
Figure 1. The samples of soybean grains used in study.

Türksöy, Adasöy ve Yeşilsöy çeşitlerinin nem içerikleri sırasıyla %7.18±0.10; %7.43±0.12 ve %7.41±0.05 olarak belirlenmiştir. Soya çeşitlerine ait tohumlarda fiziksel

özelliklerin belirlenmesi için 100'er adet örnek alınmış; uzunluk (u), genişlik (g) ve kalınlık (k) değerleri 0.01 mm hassasiyetli dijital kumpas

yardımıyla belirlenmiştir (Şekil 2). Soya çeşitlerinin tek tohum ağırlıkları aynı örnekler üzerinden 0.001 g hassasiyetli dijital bir hassas elektronik teraziyle belirlenmiştir. 1000-tane ağırlığı için 3 tekrarlı alınan 100 adet örnek ağırlıkları ortalaması kullanılmıştır. Soya çeşitlerine ait tohumların geometrik ortalama çap ( $G_C$ ) ve küresellik ( $K$ ); yüzey alanı ( $Y_a$ ), tane hacmi



Şekil 2. Soya fasulyesi tohumlarının boyut ölçümlerine ait örnekler  
Figure 2. Sample size measurements of soybean seeds

Soya tohumlarının hacim ağırlığı olarak gerçek hacim ağırlığı ve yığın hacim ağırlığı olarak belirlenmiştir. Gerçek hacim ağırlığı için sıvı taşıma yöntemi ve yığın hacim ağırlığı için hektolitre yöntemi kullanılmıştır. Porozite değeri ( $P_r$ ), yığın hacim ağırlığı ( $H_y$ ) ve gerçek hacim ağırlığı ( $H_g$ ) değerleri dikkate alınarak Mohsenin (1980)'e göre aşağıdaki eşitliği ile belirlenmiştir.

$$P_r = [1 - (H_y - H_g)] \cdot 100 \dots \dots \dots (5)$$

Soya tohumlarına ait renk karakteristiklerini ( $L^*$ ,  $a^*$  ve  $b^*$ ) belirlemek için bir renk ölçer (Minolta, Model CR-400, Tokyo, Japonya) kullanılmıştır.  $L^*$  (parlaklık) değeri, (0 karanlık, 100 aydınlık);  $a^*$  (kırmızılık) değeri (+kırmızılık, -yeşillik),  $b^*$  (sarılık) değeri (+sarılık, -mavilik) göstermekte olup, denemelerde her bir renk skalası için 15'er adet tohum örneği kullanılmıştır. Hue açısı, tohumların renk tonunu göstermekte olup, sırasıyla açı değerlerine göre renk tonları  $0^\circ$  kırmızı-mor,  $90^\circ$  sarı,  $180^\circ$  mavimsi-yeşil ve  $270^\circ$  ise mavi olarak açıklanmaktadır. Kroma ( $K$ ) tane renkliliğin bir ölçüsü olarak, renk doygunluğu

( $H$ ) için aşağıdaki eşitliklerden yararlanılmıştır (Mohsenin, 1980).

$$G_C = (u \cdot g \cdot k)^{1/3} \dots \dots \dots (1)$$

$$Y_a = \pi (G_C)^2 \dots \dots \dots (2)$$

$$K_r = (G_C / u) \cdot 100 \dots \dots \dots (3)$$

$$H_t = \pi / 6 (u \cdot g \cdot k) \dots \dots \dots (4)$$

veya renk saflığını ifade etmektedir (McGuire, 1992).

Soya tohumları için renk karakteristiklerinden hue açısı ( $h^\circ$ ) ile kroma ( $K$ ) renk karakteristikleri için aşağıdaki eşitlikten yararlanılmıştır.

$$h^\circ = \tan^{-1} (b^* / a^*) \dots \dots \dots (6)$$

$$K = (a^{*2} + b^{*2})^{1/2} \dots \dots \dots (7)$$

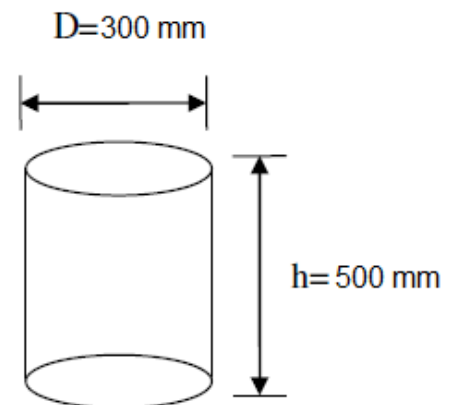
Soya tohumlarının farklı sürtünme yüzeyleri üzerindeki statik sürtünme katsayıları için eğimli masa sürtünme ölçüm düzeneği kullanılmıştır. Bir vidalı kol yardımıyla ölçüm düzeneğinin 5 tekrarlı olarak tohumların yüzey üzerinden harekete geçmesini sağladığı andaki açı değeri statik sürtünme değeri için kullanılmış, bu açının tanjant değeri dikkate alınmıştır (Gül ve ark., 2020). (Şekil 3). Soya tohumlarının yığılma açısı için 300 mm çap ve 500 mm yükseklik ölçülü üst ve alttan açık boş bir silindir kullanılarak, kutu tepeleme doldurulmuş, bir düz plaka yüzeyi üzerinde bir koni oluşturana kadar yavaşça yükseltip boşaltılarak, oluşan eğim açısı yığılma açısı olarak belirlenmiştir. (Kaleemullah ve Gunasekar, 2002) (Şekil 4).



Şekil 3. Sürtünme katsayısı ölçümü  
Figure 3. Measurement of friction coefficient

$$Y_{ac} = \tan^{-1} (h / r) \dots \dots \dots (8)$$

Burada, h ve r sırasıyla koninin yüksekliği ve koninin



Şekil 4. Yığılma açısı ölçümü için kullanılan silindir  
Figure 4. A cylinder for measurement of angle of repose

tabanının yarıçapıdır.

Soya tohumlarının mekanik sıkıştırma test ölçümleri

in, biyolojik materyal test ölçüm cihazı kullanılmıştır. Biyolojik materyal test ölçüm cihazı; bası ve çeki dinamometresi, dijital hız ünitesi, bir ölçüm cetveli standlı motorlu ve otomatik kontrollü cihazdır. Cihaz bir bilgisayar programıyla çalıştırılmaktadır. Farklı soya çeşitlerine ait testlerde Sundoo çeki dinamometresi (Model SH-500, 0.1 N hassasiyetli, Çin) kullanılmıştır. Soya tohumlarının üç farklı eksen ve hızdaki kırılma kuvveti ( $F_k$ ), deformasyon ( $D_f$ ) ölçümleri test cihazı üzerinden grafik olarak alınabilmekte, kırılma enerjisi ( $E_k$ ), sertlik ( $S_r$ ) ve kırılma gücü ( $K_g$ ) değerleri ise aşağıdaki eşitlikler yardımıyla bulunabilmektedir (Braga ve ark., 1999; Khazaei ve ark., 2002; Altuntas ve ark., 2010).

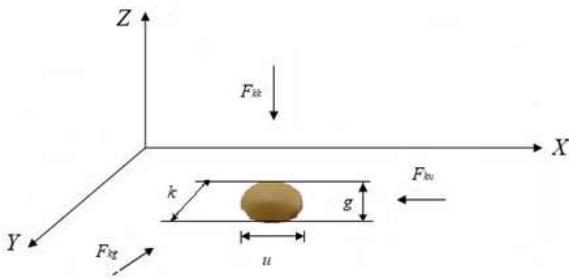
$$E_k = (F_k \cdot D_f) / 2 \dots\dots\dots (9)$$

$$S_r = F_k / D_f \dots\dots\dots (10)$$

$$K_g = [(E_k \cdot Y_h) / (60000 \cdot D_f)] \dots\dots\dots (11)$$

Eşitliklerde;  $S_r$ : Sertlik,  $E_k$ : kırılma enerjisi (N mm),  $F_k$ : kırılma kuvveti (N),  $D_f$ : Deformasyon (mm),  $K_g$ : kırılma gücü (W);  $E_k$ : kırılma enerjisi (mJ);  $Y_h$ : yükleme hızı (mm min<sup>-1</sup>)' dir.

Soya tohumlarında kuvvet ve deformasyon ölçümleri için 3 tekrarlı olmak üzere 10 adet soya tohumu kullanılmıştır. Örnek bir soya tohumuna ait ( $u, g, k$ ) boyut eksenlerine ait kuvvetlerin ( $F_{ku}, F_{kg}, F_{kk}$ ) gösterimleri ve örnek bir mekanik test ölçümü, Şekil 5'te verilmiştir.



Şekil 5. Örnek bir soya tohumunun üç farklı ( $u, g, k$ ) eksenel boyuta ait kuvvetlerin ( $F_{ku}, F_{kg}, F_{kk}$ ) gösterimi ve mekanik test ölçümü

Figure 5. Three axial dimensional forces ( $F_{ku}, F_{kg}, F_{kk}$ ) of a sample soybean seed and mechanical test measurement

Soya çeşitlerine ait hasat sonrası biyoteknik özelliklerin belirlenmesinde temel istatistik ölçümler için, maksimum, minimum değer, ortalama ve standart sapma değerler bulunmuştur. Veriler için varyans analizi öncesi normalite testi yapılarak analiz için uygunluğu belirlenmiştir. Varyans analizlerinde, çeşit karşılaştırmalarında tek yönlü varyans analizi, birden fazla faktörün kullanıldığı mekanik testlerde çok faktörlü varyans analizi yapılmıştır. Tüm varyans analizlerinde, Duncan çoklu karşılaştırma testi yapılarak çeşitler ve çok faktörlü uygulamalarda her

bir faktörün etkisini belirlemek için Split File (veri ayırma ve seçme testi) testi yapılmıştır (SPSS, 2000).

## BULGULAR ve TARTIŞMA

### Fiziksel Özellikler

Soya çeşitlerine ait örneklerin boyutsal özellikleri, geometrik ortalama çap, küresellik, yüzey alanı gibi geometrik özelliklerine ait değerler ve varyans analiz sonuçları, Çizelge 1'de verilmiştir.

Çizelge 1. Soya çeşitlerinin geometrik özellikleri.

Table 1. Geometric properties of soybean varieties

Soya çeşitleri	Uzunluk ( $u$ , mm)	Genişlik ( $g$ , mm)	Kalınlık ( $k$ , mm)	Geometrik ortalama çap ( $G_c$ , mm)	Küresellik ( $K_r$ , %)	Yüzey alanı ( $Y_a$ , mm <sup>2</sup> )
Türksoy	7.34±0.05 a	5.91±0.05 a	4.90±0.06 b	5.95±0.05 a	81.03±0.63 c	111.53±1.70 a
Adasoy	6.69±0.06 c	5.73±0.05 b	4.91±0.04 b	5.71±0.04 b	85.89±0.61 a	102.65±1.53 b
Yeşilsoy	7.12±0.07 b	5.73±0.06 b	5.09±0.04 a	5.89±0.05 a	83.61±0.83 b	109.59±1.62 a
F	30.784**	3.679*	4.916*	7.605**	12.120**	8.321**

\*: P<0.05, \*\*: P<0.01. Aynı sütundaki aynı harfler arası fark önemsizdir.

Soya çeşitlerinin uzunluk, geometrik ortalama çap, küresellik ve yüzey alanı üzerinde çeşitler arasında p<0.01 düzeyinde, genişlik ve kalınlık boyutlarında ise p<0.05 düzeyinde istatistiksel olarak farklılıklar gözlenmiştir. Türksoy çeşidinde uzunluk (7.34 mm), genişlik (5.91 mm) değerleri diğer çeşitlere göre daha yüksek bulunmuştur. Küresellik değeri (%85.89) en yüksek Adasoy çeşidinde belirlenmiştir. Polat ve ark.

(2006), Şanlıurfa ilinden alınan soya tohumlarının uzunluğu, genişliği ve kalınlığını %6.7 (k.b) nem içeriğinde 7.41 mm, 5.34 mm ve 4.50 mm olarak belirlerken, geometrik ortalama çap, küresellik ve 1000-tane ağırlığını sırasıyla, 5.62 mm, %75.0 ve 121.76 g olarak bulmuşlardır. Kibar ve Öztürk (2008), Karadeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü Kooperatifinden temin ettikleri soya tohumlarının %8



nem içeriğinde uzunluk, genişlik, kalınlık, geometrik ortalama çap, küresellik değerlerini sırasıyla 7.24 mm, 6.79 mm, 5.78 mm, 6.57 mm ve %91.0 olarak bulduklarını açıklamışlardır. Wandkar ve ark. (2012), Hindistan Maharashtra'daki yerel marketten aldıkları soya tohumlarının ortalama uzunluk, genişlik ve kalınlık değerlerini nem içeriği %7.37 (kb)'de sırasıyla 6,55 mm, 5,56 mm ve 4,53 mm olarak, geometrik ortalama çap ve küresellik değerlerini ise sırasıyla 5,44 mm ve %83,0 bulmuşlardır. Alibas ve Koksall (2015), %8,02 nem içeriğinde ATAEM-II çeşidi soya tohumlarının ortalama uzunluk, genişlik ve kalınlık değerlerini sırası ile 7,04 mm, 6,30 mm ve 6,02 mm olarak; Tavakoli ve ark. (2009) ise %6,92 nem içeriğinde Williams çeşidi soya tohumlarının ortalama uzunluk, genişlik ve kalınlık, geometrik ortalama çap ve küresellik değerlerini sırasıyla 7,27 mm, 6,48 mm, 5,41 mm, 6,34 mm ve %87,25 olarak belirlemişlerdir. Çalışmada; Türksoy, Adasoy ve Yeşilsoy çeşitlerinde

uzunluk değerleri sırasıyla 6.69-7.34 mm aralığında; genişlik değerleri ise çeşitlere göre 5.73-5.91 mm ve kalınlık değerleri ise sırasıyla 4.90-5.09 mm aralığındadır. Buna karşın, soya çeşitlerinde, geometrik ortalama çap değerleri 5.71-5.89 mm; küresellik değerleri ise çeşitlere göre %81.03-85.89 aralığında bulunmuştur. Tohum boyutları ve küresellik gibi fiziksel özellikler, ekim makinalarında ekici düzenlerin tasarımında önemlidir. Ekilecek tohumla, ekici düzenin boyutlarının uyum içerisinde olması gerekmektedir. Ayrıca ekim esnasında tohum akışı, tohumların boyutuna, şekline, küreselliğine, tane hacim ağırlığına ve yığılma açısına bağlıdır (Jayan ve Kumar, 2004).

Soya tohumlarının fiziksel özellikleri içerisinde hacimsel (gravimetrik) özellikler olarak tek tane ve bin tane ağırlığı, hacim, yığın hacim ağırlığı, tane hacim ağırlığı ve poroziteye ait değerler, Çizelge 2'de verilmiştir.

Çizelge 2. Soya çeşitlerine ait tohum örneklerinin hacimsel (gravimetrik) özellikleri

Table 2. Gravimetric characteristics of seed samples of soybean varieties

Soya çeşitleri	Tek tane ağırlık (mg)	Bin tane ağırlığı (g)	Hacim (mm <sup>3</sup> )	Yığın hacim ağırlığı (kg m <sup>-3</sup> )	Tane hacim ağırlığı (kg m <sup>-3</sup> )	Porozite (%)
Türksoy	147.4±3.75	123.35±2.75	111.86±2.53a	693.34±6.76	1784±136.23 b	59.45±2.93 b
Adasoy	140.2±3.25	116.01±1.71	98.85±2.17 b	704.75±1.56	2238.63±106.15a	68.14±1.37 a
Yeşilsoy	148.8±4.93	120.96±3.00	109.19±2.27a	696.71±4.24	1924.23±72.11ab	63.07±1.07ab
F	1.307 <sup>ns</sup>	2.15 <sup>ns</sup>	8.706 <sup>**</sup>	1.558 <sup>ns</sup>	4.642 <sup>*</sup>	4.912 <sup>*</sup>

\*: P<0.05, \*\*: P<0.01, <sup>ns</sup>: önemsiz. Aynı sütundaki aynı harfler arası fark önemsizdir.

Farklı soya çeşitlerinin tek tane ağırlık, bin tane ağırlık, yığın hacim ağırlığı değerleri üzerinde etkilerinin istatistiksel olarak önemli bir farklılık göstermediği bulunmuştur. Hacim değerlerinde çeşitlerin arasındaki farklar istatistiksel olarak p<0.01 seviyesinde önemli iken, tane hacim ağırlığı ve porozite değerlerinde önem p<0.05 seviyesindedir. Tek tane ağırlık değerleri Türksoy, Adasoy ve Yeşilsoy için sırasıyla; 147.4 mg, 140.2 mg, 148.8 mg olarak, porozite değerleri %59.45, %68.14 ve %63.07; yığın hacim ağırlığı değerleri 693.34 kg m<sup>-3</sup>, 704.75 kg m<sup>-3</sup> ve 696.74 kg m<sup>-3</sup> ve gerçek hacim ağırlığı değerleri ise 1784 kg m<sup>-3</sup>, 2238.63 kg m<sup>-3</sup> ve 1924.23 kg m<sup>-3</sup> olarak belirlenmiştir.

Polat ve ark. (2006), soya tohumlarının porozite, gerçek ve yığın hacim ağırlığını da %6.7 (k.b) nemde sırasıyla, %51.0, 1062.6 kg m<sup>-3</sup> ve 804.8 kg m<sup>-3</sup> olarak; Kibar ve Öztürk (2008), soya tohumlarının %8 nemde %22.58, 983.33 kg m<sup>-3</sup> ve 766.12 kg m<sup>-3</sup> olarak bulmuşlardır. Wandkar ve ark. (2012), soya tohumlarının %8 nem içeriğindeki porozite, gerçek hacim ağırlığı ve yığın hacim ağırlığını da sırasıyla %40.07, 749.1 kg m<sup>-3</sup> ve 1250.0 kg m<sup>-3</sup> olarak bulmuşlardır. Literatürdeki soya çalışmalarındaki sonuçlara göre; porozite değerleri %22.58-51.0, yığın hacim ağırlığı değerleri ise 749.1-804.8 kg m<sup>-3</sup>, gerçek hacim ağırlığı değerleri ise 983.33-1250.0 kg m<sup>-3</sup> aralığında belirlenmiştir. Çalışmada bulunan porozite

değerleri ve yığın hacim ağırlığı değerleri literatüre göre daha düşük bulunurken, gerçek hacim ağırlığı değerleri ise literatürlerden daha yüksek bulunmuştur.

### Mekanik Özellikler

Türksoy, Yeşilsoy ve Adasoy çeşitlerine ait örneklerin mekanik özellikleri için kırılma kuvveti, deformasyon, kırılma enerjisi, sertlik ve kırılma gücü değerleri ile sürtünme katsayısı ve yığılma açısı değerleri incelenmiştir. Soya fasulyesi çeşitlerine ait farklı yükleme hızları ve yükleme eksenlerindeki kırılma kuvveti değerleri, Çizelge 3'te verilmiştir.

Çizelge 3'e göre, Yeşilsoy çeşidinde farklı yükleme ekseni ve hızlarındaki kırılma kuvveti değerleri diğer çeşitlere göre daha yüksek, genişlik ekseni boyunca kırılma kuvveti değerleri uzunluk ve kalınlık eksenlerine göre daha yüksek bulunmuştur. Yükleme hızlarına göre kırılma kuvveti değerleri 30 mm min<sup>-1</sup> yükleme hızında diğer yükleme hızlarına göre daha yüksek bulunmuştur. Yükleme hız artışına göre kırılma kuvveti değerlerinde azalma gözlenmiştir. En yüksek kırılma kuvveti değeri, Yeşilsoy çeşidinde 30 mm min<sup>-1</sup> yükleme hızında kalınlık ekseninde 115.58 N ile gözlenmiş, en düşük kırılma kuvveti değeri 42.42 N ile Türksoy çeşidinde ve 90 mm min<sup>-1</sup> yükleme hızında ve uzunluk ekseninde gözlenmiştir.

Çizelge 3. Soya fasulyesi çeşitlerine ait kırılma kuvveti değerlerinin farklı yükleme hızları ve yükleme eksenlerine göre değişimleri

Table 3. Changes of rupture force values of soybean varieties according to different loading speeds and loading axes

Soya çeşitleri	Yükleme hızı (mm min <sup>-1</sup> )	Yükleme eksenleri			Ortalama	Çeşit ortalaması
		u	g	k		
Türksoy	30	100.17±3.20a**	79.12±5.74 b**	90.93 ±2.75 a**	90.07±2.80 a**	75.78±2.35b**
	60	84.71±2.11 ns	80.50±4.67 ns	74.66 ±6.06 ns	79.96±2.66 b**	
	90	42.42±3.20 b**	79.59±5.71 a**	49.88 ±5.54 b**	57.30±4.06 c**	
	Ort	75.77±4.81 ns	79.74±3.01 ns	71.82 ±4.19 ns		
Adasoy	30	89.35±4.38 b**	106.41±4.03a**	70.88 ±6.45 c**	88.88±3.90 a**	77.16±2.60 b**
	60	82.73±4.93 ns	76.76±6.87 ns	76.10 ±6.44 ns	78.53±3.46 b**	
	90	87.21±8.12 a**	60.51±7.33 b**	44.47 ±3.54 b**	64.06±4.94 c**	
	Ort	86.43±3.40 a**	81.23±4.96 a**	63.82 ±4.06 b**		
Yeşilsoy	30	81.06±3.35 b**	88.28±3.03 b**	115.58±3.93a**	94.97±3.37 a**	86.75±2.47 a**
	60	91.40±4.43 ns	97.04±5.25 ns	81.04±6.90 ns	89.83±3.36 a**	
	90	79.19±5.31 ns	85.87±13.18 ns	61.25±4.18 ns	75.44±5.14 b**	
	Ort	83.88±2.67 ns	90.40±4.75 ns	85.96±5.07 ns		
Yükleme eksenleri ortalaması		83.03±2.18 a**	83.79±2.52 a**	73.87±2.73 b**		
Yükleme hızı ortalaması						
	30	90.19±2.51 ns	91.27±3.24 ns	92.46±4.27 ns	91.31±1.95 a**	
	60	86.28±2.34 ns	84.77±3.56 ns	77.27±3.64 ns	82.77±1.89 b**	
	90	69.61±4.89 ns	75.32±5.56 ns	51.87±2.82 ns	65.60±2.82 c**	

\*\* : P<0.01, ns: önemsiz. Aynı satır ve sütundaki aynı harfler arası fark önemsizdir.

Dursun (2002), Michell çeşidi soyanın x-x ve y-y eksenlerindeki kopma kuvveti değerlerini sırasıyla 143.4 ve 91.7 N, Clark çeşidinde ise sırasıyla 119.5 ve 83.0 N olarak bulmuştur. Dursun ve Güner (2003), beş farklı buğday çeşidinde yüklenme (sıkıştırma) eksenine bağlı olarak ilk kırılma için gerekli olan kopma kuvvetinin değişimini belirlemiştir. Aynı nem içeriğinde (%4.5) x-x ekseninde en büyük kopma

kuvvetinin Bezostaja çeşidinde (163,3 N), en küçük kopma kuvvetinin ise Topbaş çeşidinde (52,0 N) elde edildiğini açıklamışlardır. y-y ekseninde ise en büyük ve en küçük kopma kuvvetlerini Kunduru 1149 çeşidinde (138.2 N) ve Topbaş (73.3 N) çeşitlerinde elde etmişlerdir. Soya çeşitlerinde farklı yükleme hızları ve yükleme eksenlerindeki deformasyon değerleri, Çizelge 4'te verilmiştir.

Çizelge 4. Soya fasulyesi çeşitlerine ait deformasyon değerlerinin farklı yükleme hızları ve yükleme eksenlerine göre değişimleri

Table 4. Changes of deformation values of soybean varieties according to different loading speeds and loading axes

Soya çeşitleri	Yükleme hızı(mm min <sup>-1</sup> )	Yükleme eksenleri			Ortalama	Çeşit ortalaması
		u	g	k		
Türksoy	30	0.923±0.01 a**	0.628±0.04 c**	0.801±0.03 b**	0.784 ±0.03 a*	0.752±0.02 ns
	60	0.815±0.02 ns	0.729±0.04 ns	0.719±0.03 ns	0.754±0.02 ab*	
	90	0.525±0.04 c**	0.918±0.05 a**	0.713±0.06 b**	0.719±0.04 b*	
	Ort	0.754±0.03 ns	0.758±0.03 ns	0.744±0.02 ns		
Adasoy	30	0.552±0.05 b*	0.619±0.03 ab*	0.739±0.04 a*	0.637±0.03 b**	0.718±0.02 ns
	60	0.769±0.04 ns	0.825±0.04 ns	0.675±0.06 ns	0.756±0.03 a**	
	90	0.788±0.04 ns	0.777±0.05 ns	0.715±0.06 ns	0.760±0.03 a**	
	Ort	0.703±0.03 ns	0.740±0.03 ns	0.710±0.03 ns		
Yeşilsoy	30	0.740±0.04 b**	0.536±0.04 c**	0.900±0.02 a**	0.725 ns±0.03	0.747±0.02 ns
	60	0.697±0.04 ns	0.798±0.04 ns	0.730±0.03 ns	0.742 ns±0.02	
	90	0.787±0.02 b**	0.885±0.04 a**	0.647±0.03 c**	0.773 ns±0.03	
	Ort	0.741±0.02 ns	0.740±0.03 ns	0.759±0.03 ns		
Yükleme eksenleri ortalaması		0.733±0.02 ns	0.746±0.02 ns	0.738±0.02 ns		
Yükleme hızı ortalaması						
	30	0.738±0.04 b**	0.594±0.02 c**	0.813±0.02 ns	0.715 ±0.02 ns	
	60	0.760±0.02 a**	0.784±0.02 b**	0.708±0.02 ns	0.751 ±0.01 ns	
	90	0.700±0.03 b**	0.860±0.03 a**	0.692±0.03 ns	0.751 ±0.02 ns	

\* : P<0.05, \*\* : P<0.01, ns: önemsiz. Aynı satır ve sütundaki aynı harfler arası fark önemsizdir.

Çizelge 4'e göre, Türksoy çeşidinde farklı yükleme eksenleri ve hızlarındaki deformasyon değerleri diğer

çeşitlere göre daha yüksek, yükleme eksenlerine göre de kırılma kuvveti değerlerinde de görüldüğü gibi,

genişlik eksenini boyunca daha yüksek değerler bulunmuştur. Yükleme hızlarına göre deformasyon değerleri 60 ve 90 mm min<sup>-1</sup> yükleme hızlarında aynı ortalama değerle 30 mm min<sup>-1</sup> hızına göre daha yüksek bulunmuştur. En yüksek deformasyon değeri, Türksoy çeşidinde 30 mm min<sup>-1</sup> yükleme hızında kalınlık ekseninde 0.923 mm ile gözlenmiş, en düşük

deformasyon değeri 0.525 mm ile; Türksoy çeşidinde ve 90 mm min<sup>-1</sup> yükleme hızında ve uzunluk ekseninde gözlenmiştir. Soya çeşitlerinde özellikle mekanik olarak ürün işlemede etkili olan kırılma enerjisinin, farklı yükleme hızları ve yükleme eksenlerindeki değişimi, Çizelge 5'te verilmiştir.

Çizelge 5. Soya fasulyesi çeşitlerine ait kırılma enerjisi değerlerinin farklı yükleme hızları ve yükleme eksenlerine göre değişimleri

Table 5. Changes of rupture energy values of soybean varieties according to different loading speeds and loading axes

Soya çeşitleri	Yükleme hızı (mm min <sup>-1</sup> )	Yükleme eksen u	g	k	Ortalama	Çeşit ortalaması
Türksoy	30	46.17±1.38 a**	25.11±2.84 c**	36.62±2.07 b**	35.97±2.01 a**	29.32±1.27 b**
	60	34.48±1.05 a*	29.47±2.43 ab*	26.46±1.79 b*	30.14±1.20 b**	
	90	11.50±1.53 b**	36.83±3.65 a**	17.22±1.71 b**	21.85±2.45 c**	
	Ort	30.72±2.78 ns	30.47±1.91 ns	26.76±1.80 ns		
Adasoy	30	25.37±3.31 ns	33.00±2.11 ns	25.58±2.27 ns	27.98±1.60 ns	27.53±1.12 b**
	60	32.03±3.04 ns	31.66±3.25 ns	26.23±3.65 ns	29.97±1.91 ns	
	90	33.92±3.00 a**	24.06±4.00 b**	15.89±1.67 b**	24.62±2.18 ns	
	Ort	30.44±1.87 a**	29.57±1.93 a**	22.57±1.72 b**		
Yeşilsoy	30	30.09±2.17 b**	23.76±2.13 b**	52.20±2.69 a**	35.35±2.61 ns	33.05±1.43 a**
	60	31.31±1.06 b*	38.88±2.86 a*	29.96±3.23 b*	33.39±1.60 ns	
	90	31.17±2.24 ab*	40.01±7.42 a*	20.09±1.91 c*	30.42±2.98 ns	
	Ort	30.86±1.07 ns	34.22±2.98 ns	34.08±2.90 ns		
Yükleme eksen ortalaması		30.67±1.16 a*	31.42±1.35 a*	27.80±1.36 b*		
Yükleme hız ortalaması						
	30	33.88±2.13 b**	27.29±1.53 c**	38.13±2.42 a**	33.10±1.27 a**	
	60	32.61±1.11 a*	33.34±1.76 a*	27.55±1.70 b*	31.16±0.93 a**	
	90	25.53±2.26 b**	33.63±3.22 a**	17.73±1.04 c**	25.63±1.51 b**	

\*: P<0.05, \*\*: P<0.01, ns: önemsiz. Aynı satır ve sütundaki aynı harfler arası fark önemsizdir.

Çizelge 5'e göre, Yeşilsoy çeşidinde kırılma enerjisi diğer çeşitlere göre daha yüksek, yükleme eksenlerine göre genişlik eksenini boyunca uzunluk ve kalınlık eksenlerine göre daha yüksek bulunmuştur. Yükleme hızlarına göre kırılma enerjisi değerleri 30 mm min<sup>-1</sup> yükleme hızlarında diğer yükleme hızlarına göre daha yüksek bulunmuştur. En yüksek kırılma enerjisi değeri, Yeşilsoy çeşidinde 30 mm min<sup>-1</sup> yükleme hızında kalınlık ekseninde 52.20 N mm ile gözlenmiş, en düşük kırılma enerjisi değeri ise 11.50 N mm ile; Türksoy çeşidinde ve 90 mm min<sup>-1</sup> yükleme hızında ve uzunluk ekseninde gözlenmiştir. Soya fasulyesi çeşitlerine ait mekanik testlerde, özellikle mekanik olarak ürünün işlenmesinde etkili olacak şekilde farklı yükleme hızları ve yükleme eksenlerindeki sertlik değerleri, Çizelge 6'da verilmiştir.

Çizelge 6'ya göre, Yeşilsoy çeşidinde farklı yükleme eksenini ve hızlarındaki sertlik değerleri diğer çeşitlere göre daha yüksek, yükleme eksenlerine göre de kırılma enerjisi değerlerinde de görüldüğü gibi genişlik eksenini boyunca uzunluk ve kalınlık eksenlerine göre daha yüksek bulunmuştur. Yükleme hızlarına göre sertlik değerleri 30 mm min<sup>-1</sup> yükleme hızlarında diğer yükleme hızlarına göre daha yüksek bulunmuştur. En yüksek sertlik değeri, Adasoy çeşidinde 30 mm min<sup>-1</sup> yükleme hızında genişlik

ekseninde 174.34 N mm<sup>-1</sup> ile gözlenmiş, en düşük sertlik değeri ise 66.15 N mm<sup>-1</sup> ile Adasoy çeşidinde ve 90 mm min<sup>-1</sup> yükleme hızında ve kalınlık ekseninde gözlenmiştir.

Dursun ve Güner (2003), beş farklı buğday çeşidinde yüklenme eksenine bağlı olarak kopma enerjisindeki değişimini, x-x ekseninde en büyük kopma enerjisi Kunduru 1149 çeşidinde (177.9 N mm), en küçük kopma enerjisi ise Topbaş çeşidinde (52.1 N mm) olarak bildirmişlerdir. y-y ekseninde ise en büyük ve en küçük kopma enerjileri sırasıyla Bezostaja çeşidinde 128.8 Nmm ve Topbaş çeşidinde 66,4 N mm olarak bildirilmiştir. Özellikle mekanik olarak ürünün işlenmesinde etkili olan kırılma gücü değerleri, soya çeşitlerine ait farklı yükleme hızları ve yükleme eksenlerindeki kırılma gücü değerleri, Çizelge 7'de verilmiştir.

Çizelge 7'ye göre, Yeşilsoy çeşidinde farklı yükleme hızları ve yükleme eksenlerindeki kırılma gücü değerleri diğer çeşitlere göre daha yüksek, yükleme eksenleri dikkate alındığında kırılma enerjisi değerlerinde de olduğu gibi, genişlik eksenini boyunca uzunluk ve kalınlık eksenlerine göre daha yüksek bulunmuştur. Yükleme hızlarına göre kırılma gücü değerleri 90 mm min<sup>-1</sup> yükleme hızlarında diğer yükleme hızlarına göre daha yüksek bulunmuştur. En

yüksek kırılma gücü değeri, Adasoy çeşidinde 90 mm min<sup>-1</sup> yükleme hızında uzunluk ekseninde 0.065 W ile gözlenmiş, en düşük kırılma gücü değeri ise 0.018 W

ile Adasoy çeşidinde ve 30 mm min<sup>-1</sup> yükleme hızında ve kalınlık ekseninde gözlenmiştir.

Çizelge 6. Soya fasulyesi çeşitlerine ait sertlik değerlerinin farklı yükleme hızları ve yükleme eksenlerine göre değişimleri

Table 6. Changes of hardness values of soybean varieties according to different loading speeds and loading axes

Soya çeşitleri	Yükleme Hızı (mm min <sup>-1</sup> )	Yükleme eksenleri			Ortalama	Çeşit ortalaması
		u	g	k		
Türksöy	30	108.86±4.32 <sup>ns</sup>	130.53±11.40 <sup>ns</sup>	114.03±3.34 <sup>ns</sup>	117.81±4.41 <sup>a**</sup>	
	60	104.55±3.85 <sup>ns</sup>	112.97±8.42 <sup>ns</sup>	106.62±11.30 <sup>ns</sup>	108.05±4.74 <sup>a**</sup>	
	90	81.58±4.79 <sup>ns</sup>	88.38±7.67 <sup>ns</sup>	77.60±15.45 <sup>ns</sup>	82.52±5.82 <sup>b**</sup>	
	Ort	98.33±3.28 <sup>ns</sup>	110.63±6.10 <sup>ns</sup>	99.42±6.90 <sup>ns</sup>		
Adasoy	30	169.77±11.89 <sup>a**</sup>	174.34±9.35 <sup>a**</sup>	101.42±12.97 <sup>b**</sup>	148.51±8.91 <sup>a**</sup>	114.61±5.14 <sup>a**</sup>
	60	110.91±9.45 <sup>ns</sup>	95.40±11.10 <sup>ns</sup>	119.27±13.08 <sup>ns</sup>	108.53±6.56 <sup>b**</sup>	
	90	114.97±15.11 <sup>a*</sup>	79.27±9.49 <sup>b*</sup>	66.15±7.65 <sup>b*</sup>	86.80±7.33 <sup>c**</sup>	
	Ort	131.88±8.50 <sup>a**</sup>	116.34±9.52 <sup>a**</sup>	95.61±7.61 <sup>b**</sup>		
Yeşilsoy	30	112.02±6.78 <sup>b**</sup>	173.63±15.13 <sup>a**</sup>	128.57±3.77 <sup>b**</sup>	138.07±7.30 <sup>a**</sup>	119.52±3.88 <sup>a**</sup>
	60	136.05±11.42 <sup>ns</sup>	123.15±7.48 <sup>ns</sup>	112.11±9.20 <sup>ns</sup>	123.77±5.60 <sup>a**</sup>	
	90	101.19±7.13 <sup>ns</sup>	93.55±11.56 <sup>ns</sup>	95.38±6.12 <sup>ns</sup>	96.71±4.83 <sup>b**</sup>	
	Ort	116.42±5.55 <sup>ns</sup>	130.11±9.00 <sup>ns</sup>	112.02±4.52 <sup>ns</sup>		
Yükleme eksenleri ortalaması		115.54±3.81 <sup>a**</sup>	119.02±4.84 <sup>a**</sup>	102.35±3.77 <sup>b**</sup>		
Yükleme hızı ortalaması						
	30	130.21±6.95 <sup>b**</sup>	159.50±7.79 <sup>a**</sup>	114.67±4.92 <sup>b**</sup>	134.80±4.28 <sup>a**</sup>	
	60	117.17±5.54 <sup>ns</sup>	110.51±5.51 <sup>ns</sup>	112.66±6.37 <sup>ns</sup>	113.45±3.33 <sup>b**</sup>	
	90	99.25±6.14 <sup>ns</sup>	87.07±5.52 <sup>ns</sup>	79.71±6.29 <sup>ns</sup>	88.67±3.53 <sup>c**</sup>	

\*: P<0.05, \*\*: P<0.01, <sup>ns</sup>: önemsiz. Aynı satır ve sütundaki aynı harfler arası fark önemsizdir.

Çizelge 7. Soya fasulyesi çeşitlerine ait kırılma gücü değerlerinin farklı yükleme hızları ve yükleme eksenlerine göre değişimleri

Table 7. Changes of rupture power values of soybean varieties according to different loading speeds and loading axes

Soya çeşitleri	Yükleme hızı (mm min <sup>-1</sup> )	Yükleme eksenleri			Ortalama	Çeşit ortalaması
		u	g	k		
Türksöy	30	0.025±0.000 <sup>a**</sup>	0.020±0.001 <sup>b**</sup>	0.023±0.00 <sup>ab**</sup>	0.023±0.001 <sup>b**</sup>	0.035±0.001 <sup>b**</sup>
	60	0.042±0.001 <sup>ns</sup>	0.040±0.002 <sup>ns</sup>	0.037±0.003 <sup>ns</sup>	0.040±0.001 <sup>a**</sup>	
	90	0.032±0.002 <sup>b**</sup>	0.060±0.004 <sup>a**</sup>	0.037±0.004 <sup>b**</sup>	0.043±0.003 <sup>a**</sup>	
	Ort	0.033±0.002 <sup>b**</sup>	0.040±0.003 <sup>a**</sup>	0.033±0.002 <sup>b**</sup>		
Adasoy	30	0.022±0.001 <sup>**</sup>	0.027±0.001 <sup>a**</sup>	0.018±0.002 <sup>c**</sup>	0.022±0.001 <sup>c**</sup>	0.037±0.002 <sup>b**</sup>
	60	0.041±0.002 <sup>ns</sup>	0.038±0.003 <sup>ns</sup>	0.038±0.003 <sup>ns</sup>	0.039±0.002 <sup>b**</sup>	
	90	0.065±0.006 <sup>a**</sup>	0.045±0.006 <sup>b**</sup>	0.033±0.003 <sup>b**</sup>	0.048±0.004 <sup>a**</sup>	
	Ort	0.043±0.004 <sup>a**</sup>	0.037±0.003 <sup>b**</sup>	0.030±0.002 <sup>c**</sup>		
Yeşilsoy	30	0.020±0.000 <sup>b**</sup>	0.022±0.000 <sup>b**</sup>	0.029±0.000 <sup>a**</sup>	0.024±0.001 <sup>c**</sup>	0.042±0.002 <sup>a**</sup>
	60	0.046±0.002 <sup>ns</sup>	0.049±0.003 <sup>ns</sup>	0.041±0.003 <sup>ns</sup>	0.045±0.002 <sup>b**</sup>	
	90	0.059±0.004 <sup>ns</sup>	0.064±0.010 <sup>ns</sup>	0.046±0.003 <sup>ns</sup>	0.057±0.004 <sup>a**</sup>	
	Ort	0.042±0.003 <sup>ns</sup>	0.045±0.005 <sup>ns</sup>	0.039±0.002 <sup>ns</sup>		
Yükleme eksenleri ortalaması		0.039±0.002 <sup>a**</sup>	0.041±0.002 <sup>a**</sup>	0.034±0.001 <sup>b**</sup>		
Yükleme hızı ortalaması						
	30	0.023±0.001 <sup>ns</sup>	0.023±0.001 <sup>ns</sup>	0.023±0.001 <sup>ns</sup>	0.023±0.000 <sup>c**</sup>	
	60	0.043±0.001 <sup>ns</sup>	0.042±0.002 <sup>ns</sup>	0.039±0.002 <sup>ns</sup>	0.041±0.001 <sup>b**</sup>	
	90	0.052±0.004 <sup>a**</sup>	0.057±0.004 <sup>a**</sup>	0.039±0.002 <sup>b**</sup>	0.049±0.002 <sup>a**</sup>	

\*\* : P<0.01, <sup>ns</sup>: önemsiz. Aynı satır ve sütundaki aynı harfler arası fark önemsizdir.

Çizelgeler detaylı olarak incelendiğinde, hasat sonrası soya çeşitlerine ait tohumların mekanik işlenmesinde (kırılma, öğütme vb.), Türksöy çeşidinde ait tohumlar, daha az kuvvet ile kırılma kuvveti, sertlik ve kırılma için harcanacak daha az güç gereksinimine sahip iken; Adasoy çeşidinde ait tohumların daha az deformasyon ve kırılmaya karşı daha az enerji gereksinimine sahip oldukları görülmektedir. Soya çeşitlerinin genel özellikleri incelendiğinde, Türksöy çeşidinin Adasoy ve Yeşilsoy çeşitlerine göre daha düşük protein içeriğine

sahip olduğu görülmekte ve bu durumun da tohumun mekanik olarak işlenmesi açısından daha az kuvvet, sertlik ve kırılma gücü gereksinimine sahip olmasına neden olabileceği düşünülmektedir. Yükleme eksenleri açısından kalınlık ekseninin kırılma kuvveti, kırılma enerjisi, sertlik ve kırılma için gereksinim duyulan güç açısından daha düşük değerler vermesi mekanik işleme için beklenen ve istenen bir özellik olarak ortaya çıkmaktadır. Yükleme hızları açısından da daha düşük kırılma kuvveti, kırılma enerjisi ve sertlik değerleri açısından 90 mm min<sup>-1</sup> yükleme

hızının diğer hızlara göre beklenen özellikleri karşılması açısından daha uygun sonuçlar verdiği söylenebilir.

Soya çeşitlerinde yığılma açısı değerleri 9.40° ile 10.73° aralığında bulunmuştur. En yüksek yığılma açısı değeri, Türksoy çeşidinde 10.73° ile bulunurken, en düşük değer ise Adasoy çeşidinde 9.40° olarak belirlenmiştir (Çizelge 8). Statik sürtünme katsayıları tüm çeşitlerde en yüksek lastik yüzeylerde, en düşük değer tüm çeşitlerde laminant sürtünme yüzeyinde elde edilmiştir. Soya tohumlarının PVC, galvaniz ve laminant yüzeylerdeki sürtünme katsayısı değerlerinde çeşitlerin arasındaki farklar istatistiksel olarak  $p < 0.01$  seviyesinde önemli iken, kontrplak ve lastik yüzeylerde istatistiksel farklılığın önemli olmadığı gözlenmiştir (Çizelge 8).

Shirkole ve ark. (2011), statik sürtünme katsayılarını %7.3 nem içeriğinde TAMS-38 soya çeşidinde galvaniz,

kontrplak, lastik yüzeyde sırasıyla 1.03, 1.16, 1.18; JS-335 çeşidinde ise aynı yüzeyler sırasıyla 0.94, 1.24 ve 1.27 olarak belirlemişlerdir. Alibas ve Koksall (2015), %8.02 nem içeriğindeki soya tohumlarının statik sürtünme katsayılarını galvaniz, kontrplak, lastik yüzeyde sırasıyla 0.40, 0.43 ve 0.54 olarak belirlemişlerdir. Soya çeşitleri için en yüksek statik sürtünme katsayısı değerinin lastik yüzeyde görülmesi literatürde belirtilen sonuçlar ile benzerlik göstermektedir. Ürünlerin sürtünme katsayıları, farklı temas yüzeylerine göre değişmektedir. Bu nedenle, ürünlerin farklı temas yüzeylerindeki sürtünme katsayılarının tam olarak belirlenmesi, mekanik ekipmanların (konveyörler, ayırma, temizleme, kurutma ve depolama araçları) performans optimizasyonunda ve sonuç olarak hasarların azaltılması ve ekonomik verimlilik için faydalı olmaktadır (Mohsenin, 1980).

Çizelge 8. Soya çeşitlerinin statik sürtünme katsayısı ile yığılma açısı değerleri.

Table 8. Static friction coefficient and angle of repose values of soybean varieties.

Soya çeşitleri	PVC	Galvaniz	Laminant	Kontrplak	Lastik	Yığılma açısı (°)
Türksoy	0.32±0.002 a	0.34±0.004 b	0.30±0.003 a	0.33±0.003	0.37±0.002	10.73±0.38
Adasoy	0.30±0.002 b	0.33±0.002 b	0.28±0.003 b	0.33±0.002	0.36±0.004	9.40±0.38
Yeşilsoy	0.30±0.002 c	0.35±0.003 a	0.29±0.004 b	0.33±0.003	0.37±0.003	9.78±0.49
F	61.4**	12.0**	10.6**	0.00 <sup>ns</sup>	0.93 <sup>ns</sup>	2.65 <sup>ns</sup>

PVC: Polivinil klorür, \*\*:  $P < 0.01$ , <sup>ns</sup>: önemsiz. Aynı sütundaki aynı harfler arası fark önemsizdir.

### Renk Özellikleri

Soya çeşitlerinin renk karakteristiklerine ait değerler, Çizelge 9'da verilmiştir. Türksoy çeşidine ait renk karakteristiklerinden  $L^*$ ,  $a^*$  ve  $b^*$  değerleri sırasıyla

51.95, 5.71 ve 19.75 olarak belirlenirken; Adasoy çeşidinde bu değerler 50.07, 5.10 ve 19.18 olarak değişmiştir.  $L^*$ ,  $a^*$  ve  $b^*$  renk karakteristikleri üzerine çeşitler arasında  $p < 0.01$  düzeyinde farklılık gözlenmiştir.

Çizelge 9. Soya tohumlarının çeşitler bazında renk karakteristikleri.

Table 9. Colour characteristics of soybean grains on the basis of varieties.

Soya çeşitleri	$L^*$	$a^*$	$b^*$	Kroma	Hue açısı
Türksoy	51.95±0.09 a	5.71±0.11 a	19.75±0.30 a	20.56±0.32 a	1.29±0.00 b
Adasoy	50.07±0.32 b	5.10±0.10 b	19.18±0.19 a	19.85±0.21 a	1.31±0.00 a
Yeşilsoy	48.30±0.77 c	5.15±0.10 b	18.19±0.31 b	18.91±0.30 b	1.30±0.01 b
F	14.18**	10.86**	8.28**	8.82**	5.66*

\*:  $P < 0.05$ , \*\*:  $P < 0.01$ . Aynı sütundaki aynı harfler arası fark önemsizdir

Hou ve Chang (2004), soyanın depolanması ile ilgili yaptığı çalışmada  $L^*$ ,  $a^*$  ve  $b^*$  değerlerini sırasıyla 51.04, 4.05 ve 15.58 olarak belirlemişlerdir. Bu sonuca göre soya çeşitlerine ait sonuçlar literatür ile benzerlik göstermektedir.

### SONUÇ ve ÖNERİLER

Soya çeşitlerinin hasat sonrası bazı biyoteknik özelliklerinden olan, ayırma, sınıflandırma, depolama ve mekanik işlemler kullanılacak makine ve sistemlerin tasarımı, proje ve işletim aşamalarında gerekli makine performansı ve enerji tüketimine ait değerlendirmelerde dikkate alınması gerekmektedir. Soya üretimi ve değerlendirilmesi ile ilgili araştırma faaliyetleri Türkiye'de azdır. Ayrıca dünyada fosil

kaynaklı olmayan, yenilenebilir ve sürdürülebilir en önemli alternatif enerji kaynağı olarak kabul edilen biyodizelin soya yağlı tohumundan elde edilmesi ile ilgili bilimsel çalışmalar teşvik edilmelidir. Tarım ve enerji politikalarını belirlerken, enerji kaynaklarına yeni bir güç ve potansiyel sağlayacak olan biyodizelin ana hammaddesi olan bitkisel yağların üretimine esas teşkil edecek yağlı tohum bitkilerinin özellikle soyanın, ülke genelinde ekiminin sağlanması ve yaygınlaştırılması teşvik edilirken, biyodizel üretim tesislerinin kurulmasına da öncelik verilmelidir. Çalışmada, çeşitler arasında Adasoy çeşidinin diğer çeşitlere nazaran küreye daha yakın olduğu, en yüksek gerçek ve yığın hacim ağırlığı değerlerine sahip olduğu belirlenmiştir. Tüm çeşitlerde en yüksek statik sürtünme katsayısı değerleri lastik yüzeyde

belirlenmiştir. Yükleme hızlarına göre, 90 mm min<sup>-1</sup> yükleme hızı, daha düşük kırılma kuvveti, kırılma enerjisi ve sertlik değerleri vermiştir. Sonuç olarak; farklı soya çeşitlerine ait tohumların hasat sonrası bazı biyoteknik özellikleri soyanın işlenmesi, son ürün kalitesi ile tüketici istekleri ve ekonomik değerler açısından göz önünde bulundurulması gerekir.

### Araştırmacıların Katkı Oranı Beyan Özeti

Yazarlar makaleye eşit oranda katkı sağlamış olduklarını beyan eder.

### Çıkar Çatışması Beyanı

Makale yazarları aralarında herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan ederler.

### KAYNAKLAR

- Alibas I, Koksak N 2015. The Effect of Moisture Content on Physical, Mechanical and Rheological Properties of Soybean (*Glycine max* cv. ATAEM-II) Seed. *Legume Research*, 38 (3): 324-333.
- Alpay F 2003. Dünyada ve Türkiye’de Soya Gıdaları ve Soya Unu Semineri Notları, Adana.
- Altuntas E, Gerçekcioglu R, Kaya C 2010. Selected Mechanical and Geometric Properties of Different Almond Cultivars. *International Journal of Food Properties* 13 (2): 282-293.
- Anonim 2012. 2011 Yılı Soya Fasulyesi Raporu. <http://koop.gtb.gov.tr/data/51f7a40d487c8e14b4454601/2011%20Y%C4%B1%C4%B1%20Soya%20Raporu.doc>. (Alınma Tarihi: 29.11.2020)
- Anonim 2020a. Soya. <https://arastirma.tarimorman.gov.tr/tepe/Belgeler/PDF%20Tar%C4%B1m%20C3%9Cr%C3%BCnleri%20Piyasalar%C4%B1/2019> (Alınma Tarihi: 27.07.2020)
- Anonim 2020b. Soya (Danelik / Silajlık) [https://arastirma.tarimorman.gov.tr/cukurovataem/Menu/33/Soya\\_-Danelik\\_-Silajlik\\_-](https://arastirma.tarimorman.gov.tr/cukurovataem/Menu/33/Soya_-Danelik_-Silajlik_-) (Alınma Tarihi: 27.07.2020)
- Anonim 2020c. Enerji Bitkileri ve Biyoyakıtlar Sektörel Rapor. <https://arastirma.tarimorman.gov.tr/ktae/Belgeler/brosurler/Enerji%20Tar%C4%B1m%C4%B1%20ve%20Biyoyak%C4%B1tlar%20Sekt%C3%B6rel%20Raporu.pdf>
- Braga GC, Couto SM, Hara T, Neto JTPA 1999. Mechanical Behaviour of Macadamia Nut Under Compression Loading. *Journal of Agricultural Engineering Research*, 72 (3): 239-245.
- Dursun E 2002. Soya ve Mısırın Sıkıştırma Yükü Altındaki Mekanik Davranışları. *Tarım Bilimleri Dergisi*, 10 (1): 14-19.
- Dursun E, Güner M 2003. Buğday ve Arpanın Sıkıştırma Yükü Altındaki Mekanik Davranışlarının Belirlenmesi. *Tarım Bilimleri Dergisi*, 9(4): 415-420.
- Gül EN, Özgöz E, Altuntaş E 2020. Domates Meyvelerinin Fiziksel, Mekanik ve Kimyasal Özelliklerine Olgunluk Dönemi ve Muhafaza Sürelerinin Etkileri. *Turkish Journal of Agricultural Engineering Research (TURKAGER)*, 1 (1): 12-28.
- Hou HJ, Chang KC 2004. Storage Conditions Affect Soybean Color, Chemical Composition and Tofu Qualities. *Journal of Food Processing and Preservation* 28: 473-488.
- Jayan PR, Kumar VJF 2004. Planter Design in Relation to the Physical Properties of Seeds. *Journal of Tropical Agriculture* 42 (1-2): 69-71.
- Kaleemullah S, Gunasekar JJ 2002. Moisture-dependent Physical Properties of Arecanut Trues. *Biosystem Engineering*, 82(3): 331-338.
- Karadağ A 2020. Biyodizel. [https://cdn.bartın.edu.tr/biyoteknoloji/86babca0507e88ae8f7ecb1dea802c6b/sunum3biyodizel\\_19Kl5Fg.pdf](https://cdn.bartın.edu.tr/biyoteknoloji/86babca0507e88ae8f7ecb1dea802c6b/sunum3biyodizel_19Kl5Fg.pdf) (Alınma Tarihi: 28.11.2020)
- Keskin D 2019. Soya Küspesinin Konsantre Yemlerde Miktarının Tespitine Yönelik NIR Kalibrasyonu Oluşturulması. Afyon Kocatepe Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Hayvan Besleme ve Beslenme Hastalıkları Ana Bilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, 33 sy.
- Khazaei J, Rasekh M, Borghei AM 2002. Physical and Mechanical Properties of Almond and Its Kernel Related to Cracking and Peeling. An ASAE Meeting Presentation, Paper No 026153.
- Kibar H, Öztürk T 2008. Physical and Mechanical Properties of Soybean. *International Agrophysics*, 22: 239-244.
- Kinney AJ, Clemente TE 2004. Modifying Soybean Oil for Enhanced Performance in Biodiesel Blends. *Fuel Processing Technology*, 20 December 2004, pp.1-11.
- Liu K 2004. Soybean as Functional Foods and Ingredients, 1-51, AOCS Press, Champaign, IL, USA.
- McGuire RG 1992. Reporting of Objective Colmeasurements. *Hortscience*, 27: 1254-1255.
- Mohsenin NN 1980. Physical Properties of Plants and Animal Materials. Gordon and Breach Science publishers, NW, New York.
- Molenda M, Horabik J, Thompson SA, Ross J 2004. Effects of Grain Properties on Loads in Model Silo. *International Agrophysics*, 18: 329-332.
- Özel A, Acar R 2020. Ekim Normunun Soya Fasulyesinde (*Glycine max* L. *Merrill*) Ot Verimine Etkileri. *Ulusal Çevre Bilimleri Araştırma Dergisi*, Sayı 3(3): 141-147.
- Polat R, Atay U, Sağlam C 2006. Some Physical and Aerodynamic Properties of Soybean. *Journal of Agronomy*, 5: 74-78.
- Riaz MN 2001. Uses and Benefits of Soy Fiber, *Cereal Foods World*, 46: 98-100.
- Sarioğlan M 2019. Bazı soya (*Glycine max* Merr.) genotiplerinin Tokat-Kazova şartlarında performanslarının belirlenmesi. Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi Fen Bilimleri

- Enstitüsü Tarla Bitkileri Ana Bilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, 65 sy.
- Shirkole SS, Kenghe RN, Nimkar PM 2011. Moisture dependent physical properties of soybean. International Journal of Engineering Science and Technology, 3(5): 3807-3815.
- SPSS 2000. "SPSS for Windows". Student Version. Release 10.0.9 SPSS Inc IL USA.
- Suthar SH, Das SK 1996. Some Physical Properties of Karingda [*Citrus lanatus* (thumb) mansf] Grains. Journal of Agricultural Engineering Research, 65: 15-22.
- Şahar AK 2017. Çukurova Koşullarında İkinci Ürün Olarak Yetiştirilen Soya Çeşitlerinde Farklı Hasat Dönemlerinin Hasıl Verime ve Katkı Maddelerinin Silaj Kalitesine Etkileri. Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarla Bitkileri Ana Bilim Dalı, Doktora Tezi, 138 sy.
- Tavakoli H, Rajabipour A, Mohtasebi SS 2009. Moisture-Dependent Some Engineering Properties of Soybean Grains. Agricultural Engineering International: the CIGR Ejournal. Manuscript 1110. Vol. XI. February.
- TÜİK 2019. Türkiye İstatistik Kurumu. <https://data.tuik.gov.tr/Kategori/GetKategori?p=tarim-111&dil=1> (Erişim tarihi: 29.01.2021).
- Wandkar SV, Ukey PD, Pawar DA 2012. Determination of Physical Properties of Soybean at Different Moisture Levels. Agric Eng Int: CIGR Journal, 14 (2): 138-142.

## Kümeslerin Su Gereksiniminin Yağmur Suyu Hasadından Karşılanması Üzerine Bir Araştırma: Kahramanmaraş Örneği

Ali ÇAYLI<sup>✉</sup>

Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Türkoğlu MYO, 46880, Türkoğlu-Kahramanmaraş

<https://orcid.org/0000-0001-8332-2264>

✉: alicayli@ksu.edu.tr

### ÖZET

Kümeslerde yaz aylarında uygun çevre koşullarının sağlanması için evaporatif serinletme sistemleri yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu sistemler, çeşitli koşullara bağlı olarak değişmekle birlikte oldukça yüksek seviyelerde suya gereksinim duymaktadır. Bu durum suyun kıt olduğu veya erişiminde zorluklar bulunan bölgelerde sorun oluşturabilir. Bu nedenle ihtiyaç duyulan suyun karşılanması için yağmur suyu hasadı (YSH) bir çözüm olabilir. Bu çalışmada, Akdeniz Bölgesinin doğusunda bulunan Kahramanmaraş ili uzun yıllık saatlik bölge iklim verileri kullanılarak, seçilen bir etlik piliç kümesi için su gereksinimi hesaplanmış ve yağışla depolanabilecek su miktarı ile karşılaştırılmıştır. Aynı zamanda su tüketiminin çevresel koşullarla ilişkisi araştırılmış ve uygun depo kapasitelerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Bulgulara göre toplam su gereksinimi, dış ortam sıcaklığın 27°C üzerine çıktığında evaporatif serinletme sisteminin çalıştırılması durumunda maksimum 1532 L m<sup>-2</sup> yıl<sup>-1</sup>, ped hava çıkış sıcaklığının 24°C olacak şekilde sistemin kontrol edilmesi durumunda ise 1012.9 L m<sup>-2</sup> yıl<sup>-1</sup> olarak bulunmuştur. Aynı koşullar için sadece evaporatif su gereksinimi ise sırasıyla 1060.7 L m<sup>-2</sup> yıl<sup>-1</sup> ve 541.6 L m<sup>-2</sup> yıl<sup>-1</sup> olarak hesaplanmıştır. Meteorolojik kayıtlara göre bölgede ortalama yıllık yağış 733.6 L m<sup>-2</sup>dir. Bu durumda toplam su gereksinimi her koşulda yağmur suyu hasadı ile karşılanamamaktadır. Ancak sadece belli koşullarda evaporatif serinletme su gereksinimi yağmur suyu hasadı ile karşılanabilir.

### Araştırma Makalesi

#### Makale Tarihi

Geliş Tarihi : 10.12.2020

Kabul Tarihi : 09.02.2021

#### Anahtar Kelimeler

Yağmur suyu hasadı

Etlik piliç

Kümesler

Su gereksinimi

Evaporatif serinletme

## Investigation of the Meeting Poultry House Water Requirement from Rainwater Harvesting: The Case of Kahramanmaraş

### ABSTRACT

Evaporative cooling systems are widely used in poultry houses to provide suitable environmental conditions in summers. Although these systems vary depending on the conditions, they require considerable amounts of water, which can be problematic in regions where water is scarce or difficult to access. Therefore, rainwater harvesting is a solution to provide the needed water. In this study, the water requirement for a selected broiler house was calculated using the long annual hourly regional climate data in Kahramanmaraş province in the eastern Mediterranean region of Turkey. The requirement was compared with the amount of water that can be stored from precipitation. According to the findings, the total water requirement was 1532 L m<sup>-2</sup> year<sup>-1</sup> when the outdoor temperature exceeds 27°C when the evaporative cooling system is operated and was 1012.9 L m<sup>-2</sup> year<sup>-1</sup> when the pad air outlet temperature is 24°C. For the same conditions, the evaporative water requirement was calculated as 1060.7 L m<sup>-2</sup> year<sup>-1</sup> and 541.6 L m<sup>-2</sup> year<sup>-1</sup>, respectively. According to the meteorological records, the average annual precipitation in the region is 733.6 L m<sup>-2</sup> year<sup>-1</sup>. Thus, the total water requirement cannot be met by the rainwater harvest under all

### Research Article

#### Article History

Received : 10.12.2020

Accepted : 09.02.2021

#### Keywords

Rainwater harvesting

Broiler

Poultry houses

Water requirement

Evaporative cooling



circumstances. However, only the evaporative cooling water requirement can be met under certain conditions.

**Atf İçin:** Çaylı A 2021. Kümelerin Su Gereksiniminin Yağmur Suyu Hasadından Karşılanması Üzerine Bir Araştırma: Kahramanmaraş Örneği. KSÜ Tarım ve Doğa Derg 24 (5): 1048-1058. DOI: 10.18016/ksutarimdog.a. vi. 838619.  
**To Cite :** Çaylı A 2021. Investigation of the Meeting Poultry House Water Requirement from Rainwater Harvesting: The Case of Kahramanmaraş. KSU J. Agric Nat 24 (5): 1048-1058. DOI: 10.18016/ksutarimdog.a. vi. 838619.

## GİRİŞ

Yüzyıllardır bilinen bir yöntem olan su hasadı, günümüzde artan kuraklık sorunlarına bir çözüm olarak yeniden önem kazanmaktadır. Yağış yoğunluğuna bağlı olarak potansiyel bir kaynak olan yağmur suyu, su ve gıda krizini azaltabilir (Helmreich ve Horn, 2009). Yağmur suyu toplama sistemi üç temel unsurdan oluşur: toplama alanı, nakil sistemi ve depolama tesisleri. Çoğu durumda toplama alanı bir evin veya binanın çatısıdır. Etkili çatı alanı ve çatının yapımında kullanılan malzeme toplama verimliliğini ve su kalitesini etkiler (Dos Anjos, 1998, Mun ve Han, 2012). Çatıdan toplanan suyun kalitesi, genellikle içme suyu kılavuz değerlerini karşılamadığı görülmektedir (Meera ve Ahammed, 2006). İçme suyunun kalitesindeki bozulmalar çeşitli hastalıklara yol açabilmekte ve üretim performansını olumsuz etkilemektedir (Barton, 1996; Grizzle ve ark., 1996; Grizzle ve ark., 1997).

İçme suyunun çatıdan yağmur suyu hasat yöntemi ile sağlanması, yağışla birlikte kentsel atmosferde bulunan aerosoller, çeşitli zararlı gazlar ve ince uçucu parçacıklarla çatı yüzeyindeki partiküllerin yıkanması sonucu suyun kirlenmesine neden olabilir. Özellikle kimyasal kirlenme maddeleri su kalitesini etkileyen en ciddi problemdir (Leeson ve Summers, 2005). Yüksek derecede kirli ilk yağmur suyunun atılmasından sonra, bazı fiziksel işlemlerle (sedimentasyon ve pH artışı), yağmur suyu hasadı kalitesinin artırılması mümkündür (Sánchez ve ark., 2015). Bu yöntemle elde edilen suların kirliliğini en aza indirmek için uygun tasarım ve bakım stratejileri üzerine çeşitli araştırmalar yapılmıştır (Chiu ve ark., 2009; Abbasi ve Abbasi, 2011; Mun ve Han, 2012).

Tropik ve ılıman iklim koşullarında yapılan kanatlı işletmelerinde yaz aylarında yüksek sıcaklıkların etkisi ile üretim olumsuz etkilenmektedir. Çünkü kümes hayvanları yüksek sıcaklıklara oldukça hassas canlılardır. 27°C'nin üzerinde sıcaklıklarda sıcaklık stresi etkisi ile yem tüketimleri azalmakta ve üretim performanslarında düşüşler görülmektedir (Atılğan ve Mutlu, 2000; Köknaroglu ve Atılğan, 2007; Atılğan ve ark., 2012). Yüksek sıcaklıkların görüldüğü yaz aylarında, ısı stresini azaltmak için kullanılan evaporatif serinletme sistemleri kullanılmaktadır. Bu sistemler, havadaki duyulur ısının gizli ısıya dönüştürülmesi esasına göre çalışmaktadır. Düşük bağıl nem koşullarına sahip bölgelerde dış ortam iklim koşulların bağıl olarak 10–17°C'ye kadar sıcaklık düşüşü sağlanabilmektedir (Uğurlu ve Kara, 2000;

Laknizi ve ark., 2019). Kurak bölgelerde ise nispeten daha yüksek miktarda suya ihtiyaç duyulmaktadır (Von Zabeltitz, 2011).

Lindley ve Whitaker (1996) evaporatif serinletme sisteminde pedler için 0.42 L dak<sup>-1</sup> m<sup>-2</sup> su tüketimi önermektedir. Donald (2000) ise kümesin her 30 m<sup>3</sup>lük havasının sıcaklığını 1°C düşürmek için bir litre suyun buharlaşmasına ihtiyaç olduğunu bildirmektedir. Laknizi ve ark. (2019) evaporatif serinletme sisteminin etkinliğinin %80'in üzerinde olması durumunda 3.3 L h<sup>-1</sup> su tüketimi olacağını rapor etmiştir. Von Zabeltitz (2011), fan-ped sistemi ile serinletilen bir serada birim taban alanı için 60-210 m<sup>3</sup> h<sup>-1</sup> havalandırma debilerinde 1.080–1.260 g h<sup>-1</sup> su tüketimi olduğunu bildirmektedir. Koç ve Yıldız (2008) farklı su akış debilerinde fan-ped sisteminin su tüketiminin belirlenmesine yönelik çalışmasında su tüketiminin 0.017–0.203 L min<sup>-1</sup> m<sup>-2</sup> arasında olduğunu rapor etmiştir. Singleton (2004) göre, su tüketiminin, 20°C'den sonraki her 1°C'lik artış için %6 oranında artmaktadır.

Su, hayati bir besin maddesi olmasının yanı sıra, vücut ısısının kontrolü, gıdaların sindirimi ve emilmesi, besin maddelerinin taşınması ve atıkların idrarla vücuttan uzaklaştırılmasını içeren kanatlı metabolizmasının birçok yönüyle ilişkilidir (Jafari ve ark., 2006). Mevcut araştırmalar, piliçlerin akut ısı stresi sırasında su tüketimini ve suyun böbreklerde kullanımını ayarladığını ve bu kullanımın evaporatif ısı kaybını etkilediğini göstermektedir (Belay ve Teeter, 1993; Teeter ve Belay, 1996; Alleman ve Leclercq, 1997). Su tüketiminin azalması ile yem tüketimi de azalarak üretim performanslarını olumsuz etkilebilmektedir (Pesti ve ark., 1985). Su alımının daha yüksek olduğu piliçlerde, daha az ölüm oranı görülmekte ve ısı stresi koşullarında, hayatta kalma kabiliyetleri de artmaktadır (Ahmad ve Sarwar, 2005). Bununla birlikte uygun çevresel koşullarda yüksek hava hızına maruz kalan piliçlerde daha az su ve daha fazla yem tüketimi ile daha fazla ağırlık kazanım oranı elde edilebilmektedir (May ve ark., 2000; Feddes ve ark., 2002).

Kentsel alanlarda yapılan birçok çalışmada yağmur suyu hasadı ile içme suyu dışında evsel su ihtiyacının büyük oranda karşılanabileceği, özellikle kurak ve yarı-kurak bölgelerde zaten kısıtlı olan suyun bu yöntemle temin edilebileceği yönünde yapılan araştırmalar, bu çalışma için de bir motivasyon sağlamıştır. Özellikle yaz aylarında yüksek su gereksinimi olan kanatlı işletmelerinde, bu

gereksinimleri yağmur suyu hasadı (YSH) karşılanabilir. Ancak yaz aylarında yeterli yağışın olmaması nedeniyle yağış olan aylarda hasat edilecek suyun depolanması gerekir. Bu nedenle yapılacak depo tesisinin kapasitesinin belirlenmesi de önem arz etmektedir.

Bu çalışmanın amacı, yaz aylarında yüksek sıcaklıkların görüldüğü Akdeniz iklimine sahip Kahramanmaraş ili için su gereksinimini günlük olarak belirlemek, içme ve serinletme sistemi de dahil ihtiyaç duyulan bu suyun, çatıdan yüzey akışı ile toplanma potansiyeli ve depo kapasitesini farklı senaryolara göre belirlemektir.

## MATERYAL ve METOD

Araştırmadaki hesaplamalar, Türkiye'nin güneyinde Akdeniz bölgesinin doğusunda yer alan Kahramanmaraş ilinde, K.S.Ü. HAYMER'e ait, 37° 35' 32" K; 36° 48' 11" D koordinatlarında bulunan 1500 baş kapasiteli etlik piliç kümesi dikkate alınarak yapılmıştır. Bölgeye ait meteorolojik veriler Meteoroloji Genel Müdürlüğünden (MGM) temin edilmiştir. Kümese ait teknik özellikler ise Çizelge 1'de verilmiştir.

Çizelge 1. Araştırmanın yürütüldüğü kümesin özellikleri

Table 1. Characteristics of the poultry house in this study

Kümes Özelliği (Feature)	Değer (Value)	Birim (Unit)
Uzunluk	21	m
Genişlik	7.2	m
Yan duvar yüksekliği	3.0	m
Mahya yüksekliği	4.5	m
Toplam taban alanı	151.2	m <sup>2</sup>
Kullanılabilir taban Alanı	137.2	m <sup>2</sup>
Havalandırma debisi	32000	m <sup>3</sup> h <sup>-1</sup>
Toplam hava giriş ped alanı	6.0	m <sup>2</sup>

Kahramanmaraş Orta Ceyhan havzasında üç coğrafi bölgenin kesişim noktasında bulunmaktadır. Kuzeye doğru karasal iklim, il merkezi ve güneye doğru gittikçe Akdeniz iklimi etkisindedir (MGM, 2020a). Yıllık sıcaklık ortalaması 16.9°C, yıllık en yüksek sıcaklık ortalaması 22.9°C ve yıllık en düşük sıcaklık ortalaması 11.4 °C'dir. En yüksek sıcaklık temmuz ayında (45.2°C), en düşük sıcaklık ise Şubat ayında (-9.6°C) ölçülmüştür. Yıllık ortalama güneşlenme süresi 6.8 saattir. En yüksek güneşlenme süresi temmuz ayında 10.5 saat, en düşük güneşlenme süresi ise 3.3 saat ile aralık ve ocak aylarında görülmüştür. Yıllık ortalama yağış miktarı 725.4 mm'dir. Aylık olarak en fazla yağış ortalama 129.6 mm ile ocak ayında en az yağış ise 0.9 mm ile ağustos ayında düşmüştür. (MGM, 2020b)

Bir etlik piliç kümesi için toplam su gereksinimi Eşitlik 1'de verildiği gibi içme suyu tüketimi ( $S_i$ ), genel kullanım su tüketimi ( $S_g$ ) ve evaporatif serinletme sistemi su tüketimi ( $S_s$ ) toplamına eşittir.

$$S_T = S_i + S_g + S_s \quad (1)$$

## İçme suyu gereksinimi

İçme suyu tüketimi her yetiştirme döneminde hayvanların gelişme dönemine göre farklılık göstermektedir. Araştırmacılar hesaplamalarda genel olarak bir yetiştirme dönemi için hayvan başına sabit bir içme suyu miktarını dikkate alırken, bazıları ise gelişme dönemine göre hesaplanmasının daha doğru olacağını bildirmektedirler. Etlik piliçlerin bir yetiştirme periyodu boyunca su tüketimleri araştırmacılar tarafından 4.85–7.8 litre olarak verilmektedir. Ayrıca su-yem tüketim oranının 1.6–1.8 arasında olması durumunda su tüketimi yeterli olduğu bildirilmektedir (Pesti ve ark., 1985, Leeson ve Summers, 2005, Manning ve ark., 2007). Viola ve ark. (2008) ise piliç başına günlük yem tüketiminin 2 katı su gereksinimi olduğunu rapor etmiştir. Literatür bilgileri göz önünde bulundurularak su yem dönüşüm oranı 1.77 olarak alınmış ve Aviagen (2019)'un Ross 308 ırkı etlik piliçler için verdiği yem tüketim değerlerine göre su tüketimleri 42 günlük yetiştirme periyodu için Eşitlik 2'ye göre hesaplandığında, ortalama 7.8 litre olarak bulunan değer hesaplamalarda kullanılmıştır.

$$S_i = Y_g * SY * n \quad (2)$$

Burada  $S_i$  piliç günlük su tüketimi (m<sup>3</sup>),  $Y_g$  günlük yem tüketimi (g),  $SY$  su-yem oranı (g g<sup>-1</sup>),  $n$  piliç sayısıdır.

Toplam su gereksinimi, yetiştirme periyodu 42 gün olacak şekilde ve yılda altı yetiştirme dönemine göre (ocak-şubat, mart-nisan, mayıs-haziran, temmuz-ağustos, eylül-ekim, kasım-aralık) belirlenmiştir. Her dönemin ilk 42 günü için hesaplama yapılmış, kalan 18 günü sonraki üretim dönemine hazırlık periyodu olacağı varsayılarak hesaplama yapılmamıştır.

## Temizlik için su gereksinimi

Drastig ve ark. (2016) çalışmasında kümeslerin yılda iki kez temizlenmesi durumunda tavuk başına günlük 0.0028 litre su tüketimi olduğunu bildirmektedir. Bu değeri her bir yetiştirme periyodu için dikkate alarak, su gereksinimi Eşitlik 3'e göre hesaplanmıştır.

$$S_t = 0.0028 * g * n / A \quad (3)$$

Burada;  $S_t$  temizlik için su gereksinimi (litre gün m<sup>-2</sup>),  $g$  yetiştirme periyodu gün sayısı (gün),  $n$  tavuk sayısıdır (baş),  $A$  toplam taban alanı (m<sup>2</sup>).

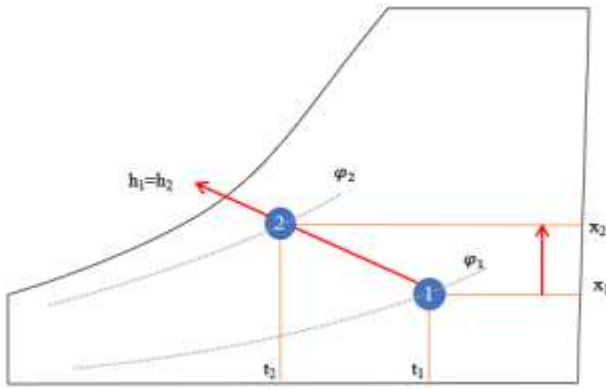
## Evaporatif serinletme sistemi için su gereksiniminin belirlenmesi

Evaporatif serinletme için su gereksinimini Drastig ve ark. (2016) her bir yetiştirme döneminde her bir baş

için 5 litre olarak alınabileceğini bildirmiştir. Ancak bölgesel iklim özellikleri, sistemin yapısal özellikleri gibi birçok farklı unsur su tüketim miktarında etkili olabilir. Bu sebeple daha hassas bir hesaplama yapmak amacıyla, bölgenin uzun yıllık saatlik iklim verilerine göre saatlik olarak hesaplamalar yapılarak yıllık su gereksinimi belirlenmiştir.

Kullanılan veri seti, MGM'den temin edilen uzun yıllık saatlik ortalama sıcaklık ve bağıl nem ölçümlerine dayalı olarak hazırlanmıştır. Evaporatif serinletme sisteminin, dış ortam sıcaklığının 27°C'nin üzerine çıktığında çalıştırılması öngörülmüştür. Sistemin çalıştığı saatlerde dış ortam özgül nemi ile küme giren serinletilmiş nemli havanın özgül nemi arasındaki fark, ihtiyaç duyulan su miktarıdır.

Giren havanın nemlendirilerek duyulur ısının gizli ısıya dönüştürülmesi işlemi havanın entalpi değeri değişmemektedir. Havaya eklenen su miktarına göre kuru termometre sıcaklığında  $t_1$  sıcaklığından  $t_2$  sıcaklığına doğru düşüş görülürken, bağıl nem  $\varphi_1$  noktasından  $\varphi_2$  noktasına, nem ise  $x_1$  noktasından  $x_2$  noktasına doğru bir artış görülür (Şekil 1).



Şekil 1. Psikrometrik diyagramda evaporatif soğutma işlemi

Figure 1. Evaporative cooling process in psychrometric diagram

Bu durumda dış ortam ve iç ortama giren havanın bilinen özelliklerini yani sıcaklık ve bağıl nemini kullanarak ideal gaz eşitliğini esas alan psikrometrik eşitliklerle her iki durum için havanın nem içeriği hesaplanabilir.

Bu amaçla mevcut konuma ait atmosfer basıncının hesaplanmasında 4'nolu eşitlik kullanılmıştır (ASHRAE, 2013).

$$p = 101.325 * (1 - 2.25577 * 10^{-5} * Z)^{5.2559} \quad (4)$$

Burada;  $p$  Atmosfer basıncı (kPa),  $Z$  denizden olan yüksekliktir (m).

Sıvı su üzerinde havanın doymun buhar basıncının hesaplanmasında ampirik yöntemlere göre elde edilmiş çeşitli eşitlikler vardır. Bazı araştırmacılar en doğru sonuçların Bolton (1980) tarafından verilen

eşitlikten elde edildiğini bildirmektedirler (Vömel, 2016; Younes, 2016). Bu nedenle doymun buhar basıncı Eşitlik 5'de verilen Bolton (1980)'e göre hesaplanmıştır.

$$p_{ws} = 6.112 * e^{(17.67 * t / (t+243.5))} \quad (5)$$

Eşitlikte;  $p_{ws}$  doymun buhar basıncı (hPa),  $t$  kuru termometre sıcaklığıdır (°C).

Giren havanın nem içeriği  $x$ , Dalton yasasına göre  $p_w < p_{ws}$  için aşağıdaki Eşitlik 6 ile hesaplanabilir.

$$x = 0.622 * \frac{\varphi * p_{ws}}{p - (\varphi * p_{ws})} \quad (6)$$

Eşitlikte;  $x$  havanın nem içeriği (kg kg<sup>-1</sup> KH),  $\varphi$  havanın oransal nemi (%),  $p_w$  nemli havanın buhar basıncıdır (kPa).

Entalpi değeri ise Eşitlik 7'e göre hesaplanmıştır (Von Zabeltitz, 1986; ASHRAE, 2013; Baytorun ve Makuay, 2019).

Havanın entalpi değeri;

$$h = c_{pL} * \theta + x * (r_0 + (c_{pd} * \theta)) \quad (7)$$

Eşitlikte;  $h$  havanın entalpisi (kJ.kg<sup>-1</sup>),  $c_{pL}$  havanın özgül ısısı (kJ.kg<sup>-1</sup>K<sup>-1</sup>),  $c_{pd}$  su buharı özgül ısısı (kJ.kg<sup>-1</sup>K<sup>-1</sup>),  $r_0$  buharlaşma ısısı (kJ.kg<sup>-1</sup>),  $\theta$  kuru termometre sıcaklığıdır. ( $c_{pL} = 1.006$  kJ kg<sup>-1</sup> K<sup>-1</sup>,  $c_{pd} = 1.85$  kJ kg<sup>-1</sup> K<sup>-1</sup>).

Baytorun ve Makuay (2019) benzer bir çalışmada, giren havanın yeni nem içeriği ( $x_i$ ) Eşitlik 7'ten  $x$ 'in çekilmesiyle elde ederek hesaplamalarda kullanmıştır. Entalpi değerinde değişiklik olmadığından yeni havanın nem içeriği Eşitlik 8'e göre hesaplanabilir.

$$x_i = \frac{h - (c_{pL} * \theta_L^*)}{r_0 + (c_{pd} * \theta_L^*)} \quad (8)$$

Burada,  $x_i$ , yeni havanın nem içeriği (kg kg<sup>-1</sup> KH),  $\theta_L^*$ , ped çıkışında istenen hava sıcaklığıdır (°C).

Giren yeni havanın sıcaklığına ( $\theta_L^*$ ) ve nem içeriğine ( $x_i$ ) bağlı oransal nem ise eşitlik 6'dan  $\varphi$ 'nin çekilmesiyle elde edilen Eşitlik 9 ile hesaplanabilmektedir (Baytorun ve Makuay, 2019).

$$\varphi_i = \frac{p * x_i}{(0.622 + x_i) * p_{ws}} \quad (9)$$

Evaporatif serinletmede birim taban alanı için saatlik tüketilen su miktarı ise Eşitlik 10'ye göre hesaplanabilir.

$$S_s = \sum_{n=1}^{8760} (x_i - x) * Q * n / A \quad (10)$$

Burada  $Q$  havalandırma debisi (m<sup>3</sup> h<sup>-1</sup>),  $n$  ped etkinlik katsayısı,  $A$  yapının toplam taban alanı (m<sup>2</sup>)'dir.

Yapının çatısından toplanabilecek su miktarı ise Eşitlik 11'e göre hesaplanabilir.

$$YSH = Yg * \eta_t * A \quad (11)$$

Burada,  $YSH$  aylık yağış ile depolanabilecek su miktarı (mm ay<sup>-1</sup>),  $Yg$  aylık yağış (mm m<sup>-2</sup>),  $A$  taban alan (m<sup>2</sup>),  $\eta_t$  yağmur toplama verimini göstermektedir.

### Depo kapasitesinin hesaplanması

Hesaplanan su gereksinimi birim alan için olduğundan ihtiyaç duyulan su depo kapasitesi kümes taban alanı ile çarpılarak hesaplanabilir. Ayrıca her 1000 baş için ihtiyaç duyulan depo kapasitesinin belirlenmesinde, kümes yoğunluğunun bilinmesi gerekir. Bu çalışmadaki yoğunluk 12 tavuk m<sup>-2</sup> alınmıştır.

### BULGULAR ve TARTIŞMA

Kahramanmaraş ili için resmi meteorolojik verilere dayanan (MGM, 2020b) uzun yıllık ortalama yağış miktarı dönemsel olarak Çizelge 2'de verilmiştir.

Çizelge 2 incelendiğinde yıllık ortalama yağışın 733.6 mm olduğu görülmektedir. Dönemsel olarak incelendiğinde ise en fazla yağış ocak-şubat ayında, en az temmuz-ağustos aylarında olduğu görülmektedir.

Kahramanmaraş ili için saatlik verilere göre

hesaplanan ve her biri 42 gün olmak üzere yılda altı dönem üretim yapılan bir kümes için 12 tavuk m<sup>-2</sup> yoğunluk için bulunan su gereksinimleri ise Çizelge 3'de verilmiştir.

Çizelge 2. Kahramanmaraş ili uzun yıllar ortalama dönemsel yağış miktarı

Table 2. The long-term average periodic rainfall for Kahramanmaraş

Dönem (Period)	Yağış (mm) (L m <sup>-2</sup> ) (Precipitation)
Ocak-Şubat	233.2
Mart-Nisan	165.6
Mayıs-Haziran	45.1
Temmuz-Ağustos	1.7
Eylül-Ekim	62.3
Kasım-Aralık	225.7
Toplam	733.6

Çizelge 3. Yıllık su gereksinimi (L m<sup>-2</sup>)

Table 3. Annual water requirement (L m<sup>-2</sup>)

Dönem (Period)	İçme Suyu (Drinking Water)	Genel Kullanım (General Usage)	(1)	(2)
			Evaporatif Serinletme (*) (Evaporative Cooling)	Evaporatif Serinletme (**) (Evaporative Cooling)
Ocak-Şubat	77.38	1.17	0	0
Mart-Nisan	77.38	1.17	0	0
Mayıs-Haziran	77.38	1.17	32.1	79.5
Temmuz-Ağustos	77.38	1.17	402.9	708.5
Eylül-Ekim	77.38	1.17	106.6	272.7
Kasım-Aralık	77.38	1.17	0	0
Toplam	464.3	7.0	541.6	1060.7

(\*) Pedden kümese giren havanın en düşük sıcaklığı 24 °C ve dış ortam sıcaklığının 27 °C'nin üzerine çıktığında sistemin çalıştırılması durumundaki su gereksinimi

(\*\*) Islak termometre sıcaklığına kadar soğutulması durumunda gerekli olan su miktarı maksimum olarak ifade edilmiştir.

Çizelge incelendiğinde içme suyu gereksinimi her periyotta 77.38 L m<sup>-2</sup> a<sup>-1</sup> olarak hesaplanmıştır. Yılda altı periyotta üretim yapılması durumunda ise toplam içme suyu gereksiniminin 464.3 L m<sup>-2</sup> yıl<sup>-1</sup> olduğu görülmektedir. Genel kullanım için gerekli toplam su miktarı ise 7.0 L m<sup>-2</sup> yıl<sup>-1</sup>'dir. Toplam su gereksinimi ise birinci senaryoda 1012.9 L m<sup>-2</sup> yıl<sup>-1</sup>, ikinci senaryoda ise 1532 L m<sup>-2</sup> yıl<sup>-1</sup> olarak bulunmuştur.

Sadece evaporatif serinletme su gereksinimi incelendiğinde ise kış döneminden bahar aylarına kadar bölgesel iklim koşullarına göre serinletme ihtiyacı olmadığından dolayısıyla evaporatif soğutma sistemi için de suya ihtiyaç olmadığı görülmektedir. Mayıs ayından itibaren ekim ayının başlarına kadar serinletme ihtiyacı olmaktadır. En yüksek su gereksinimi ise yüksek sıcaklıkların görüldüğü temmuz-ağustos aylarında 402.9 L m<sup>-2</sup> olarak ortaya çıkmaktadır. Yıllık su gereksinimi ise 541.6 L m<sup>-2</sup> yıl<sup>-1</sup> olarak hesaplanmıştır.

Evaporatif serinletmede teorik olarak ulaşılabilecek en düşük sıcaklık ıslak termometre (T<sub>wb</sub>) sıcaklığıdır. Bu durumda hava tamamen doymun durumdadır ve daha fazla su buharı taşıyamaz. Ancak uygulamada bu noktaya ulaşmak mümkün olmasa da karşılaştırma amaçlı hesaplamalar yapılmıştır. Teorik olarak ıslak termometre sıcaklığına kadar soğutma yapıldığı durum, yani maksimum su gereksinimi için hesaplanan değerler incelendiğinde toplamda 1.96 kat, mayıs-haziran, temmuz-ağustos, eylül-ekim aylarında sırasıyla 2.48, 1.76 ve 2.56 kat daha fazla su gereksinimi olduğu görülmektedir. Bu durumda maksimum su gereksinimi 1060.7 L m<sup>-2</sup> yıl<sup>-1</sup> olarak bulunmuştur.

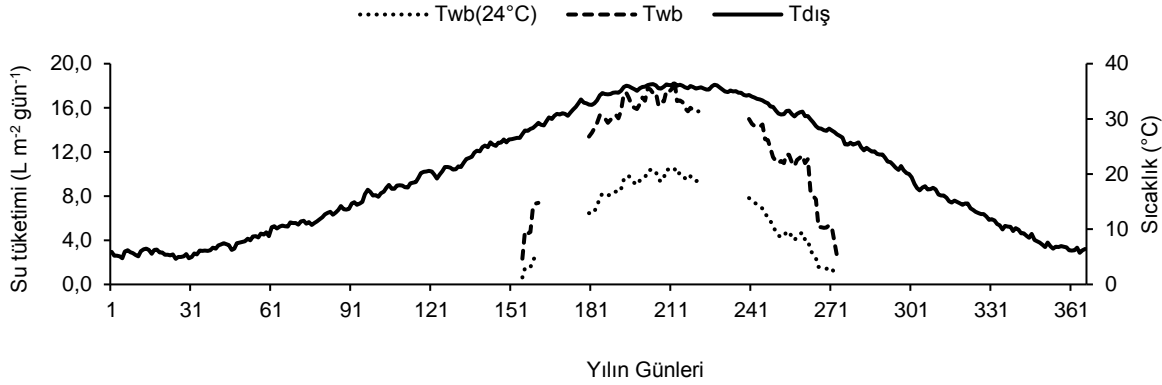
Şekil 2'de günlük maksimum sıcaklıklar ve su gereksinimleri günlük olarak verilmiştir.

Şekil 2'e göre serinletme yılın 155'inci günü başlayarak 273'ncü günü sona ermektedir. En fazla günlük su gereksinimi yılın 212'inci günü olan 30

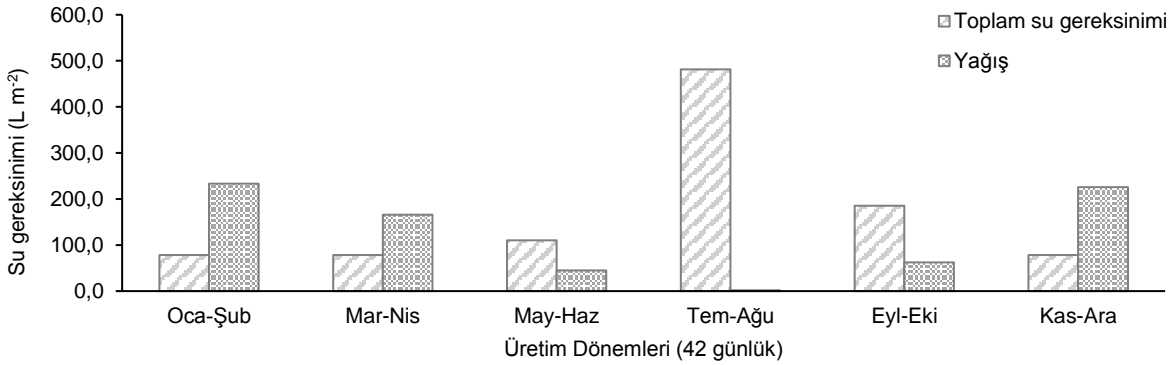
Temmuz'da  $18.5 \text{ L m}^{-2} \text{ gün}^{-1}$  olarak bulunmuştur. Aynı güne ait maksimum sıcaklık  $36^\circ\text{C}$ , en düşük bağıl nem ise %13 olduğu görülmektedir. Grafikte görülen boşluklar üretime ara verilen dönemleri göstermektedir. Üretim periyotları 42 gün, iki üretim

periyodu arası ise 18 gün olarak planlanmış ve bu dönemlerde hesaplama yapılmamıştır.

Şekil 3'de ise üretim dönemleri için toplam su gereksinimleri ve yağış miktarları birlikte verilmiştir.



Şekil 2. Günlük evaporatif serinletme su gereksinimi ve dış ortam maksimum sıcaklıklar  
Figure 2. Daily evaporative cooling water requirement and outdoor maximum temperatures



Şekil 3. Dönemsel su gereksinimi ve yağış miktarı  
Figure 3. Seasonal water requirement and amount of precipitation

Şekil 3 incelendiğinde sıcak dönemlerde artan serinletme suyu ihtiyacı olduğu görülmektedir. En yüksek su gereksiniminin olduğu dönem temmuz-ağustos dönemi olarak bulunmuştur. Dönemsel toplam su gereksiniminin yağmur suyu ile karşılanması oransal olarak incelendiğinde ise ocak-şubat ve mart-nisan döneminde ihtiyaç duyulan suyun tamamı yağmur suyu ile karşılanabilmektedir. Mayıs-haziran döneminde ise ihtiyaç duyulan suyun %40'ı, eylül-ekim

döneminde ise %30 karşılanabilmektedir. Temmuz-ağustos ayında yağış olmadığından bu dönemin su gereksiniminin karşılanmasına katkısı yoktur.

Yağmur suyunun sadece evaporatif serinletmede kullanılması durumunda ise toplam gereksinimin karşılanması mümkün olabilir. Bu amaçla farklı serinletme seviyelerinde ihtiyaç duyulan su miktarı Çizelge 4'te verilmiştir.

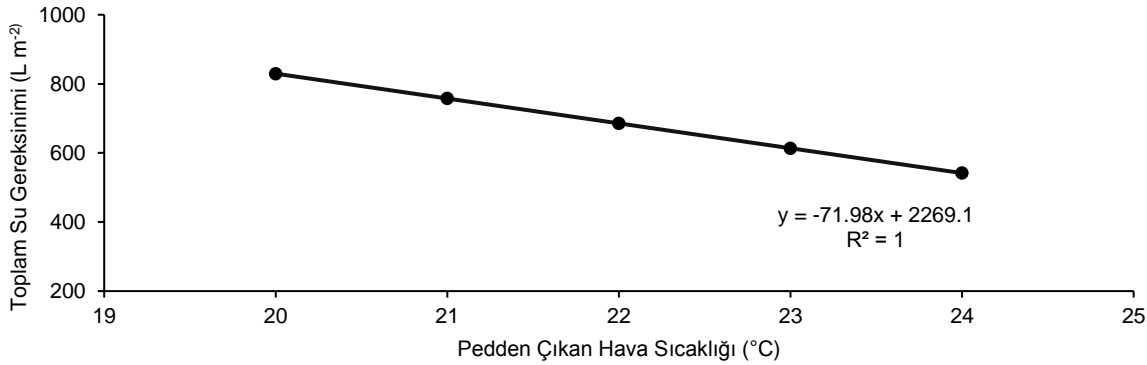
Çizelge 4. Yağış miktarı ve farklı serinletme seviyeleri için evaporatif su gereksinimi  
Table 4. Evaporative water requirement for rainfall and different cooling levels

Dönem (Period)	Yağış ( $\text{L m}^{-2}$ ) (Rainfall)	Evaporatif Serinletme Su Gereksinimi ( $\text{L m}^{-2}$ ) (Evaporative water requirement)				
		$T_{wb}$	$(T_{wb}/0.78)$	$22^\circ\text{C}$	$23^\circ\text{C}$	$24^\circ\text{C}$
Ocak-Şubat	233.2	0	0	0	0	0
Mart-Nisan	165.6	0	0	0	0	0
Mayıs-Haziran	45.1	79.5	51.2	44.3	38.2	32.1
Temmuz-Ağustos	1.7	708.5	477.7	496.0	449.4	402.9
Eylül-Ekim	62.3	272.7	187.9	145.2	125.9	106.6
Kasım-Aralık	225.7	0	0	0	0	0
Toplam	733.6	1060.7	716.8	685.4	613.5	541.6

Çizelge 4 incelendiğinde yıllık yağış ile toplanabilecek suyun sadece evaporatif serinletmede kullanılması durumunda, kümese giren hava sıcaklığının ıslak termometre sıcaklığına ulaşması durumunda depolanabilen su gereksiniminin ancak %69'u karşılanabilmektedir. Ancak teorik olarak bu noktaya kadar havanın soğutulması mümkün olsa da uygulamada bu noktaya ulaşmak mümkün değildir. Bu nedenle ıslak termometre sıcaklığına %78'e kadar yaklaşılması durumunda ki giren havanın nemi ve sıcaklığına bağlı olarak bu sıcaklık 22°C'den daha

düşük bir değere tekabül etmektedir, depolanan su %100 oranında yeterli olabilmektedir.

Şekil 4'te verilen grafikte Çizelge 4'deki veriler kullanılarak pedden çıkan hava sıcaklığı ile evaporatif su gereksinimi ilişkisine dayalı olarak su gereksinimi modellenmiştir. Buna göre pedden çıkan hava sıcaklığı ile evaporatif serinletme su gereksinimi arasında doğrusal bir ilişki vardır. Pedden çıkan hava sıcaklığı azaldıkça, evaporatif serinletme su gereksinimi doğal olarak artmaktadır.



Şekil 4. Kahramanmaraş iklim koşullarında pedden çıkan hava sıcaklığının bir fonksiyonu olarak yıllık evaporatif su gereksinimi

Figure 4. Annual evaporative water requirement as a function of the air temperature leaving the pad in Kahramanmaraş climate conditions

Şekil 4'de verilen grafiğe göre; pedden çıkan hava sıcaklığının ( $T_p$ ) bir fonksiyonu olarak evaporatif serinletme için yıllık su gereksinimi  $T_{sg} = -71.98T_p + 2269.1$  eşitliği ile hesaplanabilir.

#### YSH için depo kapasitesi

Hasat edilen yağmur suyunun depolanması için farklı serinletme derecelerine göre ihtiyaç duyulan depo kapasiteleri Çizelge 5'de verilmiştir.

Çizelge 5 incelendiğinde bölgedeki su tüketimlerine

göre farklı depo kapasiteleri bulunduğu görülmektedir. YSH ile toplanacak su ile 1060.7 mm olan maksimum su gereksiniminin karşılanması için çatı alanına ilave olarak %45 daha fazla toplama alanına ihtiyaç duyulmaktadır. Toplam su gereksinimi yani içme ve diğer gereksinimle birlikte ihtiyaç olan 1532 mm suyun karşılanması için toplama alanının 2.1 katı daha fazla toplama alanına ihtiyaç duyulmaktadır. Bu değerler ıslak termometre sıcaklığına kadar havanın soğutulması ve sistemin dış ortam sıcaklığının 27°C ve üzerine çıktığında çalıştırılması durumunda ihtiyaç duyulan miktarlardır.

Çizelge 5. Farklı serinletme derecelerine göre ihtiyaç duyulan yağmur suyu depo kapasiteleri

Table 5. Rainwater storage capacities needed for different cooling degrees

#	Serinletme türü (Cooling option)	Yıllık su gereksinimi (mm) (Annual water requirement)	Depo kapasitesi (1000 baş için) (m <sup>3</sup> ) (Storage capacity)
1	27°C'de sistemin çalışması, 24°C kadar soğutma ve sadece soğutma suyu gereksinimi	541.6	45.1
2	27°C'de sistemin çalışması, 22°C kadar soğutma ve sadece soğutma suyu gereksinimi	685.4	57.1
3	27°C'de sistemin çalışması, $T_{wb}$ 'ye kadar soğutma ve sadece soğutma suyu gereksinimi (*)	1060.7	88.3
4	27°C'de sistemin çalışması, $T_{wb}$ 'ye kadar soğutma ve diğer tüm su gereksinimi (*)	1532.0	135.3

\* İhtiyaç duyulan suyun tamamının yağmur suyundan karşılanabilmesi için çatı alanı dışında ek su toplama alanına ihtiyaç vardır.

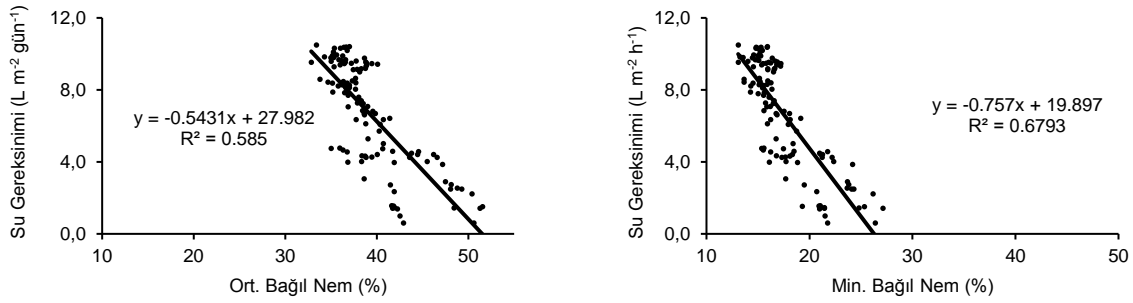
Bölgede ortalama yağış verilerine göre ( $733.6 \text{ L m}^{-2}$ ) sadece kümes çatısından hasat edilerek depolanacak su miktarı zaten bellidir. Ancak kümes çatısı dışında da su hasadı yapılabilir. Bu nedenle farklı serinletme senaryolarına göre de hesaplamalar yapılmıştır. Büyük işletmeler için ihtiyaç duyulacak suyun tamamının depolanması için bir depo inşa etmek oldukça yüksek maliyetler getirebilir. Örneğin 30,000 baş etlik piliç kümesi için ikinci senaryo için yaklaşık  $1650 \text{ m}^3$  lük bir depo hacmine ihtiyaç duyulacaktır. Bu deponun yüksekliğinin 3 m olması durumunda, taban alanı  $550 \text{ m}^2$  olacaktır. Bu depo yapısı maliyet açısından değerlendirildiğinde işletmeler için rantabl olmayabilir. Araştırmacılar büyük işletmeler için su depolama amacıyla sabit yapılar yerine arazi üzerinde açılacak çukurların zeminin su geçirmez brandalarla izole edildiği, sızdırmaz, üzeri açık depolama çözümleri önermektedirler (Von Zabeltitz, 2011). Bu

durumda sıcak yaz aylarında buharlaşma kayıplarının da dikkate alınması gerekecektir.

### Su gereksinimi ile sıcaklık ve bağıl nem arasındaki ilişkiler

Su gereksiniminin sıcaklık, bağıl nem ve güneş ışınımı ile arasında psikrometrik hesaplamalardan da bilindiği gibi bir ilişki vardır. Mevcut veri seti ile hesaplanan değerlerin karşılaştırılması, hesaplamaların doğruluğunun test edilmesi ve bölgesel olarak görülen bazı ekstrem durumlar için (yüksek sıcaklık, düşük bağıl nem) ilişkilerin belirlenmesi amacıyla su gereksinimi ve meteorolojik veriler arasındaki ilişkiler de araştırılmıştır.

Şekil 5'de evaporatif serinletme su gereksinimi ve bağıl nem arasındaki ilişkiler verilmiştir.



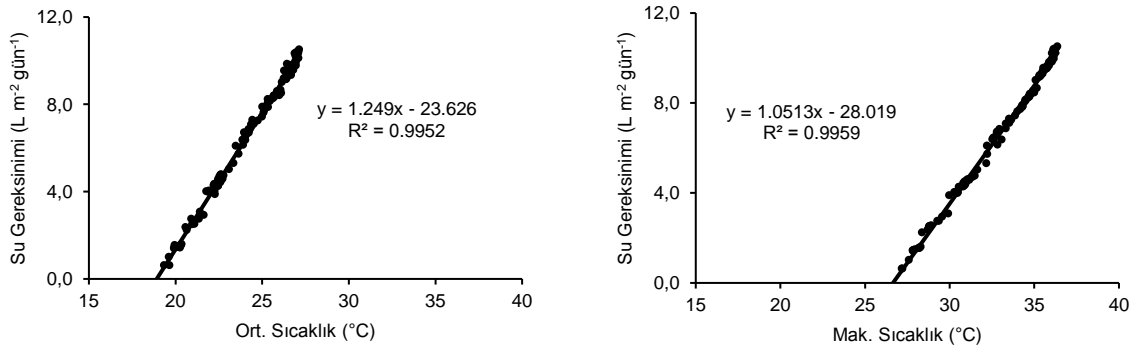
Şekil 5. Evaporatif serinletme su gereksinimi ve bağıl nem arasındaki ilişkiler

Figure 5. The relationships between evaporative cooling water requirement and relative humidity

Şekil 5'de verilen bağıl nem ve su gereksinimi ilişkileri incelendiğinde, ortalama ve minimum bağıl nem ile su tüketimi arasında önemli ve yüksek derecede negatif yönlü korelasyon olduğu görülüyor ( $P < 0.01$ ). Korelasyon katsayısı ortalama ve minimum bağıl nem için sırasıyla  $-0.765$  ve  $-0.824$  olarak bulunmuştur. Minimum bağıl nem ile su gereksinimi arasında daha güçlü bir ilişki olduğu görülmektedir. Havadaki nemin düşük olması, yani buhar basıncı açığının yüksek

olması durumunda daha fazla su buharlaşabilecek ve daha fazla su tüketimi olacaktır. Yüksek sıcaklıkların görüldüğü saatlerde bağıl nem minimum düzeyde olduğundan daha yüksek su gereksinimi olması doğaldır.

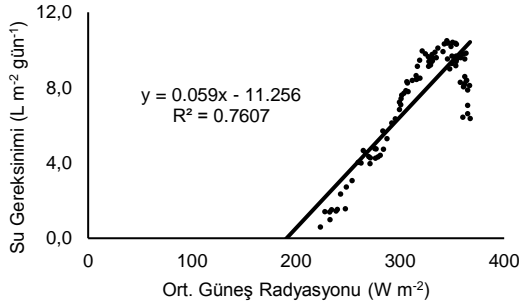
Şekil 6'da sistemin aktif olduğu saatlerdeki ortalama ve maksimum sıcaklıkların günlük ortalamaları ve su gereksinimi arasındaki ilişkiler verilmiştir.



Şekil 6. Evaporatif serinletme su gereksinimi ve sıcaklık arasındaki ilişkiler

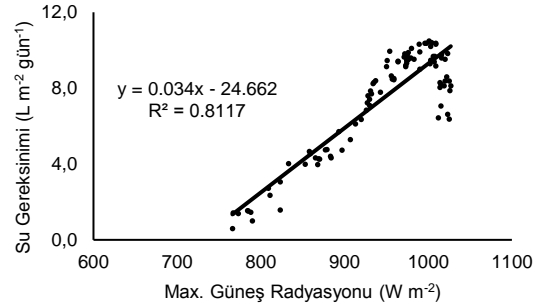
Figure 6. The relationships between evaporative cooling water requirement and temperature

Şekil 6 incelendiğinde su gereksinimi ile sıcaklıklar arasında güçlü bir ilişki olduğu görülmektedir. Sıcaklıkların artışı ile su gereksinimi aynı oranda artmaktadır. Psikrometrik diyagram üzerindeki serinletme işleminde de havanın entalpisi değişmeden sıcaklığın düşürülmesi durumunda havaya belli bir miktar su buharı eklenmesi gerektiği bilinmektedir. Dolayısıyla sıcaklık yükseldikçe eklenecek su



miktarının da aynı oranda yükselmesi gerekir. Yapılan hesaplamalara göre oluşturulan grafiklerin bu durumla uyumlu olduğu anlaşılmaktadır.

Şekil 7'de sistemin aktif olduğu saatlerdeki ortalama ve maksimum güneş ışınımı günlük ortalamaları ve su gereksinimi arasındaki ilişkiler verilmiştir.



Şekil 7. Evaporatif serinletme su gereksinimi ve güneş ışınımı arasındaki ilişki

Figure 7. The relationships between evaporative cooling water requirement and solar radiation

Şekil 7 incelendiğinde güneş ışınımının yükselmesi ile su gereksinimi doğru oranda artmıştır. Ortalama ve maksimum güneş ışınımı ile su gereksinimi arasındaki korelasyonlar önemli bulunmuştur ( $P < 0.01$ ). Maksimum güneş ışınım değerleri ile su gereksinimi arasındaki korelasyon katsayısı (0.508), ortalama güneş ışınım değerinden (0.371) biraz daha yüksek bulunmuştur.

## SONUÇ ve ÖNERİLER

Etlik piliç kümeslerinde evaporatif serinletme sistemi başta olmak üzere içme ve temizlik amacıyla ihtiyaç duyulan su, iklim koşullarına ve serinletme sisteminin etkinliğine göre değişmekle birlikte oldukça yüksektir. Bu çalışmada Kahramanmaraş iklim koşulları için kümeslerde ihtiyaç duyulan su miktarı hesaplanmış ve bunun yağmur suyu hasadı ile karşılanabilme olanağı araştırılmıştır. Bulgular yağmur suyunun depolanması ile büyük oranda ihtiyacın karşılanabileceğini göstermesine rağmen, bu amaçla ihtiyaç duyulan depo kapasitesinin büyük olmasından dolayı işletmeler için yüksek maliyetlere neden olabilir. YSH ile ihtiyaç duyulan suyun karşılanması, suyun kıt olduğu bölgelerde ve mevcut su kaynaklarına destek olarak tercih edilebilir. Ayrıca yağmur suyunun düşük mineral madde içermesi, selüloz bazlı pedlerde oluşacak kireç birikimi ve bundan kaynaklı tıkanıklıkları önlenmesi açısından faydalı olabilir. Ancak içme suyu olarak da kullanılması durumunda mineral madde ilavesi gerekebilir.

## Araştırmacıların Katkı Oranı Beyan Özeti

Yazarlar makaleye eşit oranda katkı sağlamış olduklarını beyan eder.

## Çıkar Çatışması Beyanı

Makale yazarları aralarında herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan ederler.

## KAYNAKLAR

- Abbasi T, Abbasi S 2011. Sources of pollution in rooftop rainwater harvesting systems and their control. *Critical Reviews in Environmental Science* 41(23):2097-2167. doi: 10.1080/10643389.2010.497438.
- Ahmad T, Sarwar M 2005. Influence of varying sources of dietary electrolytes on the performance of broilers reared in a high temperature environment. *Animal feed science and technology* 120(3-4):277-298.
- Alleman F, Leclercq B 1997. Effect of dietary protein and environmental temperature on growth performance and water consumption of male broiler chickens.
- ASHRAE 2013. *Fundamentals, Ashrae Handbook, Chapter 1: Psychrometrics*. American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers, Atlanta, USA. 16s.
- Atilgan A, Mutlu A 2000. Adana'daki etlik piliç kümeslerinde yazın oluşan sorunlar ve alınması gereken önlemler. *Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi* 15 (3):87-94.
- Atilgan A, Yucel A, Oz H 2012. Determination of heating and cooling day data for broiler housing: Isparta case. *Journal of Food, Agriculture & Environment* Vol.10 (3&4):353-356.
- Aviagen 2019. Ross 308 broiler performance objectives. Aviagen Group, Huntsville, AL 35806, USA. 16s.
- Barton TL 1996. Relevance of water quality to broiler and turkey performance. *Poultry Science* 75(7):854-



- 856.
- Baytorun AN, Makaay AMA 2019. Farklı İklim Bölgelerindeki Seralarda Evaporatif Soğutma Olanaklarının Belirlenmesi. Çukurova Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi 34(4):29-38.
- Belay T, Teeter RG 1993. Broiler Water Balance and Thermobalance During Thermoneutral and High Ambient Temperature Exposure. Poultry Science 72(1):116-124. doi:10.3382/ps.0720116.
- Bolton D 1980. The computation of equivalent potential temperature. Monthly weather review 108(7):1046-1053.
- Chiu Y-R, Liaw C-H, Chen L-C 2009. Optimizing rainwater harvesting systems as an innovative approach to saving energy in hilly communities. Renewable Energy 34(3):492-498. doi:10.1016/j.renene.2008.06.016.
- Donald J 2000. Getting the most from evaporative cooling systems in tunnel ventilated broiler houses. World Poultry 16(3):34-39.
- Dos Anjos NDFR 1998. Source Book of Alternative Technologies for Freshwater Augmentation in Latin America and the Caribbean. International Journal of Water Resources Development 14(3):365-398. doi:10.1080/07900629849277.
- Drastig K, Palhares JCP, Karbach K, Prochnow A 2016. Farm water productivity in broiler production: case studies in Brazil. J Clean Prod 135:9-19. doi:10.1016/j.jclepro.2016.06.052.
- Feddes J, Emmanuel E, Zuidhoft M 2002. Broiler performance, body weight variance, feed and water intake, and carcass quality at different stocking densities. Poultry Science 81(6):774-779. doi:10.1093/ps/81.6.774.
- Grizzle J, Armbrust T, Bryan M, Saxton A 1996. Water Quality I: The Effect of Water Nitrate and pH on Broiler Growth Performance. Journal of Applied Poultry Research 5(4):330-336. doi:10.1093/japr/5.4.330.
- Grizzle JM, Armbrust TA, Bryan MA, Saxton AM 1997. Water Quality II: The Effect of Water Nitrate and Bacteria on Broiler Growth Performance. Journal of Applied Poultry Research 6(1):48-55. doi:10.1093/japr/6.1.48.
- Helmreich B, Horn H 2009. Opportunities in rainwater harvesting. Desalination 248(1):118-124. doi:10.1016/j.desal.2008.05.046.
- Jafari RA, Fazlara A, Govahi M 2006. An investigation into Salmonella and fecal coliform contamination of drinking water in broiler farms in Iran. International Journal of Poultry Science 5(5):491-493.
- Köknaroglu H, Atilgan A 2007. Effect of Season on Broiler Performance and Sustainability of Broiler Production. Journal of Sustainable Agriculture 31(2):113-124
- Laknizi A, Mahdaoui M, Abdellah AB, Anoune K, Bakhouya M, Ezbakhe H 2019. Performance analysis and optimal parameters of a direct evaporative pad cooling system under the climate conditions of Morocco. Case Studies in Thermal Engineering 13:100362.
- Leeson S, Summers JD 2005. Commercial Poultry Nutrition, Third Edition. Vol. 1. Department of Animal and Poultry Science University of Guelph, Guelph, Ontario, Canada. Nottingham University Press, Nottingham, England. 413s.
- Lindley JA, Whitaker JH 1996. Agricultural buildings and structures. Vol. 1. American Society of Agricultural Engineers (ASAE).
- Manning L, Chadd SA, Baines RN 2007. Water consumption in broiler chicken: a welfare indicator. World's Poultry Science Journal 63(1):63-71.
- May JD, Lott BD, Simmons JD 2000. The effect of air velocity on broiler performance and feed and water consumption. Poultry Science 79(10):1396-1400.
- Meera V, Ahammed MM 2006. Water quality of rooftop rainwater harvesting systems: a review. Journal of Water Supply: Research and Technology-Aqua 55(4):257-268. doi:10.2166/aqua.2006.0010.
- MGM 2020a. İklim Sınıflandırması Kahramanmaraş. Meteoroloji Genel Müdürlüğü, Ankara.
- MGM 2020b. Resmi İstatistikler-İllere Ait Mevsim Normalleri (1930-2018). Meteoroloji Genel Müdürlüğü, Ankara.
- Mun JS, Han MY 2012. Design and operational parameters of a rooftop rainwater harvesting system: Definition, sensitivity and verification. Journal of Environmental Management 93(1):147-153. doi:10.1016/j.jenvman.2011.08.024.
- Pesti GM, Amato SV, Minear LR 1985. Water consumption of broiler chickens under commercial conditions. Poultry science 64(5):803-808.
- Sánchez AS, Cohim E, Kalid RA 2015. A review on physicochemical and microbiological contamination of roof-harvested rainwater in urban areas. Sustainability of Water Quality and Ecology 6:119-137. doi:10.1016/j.swaqe.2015.04.002.
- Singleton R 2004. Hot weather broiler and breeder management. Asian poultry magazine:26-29.
- Teeter RG, Belay T 1996. Broiler management during acute heat stress. Animal Feed Science and Technology 58(1):127-142. doi:10.1016/0377-8401(95)00879-9.
- Uğurlu N, Kara M 2000. Islak ped sistemiyle serinletmenin performans verileri ve kafes sistem kümes iç sıcaklığının düşürülmesine etkisi. Türk J Agric For 24(2000):79-86s.
- Viola ES, Vieira SL, Torres CA, Freitas DMd, Berres J 2008. Desempenho de frangos de corte sob suplementação com ácidos láctico, fórmico, acético e fosfórico no alimento ou na água. Brazilian journal of animal science 37(2):296-302.
- Von Zabnitz C 1986. Gewachshäuser - Handbuch des Erwerbsgartners. Handbuch des Erwerbsgartners.

- Ulmer -Verlag, Stuttgart.
- Von Zabeltitz C 2011. Integrated Greenhouse Systems for Mild Climates: Climate Conditions, Design, Construction, Maintenance, Climate Control, Berlin, Springer, 285-311. Integrated Greenhouse Systems for Mild Climates: Climate Conditions, Design, Construction, Maintenance, Climate Control.
- Vömel H 2016. Saturation vapor pressure formulations. <http://cires1.colorado.edu/~voemel/vp.html>. (Alınma Tarihi: 10.09.2020).
- Younes SA-M 2016. Modeling investigation of wet tropospheric delay error and precipitable water vapor content in Egypt. The Egyptian Journal of Remote Sensing and Space Science 19(2):333-342. doi: 10.1016/j.ejrs.2016.05.002.

## A New Approach to Measure Parcel Shapes for Land Consolidation

Fırat ARSLAN<sup>1</sup>, Hasan DEĞİRMENCI<sup>2</sup>, Şerife Tülin AKKAYA ASLAN<sup>3</sup>, Evelin JÜRGENSON<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Alanya Alaaddin Keykubat University, Gazipaşa Mustafa Rahmi Büyükbali Vocational School, Department of Plant and Animal Production, Antalya, Turkey, <sup>2</sup>Kahramanmaraş Sütçü İmam University, Agriculture Faculty, Biosystem Engineering Department, Kahramanmaraş, Turkey, <sup>3</sup>Bursa Uludağ University, Agriculture Faculty, Biosystem Engineering Department, Bursa, Turkey, <sup>4</sup>Estonian University of Life Sciences, Institute of Forestry and Rural Engineering, Chair of Geomatics, Tartu, Estonia

<sup>1</sup><https://orcid.org/0000-0002-7168-226X>, <sup>2</sup><https://orcid.org/0000-0002-6157-816X>, <sup>3</sup><https://orcid.org/0000-0001-5129-8642>

<sup>4</sup><https://orcid.org/0000-0003-2103-4333>

✉: frtRSLN@gmail.com

### ABSTRACT

Land consolidation (LC) is of significant importance and is an application that decreases land fragmentation level and deformed parcels, which reduce agricultural production, increasing fuel consumption and labor cost in the agriculture sector. The present research focuses on parcel shapes and investigates a new index measuring complexity of parcels. The most commonly used indices (fractal dimension, shape index, form factor, areal form factor, area perimeter ratios, and the number of points) are compared with the new shape index. The new shape index is calculated with the parcel's area and minimum bounding geometry of the parcel using geographic information systems. The new approach was applied to the cadastral data consisting of different types of parcel shapes before LC in a village in Mersin, Turkey. The new shape index showed a good performance in terms of measuring shape complexity and is easily applicable. The presented method may be used to assess LC projects or to determine priority areas for LC.

### Research Article

#### Article History

Received : 28.07.2020

Accepted : 13.01.2021

#### Keywords

GIS

New Shape Index

Parcel Shape Complexity

Parcel Shape Geometry

## Arazi Toplulaştırma Projelerinde Parsel Şekillerinin Değerlendirilmesi: Yeni Şekil İndeksi Yaklaşımı

### ÖZET

Tarım sektöründe, arazi toplulaştırma çalışmaları, arazi parçalılık seviyesinin azaltılması ve şekilleri bozulmuş parsellerin yeniden düzenlenmesi açısından büyük öneme sahiptir. Parsel şekillerinin düzensiz olması ve arazi parçalılığı yakıt tüketimini ve işgücü ihtiyacını arttırmaktadır. Bu çalışma parsel şekillerinin düzensizliğini ölçmek amacıyla yeni bir şekil indeksi üzerine odaklanmıştır. Parsel şekillerinin düzensizliğini ölçmek amacıyla yaygın olarak kullanılan göstergelerden şekil indeksi, şekil faktörü, alansal şekil faktörü, alan-çevre oranları ve parseli oluşturan nokta sayısı indekleri, yeni şekil indeksi ile karşılaştırılmıştır. Yeni şekil indeksi, coğrafi bilgi sistemi kullanılarak hesaplanan parsel alanı ve parseli çevreleyen en küçük dikdörtgenin alanı ile hesaplanmaktadır. Araştırmada Mersin İli'nde bulunan bir köyün arazi toplulaştırma öncesi kadastro verileri kullanılmıştır. Kolay uygulanma ve hesaplama yöntemi olan yeni şekil indeksi, parsel şekillerinin düzensizliğini ölçme açısından diğer şekil indekslerine göre daha iyi performans göstermiştir. Sonuçta, yeni şekil indeksi, arazi toplulaştırma projelerinin değerlendirmesinin yanında öncelikli proje alanlarını belirlemek amacıyla da kullanılabilir.

### Araştırma Makalesi

#### Makale Tarihi

Geliş Tarihi : 28.07.2020

Kabul Tarihi : 13.01.2021

#### Anahtar Kelimeler

Coğrafi Bilgi Sistemleri

Yeni Şekil İndeksi

Parsel Şekillerinin Düzensizliği

Parsel Geometrisi

**To Cite:** Arslan F, Değirmenci H, Akkaya Arslan ŞT, Jurgenson E 2021. A New Approach to Measure Parcel Shapes for Land Consolidation. KSU J. Agric Nat 24 (5): 1059-1067. DOI: 10.18016/ksutarimdog.vi.774846.

### INTRODUCTION

The land structure of farms is one of the essential factors to increase agricultural production. Adequate holding size, non-fragmented holding, and suitable parcel shape are important for a wide range of

agricultural production processes. Land administration issues, readjustment, and land consolidation have received considerable critical attention to achieve sustainable farming lands. There are an increasing number of studies that recognizes

the importance of agricultural land management in European countries such as Spain (Ónega-López et al., 2010), France (Latruffe and Piet, 2014), Estonia (Jürgenson, 2016; 2017; Looga et al. 2018), Poland (Kapidura et al., 2014; Leń, 2018; Leń and Noga, 2018; Wójcik-Leń et al., 2018) mostly Central and Eastern Europe (Van Holst et al., 2018) and in the other countries (Chen et al., 2018; Sadegh et al., 2018; Djanibekov and Finger, 2018; Asiama et al., 2017).

In the history of the development of agricultural lands, fragmented and deformed parcel shapes are thought of as a critical factor in the circumstances decreasing profitability of enterprises (Gonzales et al., 2004; Ayrancı, 2004; Aslan et al., 2007; Hristov, 2009; Vj Julie et al., 2012; Kirmikil and Arıcı, 2013; Colombo et al., 2017). Land fragmentation negatively impacting a range of agriculture processes such as plantation, maintenance, fertilization, irrigation, and harvest. Deformed parcel shapes have also led to a decline in agricultural production (Janus et al., 2016). Land consolidation is a significant solution to these problems within the field of land readjustment. Historically, the term “land consolidation” has been used to describe an application that provides sustainable land structure and develops road and irrigation services in rural areas (Değirmenci et al., 2017; 2018). A considerable amount of literature has been published on the effects of land consolidation. Existing researchers recognize the critical role played by land consolidation. Recently investigators examined the effects of land consolidation on climate change (Stańczuk-Gałwiaczek et al., 2018), fuel consumption, labor and machinery (Sharifzadeh et al., 2018; Değirmenci et al., 2017; Küsek, 2014), designing of irrigation schemes (Akkaya et al., 2017), parcel size (Boztoprak, 2015) and transportation (Harasimowicz et al., 2017; Platonova et al., 2011; Platonova, 2014).

The main challenge faced by researchers is measuring the success level of land consolidation. Measuring parcel shape complexity is one of the most frequently stated problems with land fragmentation. Several attempts were made to create shape indices measuring the complexity of parcel shape. Mostly used shape indices by researchers are fractal dimension (Krummel et al., 1987), shape index (McGarigal et al., 1995), form factor (Lewis et al., 1997), areal form factor (Gonzales et al., 2004; 2007), areal perimeter ratios (Libecap and Lueck, 2009; Jiao et al., 2012), number of points (Gasiorovski and Bielecka, 2014). The calculation of these indices is based on area and perimeter. So far, very little attention has been paid to the other features of shape features such as length of sides, acute angles, reflex angles, convexity, and compactness. The study of Demetriou et al. (2013) presents a new shape index to measure shape complexity. They improved that some indices (fractal dimension, shape index, and areal form factor) but do not accurately measure shape

complexity when specific parcels are investigated.

On the other hand, Bayram and Değirmenci (2018) stated that the fractal dimension, shape index, and form factor could be used to make a quick evaluation for a vast number of parcels. However, these indices don't give accurate results for a specific parcel. And more studies were conducted with shape indices calculated by perimeter and area (Huang et al., 2015; Feng and Liu 2015; Popov, 2017; Yu et al., 2018). Kwinta and Gniadek (2017) proposed another methodology with an equivalent rectangle to determine parcel shape. The experimental data are somewhat controversial, and there is no general agreement about which shape index should be used in agriculture. For this reason, the main aim of the study is to explore a new shape index measuring parcel shape complexity with simple parameters.

## MATERIAL and METHODS

Cadastral data before the land consolidation project of Halitağa village located in Mersin was taken as a material (Figure 1-2). In the study, the cadastral data sustained 193 parcels covering 16.49 ha of the village. The mean parcel size was 4.4 ha. The reason for choosing cadastral data before land consolidation was to find different shapes of parcels to evaluate. The village had ordinary parcel shapes, which are common in Turkey.

### Methods

Fractal dimension (FD), shape index (SI), form factor (FORM), areal form factor (AFF), area-perimeter ratio 1-2-3 (APR1, APR2, APR3), number of points (NoP), and new shape index (NSI) created are used to evaluate parcels belongs farmers in Halitağa village in Mersin/Turkey. Indices used are given in Table 1 below with formulas calculating via three parameters;

- $A_i$ : area of  $i$  parcel,
- $A_{min}$ : area of minimum bounding geometry of  $i$  parcel (smallest rectangle covers the parcel),
- $P_i$ : the perimeter of  $i$  parcel.

The area of minimum bounding geometry is calculated by the tool (Data Management Tool/ Features/ Minimum Bounding Geometry) of ArcMap 10.6 version of ArcGIS. The number of points calculated with the help of ArcMap 10.6. The attribute table of shapefile is opened, new field added and as a calculator code “NoP==!shape!.pointcount-1” is written on the field of calculator Python tool. The new parcel shape index is calculated with minimum bounding geometry areas is divided into a parcel area. If a parcel is a rectangle, minimum bounding geometry with rectangle should cover it, and the areas should be the same. When the difference is getting larger between two areas, the parcel's shape complexity is getting an increase. This idea demonstrates NSI as an agricultural parcel shape index.

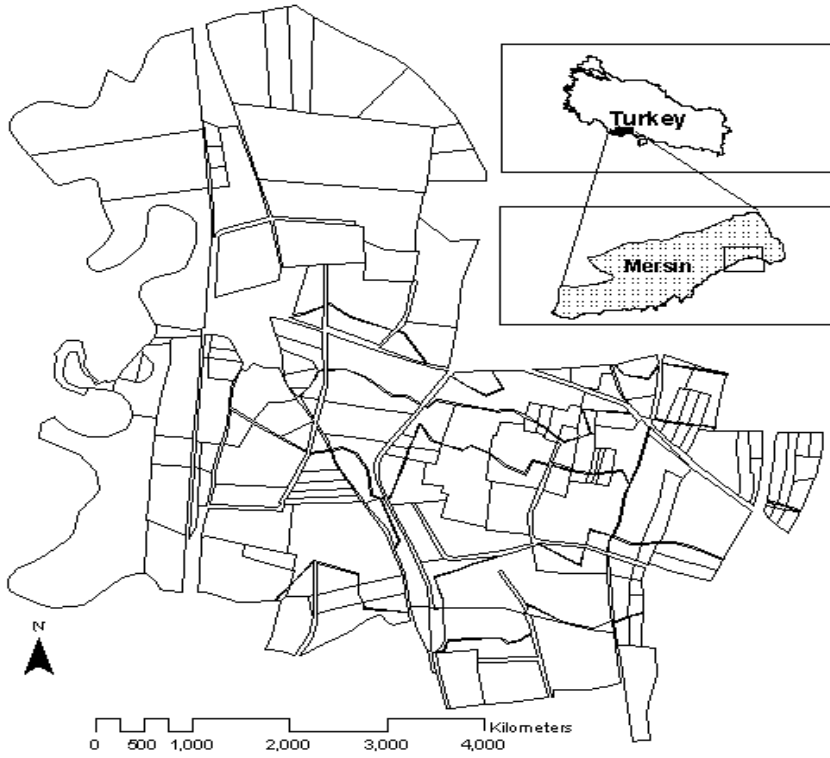


Figure 1. Location of Halitağa Village  
Şekil 1. Halitağa Köyü lokasyon haritası

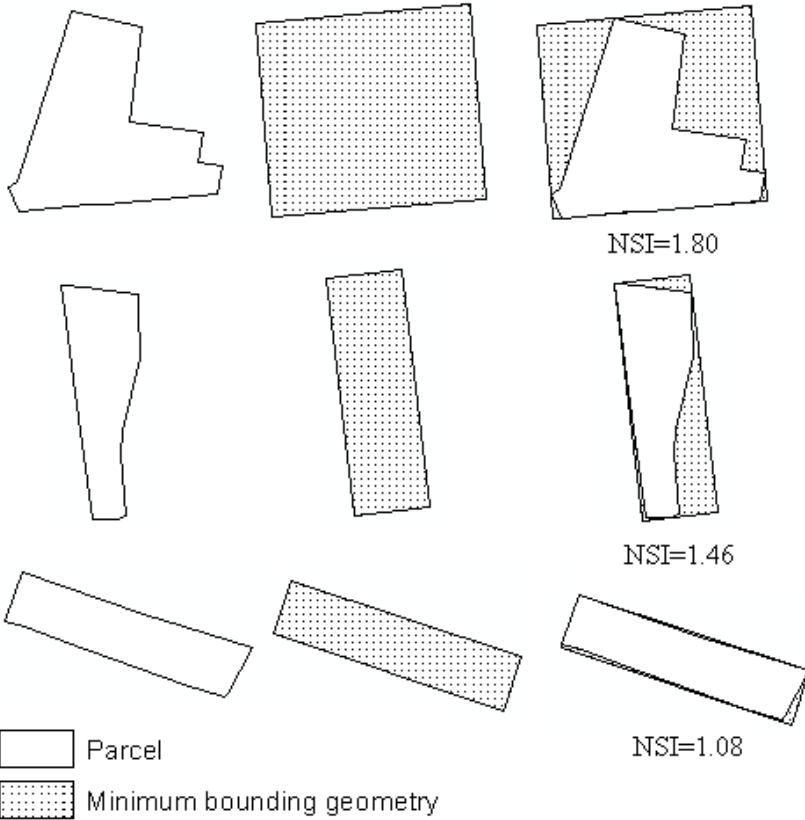


Figure 2. New shape index approach  
Şekil 2. Yeni şekil indeksi yaklaşımı

Table 1. Parcel shape indices and formulas

Çizelge 1. Parsel şekil göstergeleri ve formülleri

Indices <i>Göstergeler</i>	Code <i>Kısaltma</i>	Formula <i>Formül</i>	Range <i>Aralık</i>	Optimum value <i>Optimum değer</i>	Utilization <i>Kaynaklar</i>
Fractal dimension	FD	$FD = \frac{2 \ln(P_i)}{\ln(A_i)}$	[1,2]	1	(Krummel et al., 1987) Demetriou et al., 2013)
Shape index	SI	$SI = \frac{P_i}{2\sqrt{\pi A_i}}$	$[\pi/2, +\infty)$	1	(McGarigal et al., 1995)
Form factor	FORM	$FORM = \frac{4\pi A_i}{P_i^2}$	(0,1)	1	(Russ, 2002; Lewis et al., 1997)
Areal form factor	AFF	$AFF = \frac{A_i}{P_i^2}$	(0,+∞)	1	(Gonzales et al., 2004;2007)
Area-perimeter ratio 1	APR1	$APR1 = \frac{P_i}{4\sqrt{A_i}}$	$(\sqrt{\pi}/2, +\infty)$	1	(Jiao and Liu, 2012)
Area-perimeter ratio 2	APR2	$APR2 = \frac{A_i}{P_i}$	(0,+∞)	1	(Demetriou et al., 2013)
Area-perimeter ratio 1	APR3	$APR3 = \frac{P_i}{\sqrt{A_i}}$	(0,+∞)	1	(Libecap and Lueck, 2009)
Number of points	NoP	-	[3,+∞)	4	(Gasiorowski and Bielecka, 2014)
New shape index	NSI	$NSI = \frac{A_{min}}{A_i}$	[1,+∞)	1	(Arslan et al., 2018)

**RESULT and DISCUSSION**

Table 2 presents the summary statistics for shape indices. What stands out in the table is the variation coefficient of the indices. Variation coefficient (VC) helps compares the standard deviation between

different indices in percentages. VC of APR1, APR2, and NoP favourably changed when compared to the other indices. The values FD calculated for parcels are the values closest to each other. The purpose of the summary statistics given below is to show the range of shape indices values.

Table 2. Summary statistics for parcel shape indices

Çizelge 2. Parsel şekil indeksleri temel istatistikleri

Indices <i>Göstergeler</i>	FD	SI	FORM	AFF	APR1	APR2	APR3	NoP	NSI
Max	1.83	2.81	0.82	0.07	0.97	144.27	9.98	45	4.17
Min	1.23	1.10	0.13	0.01	0.98	1.52	3.91	3	1.02
Mean	1.33	1.41	0.56	0.04	1.65	36.50	4.99	9.48	1.46
*Var coef (%)	5.59	21.28	29.11	29.11	59.70	69.61	21.28	71.59	28.38

\*Variation coefficient, FD: Fractal dimension, SI: shape index, FORM: form factor, AFF: areal form factor, APR-1-2-3: area perimeter ratio 1-2-3, NoP: number of points, NSI: new shape index

Correlation analysis illustrates the relation between shape indices, and results were given in Table 3. The correlations between NSI and the other indices are significant at the p=0.05 level except for APR2. A comparison of the findings with the study of Bayram and Değirmenci (2018) confirms the correlation between FD, SI, and FORM. Interestingly, the correlation was observed between methods, although calculation methods of NSI differ from the other indices, and it was one of the most striking observations to continue to this study.

Table 4 shows shapes which are chosen randomly to

illustrate the change of indices' values of shapes. An optimum value of all shape indices is one, while NoP is expected to be 4. Values of fractal dimension, shape index, form factor, areal form factor, area perimeter ratios, and the number of parcels gave inconsistent results regarding optimum values and shape view. For example, FD was calculated as 1.41 for parcel no 240 while 1.33 for parcel no 217, which was supposed to have better shape according to value. On the other hand, the other indices show similar performance, which is not accurate except NSI. Rectangle parcels that are suitable for agriculture have values of NSI close to 1.

Table 3. Correlation among parcel shape indices including NSI  
Çizelge 3. Parcel şekil indeksleri ve NSI arasındaki korelasyon

Correlation Analysis		SI	FORM	AFF	APR1	APR2	APR3	NoP	NSI
FD	cc	0.662	-0.610	-0.610	0.662	-0.673	0.662	-0.243	0.215
	p	0.000***	0.000***	0.000***	0.000***	0.000***	0.000***	0.000***	0.003***
SI	cc		-0.932	-0.932	1.000	-0.238	1.000	0.287	0.513
	p		0.000***	0.000***	0.000***	0.001***	0.000***	0.000***	0.000***
FORM	cc			1.000	-0.932	0.209	-0.932	-0.318	-0.501
	p			0.000***	0.000***	0.004***	0.000***	0.000***	0.000***
AFF	cc				-0.932	0.209	-0.932	-0.318	-0.501
	p				0.000***	0.004***	0.000***	0.000***	0.000***
APR1	cc					-0.238	1.000	0.287	0.513
	p					0.001***	0.000***	0.000***	0.000***
APR2	cc						-0.238	0.556	-0.0258
	p						0.001***	0.000***	0.722
APR3	cc							0.287	0.513
	p							0.000***	0.000***
NoP	cc								0.400
	p								0.000***

Significance level at \*\*\* p<0.01, \*\*p<0.05, \*p<0.10 value, cc: correlation coefficient, p: p value, FD: Fractal dimension, SI: shape index, FORM: form factor, AFF: areal form factor, APR-1-2-3: area perimeter ratio 1-2-3, NoP: number of points, NSI: new shape index

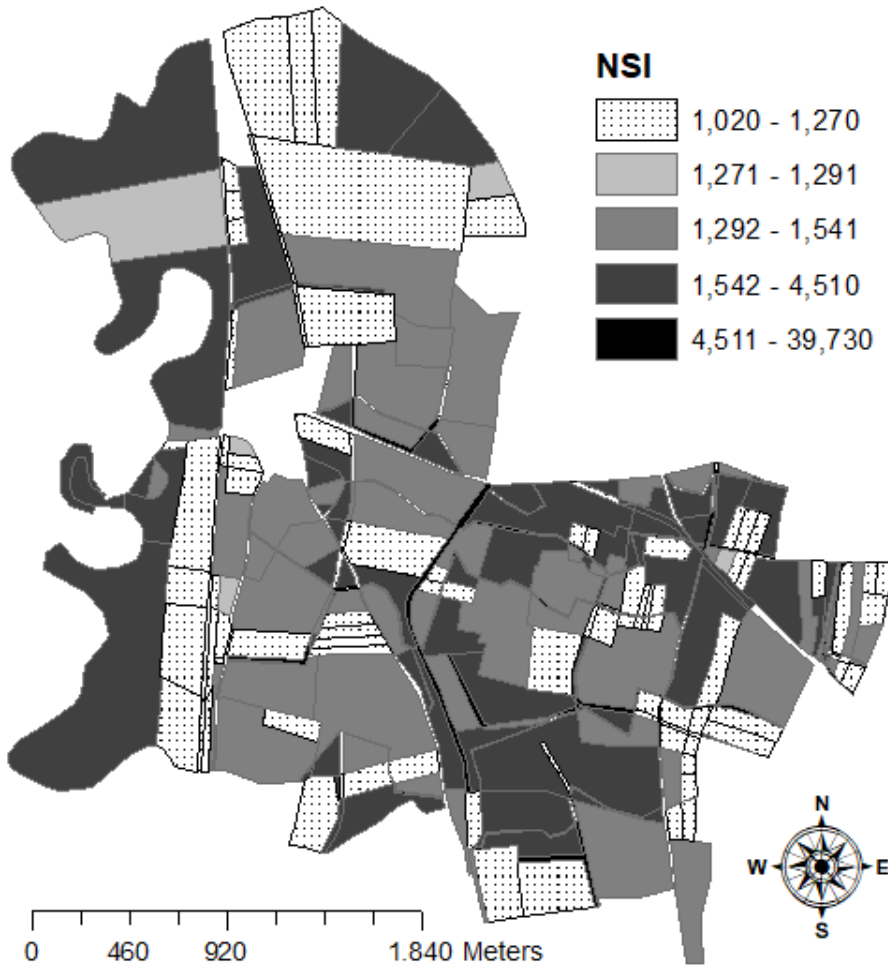

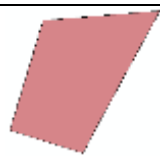
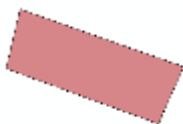











Figure 3. Spatial NSI (new shape index) classification (geometrical interval) of Halitağa village' parcels  
Şekil 3. Halitağa Köyü'nün yeni şekil indeksi sınıflandırma haritası

Table 4. Some chosen parcels with values of indices  
*Çizelge 4. Seçilen parsellerin şekil indeks değerleri*

Parcel no <i>Parsel numarası</i>	Parcel shape <i>Parsel şekilleri</i>	Value of shape indices* <i>Parsel şekil gösterge değerleri</i>		Parcel no <i>Parsel numarası</i>	Parcel shape <i>Parsel şekilleri</i>	Value of shape indices <i>Parsel şekil gösterge değerleri</i>	
240		FD: 1.41	APR2: 11.63	188		FD: 1.30	APR2: 29.20
		SI: 3.15	APR3: 5.59			SI: 2.45	APR3: 4.33
		FORM: 0.40	NoP: 4			FORM: 0.67	NoP: 5
		AFF: 0.03	NSI: 1.02			AFF: 0.05	NSI: 1.29
		APR1: 1.40				APR1: 1.05	
210		FD: 1.42	APR2: 8.05	52		FD: 1.30	APR2: 32.79
		SI: 2.55	APR3: 4.53			SI: 2.53	APR3: 4.49
		FORM: 0.61	NoP: 6			FORM: 0.62	NoP: 12
		AFF: 0.05	NSI: 1.05			AFF: 0.05	NSI: 1.39
		APR1: 1.13				APR1: 1.12	
63		FD: 1.38	APR2: 19.28	57		FD: 1.26	APR2: 63.46
		SI: 3.59	APR3: 6.35			SI: 2.35	APR3: 4.16
		FORM: 0.31	NoP: 4			FORM: 0.73	NoP: 15
		AFF: 0.02	NSI: 1.07			AFF: 0.06	NSI: 1.46
		APR1: 1.59				APR1: 1.04	
124		FD: 1.42	APR2: 7.37	172		FD: 1.29	APR2: 61.93
		SI: 2.38	APR3: 4.22			SI: 3.00	APR3: 5.31
		FORM: 0.70	NoP: 5			FORM: 0.45	NoP: 16
		AFF: 0.06	NSI: 1.09			AFF: 0.04	NSI: 1.81
		APR1: 1.06				APR1: 1.33	
138		FD: 1.30	APR2: 32.50	217		FD: 1.33	APR2: 40.16
		SI: 2.46	APR3: 4.36			SI: 3.45	APR3: 6.12
		FORM: 0.66	NoP: 7			FORM: 0.34	NoP: 21
		AFF: 0.05	NSI: 1.11			AFF: 0.03	NSI: 2.15
		APR1: 1.09				APR1: 1.53	
125		FD: 1.33	APR2: 23.27	201		FD: 1.42	APR2: 18.72
		SI: 2.71	APR3: 4.81			SI: 4.89	APR3: 8.67
		FORM: 0.54	NoP: 5			FORM: 0.17	NoP: 37
		AFF: 0.04	NSI: 1.20			AFF: 0.01	NSI: 2.60
		APR1: 1.20				APR1: 2.17	

\*FD: Fractal dimension, SI: shape index, FORM: form factor, AFF: areal form factor, APR-1-2-3: area perimeter ratio 1-2-3, NoP: number of points, NSI: new shape index

It was tried to present the performance of the new shape index with specific examples above. Figure 3 shows the spatial distribution of all parcels classified by NSI values. Black-colored parcels with NSI values more than 2 are unshaped and are not convenient for farming. It is also apparent white-colored parcels have complexity less than shades of grey colored parcels.

Figure 4 presents that some cases that NSI may not show good performance to measure shape complexity. Some shapes with the value of NSI close to 1 may be very narrow, long rectangular plots. It is possible to solve this situation by classifying by aspect ratio. Parcels' aspect ratio is recommended to be between 1: 3 and 1: 8 in Turkey, and it may change in every



country. Some type of parcel shapes may not be measured properly with NSI. For instance, L-shaped parcels that may be defined as deformed according to NSI values even they are suitable for agricultural production. Some type of parcels that NSI is not adequate to measure their shape complexity are given in the figure.

There is limited literature on measuring shape index in rural areas. The latest and most extensive study about shape index was conducted by Demetriou et al. (2013). They suggested a shape index calculated by

several parameters (length of sides, acute angles, reflex angles, boundary points, compactness, regularity). The shape index was suggested to use in land consolidation. Kwinta and Gniadek (2017) carried out another study on parcel geometry. They recommend a new methodology to measure parcel shape complexity with an equivalent rectangle of a parcel. However, the study mostly focused on land fragmentation. The current study with NSI gives simple and easy applicable methodology using just two parameters (area of the parcel and minimum bounding parcel geometry).

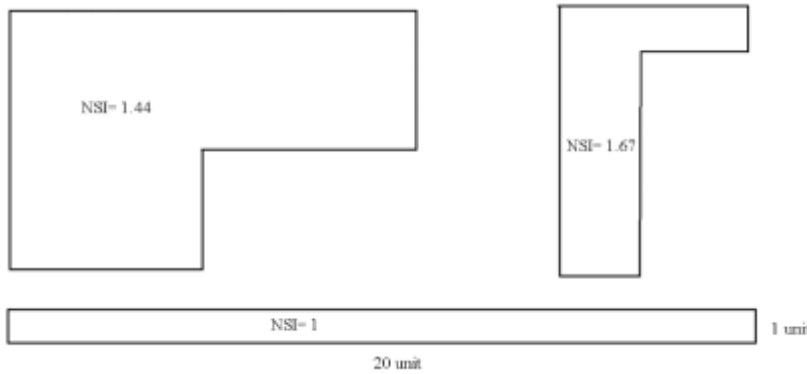


Figure 4. Some parcel shapes where it is not convenient to use the NSI  
*Şekil 4. Yeni şekil indeksi kullanımının elverişli olmadığı parsel şekilleri*

## CONCLUSION

Objective of this investigation was to present a new parcel shape index to measure shape complexity. The study revealed a significant correlation between shape indices commonly used among researchers. The findings reported here shed new light on measuring a parcel's deformation level in a rural area. Existing shape indexes are controversial and can be inadequate to meet the needs due to calculation methodology or parameter requirements. The current study suggests that a new shape index can measure parcel shape complexity in the assessment of land consolidation projects or rural areas. It can also be used to determine priority areas for land consolidation. The index sustained a low performance in measuring some rare circumstances, such as L-shaped and narrow parcels. However, such situations may not occur frequently, and could be fixed easily with aspect ratio. In upcoming studies, the new shape index should be tested in other countries to determine its universal use in rural areas.

## Statement of Conflict of Interest

The authors have declared no conflict of interest.

## Contribution of the Authors as Summary

Authors declares the contribution of the authors is equal.

## REFERENCES

- Akkaya S, Toprak R, Kara M 2017. Arazi Toplulaştırmasının Toplu Yağmurlama Şebekesi Proje ve İşletme Maliyetlerine Etkisi. *Bahri Dağdaş Bitkisel Araştırma Dergisi* 6(1): 1-9.
- Arslan F, Değirmenci H, Akkaya Aslan ŞT 2018. Determination of Relationship among Shape Indexes Used for Land Consolidation. ICASMP 2018: International Conference on Agricultural Soil Management Practices, 17-18 May 2018, Barcelona, Spain.
- Asiama KO, Bennett RM, Zevenbergen JA 2017. Land consolidation on Ghana's rural customary lands: Drawing from The Dutch, Lithuanian and Rwandan experiences. *Journal of Rural Studies* 56: 87-99.
- Aslan T, Gündoğdu K, Arıcı İ 2007. Some Metric Indices for the Assessment of Land Consolidation Projects. *Pakistan Journal of Biological Sciences* 10(9): 1390-1397.
- Ayrancı Y 2004. Bir Parselde Optimum Boy/En Oranın Belirlenmesinde Bir Yaklaşım. *Selçuk Tarım Bilimleri Dergisi* 18(33): 1-7.
- Bayram R, Değirmenci H 2018. Arazi Toplulaştırma Projelerinde Parsel Şekillerinin Analizi: Niğde Misli Ovası 2. Kısım Yıldıztepe Örneği. *KSÜ Tarım ve Doğa Derg* 21(4): 500-510.
- Boztoprak T 2015. Kamulaştırmanın Parsel Sayısı ve Ortalama Parsel Büyüklüğüne Etkisi. Selçuk Üniversitesi Mühendislik, *Bilim ve Teknoloji*

- Dergisi* 3(2): 10-17.
- Chen F, Yu M, Zhu F, Shen C, Zhang S, Yang Y 2018. Rethinking Rural Transformation Caused by Comprehensive Land Consolidation: Insight from Program of Whole Village Restructuring in Jiangsu Province, China. *Sustainability* 10(6): 2071-1050.
- Colombo S, Perujo Villanueva M 2017. The inefficiency and production costs due to parcel fragmentation in olive orchards. *New Medit* 16(2): 2-11.
- Değirmenci H, Arslan F, Keten M 2018. Arazi Toplulaştırma Projelerinde Parsel Şekillerinin Değişimi: Şanlıurfa Bozca Köyü Örneği. International Conference on Agriculture, Forest, Food Sciences and Technologies, 2-5 April 2018, Çeşme-Izmir/Turkey.
- Değirmenci H, Arslan F, Tonçer R, Yoğun E 2017. Evaluation of land fragmentation parcel shapes before land consolidation project: a case study of Tırhan Village in Niğde Misli Plain. *Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi* 34(3): 182-189.
- Demetriou D, See L, Stillwell J 2013. A parcel shape index for use in land consolidation planning. *Transactions in GIS* 17(6): 861-882.
- Djanibekov U, Finger R 2018. Agricultural risks and farm land consolidation process in transition countries: The case of cotton production in Uzbekistan. *Agricultural Systems* 164: 223-235.
- Feng Y, Liu Y 2015. Fractal dimension as an indicator for quantifying the effects of changing spatial scales on landscape metrics. *Ecological Indicators* 53: 18-27.
- Gasiorowski J, Bielecka E 2014. Land fragmentation analysis using morphometric parameters. In Environmental Engineering. Proceedings of the International Conference on Environmental Engineering. ICEE (Vol. 9, p. 1). Vilnius Gediminas Technical University, Department of Construction Economics & Property.
- Gonzalez XP, Alvarez CJ, Crecente R 2004. Evaluation of land distributions with joint regard to plot size and shape. *Agricultural Systems* 82: 31-43.
- Gonzalez XP, Marey MF, Alvarez CJ 2007. Evaluation of productive rural land patterns with joint regard to the size, shape and dispersion of plots. *Agricultural Systems* 92: 52-62.
- Harasimowicz S, Janus J, Bacior S, Gniadek J 2017. Shape and size of parcels and transport costs as a mixed integer programming problem in optimization of land consolidation. *Computers and electronics in agriculture* 140: 113-122.
- Hristov J, 2009. Assessment of the Impact of High Fragmented Land Upon the Productivity and Profitability of the Farms. [https://stud.epsilon.slu.se/472/1/Hristov\\_J\\_010909.pdf](https://stud.epsilon.slu.se/472/1/Hristov_J_010909.pdf) Last access time: 10.08.2018
- Huang SQ, Chen Y, Zhang RZ, Wu W, Wei C 2015. Spatial correlation analysis of land fragmentation and agriculture development based on landscape indexes. *Agr. Res. Arid Area* 33: 238-244.
- Janus J, Glowacka A, Bozek P 2016. Identification of areas with unfavorable agriculture development conditions in terms of shape and size of parcels with example of Southern Poland. In Proceedings of 15th International Scientific Conference: Engineering for Rural Development, 15: 1260-1265.
- Jiao L, Liu Y 2012. Analyzing the shape characteristics of land use classes in remote sensing imagery. *ISPRS Annals of Photogrammetry, Remote Sens. Spatial Inf. Sci* 1-7: 135-140.
- Jiao L, Liu Y, Li H 2012. Characterizing land-use classes in remote sensing imagery by shape metrics. *ISPRS, Journal of Photogrammetry and Remote Sensing* 72: 46-55.
- Jürgenson E 2016. Land reform, land fragmentation and perspectives for future land consolidation in Estonia. *Land Use Policy* 57: 34-43.
- Jürgenson E 2017. Implementation of the Land Reform in Estonia: Institutional Arrangement, Speed of Implementation and Land Plot Fragmentation (Doctoral dissertation, Eesti Maaülikool).
- Kirmikil M, Arici I 2013. The Role of Land Consolidation in the Development of Rural Areas in Irrigation Areas. *Journal of Food, Agriculture & Environment* 11(2): 1150-1155.
- Krummel JR, Gardner RH, Sugihara G, O'Neill RV, Coleman PR 1987. Landscape patterns in a disturbed environment. *Oikos*, 321-324.
- Kupidura A, Łuczewski M, Home R, Kupidura P 2014. Public perceptions of rural landscapes in land consolidation procedures in Poland. *Land use policy* 39: 313-319.
- Kupidura A, Łuczewski M, Home R, Kupidura P 2014. Public perceptions of rural landscapes in land consolidation procedures in Poland. *Land use policy* 39: 313-319.
- Küsek G 2014. Arazi Toplulaştırmasının Parsel Şekli ve Tarımsal Mekanizasyon Uygulamalarına Etkileri: Konya-Ereğli-Acıkuyu ve Özgürler Köyleri Örnekleri. *Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi* 29(2): 1-14.
- Kwinta A, Gniadek J 2017. The description of parcel geometry and its application in terms of land consolidation planning. *Computers and Electronics in Agriculture* 136: 117-124.
- Latruffe L, Piet L 2014. Does land fragmentation affect farm performance? A case study from Brittany, France. *Agricultural Systems* 129: 68-80.

- Leń P 2018. An algorithm for selecting groups of factors for prioritization of land consolidation in rural areas. *Computers and Electronics in Agriculture* 144: 216-221.
- Leń P, Noga K 2018. Prioritization of Land Consolidation Interventions in the Villages of Central Poland. *Journal of Ecological Engineering*, 19: 1.
- Lewis HG, Cote S, Tatnall ARL 1997. Determination of spatial and temporal characteristics as an aid to neural network cloud classification. *International Journal of Remote Sensing* 18: 899-915.
- Libecap G, Lueck D 2009. The Demarcation of Land and the Role of Coordinating Institutions. Cambridge, MA, National Bureau of Economic Research Working Paper No. 14942
- Looga J, Jürgenson, E, Sikk K, Matveev E, Maasikamäe S 2018. Land fragmentation and other determinants of agricultural farm productivity: The case of Estonia. *Land use policy* 79: 285–292.
- McGarical K, Marks BJ 1995. FRAGSTATS: Spatial Pattern Analysis Program for quantifying Landscape Structure. Washington, D.C., U.S. Department of Agriculture, Forest Service, General Technical Report No PNW-GTR-351.
- Ónega-López FJ, Puppim de Oliveira JA, Crecente-Maseda R 2010. Planning innovations in land management and governance in fragmented rural areas: Two examples from Galicia (Spain). *European Planning Studies* 18(5): 755-773.
- Platonova D 2014. Land consolidation in Latvia. Doctoral thesis, Latvia University of Agriculture, Faculty of Economics and Social Development.
- Platonova D, Setkovska L, Jankava A 2011. Assessment principles of land fragmentation. *Baltic Surveying'11*, 117-124.
- Popov A 2017. Assessment of land fragmentation of agricultural enterprises in Ukraine. *Economic annals XXI* 164(3-4): 56-60.
- Russ JC 2002. *The Image Processing Handbook*, fourth ed. CRC Press, Boca Raton, FL.
- Sadegh M, Christos A, Masouleh D 2018. Land consolidation success in paddy fields of northern Iran: An assessment based on farmers' satisfaction. *Land use policy* 73: 95-101.
- Sharifzadeh A, Abdollahzadeh G, Kalantari K, Sehat A 2018. Farmland Fragmentation and Consolidation Issues in Iran; an Investigation from Landholder's Viewpoint.
- Stańczuk-Gańwiaczek M, Sobolewska-Mikulska K, Ritzema H, van Loon-Steensma J.M 2018. Integration of water management and land consolidation in rural areas to adapt to climate change: Experiences from Poland and the Netherlands. *Land Use Policy* 77: 498-511.
- Van Holst F, Hartvigsen M, Ónega Lopex F 2018. Land governance for development in Central and Eastern Europe: Land fragmentation and land consolidation as part of Sustainable Development Goals. In *World Bank Land and Poverty Conference*.
- Vijulie I, Matei E, Manea G, Cocoş O, Cuculici R 2012. Assessment of Agricultural Land Fragmentation in Romania, A Case Study: Izvoarele Commune, Olt County. *Acta geographica Slovenica*, 52(2), 403-430.
- Wójcik-Leń J, Sobolewska-Mikulska K, Sajnóg N, Leń P 2018. The idea of rational management of problematic agricultural areas in the course of land consolidation. *Land Use Policy* 78: 36-45.
- Yu D, Wang D, Li W, Liu S, Zhu Y, Wu W, Zhou Y 2018. Decreased Landscape Ecological Security of Peri-Urban Cultivated Land Following Rapid Urbanization: An Impediment to Sustainable Agriculture. *Sustainability* 10(2): 394.

## Doğu Akdeniz Bölgesi Tarım İşletmelerinde Oluşan İş Kazaları ve Etkili Faktörler

İsmail GİZLENCİ<sup>1</sup>, Ali AYBEK<sup>2</sup>

<sup>1</sup>DSİ 123. Şube Müdürlüğü, İşletme ve Bakım Başmühendisliği, 66100, Yozgat/TÜRKİYE, <sup>2</sup>Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Biyosistem Mühendisliği Bölümü, 46100, Kahramanmaraş/TÜRKİYE

<sup>1</sup><https://orcid.org/0000-0001-9952-2869>, <sup>2</sup><https://orcid.org/0000-0003-3036-8204>

✉: aaybek@ksu.edu.tr

### ÖZET

Çalışmada Doğu Akdeniz Bölgesi tarım işletmelerinde oluşan iş kazaları ve etkili faktörler belirlenmiş ve değerlendirilmiştir. Bu amaçla bölgeyi oluşturan illerin tarımsal özelliklerini yansıtacak her ilden; merkez ve üç ilçeden toplam 166 işletme sayısı oransal örnekleme yöntemiyle seçilmiştir. Veriler anket aracılığı ile işletme sahipleri ya da sorumluları ile yüz yüze görüşme yoluyla gerçekleştirilmiştir. Bölgedeki tarım işletmelerinin %21.1'inde iş kazaları gerçekleşmiştir. Kazalara sırası ile tarım makinaları, tarım traktörleri, elektrik çarpması, hayvanlar ve diğer araçlar neden olmuştur. Kazalar; şarapole uçma (%42.9), sıkışma-ezilme (%31.4), vücudu bir parçaya kaptırma (%14.3), vücuda herhangi bir parçanın çarpması (%5.7), traktörden düşme (%2.9) ve traktörün çarpması/başka araçla çarpışma (%2.9) şeklinde gerçekleşmiştir. Tarım makinalarından kaynaklı iş kazaları en fazla pulluk (%17.1) ve ekim makinası (%17.1) ile olmuştur. Kazazedelerin %69.6'sının hafif yaralandığı, %10.9'unun ağır yaralandığı ve %4.3'ünün ise kısmen fiziksel engelli olarak görülmüştür. Bölgedeki işletmelerde kazaya karışan traktörlerin %38.2'si 0-5 yaş, %41.2'si 6-10 yaş, %2.9'u 11-15 yaş, %8.8'i 16-20 yaş ve %8.7'si ise 21+ yaş grubundadır. İşletmecilerin eğitim düzeyleri ile iş kazası oluşma durumu arasında istatistiksel olarak önemli bir ilişki bulunmaktadır ( $X^2=8.25$ ;  $P=0.041$ ). Traktör yıllık bakım yapılma durumu ile iş kazası oluşma durumu arasında pozitif bir bağıntı bulunmaktadır ( $X^2=5.49$ ;  $P=0.019$ ). Traktör yaşı ile iş kazası oluşma durumu arasında istatistiksel olarak önemli bir ilişki bulunmaktadır ( $X^2=3.98$ ;  $P=0.046$ ).

### Araştırma Makalesi

### Makale Tarihi

Geliş Tarihi : 29.09.2020

Kabul Tarihi : 02.03.2021

### Anahtar Kelimeler

Tarım işletmeleri

İş kazaları

Doğu Akdeniz Bölgesi

## Occupational Accidents Occurring in the Eastern Mediterranean Region and Effective Factors

### ABSTRACT

In this study, occupational accidents and influential factors in the agricultural enterprises in the Eastern Mediterranean Region were determined and evaluated. For this purpose, total number of 166 enterprises from the central and three districts were selected by proportional sampling method from each province reflecting the agricultural characteristics of the provinces that form the region. The data were carried out by means of face-to-face surveys with enterprise owners or their managers. Occupational accidents occurred as 21.1% of the agricultural enterprises in the region. The accidents were caused by agricultural machinery, agricultural tractors, electric shock, animals and other vehicles, respectively. The accidents occurred in the type of flying to the stockade (42.9%), jamming crushing (31.4%), sucking the body in a part (14.3%), part hitting on the body (5.7%) falling from the tractor (2.9%) and crashing of tractor/crashing with another vehicle (2.9%). Occupational accidents caused by agricultural machinery were mostly with plow (17.1%) and sowing machine (17.1%) respectively. It was observed that 69.6% of the casualties were slightly injured, 10.9% were seriously injured and 4.3% were partially physically disabled, respectively. And also, 38.2% of the

### Research Article

### Article History

Received : 29.09.2020

Accepted : 02.03.2021

### Keywords

Agricultural enterprises

Occupational accidents

Eastern Mediterranean Region

tractors involved in the accident in the region were 0-5 years old, 41.2% were 6-10 years old, 2.9% were 11-15 years old, 8.8% were 16-20 years old and 8.7% were 21+ age group. There is a statistically significant relationship between the education level of the operators and the occurrence of occupational accidents ( $X^2=8.25$ ;  $P=0.041$ ). There is a positive correlation between the annual maintenance of the tractor and the occurrence of occupational accidents ( $X^2=5.49$ ;  $P=0.019$ ). There is a statistically significant relationship between the age of tractors and the occurrence of occupational accidents ( $X^2=3.98$ ;  $P=0.046$ ).

**Atıf İçin:** Gizlenci İ, Aybek A. 2021. Doğu Akdeniz Bölgesi Tarım İşletmelerinde Oluşan İş Kazaları ve Etkili Faktörler. KSÜ Tarım ve Doğa Derg 24 (5): 1068-1083. DOI: 10.18016/ksutarimdog.vi.801602.  
**To Cite:** Gizlenci İ, Aybek A. 2021. Occupational Accidents Occurring in the Eastern Mediterranean Region and Effective Factors. KSU J. Agric Nat 24 (5): 1068-1083. DOI: 10.18016/ksutarimdog.vi.801602.

## GİRİŞ

Tarım sektörü; gıdaların üretimi ve beslenme ile doğrudan ilgisi, aktif nüfus ve işgücündeki oranı, milli gelire katkısı ve sanayi sektörüne sağladığı hammadde ve sermaye yanında, sağlıklı çevrenin oluşması ve korunması, ekolojik dengenin kurulması ve sürdürülebilirliği açısından da tüm ülkeleri ilgilendirmekte ve bu nedenle ekonomik ve sosyal bir sektör olma özelliğini korumaktadır. Hem ekonomi hem de istihdam açısından bakıldığında tarım sektöründe iş sağlığı ve güvenliğinin ihmal edilemeyecek kadar önemli bir konu olduğu görülmektedir.

Endüstriyel sektörler içerisinde tarım gerek dünyada gerekse Türkiye’de istihdamda önemli bir yer oluşturmaktadır. Ekonomik ve teknolojik gelişmeler ile sektörün dinamik yapısı tarım çalışanlarının iş ve çalışma koşullarını, buna bağlı olarak çalışma hayatı ve yaşam standartlarını etkilemektedir. Tarım sektörü, inşaat ve madencilikle beraber dünyadaki en tehlikeli iş kollarından biridir. Uluslararası Çalışma Örgütü’ne (ILO) göre, 1.3 milyar tarım işçisinden her yıl 170 000 kişi ölmekte önemli bir kısmı ciddi şekilde yaralanmakta veya meslek hastalığına yakalanmaktadır (Yavuz ve Şimşek, 2012). Böcek ilaçları, diğer kimyasallara maruz kalma ile tarım makineleri kazaları sektördeki ölüm, yaralanma ve hastalıkların iki temel nedenidir.

Tarım sektörü, Cumhuriyetin kuruluşundan bugüne kadar, ülkenin ekonomik ve sosyal gelişiminde çok önemli bir görevi üstlenmiş ve bu görevi bugüne kadar etkin bir şekilde sürdürmüş ve sürdürmeye de devam edecektir. 1960’tan sonra ekonomik gelişmede önceliğin sanayi sektörüne kaydırılması ve diğer sektörlerin buna paralel olarak gelişmesi tarım sektörünün ekonomi içindeki payını azaltmış ve bu gelişme yapısal bir dönüşüm olarak kabul edilmiştir. Fakat tarım sektörü bu gelişmelere rağmen, ülke nüfusunun büyük bir çoğunluğuna gelir ve istihdam sağlamayı halen sürdürmektedir. Nitekim kırsal alanda yaşayan insanların en başta gelen istihdam kaynağı yine tarımdır (Yücel, 2012).

Tarımsal Mekanizasyon; insanları ve biyolojik malzemeleri göz önünde tutarak bitkisel ve hayvansal üretimde kullanılan alet, makine, sistem ve teknolojilerin, mekanik, elektronik ve ergonomik ilkelere göre en uygun tasarımlarını ve üretimlerini gerçekleştiren, bu unsurların en uygun kullanımını sağlayan ve enerji gereksinimlerini saptayan, yenilenebilir enerji kaynaklarının tarımda kullanım olanaklarını geliştiren çok disiplinli bir bilim dalıdır.

Teknolojideki yeniliklere paralel olarak traktörlerde motor gücü ve performansında hızlı bir gelişme gözlenmiş, bugün kullanılan traktörler, teknolojik olarak son şeklini almıştır. Traktörler; bir taraftan teknolojik olarak gelişirken, sürücünün rahat çalışmasını sağlamak ve güvenlik açısından karşılaşılabileceği riskleri en aza indirmek amacıyla başta kabin, ergonomik tasarım olmak üzere pek çok yenilik hayata geçirilmiştir. Özellikle güvenlik konusunda sıkı kurallar ortaya konmuş ve çeşitli yönetmeliklerle de bunlar denetim altına alınmıştır (Anonim, 1999).

Türkiye’de tarımın sürdürülebilirliği; tarım çalışanlarının, çalışma yerlerindeki sağlık ve güvenliklerinin temini ile mümkün olabilecektir. Türkiye’de tarım makineleri kazaları ile ilgili kayıt bulmak oldukça güçtür. İlgili sektörde, çalışanların çoğu kendi nam ve hesabına çalışanlar olduğundan, adli vaka dışında kaza/meslek hastalığı kayıtlarını tutmaya yönelik bir sistem mevcut değildir.

Dünya’da yapılan araştırmalarda tarım sektöründe iş sağlığı ve güvenliği açısından pek çok farklı risklerin (tarım makineleri, pestisitler, gaz ve tozlar, hayvanlar, vb.) söz konusu olduğu bildirilmektedir.

Türkiye’de tarımda iş kazalarına yönelik bazı çalışmalar (Doğan, 1992; Peker ve Özkan, 1994; Gölbaşı, 2002; Öz, 2005; Bülbül, 2006; Akbolat ve ark., 2007; Perktas, 2007; Öztürk, 2008; Ünal ve ark., 2008; Yücel, 2012; Erbörü, 2014; Yıldırım ve Altuntaş, 2015; Baydaş ve Altuntaş 2017; Sağlam ve ark., 2017; Alçayır, 2018; Özkan ve Dilay, 2020) yapılmıştır. Teknolojik gelişmelere bağlı olarak kullanılan traktör, tarım alet ve makinalarının kullanımına ve iş

güvenliğine yönelik alınacak önlemler son yıllarda önem kazandığı için yeni istatistiksel bilgi ve verilere ulaşma zorunluluğunu ortaya çıkarmaktadır. Bu anlamda Türkiye’de konuya ilişkin çalışmalar henüz başlangıç düzeyindedir. Bu nedenle sektörün mevcut durumunun analizi ve gerekli çözüm önerilerinin oluşturulması için alana ilişkin araştırmaların ülke çapında yoğunlaştırılması, elde edilen verilerin işlenmesi ve yönetim birimleri ve üreticilerce sistematik şekilde kullanılması gerekmektedir.

Türkiye’de genel olarak tarımsal üretim; bitkisel ve hayvansal üretimin organik bir bütün olarak gerçekleştirildiği tarım işletmeleri tarafından yapılmaktadır. Doğu Akdeniz Bölgesi, bitkisel ve hayvansal üretim açısından Türkiye’nin önemli bir yöresidir. Sektöre ilişkin yöresel bazda kapsamlı olarak yapılacak araştırmalar, sağlıklı ve güvenli bir üretim planlaması ve ekonomik işletmecilik politikalarına temel teşkil edecektir.

Bu çalışmada, Doğu Akdeniz Bölgesi (Adana, Hatay, Kahramanmaraş, Osmaniye) tarım işletmelerinde oluşan iş kazaları ve etkili faktörler belirlenmiş ve değerlendirilmiştir

## MATERYAL ve METOD

### Materyal

Araştırmanın materyalini, Doğu Akdeniz Bölgesi’nde (Adana, Hatay, Kahramanmaraş, Osmaniye) oransal örnekleme yöntemi ile belirlenen toplam 166 tarım işletmesinden elde edilen anket verileri oluşturmaktadır. İşletmelerin belirlenmesinde her bir ilde tarım teknolojilerinin yoğun olarak kullanıldığı ilk üç ilçe seçilmiştir (Çizelge 1). Anket verileri, 2018 yılı Ocak-Nisan döneminde, yüz yüze görüşme yapılarak elde edilmiştir. Anket soruları yazarlar tarafından geniş bir literatür taraması neticesinde hazırlanmış olup, daha sonra konu uzmanları ile yapılan görüşmeler ile son şeklini almıştır. Anket formunda sorulara ilişkin dört genel başlık yer almıştır. Bunlar; 1) Tarım işletmecileri ve çalışanların özellikleri, 2) Tarım işletmelerinin genel özellikleri, 3) Tarım işletmelerinde kullanılan mekanizasyon araçlarına ilişkin bilgiler, 4) Tarım işletmelerinde oluşan iş kazaları ve etkili faktörlere ilişkin bilgilerdir. Sorular, kapalı uçlu, açık uçlu ve Likert ölçeğinde hazırlanmıştır.

Çizelge 1. Anket uygulanan bölge bilgileri

Table 1. Area information surveyed

İller (Provinces)	İlçeler (Districts)	Toplam tarım işletmesi sayısı (Adet) (Total number of agricultural enterprises) (Number)	Oranlar (%) (Proportions)	Anket uygulanan tarım işletmesi sayısı (Adet) (Number of agricultural enterprises surveyed) (Number)
Adana	Seyhan	1816	5.8	10
	Ceyhan	5847	18.8	31
	Karataş	2148	6.9	11
Hatay	Dörtyol	1210	3.9	7
	Kırıkhan	3586	11.5	19
	Kumlu	1017	3.3	6
Kahramanmaraş	Göksun	2594	8.3	14
	Pazarcık	4869	15.6	26
	Türkoğlu	1889	6.1	10
Osmaniye	Toprakkale	408	1.3	2
	Kadirli	4022	12.9	21
	Düziçi	1751	5.6	9
Toplam (Total)		31157	100	166

### Yöntem

#### Örnek hacminin belirlenmesi

Araştırma kapsamında ele alınan illerin ilçelerindeki tarım işletmesi sayıları, Tarım ve Orman Bakanlığı, İl Tarım ve Hayvancılık Müdürlüğü, Çiftçi Kayıt Sistemi verilerinden alınmıştır. Anket yapılacak işletme sayısı oransal örnek hacmi formülü ile belirlenmiştir (Newbold, 1995). Sonlu bir popülasyon için belli bir özelliği taşıyanların bilinen veya tahmin edilen oranına göre örnek hacmi Eşitlik 1’deki gibidir. p değeri daha önceki araştırmalardan elde edilebileceği gibi sezgisel olarak da tahmin edilebilir. Maksimum

örnek hacmine ulaşmak için  $p=0.5$  alınmıştır.  $p$ ’nin 0.5’den daha az veya daha yüksek değerleri örnek hacmini düşürür. O nedenle  $p$ ’nin bilinmediği durumlarda maksimum örnek hacmiyle çalışmak olası hatayı azaltacağından  $p=0.5$  alınmalıdır (Miran 2015).

$$n = \frac{N * p * (1 - p)}{(N - 1) * \sigma_p^2 + p * (1 - p)} \quad (1)$$

Burada;

n : Örnek hacmi,

N : Popülasyondaki işletme sayısı,

$\sigma_p^2$  : Oranın varyansı,  
r : Ortalamadan sapma (%1),  
 $Z_{\alpha/2}$  : Z cetvel değeri (2.58),  
p : İşletme sayısının popülasyondaki oranını göstermektedir.

Oranın varyansına (Eşitlik 2) bağlı olarak %99 güven aralığında ( $Z = 2.58$ ) ve ortalamadan % 0.1 sapma ile anket yapılacak işletme sayısı 166 olarak belirlenmiştir (Eşitlik 3).

$$\sigma_p^2 = \left( \frac{r}{Z_{\alpha/2}} \right)^2 = \left( \frac{0.10}{2.58} \right)^2 = 0.001502 \quad (2)$$

$$n = \frac{31157 * 0.5 * (1-0.5)}{(31157-1) * 0.001502 + 0.5 * (1-0.5)} = 166 \quad (3)$$

### Verilerin değerlendirilmesi

İki değişken arasında ilişki olup olmadığını belirlemek veya iki değişken arasındaki ilişkinin istatistiksel olarak anlamlı olup olmadığını belirlemek amacıyla Ki-Kare ( $X^2$ ) bağımsızlık testi kullanılır (Nakip, 2006; Baş, 2008; Tekin, 2009).

Anket formu ile elde edilen bilgilerin gerekli kodlamaları yapılarak, veriler bilgisayarda SPSS programı yardımı ile değerlendirilmiştir. Verilerin tanımlayıcı istatistik değerleri tablolara aktararak yorumlanmıştır. İşletme, işletmeci özellikleri ve anket kapsamındaki özellikler ile işletmede meydana gelen iş kazası oluşma durumu arasındaki ilişkileri incelemek amacıyla  $X^2$  bağımsızlık testinden yararlanılmıştır. Testin geçerli olabilmesi için sorulara alınan yanıtlar daraltılmıştır.

## BULGULAR ve TARTIŞMA

### Tarım İşletmecileri ve Çalışanların Özellikleri

Anket kapsamındaki işletme sahiplerinin; % 98.8'i erkek ve % 1.2'si kadın olup yaş dağılımları açısından en yüksek (%34.9) oran, 36-45 yaş grubudur, bunu sırası ile 46-55 yaş grubu (%32.5), 56 + yaş grubu (%16.9), 26-35 yaş grubu (%13.9) ve 15-25 yaş grubu (%1.8) izlemektedir. İşletme sahiplerinin eğitim durumu değerlendirildiğinde, bölge genelinde % 59'u ilkököl, % 22.9'u ortaokul, %11.4'ü lise ve %6.6'sı üniversite mezunudur. İşletme sahiplerinin tarımdaki iş deneyimlerine bakıldığında, yarısı (%50) 25 yıldan daha fazla deneyimlidir. İş deneyimi 16-20 yıl olanların oranı %25.3, 11-15 yıl olanların oranı %12.1 ve 6-10 yıl olanların oranı ise %10.2'dir. Şenel (2006), söz konusu bölgede yapmış olduğu bir çalışmada, işletme sahiplerinin eğitim düzeyini, okur-yazar olmayanları %3.4, ilkököl %50.7, ortaokul %22.9, lise %21.5 ve üniversite mezunu olanları %1.5 olarak belirlemiştir. Bu veriler karşılaştırıldığında geçen 10 yıldan fazla bir süreçte tarım işletmecilerinin eğitim düzeyinde bir değişimin olmadığı ve düşük olduğu

ayrıca genel anlamda işletme sahiplerinin tarımda deneyimli olduğu söylenebilir.

Anket uygulanan tarım işletmelerinin %62.7'sinde hiç çalışan bulunmamaktadır. İşletmelerin %18.7'sinde 1 çalışan, %10.2'sinde 2 çalışan, %4.8'inde 3 çalışan, %1.8'inde 4 çalışan, %0.6'sında 5 çalışan ve %1.2'sinde ise 6 çalışan bulunmaktadır. İşletmeciler ile yapılan görüşmelerde işletmelerde daimi çalışan bulundurulmadığı, dönemsel olarak mevsimlik işçi çalıştırıldığı bildirilmiştir.

### Tarım İşletmelerinin Genel Özellikleri

Yapılan anket sonucu değerlendirmelerine göre bölgedeki tarım işletmelerinin %24.7'si 5 ha'dan küçük, %34.3'ü 5.1-10 ha, %19.3'ü 10.1-15 ha, %10.8'i 15.1-20 ha ve %10.8'i 20 ha'dan daha büyük işletme büyüklüğüne sahiptir. Bölgede sulu arazisi bulunan tarım işletmelerinin %47.6'sı ve kuru arazi varlığı olan işletmelerin %78.9'u 0-5 ha işletme büyüklüğüne sahiptir. İşletmelerin %76.5'i bitkisel üretim, %1.2'si hayvansal üretim ve %22.3'ü bitkisel+hayvansal üretim faaliyeti gerçekleştirmektedir.

### Tarım İşletmelerinde Kullanılan Mekanizasyon Araçlarına İlişkin Bilgiler

Ele alınan bölgedeki tarım işletmelerinin %0.6'sında hiç traktör olmadığı, %87.3'ünde bir traktör, %10.2'sinde iki traktör ve %1.8'inde üç traktör olduğu belirlenmiştir. Şenel (2006), bölgede yapmış olduğu araştırmasında işletmelerin %89.3'ünde bir traktör, %7.8'inde iki traktör, %0.5'inde üç traktör, %2.4'ünde dört traktör olduğunu belirlemiştir. Aybek ve Hürsitoğlu (2002), Kahramanmaraş yöresinde tarım işletmelerinin mekanizasyon özelliklerini belirlemek amacıyla yapmış oldukları çalışmada işletmelerin %88'inde bir traktör, %11'inde iki traktör, %1'inde üç traktör olduğunu belirlemişlerdir. Geçen süreye rağmen bölgedeki işletmelerin traktör sayılarında artış olmadığı görülmektedir. Bu duruma yaşanan ekonomik krizler ve işletmeler için devlet desteklemelerinin yetersiz kalmasının etkili olduğu söylenebilir.

Anket kapsamındaki işletmelerin %34.9'unun 0-5 yaş grubu, %28.3'ünün 6-10 yaş grubu, %10.2'sinin 11-15 yaş grubu, %4.2'si 16-20 yaş grubu ve %22.3'ünün 21+ yaş grubu traktörlere sahip olduğu belirlenmiştir. Yılmaz (2018), Türkiye'de traktör yıllık kullanımının ortalama 500 saat/yıl olduğunu, buna göre traktör ekonomik ömrünü 20 yıl olarak tamamladığını bildirmiştir. Buna göre bölgede kullanılan tarım traktörlerinin yaklaşık %25'inin ekonomik ömrünü tamamladığı, %15'inin de yakın dönemde tamamlayacağı görülmektedir.

Araştırma kapsamındaki tarım işletmelerinde kullanılan traktör markalarına bakıldığında, en yüksek (%24.7) Massey Ferguson gelmektedir. Bunu

New Holland (%19.3), Fiat (%15.1), Tümosan (%11.4) ve Case (%11.4), Erkunt (%8.4), John Deere (%7.2) ve Hattat (%5.4) izlemektedir. Yıl içerisinde traktör bakım ve kontrollerini yapan işletme oranı %76.5, yapmayanların oranı ise %23.5 olarak belirlenmiştir.

Bölgedeki tarım işletmelerinin tarım makinalarına sahip olma durumu incelendiğinde; toprak işleme makinaları %55, ekim makinaları %35, ilaçlama

makinaları %72.9, gübreleme makinaları %23.2, römork %92.2 olarak belirlenmiştir.

### Tarım İşletmelerinde Oluşan İş Kazaları ve Etkili Faktörlere İlişkin Bilgiler

Anket kapsamındaki tarım işletmelerinde, oluşan iş kazası oranları Çizelge 2'de, iş kazalarına neden olan başlıca faktörler ise Çizelge 3'te verilmiştir.

Çizelge 2. Tarım işletmelerinde oluşan iş kazası oranları

Table 2. Occupational accident rates in agricultural enterprises

İş kazası oluştu mu? (Did occupational accident occur?)	İller (Provinces)								Doğu Akdeniz Bölgesi (Eastern Mediterranean Region)	
	Adana		Hatay		Kahramanmaraş		Osmaniye		İşletme Sayısı (Enterprise Number)	%
	İşletme Sayısı (Enterprise Number)	%	İşletme Sayısı (Enterprise Number)	%	İşletme Sayısı (Enterprise Number)	%	İşletme Sayısı (Enterprise Number)	%		
Evet (Yes)	10	19.2	4	12.5	13	26	8	25	35	21.1
Hayır (No)	42	80.8	28	87.5	37	74	24	75	131	78.9
Toplam (Total)	52	100	32	100	50	100	32	100	166	100

Çizelge 3. Tarım işletmelerinde iş kazalarına neden olan başlıca faktörler

Table 3. Main factors causing occupational accidents in agricultural enterprises

İş kazası kaynağı (Occupational accident source)		İller (Provinces)								Doğu Akdeniz Bölgesi (Eastern Mediterranean Region)	
		Adana		Hatay		Kahramanmaraş		Osmaniye		İşletme Sayısı (Enterprise Number)	%
		İşletme Sayısı (Enterprise Number)	%	İşletme Sayısı (Enterprise Number)	%	İşletme Sayısı (Enterprise Number)	%	İşletme Sayısı (Enterprise Number)	%		
Hayvanlar (Animals)	Yok (No)	52	100	32	100	49	98	32	100	165	99.4
	Var (Yes)	0	0	0	0	1	2	0	0	1	0.6
Araba, motosiklet (Car, Motorcycle)	Yok (No)	52	100	32	100	49	98	32	100	165	99.4
	Var (Yes)	0	0	0	0	1	2	0	0	1	0.6
Tarım alet ve makinaları (Agricultural tools and machinery)	Yok (No)	42	80.7	28	87.5	42	84	24	75	136	81.9
	Var (Yes)	10	19.3	4	12.5	8	16	8	25	30	19.1
Elektrik çarpması (Electric Shock)	Yok (No)	50	96.2	32	100	50	100	32	100	164	98.8
	Var (Yes)	2	3.8	0	0	0	0	0	0	2	1.2

Bölgedeki tarım işletmecilerinin %21.1'i iş kazası geçirdiklerini bildirmişlerdir. Bölgede iş kazaları en fazla Kahramanmaraş ilinde (%26), en az ise Hatay ilinde (%12.5) meydana gelmiştir (Çizelge 2). İş kazası geçiren işletmelerde en fazla tarım alet ve makinaları kazalara neden olmaktadır. Bunu sırası ile elektrik çarpması, hayvanlar ve araç kazaları izlemektedir (Çizelge 3). Aybek ve Sabancı (2001), diğer ülkelerde yapılan tarımsal çalışmalarda başlıca kaza faktörlerini tarım makinaları (%18), tarım traktörleri (%8), hayvanlar (%17), el aletleri (%8) güç makinaları (%5) ve diğer makinalar (%14) olarak bildirmişlerdir.

Bu çalışmada elde edilen değerler, kaza faktörleri açısından hayvan faktörü hariç benzerlik göstermektedir.

İşletmelerde iş kazalarının olduğu yerler Çizelge 4'te ve iş kazalarının gün içinde olduğu zamanlar Çizelge 5'te, traktör ve tarım makineleri ile yapılan iş kazalarının oluş şekli Çizelge 6'da verilmiştir.

Bölgedeki işletmelerde meydana gelen iş kazalarının olduğu yerler açısından değerlendirildiğinde, kazaların %42.9'u işletme içinde, %11.4'ü köy yolunda, %14.3'ü tarla yolunda, %28.6'sı tarlada, %2.9'u da şehir yolunda oluşmuştur (Çizelge 4).



Çizelge 4. Tarım işletmelerinde iş kazalarının oluştuğu yerler  
Table 4. Places where occupational accidents occur in agricultural enterprises

İş kazasının oluştuğu yer (Place of Occupational Accident)	İller (Provinces)								Doğu Akdeniz Bölgesi (Eastern Mediterranean Region)	
	Adana		Hatay		Kahramanmaraş		Osmaniye			
	İşletme Sayısı (Enterprise Number)	%	İşletme Sayısı (Enterprise Number)	%	İşletme Sayısı (Enterprise Number)	%	İşletme Sayısı (Enterprise Number)	%	İşletme Sayısı (Enterprise Number)	%
İşletme içi (On-premises)	5	50	3	75	5	38.5	2	25	15	42.9
Köy yolu (Village road)	3	30	0	0	0	0	1	12.5	4	11.4
Tarla yolu (Field road)	0	0	1	25	3	23.1	1	12.5	5	14.3
Tarla (Field)	2	20	0	0	4	30.8	4	50	10	28.6
Şehir yolu (City road)	0	0	0	0	1	7.7	0	0	1	2.9
Toplam (Total)	10	100	4	100	13	100	8	100	35	100

Tarım işletmelerinde oluşan iş kazaları gün içinde sabah %11.4, öğle %34.3, öğleden sonra %25.7, akşam %22.9 ve gece %5.7 olarak gerçekleşmiştir (Çizelge 5). Tarım işletmelerinde meydana gelen kazaların oluş şekline bakıldığında; devrilme, takla atma, şarampole

uçmanın %42.9, sıkışma-ezilmenin %31.4, vücudu bir parçaya kaptırmanın %14.3, vücuda herhangi bir parçanın çarpmasının %5.7, traktörden düşmenin %2.9 ve traktörün çarpması/başka araçla çarpışmanın %2.9 oranında olduğu belirlenmiştir (Çizelge 6).

Çizelge 5. Tarım işletmelerinde iş kazalarının gün içinde oluştuğu zamanlar  
Table 5. Times of occupational accidents in agricultural enterprises during the day

Kazanın oluş zamanı (Time of Accident)	İller (Provinces)								Doğu Akdeniz Bölgesi (Eastern Mediterranean Region)	
	Adana		Hatay		Kahramanmaraş		Osmaniye			
	İşletme Sayısı (Enterprise Number)	%	İşletme Sayısı (Enterprise Number)	%	İşletme Sayısı (Enterprise Number)	%	İşletme Sayısı (Enterprise Number)	%	İşletme Sayısı (Enterprise Number)	%
Sabah (Morning)	1	10	0	0	3	23.1	0	0	4	11.4
Öğle (Noon)	2	20	2	50	8	61.5	0	0	12	34.3
Öğleden sonra (Afternoon)	2	20	1	25	1	7.7	5	62.5	9	25.7
Akşam (Evening)	5	50	1	25	1	7.7	1	12.5	8	22.9
Gece (Night)	0	0	0	0	0	0	2	25	2	5.7
Toplam (Total)	10	100	4	100	13	100	8	100	35	100

Baydaş ve Altuntaş (2017), Tokat, Ankara, Erzurum ve Karaman illerinde meydana gelen kazalara ait bulgulara göre; kazaların iller bazında sırasıyla %26.32; %44, %31 ve %8.19 oranlarında tarlada, %37.19; %47, %60 ve %54.09 oranlarıyla köy ve tarla yolunda meydana geldiği, tarımsal iş kazalarında operatörün traktörü kullanımı sonucu devrilme/takla atma olayı iller bazında sırasıyla; %49; %68, %47 ve %60.4 oranlarında olduğunu bildirmişlerdir.

Gölbaşı (2002), Türkiye ölçeğinde yapmış olduğu kapsamlı bir çalışmada, traktör kazalarının %44'nün köy yolunda, %59'nun devrilme, takla atma ya da şarampole uçuş şeklinde gerçekleştiğini tespit etmiştir. Bu çalışmada elde edilen verilere göre %42.9 oranında kaza olduğu ve köy yolunda %11.4 oranında

kaldığı, bölgede daha çok işletme içerisinde kaza gerçekleştiği ve köy yolunda kaza gerçekleşme oranının düşük ölçüde olduğu görülmektedir. Traktör kazalarının devrilme, takla atma, şarampole uçuş %42.9 ile yüksek oranda olduğu ve geçen süreye rağmen fazla bir değişiklik olmadığını göstermektedir.

Tarım makinelerinden kaynaklı oluşan iş kazalarının dağılımı Çizelge 7'de verilmiştir.

Tarım makinelerinden kaynaklı oluşan iş kazaları değerlendirildiğinde; işletmelerin %42.9'u traktör, %17.1'i pulluk, %17.1'i ekim makinası, %5.7'si gübre makinası, %5.7'si ilaçlama makinası, %5.7'si santrifüjlü sulama pompası, %2.9'u biçerdöver ve %2.9'u silaj makinası ile kaza yaptıklarını bildirmişlerdir (Çizelge 7).

Hard ve ark. (2002), yapmış oldukları bir çalışmada tarımda yaşanan kazaların %75'nin traktörden kaynaklandığını ve traktör kazalarının tarımdaki ölümcül kazaların 1/3'ünü oluşturduğunu belirlemiştir. Bu çalışmada bölge genelinde kazanın

meydana geldiği tarım alet makineleri içerisinde traktör kazalarında az bir oranda düşüş gerçekleşmiş olsa da, traktör kaza risklerinin yüksek oranda devam ettiği görülmüştür.

Çizelge 6. Tarım işletmelerinde traktör ve tarım makineleri ile yapılan iş kazalarının oluş şekli  
Table 6. Form of occupational accidents with tractors and agricultural machines in agricultural enterprises

Kaza oluş şekli (Type of accident)	İller (Provinces)								Doğu Akdeniz Bölgesi (Eastern Mediterranean Region)	
	Adana		Hatay		Kahramanmaraş		Osmaniye			
	İşletme Sayısı (Enterprise Number)	%	İşletme Sayısı (Enterprise Number)	%	İşletme Sayısı (Enterprise Number)	%	İşletme Sayısı (Enterprise Number)	%	İşletme Sayısı (Enterprise Number)	%
Devrilme, takla atma, şarampole uçma (Roll over, somersault, ditch flying)	4	40	1	25	6	46.2	4	50	15	42.9
Sıkışma-ezilme (Compression-crush)	3	30	3	75	3	23.1	2	25	11	31.4
Vücudu bir parçaya kaptırma (Don't immerse the body in a part)	2	20	0	0	2	15.4	1	12.5	5	14.3
Vücuda herhangi bir parçanın çarpması (Hitting any part of the body)	1	10	0	0	1	7.7	0	0	2	5.7
Traktörden düşme (Fall from tractor)	0	0	0	0	0	0	1	12.5	1	2.9
Traktörün çarpması, başka araçla çarpışma (Tractor crash, collision with another vehicle)	0	0	0	0	1	7.7	0	0	1	2.9
Toplam (Total)	10	100	4	100	13	100	8	100	35	100

Çizelge 7. Tarım makinalarından kaynaklı oluşan iş kazalarının dağılımı  
Table 7. Distribution of occupational accidents caused by agricultural machinery

Kazanın meydana geldiği tarım alet ve makinası (Agricultural tools and machine the accident occurred)	İller (Provinces)								Doğu Akdeniz Bölgesi (Eastern Mediterranean Region)	
	Adana		Hatay		Kahramanmaraş		Osmaniye			
	İşletme Sayısı (Enterprise Number)	%	İşletme Sayısı (Enterprise Number)	%	İşletme Sayısı (Enterprise Number)	%	İşletme Sayısı (Enterprise Number)	%	İşletme Sayısı (Enterprise Number)	%
Traktör (Tractor)	5	50	1	25	5	38.5	4	50	15	42.9
Pulluk (Plow)	3	30	2	50	1	7.7	0	0	6	17.1
Ekim makinası (Sowing machine)	1	10	1	25	1	7.7	3	37.5	6	17.1
Gübre makinası (Fertilizer machine)	0	0	0	0	2	15.4	0	0	2	5.7
İlaçlama makinası (Spraying machine)	0	0	0	0	1	7.7	1	12.5	2	5.7
Sulama pompası (Irrigation pump)	0	0	0	0	2	15.5	0	0	2	5.7
Biçerdöver (Harvester)	1	10	0	0	0	0	0	0	1	2.9
Silaj makinası (Silage machine)	0	0	0	0	1	7.7	0	0	1	2.9
Toplam (Total)	10	100	4	100	13	100	8	100	35	100

Kazaya karışan traktör/tarım alet makinasındaki maddi hasar durumu Çizelge 8’de verilmiştir.

Kazalara karışan traktör/tarım alet makinasındaki maddi hasar durumu incelendiğinde, bölgedeki işletmelerde oluşan kazaların %22.9’unun orta hasarlı, %17.1’inin az hasarlı, %2.9’unun çok hasarlı, %57.1’inin ise hasarsız sonuçlandı bildirilmiştir

(Çizelge 8).

Tarım işletmelerinde oluşan iş kazalarında etkilenen/karışan kişi sayısı Çizelge 9’da değerlendirilmiştir. Bölgedeki işletmelerin %87.8’inde bir kişi, %12.2’sinde ise iki kişi etkilenmiştir (Çizelge 9).

Çizelge 8. Kazaya karışan traktör/tarım alet makinasındaki maddi hasar durumu

Table 8. Material damage to the tractor / agricultural tool machine involved in the accident

Tarım alet makinası hasar durumu (Agricultural equipment damage status)	İller (Provinces)								Doğu Akdeniz Bölgesi (Eastern Mediterranean Region)	
	Adana		Hatay		Kahramanmaraş		Osmaniye		İşletme Sayısı (Enterprise Number)	%
	İşletme Sayısı (Enterprise Number)	%	İşletme Sayısı (Enterprise Number)	%	İşletme Sayısı (Enterprise Number)	%	İşletme Sayısı (Enterprise Number)	%		
Çok hasarlı (Very damaged)	1	9.1	0	0	0	0	0	0	1	2.9
Orta hasarlı (Moderately damaged)	3	27.3	0	0	4	28.6	1	14.3	8	22.9
Az hasarlı (Slightly damaged)	0	0	0	0	4	28.6	2	28.6	6	17.1
Hasarsız (Undamaged)	7	63.6	3	100	6	42.9	4	57.1	20	57.1
Toplam (Total)	11	100	3	100	14	100	7	100	35	100

Çizelge 9. Tarım işletmelerinde oluşan iş kazalarında etkilenen/karışan kişi sayısı

Table 9. The number of people affected / involved in occupational accidents in agricultural enterprises

Kazadan etkilenen kişi sayısı (Number of people affected by the accident)	İller (Provinces)								Doğu Akdeniz Bölgesi (Eastern Mediterranean Region)	
	Adana		Hatay		Kahramanmaraş		Osmaniye		İşletme Sayısı (Enterprise Number)	%
	İşletme Sayısı (Enterprise Number)	%	İşletme Sayısı (Enterprise Number)	%	İşletme Sayısı (Enterprise Number)	%	İşletme Sayısı (Enterprise Number)	%		
1	11	84.6	4	100	14	87.5	7	87.5	36	87.8
2	2	15.4	0	0	2	12.5	1	12.5	5	12.2
Toplam (Total)	13	100	4	100	16	100	8	100	41	100

Kazazedelerin kazadan etkilenme durumu Çizelge 10’da, kazazedelerin kazadan sonra çalışmadığı süreler Çizelge 11’de, kazazede de oluşan zarar yerleri Çizelge 12’de, kazazede de oluşan zararın vücuttaki yeri ise Çizelge 13’te verilmiştir.

Bölgedeki işletmelerde meydana gelen kazalarda kazazedelerin %15.2’sinin hiç etkilenmediği, %69.6’sının hafif yaralandığı, %10.9’unun ağır yaralandığı, %4.3’ünün kısmen fiziksel engelli olarak kaldığı görülmüştür. Kaza sonucunda tamamen fiziksel engelli ve ölüm olayına rastlanmamıştır (Çizelge 10).

Baydaş ve Altuntaş (2017), Tokat, Ankara ve Erzurum illerindeki kazazedelerin kaza sonucu hafif yaralanma durumunu iller bazında sırasıyla %37.57; %28 ve %34, kazazedelerin ağır yaralanma oranlarının Tokat ve

Erzurum illeri için sırasıyla %27,16 ve %28 oranlarında olduğunu bildirmişlerdir. Gölbaşı (2002), Türkiye ölçeğinde yapmış olduğu bir çalışmada kazaya karışan insanların %77’sinin kazadan bir şekilde (ölüm, ağır ya da hafif yaralanma ve kısmen ya da tamamen fiziksel engelli) etkilendiğini belirlemiştir. Bu çalışmada kazadan bir şekilde etkilenme durumunda geçen süreye rağmen azalış olmadığı ve yine yüksek bir oranda devam ettiği görülmüştür.

Kazazedelerin kazadan sonra çalışmadığı süreye bakıldığında, (1-14) gün arası %76.1, (15-30) gün arası %17.4, (31-90) gün arası %4.3 ve (90+) günlerde ise %2.2 olarak görülmüştür (Çizelge 11).

İş kazası sonucu kazazedelerde oluşan zarar şekli incelendiğinde, yaralar ve yüzeysel yaranmalar %80.4, kemik kırılmaları %8.7, çıkıklar burkulmalar veya

incinme %6.5, uzuv kaybı %2.2 ve birden fazla yaralanmalar %2.2 olarak görülmüştür. Beyin sarsıntısı ve iç yaralanmalar ile diğer yaralanmalarda

herhangi bir yaralanma sonucuna ulaşamamıştır (Çizelge 12).

Çizelge 10. Kazazedelerin kazadan etkilenme durumu

Table 10. The conditions of the casualty affected by the accident

Kazadan etkilenme durumu (Condition of being affected by the accident)	İller (Provinces)								Doğu Akdeniz Bölgesi (Eastern Mediterranean Region)	
	Adana		Hatay		Kahramanmaraş		Osmaniye			
	İşletme Sayısı (Enterprise Number)	%	İşletme Sayısı (Enterprise Number)	%	İşletme Sayısı (Enterprise Number)	%	İşletme Sayısı (Enterprise Number)	%	İşletme Sayısı (Enterprise Number)	%
Hiç etkilenmedi (Not impressed at all)	2	11.8	1	25	4	23.5	0	0	7	15.2
Hafif yaralandı (Slightly injured)	11	64.7	3	75	12	70.6	6	75	32	69.6
Ağır yaralandı (Badly injured)	3	17.6	0	0	1	5.9	1	12.5	5	10.9
Kısmen fiziksel engelli (Partially physically disabled)	1	5.9	0	0	0	0	1	12.5	2	4.3
<b>Toplam (Total)</b>	<b>17</b>	<b>100</b>	<b>4</b>	<b>100</b>	<b>17</b>	<b>100</b>	<b>8</b>	<b>100</b>	<b>46</b>	<b>100</b>

Çizelge 11. Kazazedelerin kazadan sonra çalışamadığı süreler

Table 11. Periods that casualties are unable to work after the accident

Çalışılmayan süre (gün) (Non-working time) (Day)	İller (Provinces)								Doğu Akdeniz Bölgesi (Eastern Mediterranean Region)	
	Adana		Hatay		Kahramanmaraş		Osmaniye			
	İşletme Sayısı (Enterprise Number)	%	İşletme Sayısı (Enterprise Number)	%	İşletme Sayısı (Enterprise Number)	%	İşletme Sayısı (Enterprise Number)	%	İşletme Sayısı (Enterprise Number)	%
1-14	12	70.6	3	75	16	94.1	4	50	35	76.1
15-30	3	17.6	1	25	1	5.9	3	37.5	8	17.4
31-90	1	5.9	0	0	0	0	1	12.5	2	4.3
90+	1	5.9	0	0	0	0	0	0	1	2.2
<b>Toplam (Total)</b>	<b>17</b>	<b>100</b>	<b>4</b>	<b>100</b>	<b>17</b>	<b>100</b>	<b>8</b>	<b>100</b>	<b>46</b>	<b>100</b>

Çizelge 12. İş kazası sonucu kazazedelerde oluşan zarar şekli

Table 12. The type of damage to the casualties as a result of the occupation accident

Oluşan zarar (Damage caused)	İller (Provinces)								Doğu Akdeniz Bölgesi (Eastern Mediterranean Region)	
	Adana		Hatay		Kahramanmaraş		Osmaniye			
	İşletme Sayısı (Enterprise Number)	%	İşletme Sayısı (Enterprise Number)	%	İşletme Sayısı (Enterprise Number)	%	İşletme Sayısı (Enterprise Number)	%	İşletme Sayısı (Enterprise Number)	%
Yaralar ve yüzeysel yaralanmalar (Wounds and superficial injuries)	13	76.5	4	100	16	94.1	4	50	37	80.4
Kemik kırılmaları (Bone fractures)	3	17.6	0	0	0	0	1	12.5	4	8.7
Çıkıklar, burkulmalar veya incinme (Dislocations, sprains or injuries)	0	0	0	0	0	0	3	37.5	3	6.5
Uzuv kaybı (Amputation)	0	0	0	0	1	5.9	0	0	1	2.2
Birden fazla yaralanma (Multiple injuries)	1	5.9	0	0	0	0	0	0	1	2.2
<b>Toplam (Total)</b>	<b>17</b>	<b>100</b>	<b>4</b>	<b>100</b>	<b>17</b>	<b>100</b>	<b>8</b>	<b>100</b>	<b>46</b>	<b>100</b>

İş kazası sonucu kazazedede oluşan zararın vücuttaki yeri değerlendirildiğinde; bir eli %15.1, ayaklardan biri %7.8, her iki ayak %0.6, bacaklardan biri %2.4, göğüs bölgesi %2.4, sırt bölgesi %1.2 olarak görülmüş. Ancak her iki eli, baş bölgesi, her iki bacağı ve diğer vücut kısımlarında iş kazası sonucu herhangi bir zarar görülmemiştir (Çizelge 13). Aktuna (2017), Trakya bölgesinde yapmış olduğu bir çalışmada iş kazası geçiren kişilerin en çok el, kol ve vücut yaralanmaları ve iş makineleri sebebiyle yaralanma geçirdiklerini belirtmiştir. Bölge işletmecilerinin de kaza sonucunda benzer olarak en fazla bir el ve bir ayak bölgesinde yaralanma geçirdikleri görülmüştür.

Bölgedeki tarım işletmelerinde kazaya karışan traktörlerin yaşı Çizelge 14'te verilmiştir.

Bölgedeki işletmelerde kazaya karışan traktörlerin %38.2'si 0-5 yaş, %41.2'si 6-10 yaş, %2.9'u 11-15 yaş, %8.8'i 16-20 yaş ve %8.7'si ise 21+ yaş grubunda yer almaktadır (Çizelge 14). Doğan (1992), Çukurova Bölgesinde iş kazasına neden olan traktörlerin çoğunun 10 yaşından büyük olduğunu tespit etmiştir. Bölge işletmelerinde iş kazasına karışan traktörlerin yaş ortalamasının 0-10 arasında değiştiği görülmüş, 10+ üzerindeki traktörlerin kazaya karışma oranında düşme yaşandığı gözlemlenmiştir.

Çizelge 13. İş kazası sonucu kazazedede oluşan zararın vücuttaki yeri

Table 13. The place of the damage caused by the occupation accident in the body

İş kazası sonucu vücutta oluşan zarar (Damage to the body as a result of occupational accident)		İller (Provinces)								Doğu Akdeniz Bölgesi (Eastern Mediterranean Region)	
		Adana		Hatay		Kahramanmaraş		Osmaniye			
		İşletme Sayısı (Enterprise Number)	%	İşletme Sayısı (Enterprise Number)	%	İşletme Sayısı (Enterprise Number)	%	İşletme Sayısı (Enterprise Number)	%	İşletme Sayısı (Enterprise Number)	%
Bir eli (One hand)	Yok(No)	42	80.8	30	93.8	40	80	29	90.6	141	84.9
	Var(Yes)	10	19.2	2	6.2	10	20	3	9.4	25	15.1
Her iki eli (Both hands)	Yok(No)	52	100	32	100	50	100	32	100	166	100
Ayaklardan biri (One of the feet)	Yok(No)	47	90.4	32	100	45	90	29	90.6	153	92.2
	Var(Yes)	5	9.6	0	0	5	10	3	9.4	13	7.8
Her iki ayak (Both feet)	Yok(No)	52	100	32	100	50	100	31	96.9	165	99.4
	Var(Yes)	0	0	0	0	0	0	1	3.1	1	0.6
Baş bölgesi (Head area)	Yok(No)	52	100	32	100	50	100	32	100	166	100
Bacaklardan biri (One of the legs)	Yok(No)	48	92.3	32	100	50	100	32	100	162	97.6
	Var(Yes)	4	7.7	0	0	0	0	0	0	4	2.4
Her iki bacağı (Both legs)	Yok(No)	52	100	32	100	50	100	32	100	166	100
Göğüs bölgesi (Chest area)	Yok(No)	49	94.2	32	100	49	98	32	100	162	97.6
	Var(Yes)	3	5.8	0	0	1	2	0	0	4	2.4
Sırt bölgesi (Back area)	Yok(No)	52	100	32	100	48	96	32	100	164	98.8
	Var(Yes)	0	0	0	0	2	4	0	0	2	1.2

Çizelge 14. Tarım işletmelerinde kazaya karışan traktörlerin yaşı

Table 14. Age of tractors involved in accidents in agricultural enterprises

Kazaya karışan traktör yaş grubu (Yıl) (Tractor age group involved in the accident) (Year)	İller (Provinces)								Doğu Akdeniz Bölgesi (Eastern Mediterranean Region)	
	Adana		Hatay		Kahramanmaraş		Osmaniye			
	İşletme Sayısı (Enterprise Number)	%	İşletme Sayısı (Enterprise Number)	%	İşletme Sayısı (Enterprise Number)	%	İşletme Sayısı (Enterprise Number)	%	İşletme Sayısı (Enterprise Number)	%
0-5	3	33.3	0	0	6	42.9	4	50	13	38.2
6-10	5	56.6	2	66.7	5	35.7	2	25	14	41.2
11-15	0	0	0	0	0	0	1	12.5	1	2.9
16-20	1	11.1	0	0	1	7.1	1	12.5	3	8.8
21+	0	0	1	33.3	2	14.2	0	0	3	8.7
Toplam (Total)	9	100	3	100	14	100	8	100	46	100

Tarım işletmelerinde traktörlerle insan taşınmasına ilişkin bilgiler Çizelge 15’te verilmiştir.

Bölgedeki işletmelerin %27.7’sinde traktör üzerinde insan taşınmadığı, %43.4’ünde çamurluk üzerinde, %21.7’si basamak üzerinde, %3’ü askı kolları üzerinde ve %4.2’sinde ise diğer kısımlarda insan taşındığı belirlenmiştir (Çizelge 15).

İşletmecilerin sürücü belgesi durumu Çizelge 16’da, kullanılan traktörlerin koruyucu çatı veya kabin durumu Çizelge 17’de, kontak anahtarının traktör üzerinde bırakılma durumu Çizelge 18’de ve işletmecilerin traktör ve makina kullanım-bakım kataloglarını okuma durumu ise Çizelge 19’da verilmiştir.

Bölgedeki traktör sürücülerinin %99.4’ünde sürücü belgesinin var olduğu, %0.6’sında ise sürücü belgesinin

bulunmadığı görülmüştür. Sürücü belgesi olanların %60.2’sinin B sınıfı, %33.7’sinin E ve %0.6’sının ise D sınıfı belgeye sahip bulunduğu saptanmıştır (Çizelge 16). Bölgedeki işletmelerde kullanılan tarım traktörlerinin %74.7’sinde koruyucu çatı veya kabin bulunduğu, %25.3’ünde ise bulunmadığı görülmektedir (Çizelge 17).

Baydaş ve Altuntaş (2017), Tokat ve Erzurum illeri genelindeki kazalar sırasında; traktörü kullanan çiftçilerin sürücü belgesi sınıfları iller bazında sırasıyla; B sınıfına sahip sürücü belgesine sahip olanların %47.85 ve %15 oranlarında olduğunu, F sınıfına sahip sürücü belgesine sahip olanların %24,76 ve %33 oranlarında olduğunu, herhangi bir sürücü belgesi olmayanların oranlarının ise, %22.80 ve %48

Çizelge 15. Tarım işletmelerinde traktörlerle insan taşınmasına ilişkin bilgiler  
Table 15. Information on transporting people by tractors in agricultural enterprises

Traktör üzerinde insan taşınması (Transporting people on a tractor)	İller (Provinces)								Doğu Akdeniz Bölgesi (Eastern Mediterranean Region)	
	Adana		Hatay		Kahramanmaraş		Osmaniye		İşletme Sayısı (Enterprise Number)	%
	İşletme Sayısı (Enterprise Number)	%	İşletme Sayısı (Enterprise Number)	%	İşletme Sayısı (Enterprise Number)	%	İşletme Sayısı (Enterprise Number)	%		
Taşıyorum (I do not carry)	15	28.8	3	9.4	10	20	18	56.3	46	27.7
Çamurluk üzerinde (On the fender)	25	48.1	18	56.3	25	50	4	12.5	72	43.4
Basamakta (On the rung)	7	13.5	11	34.4	11	22	7	21.9	36	21.7
Askı kolları üzerinde (On the sling arms)	5	9.6	0	0	0	0	0	0	5	3
Diğer (Other)	0	0	0	0	4	8	3	9.4	7	4.2
Toplam (Total)	52	100	32	100	17	100	8	100	46	100

Çizelge 16. Traktör sürücülerinin belge bilgileri  
Table 16. Documentation information for tractor drivers

Sürücü Belgesi Durumu (Driver's License Status)		İller (Provinces)								Doğu Akdeniz Bölgesi (Eastern Mediterranean Region)	
		Adana		Hatay		Kahramanmaraş		Osmaniye		İşletme Sayısı (Enterprise Number)	%
		İşletme Sayısı (Enterprise Number)	%	İşletme Sayısı (Enterprise Number)	%	İşletme Sayısı (Enterprise Number)	%	İşletme Sayısı (Enterprise Number)	%		
Sürücü Belgesi (Driver's license)	Yok (No)	1	1.9	0	0	0	0	0	0	1	0.6
	Var (Yes)	51	98.1	32	100	50	100	32	100	165	99.4
B sınıfı (Class B)	Yok (No)	19	36.5	16	50	24	48	7	21.9	66	39.8
	Var (Yes)	33	63.5	16	50	26	52	25	78.1	100	60.2
E sınıfı (Class E)	Yok (No)	34	65.4	18	56.2	30	60	28	87.5	110	66.3
	Var (Yes)	18	34.6	14	43.8	20	40	4	12.5	56	33.7
D sınıfı (Class D)	Yok (No)	52	100	32	100	49	98	32	100	165	99.4
	Var (Yes)	0	0	0	0	1	2	0	0	1	0.6

Çizelge 17. Tarım işletmelerinde kullanılan traktörlerin koruyucu çatı veya kabin durumu  
Table 17. Protective roof or cabin condition of tractors used in agricultural enterprises

Koruyucu çatı veya kabin (Protective roof or cabin)	İller (Provinces)								Doğu Akdeniz Bölgesi (Eastern Mediterranean Region)	
	Adana		Hatay		Kahramanmaraş		Osmaniye		İşletme Sayısı (Enterprise Number)	%
	İşletme Sayısı (Enterprise Number)	%	İşletme Sayısı (Enterprise Number)	%	İşletme Sayısı (Enterprise Number)	%	İşletme Sayısı (Enterprise Number)	%		
Var (Yes)	43	82.7	18	56.3	38	76	25	78.1	124	74.7
Yok (No)	9	17.3	14	43.7	12	24	7	21.9	42	25.3
Toplam (Total)	52	100	32	100	50	100	32	100	166	100

Çizelge 18. Kontak anahtarının traktör üzerinde bırakılma durumu  
Table 18. The ignition key is left on the tractor

Kontak anahtarının traktör üzerinde bırakılma nedeni (Reason for leaving the ignition key on the tractor)	İller (Provinces)								Doğu Akdeniz Bölgesi (Eastern Mediterranean Region)	
	Adana		Hatay		Kahramanmaraş		Osmaniye		İşletme Sayısı (Enterprise Number)	%
	İşletme Sayısı (Enterprise Number)	%	İşletme Sayısı (Enterprise Number)	%	İşletme Sayısı (Enterprise Number)	%	İşletme Sayısı (Enterprise Number)	%		
Bırakmıyorum (I'm not leaving)	21	40.4	8	25	16	32	17	53.1	62	37.3
Bir şey olmaz (Nothing happens)	14	26.9	16	50	19	38	10	31.3	59	35.5
Alışkanlık (Habit)	17	32.7	8	25	15	30	5	15.6	45	27.2
Toplam (Total)	52	100	32	100	50	100	32	100	166	100

Çizelge 19. Tarım işletmecilerinin traktör ve makina kullanım-bakım kataloglarını okuma durumu  
Table 19. The status of agricultural operators to read tractor and machine use-maintenance catalogs

Traktör ve makina kullanım-bakım kataloglarını okuma durumu (Status of reading tractor and machine usage-maintenance catalogs)	İller (Provinces)								Doğu Akdeniz Bölgesi (Eastern Mediterranean Region)	
	Adana		Hatay		Kahramanmaraş		Osmaniye		İşletme Sayısı (Enterprise Number)	%
	İşletme Sayısı (Enterprise Number)	%	İşletme Sayısı (Enterprise Number)	%	İşletme Sayısı (Enterprise Number)	%	İşletme Sayısı (Enterprise Number)	%		
Evet (Yes)	9	17.3	0	0	8	16	7	21.9	24	14.5
Hayır (No)	43	82.7	32	100	42	84	25	78.1	142	85.5
Toplam (Total)	52	100	32	100	50	100	32	100	166	100

olduğunu bildirmişlerdir. Gölbaşı (2002), Türkiye ölçeğinde yapmış olduğu bir çalışmada işletmecilerin %40'ında herhangi bir sürücü belgesinin olmadığını ve kazaya karışan traktörlerin %82'sinde kabin ya da koruyucu çatı olmadığını tespit etmiştir. Buna göre yapılan çalışmaya nispeten bölge işletmecilerinin çok yüksek oranda (%99.4) sürücü belgesine sahip olduğu ve kabin varlığının da aynı ölçüde yüksek oranda (%74.7) var olduğu görülmüştür.

Bölgedeki işletmelerde kontak anahtarının traktör üzerinde bırakılması durumu değerlendirildiğinde, işletmelerin %37.3'ü bırakmıyorum, %35.5'i bir şey olmaz, %27.1'i alışkanlık olarak bildirmiştir (Çizelge 18).

Bölgedeki tarım işletmecilerinin %85.5'i traktör ve makina kullanım-bakım kataloglarını okumadıklarını,

%14.5'i ise okuduklarını bildirmişlerdir (Çizelge 19). Veriler değerlendirildiğinde işletmecilerin tamamına yakınının kullanma ve bakım kataloglarını okumadığını ve bu hususun traktör ve makine üzerinde kaza risklerini arttırabileceği düşünülmektedir.

### Özellikler Arası İlişkilerin Analizi

Ele alınan bölgedeki tarım işletmelerinde iş sağlığı ve güvenliği uygulamalarına yönelik elde edilen iki değişken arasında ilişki olup olmadığını belirlemek veya iki değişken arasındaki ilişkinin anlamlı olup olmadığını belirlemek amacıyla Ki-Kare bağımsızlık testi uygulanmıştır. Araştırmada ele alınan işletme ve işletmeci özellikleri ile iş kazası oluşma durumunun karşılaştırılması Çizelge 20'de verilmiştir.

Çizelge 20. Tarım işletmelerindeki özellikler ile iş kazası oluşma durumunun karşılaştırılması  
Table 20. Comparison of the characteristics of agricultural enterprises and the situation of occupational accidents

	İş Kazası Oluşma Durumu (Kişi) (Occurrence of occupational accident) (Person)						X <sup>2</sup>	P değeri
	Evet (Yes)		Hayır (No)		Toplam (Total)			
	Sayı (Number)	%	Sayı (Number)	%	Sayı (Number)	%		
Eğitim durumu (Educational status)							8.25	0.041**
İlkokul (Primary school)	16	16.30	82	83.70	98	100		
Ortaokul (Middle school)	7	18.40	31	81.60	38	100		
Lise (High school)	7	36.80	12	63.20	19	100		
Üniversite(University)	5	45.50	6	54.50	11	100		
Toplam (Total)	35	21.1	131	78.9	166	100		
İşletmeci deneyimi (Operator experience)							0.22	0.633
0-20	16	22.90	54	77.10	70	100		
21+	19	19.80	77	80.20	96	100		
Toplam (Total)	35	21.10	131	78.90	166	100		
Traktör yaşı (Tractor age)							3.98	0.046**
0-9	27	26.00	77	74.00	104	100		
10+	8	12.90	54	87.10	62	100		
Toplam (Total)	35	21.10	131	78.90	166	100		
İl (Province)							2.54	0.467
Adana	10	19.20	42	80.80	52	100		
Hatay	4	12.50	28	87.50	32	100		
Kahramanmaraş	13	26.00	37	74.00	50	100		
Osmaniye	8	25.00	24	75.00	32	100		
Toplam (Total)	35	21.10	131	78.90	166	100		
Traktör ile insan taşıma (Transporting people with a tractor)							2.47	0.116
Taşımıyor (Not carrying)	6	13.00	40	87.00	46	100		
Taşıyor (Carrying)	29	24.20	91	75.80	120	100		
Toplam (Total)	35	21.10	131	78.90	166	100		
Ekipman varlığı (Equipment availability)							0.96	0.325
Var (Yes)	23	23.70	74	76.30	97	100		
Yok (No)	12	17.40	57	82.60	69	100		
Toplam (Total)	35	21.10	131	78.90	166	100		
Yıllık Bakım (Annual Maintenance)							5.49	0.019**
Evet (Yes)	32	25.20	95	74.80	127	100		
Hayır (No)	3	7.70	36	92.30	39	100		
Toplam (Total)	35	21.10	131	78.90	166	100		

\*\*\*: 0.01 düzeyinde önemli, \*\*: 0.05 düzeyinde önemli, \*: 0.1 düzeyinde önemli.

Karşılaştırmaya esas olan yedi işletme ve işletmeci özelliklerinden üç tanesinin istatistiksel olarak önemli olduğu görülmektedir. İşletmecilerin eğitim düzeyleri ile iş kazası oluşma durumu arasında istatistiksel olarak önemli bir ilişki bulunmaktadır (X<sup>2</sup>=8.25; P=0.041). İşletmecilerin eğitim düzeyleri arttıkça kaza yapma riskleri azalmaktadır. Traktör yıllık bakım yapılma durumu ile iş kazası oluşma durumu arasında pozitif bir bağıntı bulunmaktadır (X<sup>2</sup>=5.49; P=0.019).

Traktör yaşı ile iş kazası oluşma durumu arasında istatistiksel olarak önemli bir ilişki bulunmaktadır (X<sup>2</sup>=3.98; P=0.046). İşletmelerin ve işletmecilerin ele alınan özelliklerinde traktör yıllık bakım yaptırılanların daha fazla iş kazasına maruz kaldığı, bu kategoride bakım yaptıranların %25.2'sinde kaza meydana gelirken, bakım yaptırmayanlarda ise %7.7 oranında iş kazasının meydana geldiği görülmektedir. Bu istatistiksel verilere göre başka bir ifade ile



sonuçlar traktör yaşı ile ilişkilendirilmektedir, traktör yaşının daha çok 0-9 yıl arasında 104 adet değişken tipte traktöre işletmecilerin sahip olması ve bunların %26'lık bir kısmının kazaya karışmasından dolayı kaza riskleri ve kaza oluşma durumu günümüz yeni nesil traktörlerde daha fazla yaşandığı görülmüştür. İşletmeci tecrübesi, yaşanan il, traktör ile insan taşıma durumu, gerekli güvenlik koruma ekipman varlığı ile iş kazası oluşma durumu arasında istatistiksel olarak bir ilişki görülmemektedir. Buradan yola çıkarsak; bahse konu olan istatistiksel veriler ile iş kazası oluşma durumu açısından bağımsızdır (Çizelge 20).

## SONUÇ ve ÖNERİLER

Bu çalışmada, tarımda çalışanların İş Güvenliği konusunda farkındalıklarını tespit etmek ve duyarlılıklarını arttırmak amacı ile Doğu Akdeniz Bölgesindeki (Adana, Hatay, Kahramanmaraş, Osmaniye) tarım işletmelerinde mekanizasyon yapısı ve iş kazaları anketle belirlenip değerlendirilmiştir.

Elde edilen sonuçlar ve öneriler aşağıdaki gibi özetlenebilir;

- Bölgedeki işletmecilerin; büyük çoğunluğu erkek (%98.8), genç ve orta yaş grubunda (%81.3), yarısından fazlası (%59) ilkököl eğitilidir.
- Bölgedeki tarım işletmelerinin %62.7'sinde çalışan bulunmamakta, %33.7'sinde 1-3 çalışan bulunmakta, %3.6'sında ise 4-6 çalışan bulunmaktadır.
- Bölgede sulu arazisi bulunan işletmelerin %47.6'sı ve kuru arazi bulunan işletmelerin %78.9'u 0-5 ha araziye sahiptir. İşletmelerin %76.5'i bitkisel üretim, %1.2'si hayvansal üretim ve %22.3'ü bitkisel+hayvansal üretim faaliyeti gerçekleştirmektedir.
- Bölgedeki tarım işletmelerinin; %87.3'ünde bir traktör, %10.2'sinde iki traktör ve %1.8'inde üç traktör bulunmaktadır. Traktörlerin yaklaşık %25'inin ekonomik ömrünü tamamladığı, %15'inin ise yakın dönemde tamamlayacağı ve diğer mekanizasyon araçlarının ise optimum düzeyin altında olduğu saptanmıştır.
- Bölgedeki tarım işletmelerinin %21.1'inde iş kazaları gerçekleşmiştir. Kazalara sırası ile tarım makineleri, tarım traktörleri, elektrik çarpması, hayvanlar ve diğer araçlar neden olmuştur.
- İş kazaları; işletme içinde (%42.9), tarlada (%28.6), köy yolunda (%11.4), tarla yolunda (%14.3) ve şehir yolunda (%2.9) gerçekleşmiştir.
- Kazalar gün içinde en fazla öğle zamanı (%34.3) gerçekleşmiştir. Bunu sırası ile öğleden sonra (%25.7), akşam (%22.9), sabah (%11.4) ve gece (%5.7) izlemiştir.
- Kazalar; şarampole uçma (%42.9), sıkışma-ezilme (%31.4), vücudu bir parçaya kaptırma (%14.3),

vücuda herhangi bir parçanın çarpması (%5.7), traktörden düşme (%2.9), traktörün çarpması/başka araçla çarpışma (%2.9) şeklinde gerçekleşmiştir.

- Tarım alet makinelerinden kaynaklı iş kazaları en fazla pulluk (%17.1) ve ekim makinası (%17.1) ile olmuştur. Diğerleri sırası ile gübre dağıtma makinası (%5.7), ilaçlama makinası (%5.7), santrifüjlü sulama pompası (%5.7) ve silaj makinası (%2.9)'dur.
- Kazalara karışan traktör/tarım alet makinelerinin %57.1'inde hasar oluşmamıştır. Bu kazaların %22.9'u orta hasarlı, %17.1'i az hasarlı, %2.9'u ise çok hasarlı olarak sonuçlanmıştır
- Oluşan iş kazalarında bölgedeki işletmelerin %87.8'inde bir kişi, % 12.2'sinde ise iki kişi etkilenmiştir.
- Kazazedelerin %15.2'sinin oluşan kazalardan hiç etkilenmediği, %69.6'sının hafif yaralandığı, %10.9'unun ağır yaralandığı, %4.3'ünün kısmen fiziksel engelli olarak kaldığı belirlenmiştir.
- Kazazedelerin kazadan sonra çalışmadığı sürelerin oranları; 1-14 gün arası %76.1, 15-30 gün arası %17.4, 31-90 gün arası %4.3 ve 90+ günlerde ise %2.2'dir.
- Kazazedelerde yaralar ve yüzeysel yaralanmalar %80.4, kemik kırılmaları %8.7, çıkıklar burkulmalar veya incinme %6.5, uzuv kaybı %2.2 ve birden fazla yaralanmalar %2.2'dir.
- Kazazedede oluşan zararın vücuttaki yeri; bir eli %15.1, ayaklardan biri %7.8, her iki ayak %0.6, bacaklardan biri %2.4, göğüs bölgesi %2.4, sırt bölgesi %1.2 olarak tespit edilmiştir.
- Bölgedeki işletmelerde kazaya karışan traktörlerin %38.2'si 0-5 yaş, %41.2'si 6-10 yaş, %2.9'u 11-15 yaş, %8.8'i 16-20 yaş ve %8.7'si ise 21+ yaş grubundadır.
- Bölgedeki işletmelerin %72.3'ü traktör üzerinde insan taşımaktadır (çamurluk üzerinde %43.4, basamak üzerinde %21.7, askı kolları üzerinde %3, diğer %4.2).
- Bölgedeki traktör sürücülerinin tamamına yakını (%99.4) sürücü belgesine sahiptir.
- Bölgede kullanılan tarım traktörlerinin %74.7'sinde koruyucu çatı veya kabin bulunmakta, %25.3'ünde ise bulunmamaktadır.
- Bölgedeki tarım işletmecilerinin büyük çoğunluğu (%85.5) traktör ve makina kullanım-bakım kataloglarını okumamaktadır.
- İşletmecilerin eğitim düzeyleri ile iş kazası oluşma durumu arasında istatistiksel olarak önemli bir ilişki bulunmaktadır (P<0.05). İşletmecilerin eğitim düzeyleri arttıkça kaza yapma risklerinin azaldığı görülmektedir.
- Traktör yıllık bakım yapılma durumu ile iş kazası oluşma durumu arasında pozitif bir bağlantı (P<0.05), traktör yaşı ile iş kazası oluşma durumu arasında da

istatistiksel olarak önemli bir ilişki bulunmaktadır ( $P < 0.05$ ).

Konuya ilişkin öneriler:

- İşletmede oluşan iş kazalarının başında tarım makineleri ve traktör kaynaklı kazalar yer almaktadır. Ayrıca işletmecilerin büyük bir çoğunluğunun makine kataloglarını okumadıkları belirlenmiştir. Söz konusu kataloglarda bakım, kullanım ve güvenlik ile ilgili önemli bilgiler yer almaktadır. Bu konuda makine üreticileri ve bakanlık birimleri tarafından her yıl işletmecilere cazip eğitimler gerçekleştirilebilir.
- Bölgede traktör ile insan taşınmasının yapılan anket sonucunda yüksek oranda olduğu belirlenmiştir. Bu tip taşımaların güvenli olmadığı, kazalara neden olduğu yapılan araştırmalarla ortaya konulmuştur. Bu konuda işletmecilerin eğitilmesi ve bu kültürün yaygınlaştırılması güvenli bir çalışma ortamı sağlayabilecektir.
- İşletmelere tarım alet ve makinelerinin alımlarında, koruyucu ekipmanlı olmaları teşvik edilmelidir. Böylece oluşabilecek kaza riskleri azaltılabilecektir.
- Bölgedeki işletmecilerin tarımda ve iş sağlığı güvenliğinde ekonomik olarak sürdürülebilir hale gelmesi için oluşabilecek riskleri minimize etmek ve ekonomik olarak desteklemek işletmeci üzerinde güvenli tarımın artması için etkili olabilecektir.

## TEŞEKKÜR

Çalışma, birinci yazarın yüksek lisans tezinden türetilmiştir. Yazarlar çalışmaya maddi destek sağlayan Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi Koordinatörlüğü'ne (BAP: Proje No: 2017/6-4 YLS) teşekkür ederler.

## Araştırmacıların Katkı Oranı Beyan Özeti

Yazarlar makaleye eşit oranda katkı sağlamış olduklarını beyan eder.

## Çıkar Çatışması Beyanı

Makale yazarları aralarında herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan ederler.

## KAYNAKLAR

- Akbolat D, Evren N, Yılmaz Ş 2007. Isparta İl Sınırları İçinde 1995- 2003 Yılları Arasında Meydana Gelen Traktör ve Tarım İş Makineleri Kazalarının Değerlendirilmesi. SDÜ Ziraat Fakültesi Dergisi, 2 (1): 7-14.
- Aktuna A 2017. Tarım Sektöründe Çalışanların İş Sağlığı ve Güvenliği Çerçevesinde Bilgi, Tutum ve Algı Düzeyleri: Tekirdağ Süleymanpaşa Örneği. Namık Kemal Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Çalışma İktisadi Anabilim Dalı, Yüksek

Lisans Tezi, 138s.

- Alçayır A 2018. Konya İli Çumra İlçesi Tarım İşletmelerinde Meydana Gelen Traktör ve Tarım Makineleri Kaynaklı İş Kazalarının Belirlenmesi. Selçuk Üniversitesi Tarım Makineleri ve Teknolojileri Mühendisliği Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, 59s.
- Anonim, 1999. Tekerlekli Tarım ve Orman Traktörleri Tip Onayı Yönetmeliği. Resmi Gazete. Sayı 23576. 7 Ocak 1999.
- Aybek A, Hürşitoğlu Ç 2002. Kahramanmaraş Yöresi Tarım İşletmelerinin Mekanizasyon Özellikleri Ve Bu Özellikler Arası İlişkiler. KSÜ Fen Ve Mühendislik Dergisi, 5 (2): 105-113.
- Aybek A, Sabancı A 2001. Tarım Makineleri İle Çalışmada Oluşan İş Kazaları, Kaza Giderleri, Kazaların Önlenmesi ve Önemli Güvenlik Kuralları. Sekizinci Ergonomi Kongresi. Dokuz Eylül Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, 25-26 Ekim 2001.
- Baş T 2008. Anket. Anket Nasıl Hazırlanır? Nasıl Uygulanır? Nasıl Değerlendirilir? (5. Baskı). Seçkin Yayıncılık, 255s, Ankara.
- Baydaş F, Altuntaş E 2017. Türkiye'deki Bazı Yörelere Ait Traktör ve Tarım Makineleri Kullanımından Kaynaklanan İş Kazalarına Ait Sonuçların Değerlendirilmesi. Gaziosmanpaşa Bilimsel Araştırma Dergisi, 6 (1): 33-45.
- Bülbül H 2006. Ankara'nın Bazı İlçelerinde Tarım Alet ve Makineleri İle Çalışmada Gerçekleşen İş Kazalarının İncelenmesi Üzerine Bir Araştırma. AÜ. Fen Bilimleri Enstitüsü Tarım Makineleri Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, 47s.
- Doğan H 1992. Çukurova Bölgesinde Tarımsal Mekanizasyon İş Güvenliği Sorunları Üzerine Bir Araştırma. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarım Makineleri Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, 54s.
- Erbörü N 2014. Ankara İli Polatlı İlçesi Sarıoba Köyündeki Mevsimlik Tarım İşçilerinde İş Kazası Sıklığı ve İlişkili Etmenler. Gazi Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü İş Sağlığı ve Güvenliği Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, 125s.
- Gölbaşı M 2002. Tarım Alet-Makine ve Traktörlerin Kullanımından Kaynaklanan İş Kazaları Nedenlerinin ve Tahmini Kaza Maliyetleri İndeksinin Belirlenmesi. Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarım Makineleri Anabilim Dalı, Doktora Tezi, 235s.
- Hard DL, Myers JR, Gerberich SG 2002. Traumatic Injuries in Agriculture. Journal of Agricultural Safety and Health, 8 (1): 51-65.
- Miran B 2015. Temel İstatistik. Ege Üniversitesi Basımevi, İzmir.
- Nakip M 2006. Pazarlama Araştırmaları Teknikleri ve (SPSS Destekli) Uygulamalar, Genişletilmiş 2.Basım, Seçkin Yayıncılık, Ankara.
- Newbold P 1995. Statistical for Business and

- Economics. Prentice-Hall, New Jersey.
- Tekin VN 2009. SPSS Uygulamalı İstatistik Teknikleri (2. Baskı). Seçkin Yayıncılık, 274s, Ankara.
- Öz E 2005. Ege Bölgesi'nde meydana gelen traktör kazalarının tarımsal iş güvenliği açısından değerlendirilmesi. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 42 (2): 191-202.
- Özkan A, Dilay Y 2020. Karaman İlinde Tarımsal Üretimde Traktör ve Tarım Makineleri Kaynaklı Kazaların Değerlendirilmesi. Tarım Makinaları Bilimi Dergisi, 16 (1): 32-39.
- Öztürk İ 2008. Tokat İl Sınırları İçerisinde Tarım Makineleri Kazaları ve İş Güvenliği Üzerinde Bir Araştırma. GOÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarım Makineleri Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, 132s.
- Peker A, Özkan A 1994. 1973-1993 Yılları Arasında Karaman Yöresinde Meydana Gelen Traktör ve Tarım İş Makineleri Kazalarının Değerlendirilmesi. Tarımsal Mekanizasyon 15. Ulusal Kongresi, 20- 22 Eylül, S: 475-484, Antalya.
- Perktaş MS 2007. Türkiye'de Traktörlerin Karıştığı Trafik Kazalarının Değerlendirilmesi. Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Trafik Planlaması ve Uygulaması Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, 90s.
- Sağlam C, Çetin N, Kuş ZA 2017. Kayseri İlinde Meydana Gelen Traktör ve Tarım Makinaları Kazalarının Değerlendirilmesi. Gaziosmanpaşa Bilimsel Araştırma Dergisi, 6 (Özel sayı): 20-34.
- Şenel H 2006. Doğu Akdeniz Bölgesinde Yaygın Traktörlerin Teknik Özellikleri ve Kullanıcı Değerlendirmeleri. Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarım Makinaları Ana Bilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, 49s.
- Ünal HG, Yaman K, Gök A 2008. Analysis of Agricultural Accidents in Turkey. Tarım Bilimleri Dergisi, 14 (1): 38-45.
- Yavuz H, Şimşek Z 2012. Tarım Sağlığı ve Güvenliği Alanında Dünyada Yapılan Çalışmalar. İş Sağlığı ve Güvenliği Dergisi, 55: 27-32.
- Yıldırım C, Altuntaş E 2015. Tokat İlinde Traktör ve Tarım Makinaları Kullanımından Kaynaklanan İş Kazalarının İş Güvenliği Açısından Değerlendirilmesi. Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 32 (1): 77-90.
- Yılmaz S 2018. Türkiye'de Tarımsal Mekanizasyon Düzeyi Ve Traktör Parkı Yenilenme Oranlarının Belirlenmesi. Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarım Makinaları ve Teknolojileri Mühendisliği Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, 146s.
- Yücel S 2012. Erzurum İlinde Traktör ve Alet – Makine Kullanımı Sırasında Oluşan Kazalar ve Sonuçları Üzerine Bir Araştırma, Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarım Makineleri Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, 64s.



## The Isolation and Characterization of Phosphate Solubilizing Bacteria from the Onion Rhizosphere and Their Effect on Onion Growth

İdris BEKTAŞ<sup>1</sup>, Mustafa KÜSEK<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Amasya University, Suluova Vocational School, Department of Plant and Animal Production, Amasya, <sup>2</sup>Kahramanmaraş Sutcu Imam University, Faculty of Agriculture, Department of Plant Protection, Kahramanmaraş

<sup>1</sup><https://orcid.org/0000-0001-7409-4837>, <sup>2</sup><https://orcid.org/0000-0002-6320-5869>

✉: idris.bektas@amasya.edu.tr

### ABSTRACT

In this study 269 phosphate solubilizing bacteria (PSB) strains were isolated from onions rhizosphere. The 15 most efficient PSB were selected. Based on BIOLOG profiling and the LOPAT test system, the strains were identified as *Enterobacter cloacae* (7), *Yersinia intermedia*, *Pantoea agglomerans*, *Bacillus subtilis*(2), *Bacillus pumilius*, *Lysinibacillus sphaericus* and *Bacillus atropheus*(2). The PSB effect on onion growth was investigated under greenhouse conditions. These PSB increased plant height (11.7 to 38.8%), the number of leaves (3 to 70%), the bulb diameter (6.4 to 64.5%), the average root length (2.6 to 44.7%), the fresh weight of the bulb (2.9 to 34.1%) and the dry weight of the bulb (1.5 to 40.6%) when compared to the negative control. Among these strains the most effective inoculants werethe highest P solubizing *E.cloacae* EB-14 and *E. cloacae* OB-169 strains, which significantly increased all parameters compared to the commercial plant activator ISR 2000. These results demonstrated the potential use of these PSB as inoculants for onion growth.

### Research Article

#### Article History

Received : 16.07.2020

Accepted : 07.01.2021

#### Keywords

Onion growth  
Phosphate solubilizing bacteria  
Plant activator  
Plant growth promoting  
rhizobacteria

## Soğan (*Allium cepa* L.) Rizosferindeki Fosfat Çözen Bakterilerin İzolasyonu, Karakterisasyonu ve Soğan Gelişimi Üzerine Etkisi

### ÖZET

Bu çalışmada 269 fosfat çözen bakteri(PSB) izolatu soğan rizosfer bölgesinden izole edilmiştir. İzolatlar arasından en fazla fosfat çözen 15 bakteri seçilmiştir. BIOLOG test profiline ve LOPAT test sistemine göre seçilen izolatlar *Enterobacter cloacae*(7), *Yersinia intermedia*, *Pantoea agglomerans*, *Bacillus subtilis*(2), *Bacillus pumilius*, *Lysinibacillus sphaericus* ve *Bacillus atropheus*(2) olarak tanımlanmıştır. Bu izolatların soğan gelişi üzerine etkisi sera koşullarında incelenmiştir. Seçilen bu izolatlar kontrole göre, bitki boyunu %11.7-38.8, yaprak sayısını %3-70, yumru çapını %6.4-64.5, ortalama kök uzunluğunu %2.6-44.7, soğan yumru yaş ağırlığını %2.9-34.1 ve soğan yumru kuru ağırlığını %1.5-40.6 arasında artırdıkları belirlenmiştir. P çözen izolatlar arasındaki *E. cloacae* EB-14 ve *E. cloacae* OB-169 tüm parametreleri ticari bir bitki aktivatörü ürün olan ISR 2000 den istatistiki olarak daha fazla artırarak en etkili izolatlar olmuşlardır. Bu sonuçlar göstermiştir ki PSB'ler soğan gelişimi için potansiyel bir inokulant olarak kullanılabilir.

### Araştırma Makalesi

#### Makale Tarihiçesi

Geliş Tarihi : 16.07.2020

Kabul Tarihi : 07.01.2021

#### Anahtar Kelimeler

Soğan gelişimi  
Fosfat çözücü bakteriler  
Bitki aktivatörü  
Bitki gelişimini teşvik edici  
bakteriler

**To Cite:** Bektaş İ, Küsek M 2021. The Isolation and Characterization of Phosphate Solubilizing Bacteria from the Onion Rhizosphere and Their Effect on Onion Growth. KSU J. Agric Nat 24 (5): 1084-1092. DOI: 10.18016/ksutarimdog.vi.811324.

### INTRODUCTION

Onion (*Allium cepa* L.), a member of Amaryllidaceae family, is one of the most economically important vegetables in all parts of the world due to its nutritional and medicinal values, including

anticancer, anti-cholesterol, anti-inflammatory and antioxidant properties (Nasri et al., 2012). At the same time, onion contains important amounts of mineral salts, sulphur and potassium salts, and various trace elements, vitamins (B1, B2, C, E, K), carotene (provitamin A), glycosides, etheric oils and plant

hormones like insulin (Slimestad et al., 2007). Onion's root system has little absorbent and penetrating properties, there must be an abundant source of accessible nutrients in the root area. The required amount of easily accessible nutrients in the soil for an optimal yield of onion growth is 60 to 140 kg of N, 60 to 120 kg of P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> and 60 to 180 kg of K<sub>2</sub>O per hectare (Kumar et al., 2001).

Chemical fertilizers are usually used to provide major nutrients to the soil plant system around the world. But, the price and ecological problems of fertilizers are the most significant problem in today's agriculture, and there is a requirement to find different methods that can improve crop yields, maintain ecological safety and prevention, while protecting long-term environmental stability in the agro-ecosystem (Majeed et al., 2015). Plant growth-promoting rhizobacteria (PGPR) are beneficial native and soil bacteria that colonize the plant rhizosphere (Aktan and Soyly, 2020). PGPR inoculation of seeds or crops increases the growth and yield of plants (Kumar et al., 2014). The mechanisms of PGPR that fix nitrogen from the atmosphere and supply the plant can be through the synthesis of phytohormones and also phosphorous can be made available to plants by the solubilization of inorganic phosphate and by mineralization of organic phosphate (Zhang et al., 2018). Phosphorus (P) is one of the significant major elements for biological growth and improvement (Bhat et al., 2017), but the concentration of soluble P in soil is generally very low because of different chemical reactions, especially in arid and semi-arid soils (Sharma et al., 2013). The largest reserves of phosphorus are rocks and other deposits like basic apatites and another primary elements (Lompo et al., 2018). Agricultural lands hold major reserves of phosphorus, a important part of which has accumulated as a result of the regular use of P fertilizers (Cruz-Paredes et al., 2017). Different researchers have investigated the ability of various bacterial types to solubilize otherwise insoluble inorganic phosphate compounds, like rock phosphate, hydroxyapatite, dicalcium phosphate and tricalcium phosphate (Khan et al., 2010).

The number of phosphate solubilizing bacteria (PSB) is not adequately high enough to compete with different bacteria usually situated in the rhizosphere (Duman and Soyly, 2019). Therefore, the volume of P liberated by them is usually not enough for a significant rise in plant growth. Thus, inoculation of plants with a PSB at a very higher concentration than can generally be found in the soil is required to take advantage of the characteristics of phosphate solubilization for plant crop increases (Rodriguez and Fraga, 1999). In this study, potential PSB were isolated from the rhizosphere of healthy onion plants growing in surveyed fields located in Amasya. All strains were tested for their *in vitro* P solubilizing

potential using broth and solid National Botanical Research Institute Phosphate (NBRIP) containing tricalcium phosphate (TCP). The 15 highest phosphorus solubilizing bacterial strains were identified with biochemical tests and the BIOLOG GEN III system. In addition to identification studies, the strains were tested for their ability to promote growth under greenhouse conditions in onion plants. The effects of PGPR strains on plant-growth parameters were statistically compared to each other and ISR 2000 was used as a commercial plant activator.

## MATERIALS and METHODS

### Isolation and Identification of PSB

Soil samples were collected from the onion plant's rhizosphere from certain fields of Amasya in Turkey. The soil samples were placed on blotting paper and kept at 25°C. From that dry soil, 10 grams were put in 250 ml erlenmeyer flasks and 90 ml of sterile pure physiological saline solution (0.85%) was added to them. The erlenmeyers were shaken for 30 minutes in a shaker. Half a milliliter of suspension and 4.5 ml of pure physiological saline solution was added to 10 ml tube vials and shaken for 1 minute. Up to 10<sup>-7</sup> dilution was achieved by a serial dilution method. An 100 µl aliquot of this suspension was spread on to plates with solid NBRIP growth medium containing (g l<sup>-1</sup>): 10 g of glucose, 5 g of Ca<sub>3</sub>(PO<sub>4</sub>)<sub>2</sub>, 5 g of MgCl<sub>2</sub>·6H<sub>2</sub>O, 0.25 g of MgSO<sub>4</sub>·7H<sub>2</sub>O, 0.2 g of KCl, 0.1 g of (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> and 20 g of agar. (Nautiyal, 1999). The dishes were incubated at 25°C for 1 week and P solubilizing strain colonies with a clear zone were considered positive for phosphate solubilization. The index of phosphate solubilization was determined by using the following formula (Premono et al., 1996).

$$SI(\text{Solubilisation Index}) = \frac{\text{total diameter (colony + halo zone)}}{\text{colony diameter}}$$

At the same time these phosphate solubilizing strains were tested for their *in vitro* phosphate solubilizing features in NBRIP broth medium ((g l<sup>-1</sup>): 10.0 g of glucose, 10.0 g of tricalcium phosphate (TCP), 5.0 g of MgCl<sub>2</sub>·6H<sub>2</sub>O, 0.25 g of MgSO<sub>4</sub>·7H<sub>2</sub>O, 0.2 g of KCl, 0.1 g of (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>). The quantitative measurement of phosphate solubilization was carried out using 15 ml test tubes containing 10 ml of NBRIP growth medium freshly inoculated with 0.1 ml of each strain of PSB. Incubation was done at 27°C in an incubator shaker at 125 rpm for 7 days. The tubes were then centrifuged at 10.000 rpm for 15 minutes and the supernatant of each culture was analyzed for phosphate concentration in ppm by using the by Barton (1948) method. Among the phosphate solubilizing strains, thirteen strains with the highest P solubilizing potential in NBRIP broth medium and two strains with the highest SI were selected for use *in vivo* pot experiments. The 15 strains were identified by using the BIOLOG GEN III

(BIOLOG 21124 Cabot Blvd.Hayward, CA 94545) identification system.

### Pathogenicity Test and Biochemical Features of PSB

The pathogenicity tests were performed according to by Moragrega et al. (2003), with *in vivo* methods. PSB strains grown in Nutrient broth(NB) at 27°C for 72 hours were centrifuged for 5 min. at 10.000 rpm and the pellet was adjusted in sterile distilled water to a concentration of approximately  $1 \times 10^6$  CFU ml<sup>-1</sup>. Bacterial suspensions of about 20 µl were injected into the onion bulb stems using a sterile needle. Sterile water was used as a negative control and *Erwinia chrysanthemi* which is the agent of soft rot for onion was used as a positive control (Dadaşoğlu and Kotan, 2017). In both pathogenicity tests, all treatments were carried out in triplicate. Onion materials were kept at 27°C in a mist chamber and disease development was assessed up to 1 weeks. The selected 15 PSB bacterial strains were identified by biochemical tests including LOPAT tests (levan production, oxidase reaction, potato soft rot, arginine dihydrolase, tobacco hypersensitivity) according to methods previously described by Schaad et al. (2001).

### Preparing the Soil and Pot Experiment

Soils for the experiment were collected in from the Amasya region. Soil samples were taken from a depth of 30 to 35 cm deep from barren land for phosphorus analysis before the study. Phosphorus analysis of the soil samples was done to determine the amount of soluble phosphorus in the soil. The pot experiment soil was prepared to the phosphorus-poor soil with 5% rock phosphate, manure and sand (vol/vol 1:1:1, pH of 7.0) . The onion seeds were inoculated with fifteen high ratio PSB strains. The PSB strains were grown in 15 ml tubes in nutrient broth (NB) on a rotating shaker (125 rpm) for 24 hours at 27°C. The tubes were centrifuged at 10.000 rpm and the supernatant was removed from the precipitate. The density of the PSB strains was adjusted to 0.3 absorbance at a wavelength of 600 nm with sterile physiological saline solution using a spectrophotometer to 10<sup>8</sup> CFU(Colony Forming Unit)/mL. One to two drops of Tween 80 were added to the suspension to prevent the clustering of the bacteria and to ensure a homogeneous distribution. The PSB strains were used as onion seed treatments. The onion seeds were surface sterilized with an 0.1% solution of NaClO(sodium hypochlorite) for 2.5 minutes and rinsed completely with sterile water and air dried on sterile filter paper. The onion seeds (5 g) were inoculated while keeping in 50 ml of each PSB strains for 12 hours (Ramamoorthy et al., 2002). While negative control experiment seeds were not inoculated, the positive control was inoculated with commercial plant activator ISR 2000 (*Lactobacillus acidophilus* + yeast extract + plant extract + benzoic acid). For each

treatment, five replicates from one onion plant were grown in 20 cm diameter pots. The study was done in a greenhouse with an average temperature of 27°C, humidity of about 55 % and a photoperiod of about 12 to 13 hours of daylight. Six months later, the onions were collected from the pots and the bulb diameter, root length, plant height, number of leaves, and the weights of fresh and dry onion bulb were determined for each application.

### Statistical Analysis

The quantitative data on onion growth were statistically compared to each other with analysis of variance using the SPSS 20 (Statistical Package for Social Sciences) software program. Treatment means were compared using the Duncan's Multiple Range Test at p≤0.05.

## RESULTS and DISCUSSION

### Isolation and Identification of PSB

For use in research, 269 potential PSB strains were obtained from a healthy onion rhizosphere region. *In vitro* studies of the P solubilization index of PSB strains are defined to be between 1.3 to 5.1 on NBRIP agar medium. However, in the NBRIP broth medium a rate of 19.3 to 382.5 µg ml<sup>-1</sup> was detected. Among the PSB strains, fifteen PSB strains having the highest P solubilizing potential strains (three on NBRIP agar medium and twelve on NBRIP broth medium) were selected to use for the *in vivo* pot experiments. The 15 bacterial strains were identified as *Enterobacter cloacae*(7), *Bacillus atrophaeus*(2), *Bacillus subtilis*(2), *Yersinia intermedia*, *Bacillus pumilus*, *Lysinibacillus sphaericus* and *Pantoea agglomerans* by using LOPAT tests, Gram tests and BIOLOG profiling (Table 1).

### The Pathogenicity Test and Biochemical Features of PSB

The PSB bacterial strains isolated from the onion rhizosphere exhibited different pathogenicity results on sensitive Kantartopu onion accessions. The *Erwinia chrysanthemi* reference strain caused typical onion rot symptoms on the onion bulbs (watery tissue, necrotic lesions) and was the most pathogenic of the strains tested. In the pathogenicity tests, all selected PSB strains showed negative pathogenicity on onion bulbs. The selected PSB bacterial strains that were isolated from the onion rhizosphere and classified by the LOPAT tests exhibited diverse results. As a result of the lopat test, seven strains of *Enterobacter cloacae*, *Pantoea agglomerans* and *Yersinia intermedia* strains resulted in LOPAT(+,-,-,+,-), while two strains of *Bacillus subtilis*, *Bacillus pumilus*, *Lysinibacillus sphaericus* and two strains of *Bacillus atrophaeus* strains resulted in LOPAT(-,-,-,+,-). All *Enterobacter cloacae* and *Pantoea agglomerans* strains

were Gram negative except for *Bacillus* sp. strain which were Gram positive. All PSB were oxidase, potato soft rot and tobacco hypersensitivity negative, at the same time, all PSB showed arginine dihydrolase

positive characteristics. The results of the levan production test showed that *Enterobacter cloacae* and *Pantoea agglomerans* were negative while *Bacillus* sp. was positive (Table1).

Table1.BIOLOG profiling andLOPAT tests analyses of selected P solubilizing PGPR strains  
 Çizelge1. Seçilen P çözücü PGPR izolatlarının BIOLOG test profili ve LOPAT test analizi

PGPR strains (PGPR izolatları)	BIOLOG profiling (BIOLOG profili)	P solubilising (P çözme potansiyeli) ppm	PSI	Gram test (Gram testi)	LOPAT tests results (LOPAT test sonucu)				
					L	O	P	A	T
C-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
OB-169	<i>Enterobacter cloacae</i>	382.5±2.1	1.4	-	+	-	-	+	-
EB-14	<i>Enterobacter cloacae</i>	337.6±0.7	1.6	-	+	-	-	+	-
EB-15	<i>Pantoea agglomerans</i>	321.9±4.3	1.9	-	+	-	-	+	-
EB-21	<i>Yersinia intermedia</i>	316.9±3.3	2.7	-	+	-	-	+	-
HB-234	<i>Enterobacter cloacae</i>	304.4±2.5	1.8	-	+	-	-	+	-
HB-230	<i>Enterobacter cloacae</i>	298.7±2.3	2.1	-	+	-	-	+	-
HB-207	<i>Bacillus subtilis</i>	295.8±3.7	1.7	+	-	-	-	+	-
HB-204	<i>Enterobacter cloacae</i>	282.1±3.2	1.7	-	+	-	-	+	-
HB-228	<i>Bacillus pumilis</i>	281.3±2.8	1.6	+	-	-	-	+	-
AZB-64	<i>Lysinibacillus sphaericus</i>	278.8±7.3	1.9	+	-	-	-	+	-
ZEB-94	<i>Enterobacter cloacae</i>	259.4±7.9	5.1	-	+	-	-	+	-
EB-38	<i>Enterobacter cloacae</i>	265.5±4.9	4.8	-	+	-	-	+	-
MK-252	<i>Bacillus subtilis</i>	243.8±3.0	4.5	+	-	-	-	+	-
İB-162	<i>Bacillus atrophaeus</i>	258.8±4.7	1.4	+	-	-	-	+	-
MK-262	<i>Bacillus atrophaeus</i>	247.8±2.5	1.9	+	-	-	-	+	-

C: control (pure water), PGPR:Plant growth promoting rhizobacteria, NBRIP: National Botanical Research Institute's phosphate growth mediums :phosphates solubilizing index, LOPAT: Levan, Oxidase, Potato soft- rot, Arginine dehydrolase, Tobacco hypersensitivity

### Effect of PSB on Onion Growth

#### Onion plant height

Pot tests were performed to determine the effects of P solubilizing strains on onion plant growth. Plant height ranged from 16.3 to 26.1 cm. Among tested strains, nine PSB (EB-14, OB-169, EB-15, İB-162, MK-252, HB-204, HB-234, MK-262 and HB-228) significantly stimulated plant growth of 14.8 to 38.8% in comparison to the control experiment. In contrast, five strains (AZB-64, HB-207, ZEB-94, EB-38, EB-21) showed reducing plant height, it was not statistically significant according to the control. The stimulation of plant height was statistically observed, with EB-14, OB-169 and EB-15 higher in comparison to ISR 2000 (Table 2).

#### Number of onion leaves

The inoculation of seeds with PSB also affected the number of onion plant leaves. The onion leaves ranged from 2.3 to 4.8 cm. Onion leaves were stimulated 3 to 70%. The application of AZB-64 reduced onion leaf numbers by 2.3%, but this application did not differ significantly according to the negative control. Among the PSB, three strains: EB-1, OB-169 and EB-15 were found to be more statistically significant (50 to 70%) than other bacterial strains and the negative control with regard to the growth in numbers of leaves. Moreover, the EB-14 and OB-169 strains significantly

affected the number of leaves compared to ISR 2000 ( $p \leq 0.05$ ) (Table 2).

#### Onion bulb diameter

The diameters of the onion bulbs was also affected by PSB inoculation. Onion bulb diameter ranged from 3.1 to 5.1 cm. All strains stimulated onion bulb growth by 6.4 to 64.5% compared to the growth of a non-inoculated control bulb. Eleven PSB strains (EB-14, OB-169, EB-15, İB-162, MK-252, HB-204, HB-234, MK-262, HB-228, HB-230, EB-21) significantly increased onion diameter compared to the to negative control by 25.8 to 64.5%. Additionally, six strains (EB-14, OB-169, EB-15, İB-162, MK-252 and HB-204) significantly stimulated onion bulb growth (45.1 to 64.5%) compared to ISR 2000 ( $p \leq 0.05$ ) (Table 2).

#### Average root length

All PSB strains increased the onion root length compared to the negative control inoculation. The average onion root length ranged from 3.8 to 5.5 cm. Root length was statistically affected by six strains (EB-14, OB-169, EB-15, İB-162, MK-252, HB-204) in comparison to the negative control, whereas other PSB treatments did not show a significant increase. However, the strains EB-14, OB-169, MK-252 and EB-15 showed significant increases of 36.8 to 44.7% over inoculation with ISR 2000 ( $p \leq 0.05$ ) (Table 2).

Table 2. The effect of phosphate solubilizing PGPR strains on onion growth  
 Çizelge 2. Fosfat çözücü PGPR izolatlarının soğan gelişimi üzerine etkisi

Treatment (Uygulamalar)	Plant height (Bitki yüksekliği) (cm)± SD	Effect (Etki) %	Number leaves (Yaprak sayısı) ± SD	Effect (Etki) %	Bulb diameter (Yumu çapı) (cm) ± SD	Effect (Etki) %
C(Negative control)	18.8±2.1 <sup>de</sup>	-	3±0.8 <sup>de</sup>	-	3.1±0.14 <sup>g</sup>	-
ISR 2000(Positive control)	22.5±2.7 <sup>bc</sup>	19.6	4±0.6 <sup>abcd</sup>	33.3	3.9±0.3 <sup>e</sup>	25.8
<i>Enterobacter cloacae</i> EB-14	26.1±2.4 <sup>a</sup>	38.8	4.8±0.4 <sup>ab</sup>	60	5.1±0.3 <sup>a</sup>	64.5
<i>Enterobacter cloacae</i> OB-169	26±1.7 <sup>a</sup>	38.2	5.1±0.7 <sup>a</sup>	70	5.0±0.8 <sup>abc</sup>	61.2
<i>Pantoea agglomerans</i> EB-15	25.5±2.1 <sup>a</sup>	35.6	4.5±0.8 <sup>abc</sup>	50	5.0±0.7 <sup>ab</sup>	61.2
<i>Bacillus atrophaeus</i> IB-162	24.6±1.9 <sup>ab</sup>	25	4.3±1.3 <sup>abcd</sup>	43.3	4.5±0.4 <sup>cd</sup>	45.1
<i>Bacillus subtilis</i> MK-252	22.6±4.1 <sup>bc</sup>	20.2	4±1.09 <sup>abcd</sup>	33.3	4.5±0.4 <sup>cd</sup>	45.1
<i>Enterobacter cloacae</i> HB-204	22.3±1.8 <sup>bc</sup>	18.6	3.5±1.0 <sup>bcde</sup>	16.6	4.5±0.5 <sup>cd</sup>	45.1
<i>Enterobacter cloacae</i> HB-234	22.1±2.4 <sup>bc</sup>	17.5	3.3±1.2 <sup>cde</sup>	10	4.0±0.3 <sup>de</sup>	29
<i>Bacillus atrophaeus</i> MK-262	21.8±1.7 <sup>bc</sup>	15.9	4.1±1.4 <sup>abcd</sup>	36.6	4.0±0.4 <sup>de</sup>	29
<i>Bacillus pumilis</i> HB-228	21.6±2.0 <sup>c</sup>	14.8	3.1±0.7 <sup>cde</sup>	3	3.9±0.3 <sup>e</sup>	25.8
<i>Enterobacter cloacae</i> HB-230	21±1.7 <sup>de</sup>	11.7	4.1±1.8 <sup>abcd</sup>	36.6	3.8±0.4 <sup>ef</sup>	22.5
<i>Yersinia intermedia</i> EB-21	18.6±1.7 <sup>de</sup>	-1	3.5±0.5 <sup>bcde</sup>	16.6	3.7±0.2 <sup>ef</sup>	19.3
<i>Enterobacter cloacae</i> EB-38	16.8±2.1 <sup>e</sup>	-10.6	3.3±1.2 <sup>cde</sup>	10	3.7±0.4 <sup>efg</sup>	19.3
<i>Enterobacter cloacae</i> ZEB-94	16.8±1.8 <sup>e</sup>	-10.6	3.1±0.8 <sup>de</sup>	3	3.5±0.2 <sup>efg</sup>	12.9
<i>Enterobacter cloacae</i> HB-207	16.6±2.0 <sup>e</sup>	-11.7	3.6±1.5 <sup>bcde</sup>	20	3.3±0.3 <sup>fg</sup>	6.4
<i>Lysinibacillus sphaericus</i> AZB-64	16.3±1.8 <sup>e</sup>	-13.2	2.3±0.5 <sup>e</sup>	-23.3	3.3±0.3 <sup>fg</sup>	6.4

Treatment (Uygulamalar)	Average Root length (Kök uzunluğu) (cm) ±SD	Effect (Etki) %	Bulb wet weight (Yumru yaş ağırlığı) (g) ± SD	Effect (Etki) %	Bulb dry weight (Yumru kuru ağırlığı) (g) ± SD	Effect (Etki) %
C(Negative control)	3.8±0.3 <sup>e</sup>	-	17±1.5 <sup>e</sup>	-	12.8±0.7 <sup>e</sup>	-
ISR 2000(Positive control)	4.5±0.4 <sup>cd</sup>	18.4	19.1±0.9 <sup>cd</sup>	12.3	15.1±0.7 <sup>cd</sup>	17.9
<i>Enterobacter cloacae</i> EB-14	5.1±0.6 <sup>ab</sup>	34	22.8±1.4 <sup>a</sup>	34.1	17.6±1.3 <sup>ab</sup>	37.5
<i>Enterobacter cloacae</i> OB-169	5.3±0.4 <sup>ab</sup>	39.4	22.3±2.5 <sup>a</sup>	31.1	18±1.6 <sup>a</sup>	40.6
<i>Pantoea agglomerans</i> EB-15	5.5±0.4 <sup>a</sup>	44.7	22.1±1.1 <sup>a</sup>	30	17.6±1.3 <sup>ab</sup>	37.5
<i>Bacillus atrophaeus</i> IB-162	4.9±0.4 <sup>bc</sup>	28.9	21.1±1.6 <sup>ab</sup>	27	17±1.4 <sup>abc</sup>	32.8
<i>Bacillus subtilis</i> MK-252	5.2±0.2 <sup>ab</sup>	36.8	21.3±1.2 <sup>ab</sup>	25.2	17±1.9 <sup>abc</sup>	32.8
<i>Enterobacter cloacae</i> HB-204	4.8±0.5 <sup>bc</sup>	26.3	21.3±1.0 <sup>ab</sup>	25.2	17.8±1.3 <sup>a</sup>	39
<i>Enterobacter cloacae</i> HB-234	4.2±0.2 <sup>de</sup>	10.5	20±1.7 <sup>bc</sup>	17.6	15.6±2 <sup>bcd</sup>	21.8
<i>Bacillus atrophaeus</i> MK-262	4.4±0.4 <sup>cd</sup>	15.7	19.8±0.7 <sup>bc</sup>	16.4	15.5±1.6 <sup>cd</sup>	21
<i>Bacillus pumilis</i> HB-228	4.2±0.5 <sup>de</sup>	10.5	18.6±1.5 <sup>cde</sup>	9.4	14.6±1.7 <sup>de</sup>	14
<i>Enterobacter cloacae</i> HB-230	4.2±0.4 <sup>de</sup>	10.5	18.3±1.7 <sup>cde</sup>	7.6	13.5±2 <sup>de</sup>	5.4
<i>Yersinia intermedia</i> EB-21	4.1±0.4 <sup>de</sup>	7.8	18.1±1.1 <sup>cde</sup>	6.4	13.5±1.3 <sup>de</sup>	5.4
<i>Enterobacter cloacae</i> EB-38	4.2±0.2 <sup>de</sup>	10.5	18±1.7 <sup>cde</sup>	5.8	14.6±1 <sup>de</sup>	14
<i>Enterobacter cloacae</i> ZEB-94	3.9±0.3 <sup>e</sup>	2.6	17.6±1.9 <sup>de</sup>	3.5	13±2 <sup>e</sup>	1.5
<i>Enterobacter cloacae</i> HB-207	4±0.2 <sup>de</sup>	5.2	17.6±2.2 <sup>de</sup>	3.5	14.1±1.6 <sup>de</sup>	10.1
<i>Lysinibacillus sphaericus</i> AZB-64	3.9±0.4 <sup>e</sup>	2.6	17.5±1.8 <sup>de</sup>	2.9	12.8±2.4 <sup>e</sup>	0

C: seeds infested with water ,ISR 2000: *Lactobacillus acidophilus* + yeast extract + plant extract + benzoic acid (Improcrop). Values are means of five replicates, Mean values (mean ± Standard Deviation) sharing the same letter do not differ significantly by Duncan's Multiple Range Test at p ≤ 0.05.

### Bulb fresh and dry weight

Onions inoculated with PSB strains increased the fresh and dry weight of their bulbs at different rates. The eight PSB strains (EB-14, OB-169, EB-15, IB-162, MK-252, HB-204, HB-234 and MK-262) significantly

increased the growth in the fresh and dry weights of the bulb by 16.4 to 34.1% compared to the non-inoculated control plant. When the growth results were compared with the ISR 2000, six strains (EB-14, OB-169, EB-15, IB-162, MK-252 and HB-204) there was a



significant increase in fresh weight, at the same time, strains EB-14, OB-169 and EB-15 significantly increased dry weight compared to ISR 2000 ( $p \leq 0.05$ )

(Table 2). The effect of PSBs on all parameters on onion growth is also given in Figure 2.

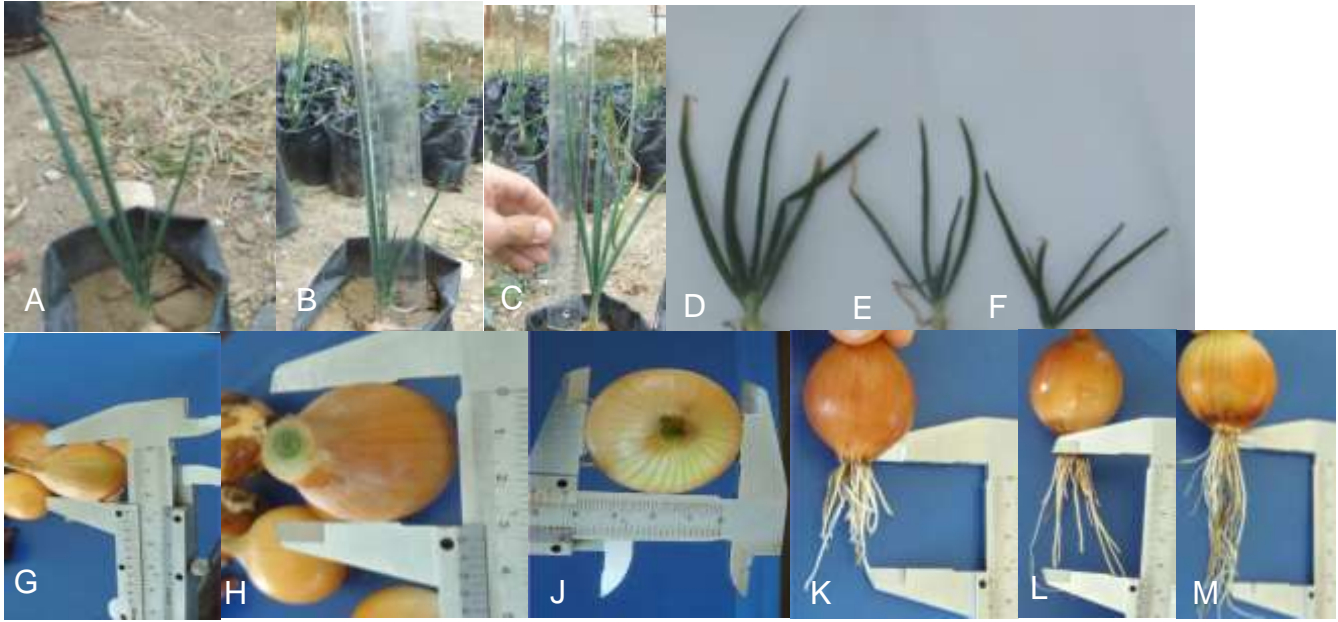


Figure 2. Influence of PSB strains (A: Negative control, B: *Bacillus subtilis* MK-252, C: *Enterobacter cloacae* (OB-169)) on onion plant height performance. Influence of PSB strains (D: *Enterobacter cloacae* EB-14, E: *Pantoea agglomerans* EB-15, F: Negative control) on the number of onion plant leaves, Influence of PSB strains (G: Negative control, H: *Bacillus subtilis* MK-252, J: ISR 2000) on onion bulb diameter, Influence of PSB strains (K: Negative control, L: *Bacillus pumilus* HB-228, M: *Pantoea agglomerans* EB-15) on average onion root length

Şekil 2. PSB izolatların soğan bitki boyuna etkisi (A: Negatif kontrol, B: *Bacillus subtilis* MK-252, C: *Enterobacter cloacae* (OB-169)). PSB izolatların soğan yaprak sayısına etkisi (D: *Enterobacter cloacae* EB-14, E: *Pantoea agglomerans* EB-15, F: Negatif kontrol). PSB izolatların soğan yumru çapına etkisi (G: Negatif kontrol, H: *Bacillus subtilis* MK-252, J: ISR 2000). PSB izolatların soğan kök uzunluğuna etkisi (K: Negatif kontrol, L: *Bacillus pumilus* HB-228, M: *Pantoea agglomerans* EB-15)

## DISCUSSION

PSB colonize at the plant roots and shows useful effects on plant growth and development through a large diversity of methods. The specific mechanism by which PGPR induces plant growth is not clearly established, while different theories, such as the production of IAA, repression of destructive organisms, solubilization of phosphates and a rising mineral uptake are generally believed to be related (Ludueña et al., 2018). P is one of the important nutrients for plants. Most of the P in the soil is insoluble and cannot be used by the plants (Richardson, 2001). In this study, PSB strains were evaluated for their effects on onion growth. Phosphate solubilizing strains form a large zone on NBRIP agar medium. However, some of the strains did not produce large halo zones on an agar plate. This is possibly because of the diverse diffusion proportion of diverse organic acids secreted by the PSB. Therefore, the PSBs were also screened in NBRIP broth medium to calculate their phosphate solubilizing efficiency. Thus, the phosphate solubilizing feature of microorganisms were easily identified. Similar to the present study, it has also been reported that phosphate solubilization of microorganisms are different for

isolated and distinct locations. Recently endophytic and epiphytic plant growth promoting bacteria (PGPB) were isolated from healthy almond trees and plant growth promoting mechanisms were characterized. By using MALDI-TOF analyses, 19 Gram-negative isolates, belonging to *Serratia*, *Pseudomonas*, *Ochrobactrum* and *Enterobacter* genus and 26 Gram-positive isolates, belonging to *Bacillus* and *Arthrobacter* genus were identified (Aktan and Soylu, 2020). In their study, 46 isolates were positive for siderophore production, 45 isolates for ammonium production, 35 isolates solubilized phosphorus varying ratios, and all isolates produced IAA. For the study were used solid and liquid medium, and the phosphate solubilizing ability of microorganisms were detected in a range from 80 to 100 ppm (Audipudi et al., 2012). In another study, the isolation of PSB was done using Pikovskaya's agar. In this study, thirty-two strains were inoculated on Pikovskaya's agar plates to evaluate the P solubilization index (PSI). Researchers calculated the SI of PSB strains ranging from 1.8 to 5.0 (Alia et al., 2013). The beneficial effect of PSBs in providing sufficient levels of mineral nutrients, particularly P, in crop production has been formally

reported. Verma et al. (2015), reported on the PSB *Enterobacter*, *Pantoea*, *Azotobacter*, *Burkholderia*, *Citrobacter*, *Pseudomonas* and *Bacillus* in wheat. There have been investigations of bacteria belonging to genus *Bacillus*, *Enterobacter*, *Pseudomonas*, *Serratia* that solubilize the otherwise insoluble P compounds and increase plant growth (Hameeda et al., 2008; Duman and Soylu, 2019). They observed that five inoculated bacterial strains with PSB and other PGPR traits increased the plant biomass by 20 to 40% under greenhouse conditions. Suri and Choudhary (2013), state that application of PSB improved the productivity, protein content, and nutrient uptake in soybean (*Glycine max*). Telek et al. (2019), also reported the effects of rhizobacteria were found favorable on such characteristics as fruit seeds fresh weight, fruit seeds dry weight, and fruit flesh fresh weight, fruit flesh dry weight, fruits wet weight and root length. Biswas et al. (2018), showed that the PSB strains *Bacillus megaterium* (MF589715), *Staphylococcus haemolyticus* (MF 589716) and *Bacillus licheniformis* (MF 589720) sterilized seeds of mung beans (*Vigna radiata*), and indicated a greater germination ratio and a higher growth under bacterium-enriched conditions. Duman and Soylu (2019) recently conducted a study for determination of plant growth-promoting traits (such as IAA, phosphate solubilization) and antagonistic potentials (such as siderophore and ammonia productions) of endophytic plant growth-promoting bacteria (PGPB) from healthy bean plants growing in different regions of Turkey against bacterial halo blight disease agent *Pseudomonas syringae* pv. *phaseoli* *in vitro* conditions. Among the tested antagonist bacterial isolates, 10 isolates were positive for the production of  $\alpha$ -amylase, 7 isolates positive for phosphate solubilization, 29 isolates positive for siderophore production, 11 isolates positive for protease production. Among the bacterial isolates, *Acinetobacter calcoaceticus* produced a relatively large amount of phosphatase by forming inhibition zones. The increasing growth of onion caused by PSB found in this study is in agreement with the findings of Gupta et al., (2012). In their work, they investigated the effect of four PSB on the growth of *Aloe barbadensis* in soil containing tricalcium phosphate (TCP). Researchers determined that the PSB: *Serratia marcescens*, *Enterobacter hormaechei*, *Burkholderia gladioli* and *Pseudomonas synxantha*, increased P solubilization by 25 to 340 ppm in the liquid medium. Inoculation of PSB increased leaf length by 39.5%, root length by 31.1% and the total number of leaves by 48.1% in comparison to the control plants. In this research, PSB strains were found to be effective solubilizers of phosphates. The ability of PSB strains to solubilize otherwise insoluble P and convert it to a form available to plant is an important characteristic under conditions where P is a limiting factor for plant growth (Zhang et al., 2012). Due to high antagonistic properties, efficient

isolates of *Bacillus* spp. may be used as biocontrol agent against soilborne diseases as an alternative to pesticides to promote organic and sustainable agriculture (Soylu et al., 2020).

## CONCLUSION

The study results clearly demonstrated the potential of P solubilizers on onion plant growth. However, further research is needed to understand the specific mechanisms involved in the positive effects of PSB on onion growth under field conditions.

## ACKNOWLEDGMENTS

This research was supported by the project's financial support of Kahramanmaraş Sutcu Imam University Scientific Research Projects (grant no. 2014/3-28 D) is gratefully acknowledged. Ph.D. thesis of İdris BEKTAŞ is partially used to produce this manuscript.

## Statement of Conflict of Interest and Author's Contributions

Authors have declared no conflict of interest.

## Author's Contributions

The contribution of the authors is equal.

## REFERENCES

- Aktan ZC, Soylu S 2020. Diyarbakır İlinde Yetişen Badem Ağaçlarından Endofit ve Epifit Bakteri Türlerinin İzolasyonu ve Bitki Gelişimini Teşvik Eden Mekanizmalarının Karakterizasyonu. KSÜ Tarım ve Doğa Dergisi 23(3): 641-654.
- Alia AA, Shahida N, Bushra J, Saeed A 2013. Phosphate Solubilizing Bacteria Associated with Vegetables Roots in Different Ecologies. Pak J Bot 45: 535-544.
- Aktan ZC, Soylu S 2020. Diyarbakır İlinde Yetişen Badem Ağaçlarından Endofit ve Epifit Bakteri Türlerinin İzolasyonu ve Bitki Gelişimini Teşvik Eden Mekanizmalarının Karakterizasyonu. KSÜ Tarım ve Doğa Derg 23(3): 641-654.
- Audipudi AV, Kumar NP, Sudhir A 2012. Phosphate Solubilizing Microorganisms Associated with Chollangi Mangrove Soil in East Coast of India. International Journal of Scientific & Engineering Research 3(11): 2229-5518.
- Barton CJ 1948. Photometric Analysis of Phosphate Rock. Analytical Chemistry 20(11): 1068-1073.
- Bhat SA, Singh J, Vig AP 2017. Earthworms as Organic Waste Managers and Biofertilizer Producers. Waste and Biomass Valorization 9(7): 1073-1086.
- Biswas JK, Banerjee, A, Rai M, Naidu R, Biswas B, Vithanage M, Dash MC, Sarkar SK, Meers E 2018. Potential Application of Selected Metal Resistant

- Phosphate Solubilizing Bacteria Isolated from the Gut of Earthworm (*Metaphire Posthuma*) in Plant Growth Promotion. *Geoderma* 330: 117-124.
- Cruz-Paredes C, López-García Á, Rubæk GH, Hovmand MF, Sørensen P, Kjølner R 2017. Risk Assessment of Replacing Conventional P Fertilizers with Biomass Ash: Residual Effects on Plant Yield, Nutrition, Cadmium Accumulation and Mycorrhizal Status. *Science of the Total Environment* 575: 1168-1176.
- Duman K, Soyulu S 2019. Characterization of Plant Growth-Promoting Traits and Antagonistic Potentials of Endophytic Bacteria from Bean Plants Against *Pseudomonas syringae* pv. *phaseolicola*. *Bitki Koruma Bülteni* 59(3): 59-69.
- Gupta M, Kiran S, Gulati A, Singh B, Tewari R 2012. Isolation and Identification of Phosphate Solubilizing Bacteria able to Enhance the Growth and Aloin-A Biosynthesis of Aloe *Barbadensis* Miller. *Microbiological Research* 167(6): 358-363.
- Dadaşoğlu F, Kotan R 2017. Bazı Sebze ve Meyvelerde Yumuşak Çürüklük Oluşturan Pektolitik Bakterilerin Tanı ve Karakterizasyonu. *Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 7(1): 155-161.
- Hameeda B, Harini G, Rupela O, Wani S, Reddy G 2008. Growth Promotion of Maize by Phosphate-Solubilizing Bacteria Isolated from Composts and Macrofauna. *Microbiological Research* 163(2): 234-242.
- Khan MS, Zaidi A, Ahemad M, Oves M, Wani PA 2010. Plant Growth Promotion by Phosphate Solubilizing Fungi—Current Perspective. *Archives of Agronomy and Soil Science* 56(1): 73-98.
- Kumar A, Maurya B, Raghuwanshi R 2014. Isolation and Characterization of PGPR and their Effect on Growth, Yield and Nutrient Content In Wheat (*Triticum aestivum* L.). *Biocatalysis and Agricultural Biotechnology* 3(4): 121-128.
- Kumar A, Singh R, Chhillar R 2001. Influence of Nitrogen and Potassium Application on Growth, Yield and Nutrient Uptake by Onion (*Allium cepa*). *Indian Journal of Agronomy* 46(4): 742-746.
- Lompo F, Bationo A, Sedogo MP, Bado VB, Hien V, Ouattara B 2018. Role of Local Agro-minerals in Mineral Fertilizer Recommendations for Crops: Examples of Some West Africa Phosphate Rocks, Improving the Profitability, Sustainability and Efficiency of Nutrients Through Site Specific Fertilizer Recommendations in West Africa Agro-Ecosystems. Springer, pp. 157-180.
- Ludueña LM, Anzuay MS, Angelini JG, McIntosh M, Becker A, Rupp O, Goesmann A, Blom J, Fabra A, Taurian T 2018. Strain *Serratia* sp. S119: A Potential Biofertilizer for Peanut and Maize and A Model Bacterium to Study Phosphate Solubilization Mechanisms. *Applied Soil Ecology* 126: 107-112.
- Majeed A, Abbasi MK, Hameed S, Imran A, Rahim N 2015. Isolation and Characterization of Plant Growth-Promoting Rhizobacteria from Wheat Rhizosphere and their Effect on Plant Growth Promotion. *Frontiers in Microbiology* 6: 198.
- Moragrega C, Llorente I, Manceau C, Montesinos E 2003. Susceptibility of European Pear Cultivars to *Pseudomonas syringae* pv. *syringae* using Immature Fruit and Detached Leaf Assays. *European Journal of Plant Pathology* 109(4): 319-326.
- Nasri S, Anoush M, Khatami N 2012. Evaluation of Analgesic and Anti-Inflammatory Effects of Fresh Onion Juice in Experimental Animals. *African Journal of Pharmacy and Pharmacology* 6(23): 1679-1684.
- Nautiyal CS 1999. An Efficient Microbiological Growth Medium for Screening Phosphate Solubilizing Microorganisms. *FEMS Microbiology Letters* 170(1): 265-270.
- Premono ME, Moawad A, Vlek P 1996. Effect of Phosphate-Solubilizing *Pseudomonas Putida* on the Growth of Maize and its Survival in the Rhizosphere. (No. REP-12113. CIMMYT.)
- Ramamoorthy V, Raguchander T, Samiyappan R 2002. Enhancing Resistance of Tomato and Hot Pepper to Pythium Diseases by Seed Treatment with Fluorescent *Pseudomonads*. *European Journal of Plant Pathology* 108(5): 429-441.
- Richardson AE 2001. Prospects for using Soil Microorganisms to Improve the Acquisition of Phosphorus by Plants. *Functional Plant Biology* 28(9): 897-906.
- Rodríguez H, Fraga R 1999. Phosphate Solubilizing Bacteria and their Role in Plant Growth Promotion. *Biotechnology Advances* 17(4-5): 319-339.
- Schaad NW, Jones JB, Chun W 2001. Laboratory Guide for the Identification of Plant Pathogenic Bacteria. American Phytopathological Society (APS Press) 398 p.
- Sharma SB, Sayyed RZ, Trivedi MH, Gobi TA 2013. Phosphate Solubilizing Microbes: Sustainable Approach for Managing Phosphorus Deficiency in Agricultural Soils. *Springer Plus* 2(1): 587.
- Slimestad R, Fossen T, Vågen IM, 2007. Onions: a Source of Unique Dietary Flavonoids. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 55(25): 10067-10080.
- Soyulu EM, Soyulu S, Kara M, Kurt Ş 2020. Sebzelelerde Sorun Olan Önemli Bitki Fungal Hastalık Etmenlerine Karşı Vermikomposttan İzole Edilen Mikrobiyomların *in vitro* Antagonistik Etkilerinin Belirlenmesi. *KSÜ Tarım ve Doğa Dergisi* 23(1): 7-18.
- Suri V, Choudhary AK 2013. Glycine–Glomus–Phosphate Solubilizing Bacteria Interactions Lead to Fertilizer Phosphorus Economy in Soybean in a Himalayan acid Alfisol. *Communications in Soil Science and Plant Analysis* 44(20): 3020-3029.

- Telek Ü, Akıncı İE, Küsek M 2019. Rhizobakteri İzolatlarının Kırmızı Biberin (*Capsicum annuum* L.) Verim ve Bitkisel Özellikleri Üzerine Etkileri. *KSÜ Tar Doğa Derg* 22(1): 62-70.
- Verma P, Yadav AN, Khannam KS, Panjiar N, Kumar S, Saxena AK, Suman A 2015. Assessment of Genetic Diversity and Plant Growth Promoting Attributes of Psychrotolerant Bacteria Allied with Wheat (*Triticum Aestivum*) from the Northern Hills Zone of India. *Annals of Microbiology* 65(4): 1885-1899.
- Zhang J, Liu J, Meng L, Ma Z, Tang X, Cao Y, Sun L 2012. Isolation and Characterization of Plant Growth-Promoting Rhizobacteria from Wheat Roots by Wheat Germ Agglutinin Labeled with Fluorescein Isothiocyanate. *The Journal of Microbiology* 50(2): 191-198.
- Zhang L, Feng G, Declerck S 2018. Signal Beyond Nutrient, Fructose, Exuded by an Arbuscular Mycorrhizal Fungus Triggers Phytate Mineralization by a Phosphate Solubilizing Bacterium. *The ISME Journal* 12(10): 2339-2351.

## Batı Karadeniz Bölgesi Kivi Bahçelerinde Kök-Ur Nematodu (*Meloidogyne* spp.) Yaygınlığı ve Yoğunluğu

Emre EVLICE<sup>1</sup>, Esengül ÖZDEMİR<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Ankara Ziraî Mücadele Merkez Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Ankara, <sup>2</sup>Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Böl. Ankara

<sup>1</sup><https://orcid.org/0000-0001-6402-0287>, <sup>2</sup><https://orcid.org/0000-0002-8274-282X>

✉: emre.evlice@tarimorman.gov.tr

### ÖZET

Bu çalışmada kök-ur nematodlarının Batı Karadeniz Bölgesi kivi bahçelerindeki yaygınlık ve yoğunluklarının belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu amaçla 2015 ve 2016 yıllarında Düzce (2), Zonguldak (3) ve Bartın (3) illerinde sekiz kivi bahçesinden kök ve toprak örnekleri alınmıştır. DNA ikinci dönem larvalardan ekstrakte edilmiş, ClearDetections firmasına ait *M. tropical* spp., *M. hapla* ve *M. enterelobii* real-time primerleri ve *Meloidogyne* spp. üni-versal MF/MR primerleri moleküler teşhislerde kullanılmıştır. Çalışma sonucunda, bahçelerden %50'sinin *Meloidogyne* spp. ile bulaşık olduğu ve Bartın ve Zonguldak illerinden birer bahçenin *M. incognita*, Zonguldak ilinden bir bahçenin *M. hapla* ve Düzce ilinde bir bahçenin ise hem *M. incognita* hem de *M. hapla* ile bulaşık olduğu saptanmıştır. Bahçelerdeki popülasyon yoğunluğunun 31-252 J2/100 g toprak arasında değiştiği ve en yüksek popülasyon yoğunluğunun Bartın ili Yanaz Köyünde ağustos ayında 252 J2/100 g toprak olduğu belirlenmiştir.

### Araştırma Makalesi

#### Makale Tarihi

Geliş Tarihi :  
Kabul Tarihi :

#### Anahtar Kelimeler

Sürvey  
Toprak örnekleme  
Teşhis  
*M. incognita*  
*M. hapla*

## Distribution And Occurrence of Root-Knot Nematodes (*Meloidogyne* spp.) in Kiwi Orchards in Western Black Sea Region

### ABSTRACT

Objective of this study was to determine the prevalence and density of root-knot nematodes in kiwi orchards in the Western Black Sea Region. For this purpose, root and soil samples were taken from eight kiwi orchards in Düzce (2), Zonguldak (3), and Bartın (3) provinces in 2015 and 2016. Genomic DNA of the nematodes was extracted from second stage juveniles (J2), and ClearDetections's real-time primers were used for identification of *M. tropical* spp., *M. hapla* and *M. enterelobii* and specific universal MF / MR primers were used for molecular identifications of *Meloidogyne* spp. As a result of the study, 50% of the orchards were infected with *Meloidogyne* spp. It was determined that one orchard from each of Bartın and Zonguldak were infected with *M. incognita*, one orchard from Zonguldak with *M. hapla* and one orchard in Düzce with both *M. incognita* and *M. hapla*. It was determined that the population density in the orchards ranged between 31-252 J2/100 g soil and the highest population density was found as 252 J2/100 g soil in august in Yanaz Village of Bartın.

### Research Article

#### Article History

Received :  
Accepted :

#### Keywords

Survey  
Soil sampling  
Identification  
*M. incognita*  
*M. hapla*

**Atıf İçin:** Evlice E, Özdemir E 2021. Batı Karadeniz Bölgesi Kivi Bahçelerinde Kök-Ur Nematodu (*Meloidogyne* spp.) Yaygınlığı ve Yoğunluğu. KSÜ Tarım ve Doğa Derg 24 (5): 1093-1099. DOI: 10.18016/ksutarimdog.vi.846406.

**To Cite:** Evlice E, Özdemir E 2021. Distribution and Occurrence of Root-Knot Nematodes (*Meloidogyne* spp.) in Kiwi Orchards in Western Black Sea Region. KSU J. Agric Nat 24 (5): 1093-1099. DOI: 10.18016/ksutarimdog.vi.846406.

### GİRİŞ

Kivi (*Actinidia chinensis* Planch), meyvesi taze olarak tüketildiği gibi pasta, kek, dondurma, reçel, marmelat, konserve ve çay olarak da tüketilmekte ve kullanılmaktadır. Anavatanı Çin olan kivi tüm

dünyaya Yeni Zelanda'dan yayılmıştır (Schroeder ve Fletcher, 1967). Günümüzde kivi yetiştiriciliği başta Çin, Yeni Zelanda, İtalya, Şili, Yunanistan ve Türkiye olmak üzere ılıman-tropik iklime sahip dünyanın farklı bölgelerinde yaygın olarak yapılmaktadır (Carlos, 2014). Türkiye'de kivi üretimi 1988 yılında

Yalova'da yapılan adaptasyon denemeleri ile başlamış olup ilerleyen yıllarda başta Yalova yöresi ve Karadeniz Bölgesi'nde olmak üzere hızla artmış ve yaygınlaşmıştır (Kahraman ve Dardeniz, 2019). Günümüzde 2990 ha alanda 61.920 ton üretime sahip olan Türkiye, üretim miktarı açısından dünyada yedinci sırada yer almaktadır (FAO, 2018).

Bitki paraziti nematodlar, dünya genelinde tarımsal üretimde birçok üründe ciddi kayıplara yol açtıkları şekilde kivi üretimini de tehdit etmektedir (El-Borai ve Duncan, 2005; McKenna ve ark., 2009; McKenry, 2016). Kivide zarar yapan bitki paraziti nematodlar içerisindeki en önemli grup ise kök-ur nematodları (*Meloidogyne* spp.) olarak bilinmektedir (Cabrera ve El-Borai, 2018). Bugüne kadar kivide zarar yapan *M. incognita* (Kofoid & White, 1919) Chitwood, 1949, *M. arenaria* (Neal, 1889) Chitwood, 1949, *M. hapla* Chitwood, 1949, *M. javanica* (Treub, 1885) Chitwood, 1949, *M. ethiopica* Whitehead, 1968, *M. aberrans* Tao, Xu, Yuan, Wang, Lin, Zhuo & Liao, 2017, *M. actinidia* Li ve Yu, 1991 olmak üzere yedi tür tespit edilmiştir (Vovlas ve Roca, 1976; Haygood ve ark., 1990; Li ve Yu, 1991; Philippi ve ark., 1996; Carneiro ve ark., 2004; Tao ve ark., 2017).

Türkiye'de kivi bitkisinde zarar yapan kök-ur

nematodları ile ilgili yapılan çalışmalar Ordu ili ile sınırlı kalmış olup, bu ilde kivi yetiştiriciliği yapılan alanlarda *M. incognita*, *M. arenaria* ve *M. hapla* türleri tespit edilmiştir (Akyazi ve Felek, 2013a, Akyazi ve ark., 2017).

Bu çalışma ile kivi yetiştiriciliğinin son yıllarda giderek arttığı Batı Karadeniz Bölgesi Düzce, Zonguldak ve Bartın illeri kivi bahçelerindeki kök-ur nematodlarının tespiti, yaygınlık ve yoğunluklarının belirlenmesi amaçlanmıştır.

## MATERYAL ve METOD

### Toprak Örnekleme

Kivi bahçelerinde önemli bitki paraziti nematodları belirlemek amacıyla 2015 yılı ağustos ayında ve 2016 yılı ekim ayında yapılan çalışmalarda Bartın ilinden 3, Düzce ilinden 2 ve Zonguldak ilinden 2 olmak üzere toplam 8 kivi bahçesinden toprak ve bitki kök örnekleri alınmıştır (Çizelge 1). Toprak ve kök örneklerini almak amacıyla bahçelerde dikili kivi omca sıraları aralarında zikzak şeklinde bir yol izlenerek kivi omcası taç izdüşümünün 5 ayrı noktasından toprak sondası yardımıyla 0-30 cm'den toprak ve kök örnekleri alınmıştır.

Çizelge 1. Çalışma kapsamında örnekleme yapılan kivi bahçeleri

Table 1. Kiwi gardens sampled within the scope of the study

Örnek No Sample No	İl/İlçe/Köy Province / District / Village	Koordinat Coordinate	Erişim Numaraları Accession Numbers
B1	Bartın / Merkez / Yanaz	41°34'56.75"N 32°25'0.70"E	MW174767
B2	Bartın / Merkez / Terkehaliller	41°33'59.80"N 32°23'46.07"E	
B3	Bartın / Merkez / Akçalı	41°36'10.44"N 32°23'30.19"E	
D1	Düzce / Akçakoca / Arabacı	41° 2'52.35"N 31° 5'37.85"E	MW174768, MW186930
D2	Düzce / Yiğilca / Nuhlar	40°54'39.82"N 31°14'24.22"E	
Z1	Zonguldak / Alaplı / Yeşilyurt	41° 7'35.26"N 31°24'49.43"E	MW174766
Z2	Zonguldak / Alaplı / Kabalar	41° 5'45.96"N 31°24'27.40"E	
Z3	Zonguldak / Ereğli / Elmacı	41°20'59.71"N 31°38'17.92"E	MW186931

### Nematodların Ekstraksiyonu ve Sayımı

Laboratuvara getirilen örneklerden alınan 200 g'lık alt örneklerden 3 tekerrürlü olarak "Modifiye Baerman Funnel" yöntemi kullanılarak nematodlar ekstrakte edilmiştir (Hooper, 1986). Elde edilen süspansiyonun içindeki kök-ur nematoduna ait 2. dönem larvalar sayılmıştır. Bu amaçla falcon tüp içerisinde en az 2 saat bekletilen süspansiyondan pastör pipetiyle çekilerek gözlem kabına aktarılan alt örneklerde sayım yapılmış ve bu işleme sayılacak nematod kalmayana kadar devam edilmiştir. Sayım işleminde invert mikroskop (Leica DMI 400B) kullanılmıştır. Her popülasyon için 3 tekerrürden elde edilen *Meloidogyne* spp. sayısının ortalaması alınarak 100 g topraktaki ikinci dönem larva sayısı belirlenmiştir.

### Kök-ur Nematodlarının Teşhisi

Laboratuvara getirilen urlu köklerden elde edilen

yumurta paketlerinden gerçekleştirilen DNA ekstraksiyonu DNAeasy Tissue and Blood Kit (Qiagen, Hilden, Germany) kullanılarak söz konusu kitlerin protokolüne göre yapılmıştır. Real-time PCR çalışmalarında, ClearDetection firmasına ait *Meloidogyne* tropical spp. (*M. incognita*, *M. javanica*, *M. mayaguensis*, *M. ethiopica*, *M. arenaria*, *M. floridensis*, *M. arabicida*, *M. morrociensis*) (katalog no RT-N-D-1302), *M. hapla* (katalog no RT-N-D-1310) ve *M. enterelobii* (katalog no RT-N-D-1307) primerleri kullanılmıştır. Kullanılan karışımın içeriği ve real-time PCR koşulları ClearDetection firmasının protokollerine göre yapılmıştır. Buna göre 2 µl hedef primer, 10 µl ClearDetection PCR mix, 3 µl PCR enhancer ve 5 µl hedef DNA içeren toplam 20 µl karışım hazırlanarak kullanılmıştır. DNA amplifikasyonları ise 95°C 3 dk enzim aktivasyonu, 95°C 10 sn, 63°C 60 sn, 72°C 30 sn 35 döngü ve 72→95°C 0.2-0.5°C olacak şekilde programlanan real-

time PCR cihazında (Roche LightCycler 480) gerçekleştirilmiştir.

Real-time PCR ile pozitif sonuç elde edilen örneklerde 28S rRNA D2D3 bölgesini çoğaltan *Meloidogyne* spp. üni-versal primerleri MF/MR (5'-GGGGATGTTTGAGGCAGATTTG-3', 5'-AACCGCTTCGGACTTCCACCAG-3') kullanılarak PCR gerçekleştirilmiştir (Hu ve ark., 2011). PCR reaksiyonu, her örnek için, 6 µl of Master Mix (Solis Biodyne), 0.5 µl of her primerden, 2 µl genomik DNA ile 21 µl ddH<sub>2</sub>O karıştırılarak, toplamda 30 µl hacimde gerçekleştirilmiştir. DNA amplifikasyonları 94°C'de 2 da başlangıç denatürasyonu, ve 94°C'de 30 sn, 64°C'de 30 sn, 68°C'de 1 da ve 35 döngüyü müteakiben 72 °C'de 5 da sonlandırma olacak şekilde programlanan PCR cihazında (BioRad) gerçekleştirilmiştir. PCR ürünleri %1.5'luk agaroz jel hazırlanarak koşturulmuş ve elde

edilen ürünlerde BM Laboratuvar Sistemleri firmasından hizmet alınarak sekans analizleri gerçekleştirilmiştir. Sekans sonuçları Chromas programında manuel olarak edit edildikten sonra Genbank'ta (NCBI, <http://www.ncbi.nlm.nih.gov>) ayrı ayrı BLAST yapılarak diğer dizilerle karşılaştırılmış ve tanımlanmaları yapılmıştır. Tanımlanan izolatlara ait sekansların GenBank'a girişleri yapılarak ve erişim numaraları alınmıştır (Çizelge 1).

## BULGULAR ve TARTIŞMA

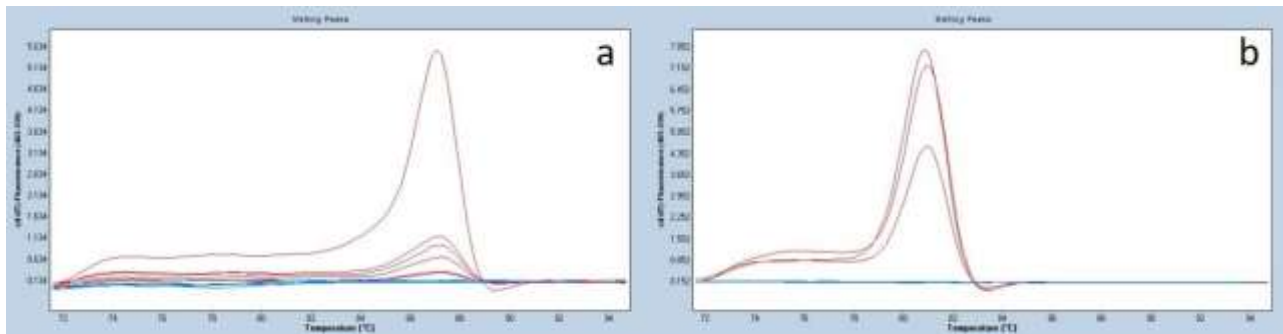
Düzce, Zonguldak ve Bartın illeri kivi bahçelerinde yapılan sürvey çalışması sonucunda 8 kivi bahçesinden Bartın ve Düzce illerinde birer ve Zonguldak ilinde iki adet olmak üzere toplam 4 bahçenin kök-ur nematodu (*Meloidogyne* spp.) ile bulaşık olduğu belirlenmiştir (Şekil 1).



Şekil 1. *Meloidogyne* spp. ile enfekteki kivi kökleri  
Figure 1. Kiwi roots infected with *Meloidogyne* spp.

Çalışmada *Meloidogyne* spp. ile bulaşık 4 bahçeden elde ikinci dönem larvalara ait DNA'larla yapılan real-time PCR sonucunda; D1 popülasyonu (Arabacı köyü) (Tm: 86.68, Cp: 24.38), Z1 (Yeşilyurt köyü) (Tm: 86.91, Cp: 30.00) ve B1 (Yanaz köyü) (Tm: 86.70, Cp: 20.23) köylerinden *Meloidogyne tropical* spp. primeriyle

(*Meloidogyne tropical* spp. pozitif kontrol Tm: 86.97, Cp: 20.32), Z3 (Elmacı köyü) (Tm: 80.36, Cp: 22.24) ve D1 (Arabacı köyü) (Tm: 80.15, Cp: 30.00) köylerinde ise *M. hapla* primerleriyle (*M. hapla* pozitif kontrol Tm: 80.44, Cp: 25.82) pozitif sonuç alınmıştır (Şekil 2).



Şekil 2. Kök-ur nematodu ile bulaşık bulunan kivi bahçelerine ait DNA'lar ile pozitif ve negatif kontrollerin *Meloidogyne tropical* spp. (A) ve *M. hapla* primerleriyle (B) Real time PCR sonucu elde edilen melting peakler

Figure 2. Melting peaks obtained as a result of Real-time PCR with the DNA of the root-knot nematode and the positive and negative controls with *Meloidogyne tropical* (A) and *M. hapla* primers (B)

*Meloidogyne* spp.'ye spesifik MF/MR primerleriyle yapılan PCR sonucunda dört örnekte de beklenildiği şekilde yaklaşık 500 bp bant gözlenmiştir. Elde edilen

dizilerin NCBI veri tabanında yapılan BLAST sorguları sonucunda GenBank'ta kaydedilenlerden karşılık gelen türlerle % 98.56-99.77 nükleotid benzerliğine sahip olarak Z1 (Yeşilyurt köyü) ve B1

(Yanaz köyü) popülasyonları *M. incognita*, Z3 (Elmacı köyü) popülasyonu *M. hapla* olarak teşhis edilirken D1 popülasyonu (Arabacı köyü) *M. incognita* ve *M. hapla* olarak teşhis edilmiştir. Söz konusu kivi bahçelerinde kök-ur nematodunun yanı sıra *Pratylenchus* spp., *Pratylenchoides* spp., *Helicotylenchus* spp., *Ditylenchus* spp., *Coslenchus* spp., *Filenchus* spp. ve *Aphelenchoides* spp. cinslerine ait türler olduğu belirlenmiştir.

Bu sonuçlara göre örnekleme yapılan 8 kivi bahçesi açısından kök-ur nematodu yaygınlık oranı %50 olarak belirlenirken *M. incognita* yaygınlığı %37.5, *M. hapla* yaygınlığı ise %25 olarak belirlenmiştir. Türkiye’de kivi bahçelerinde bitki paraziti nematodlar açısından yapılmış az sayıda çalışma bulunmaktadır. Akyazı ve Felek (2013a) Ordu ili merkez ve ilçelerinden kök-ur nematodu ile bulaşık bahçelerden alınan 17 örneğin tamamının *M. incognita* ile bulaşık olduğunu bildirirken bir diğer çalışmada ise Ordu ili Altınordu ilçesinde bir bahçede *M. hapla* ve *M. arenaria* türlerinin tespit edildiğini bildirmişlerdir (Akyazı ve ark., 2017). Ayrıca gerek Yalova (kişisel görüşme Zir. Yük. Müh. Onur DURA, Atatürk Bah.Kül.Arş.Ens.) gerekse de Mersin çevresindeki (kişisel görüşme Dr. Refik BOZBUĞA, Adana Biy.Müc.Arş.Ens.) kivi bahçelerinde kök-ur nematodlarının yaygınlığı ve zararı her geçen gün artmaktadır. Üç tropikal tür *M. incognita*, *M. arenaria* ve *M. javanica* ile ılıman tür *M. hapla* majör kök-ur nematodu türleri olarak kabul edilmekte olup, bu dört türün yaygınlık açısından yaklaşık 100 türü içeren *Meloidogyne* cinsinin %99’undan fazlasını oluşturduğu bildirilmiştir (Taylor ve ark., 1982; Moens ve ark., 2009). Neredeyse kültür bitkilerinin tamamında zarar yapan, tüm dünyada yaygın, son derece önemli obligat bitki patojenleri olan kök-ur nematodları, bitki paraziti nematodlar içerisinde dünyada kivide zarar yapan tek nematod grubudur (Cabrera ve El-Borai, 2018). Bugüne kadar kivide zarar yapan yedi farklı nematod türü tespit edilmiş olup bu çalışmada tespit edilen türlerden farklı

olarak Amerika, Brezilya, Çin, İran, İspanya ve Şili’de *M. javanica*, Brezilya, Şili ve Yunanistan’da *M. ethiopica*, Çin’de *M. aberrans* ve *M. actinidiae* türleri tespit edilmiştir (Haygoog ve ark., 1990; Li ve Yu, 1991; Verdejo-Lucas, 1992; Philippi ve ark., 1996; Maafi ve Mahdavian, 1997; Randig ve ark., 2004; Cofcewicz ve ark., 2007; Conceição ve ark., 2012; Tao ve ark., 2017).

Nematodların hızlı ve güvenilir teşhisi, doğru ve etkili mücadelenin uygulanması ve karantina açısından son derece önemlidir. Kök-ur nematodlarının klasik teşhisleri ikinci dönem larvaların morfolojik ve morfometrik karakterleriyle, dişi bireylerin perineal kesitlerine göre yapılmakta ve bu işlem hem tecrübe istemekte hem de zaman almaktadır. Bu nedenle, kısa sürede kesin sonuç veren moleküler yöntemler her geçen gün daha fazla kullanılmaktadır. Ayrıca geçmişte klasik yöntemlerle yapılan birçok kaydın teşhisi moleküler yöntemlerle yapılan yeni çalışmalar sonucunda değişmektedir. İlk olarak 1980 yılında Amerika’nın Kuzeybatı Pasifik bölgesinde teşhis edilen *M. chitwoodi* daha önce *M. hapla* olarak teşhis edilirken (Golden ve ark., 1980) aynı tür Hollanda’da ise *M. arenaria* olarak teşhis edilmiştir (Brinkman ve ark., 1994). Ülkemiz popülasyonları ile ilk kez kullanılan ClearDetection primeleri çalışmada yer alan popülasyonlar için başarılı sonuçlar vermiştir. Bu sonuçlar bu primerlerin ülkemiz *Meloidogyne* spp. popülasyonlarının tanımlanmasında kullanılabilceğini göstermiştir.

Kök-ur nematodu bulaşıklığı tespit edilen bahçelere ait bilgiler ve elde edilen ikinci dönem larva sayıları Çizelge 2’de verilmiştir. Çalışma kapsamına giren bahçelerde popülasyon yoğunluğunun 31-252 J2/100 g toprak arasında değiştiği belirlenmiş olup en yüksek popülasyon yoğunluğu *M. incognita* ile bulaşık bulunan Bartın ili Yanaz köyündeki kivi bahçesinde (B1) 252 J2/100 g toprak (Ağustos 2015) olarak belirlenmiştir.

Çizelge 2. Kök-ur nematodu tespit edilen bahçeler ve Kök-ur nematodu yoğunlukları (*Meloidogyne* spp. J2/100 g toprak)

Table 2. Gardens infested with root-knot nematodes, root-knot nematode species and densities (*Meloidogyne* spp. J2/100 g soil)

Örnek No Sample No	İl/ilçe/Köy Province / District / Village	Tür Species	Ağustos/August 2015 J2/100 g toprak* J2/100 g soil **	Ekim/October 2016 J2/100 g toprak J2/100 g soil
B1	Bartın/Merkez/Yanaz	<i>M. incognita</i>	252	179
D1	Düzce/Akçakoca/Arabacı	<i>M. incognita</i> , <i>M. hapla</i>	128	63
Z1	Zonguldak/Alaplı/Yeşilyurt	<i>M. incognita</i>	31	86
Z3	Zonguldak/Ereğli/Elmacı	<i>M. hapla</i>	56	145

\* İkinci dönem larva sayısı / 100 gram toprak

\*\*Number of second stage larvae / 100 gram soil

Ordu ilinde *M. incognita* tespit edilen iki ayrı kivi bahçesinde yapılan popülasyon seyri çalışmasında popülasyon yoğunluklarının 12-213 ve 16-175 J2/100

cm<sup>3</sup> toprak olarak değiştiği ve en yüksek popülasyon seviyelerinin mart ayında tespit edildiği bildirilmiştir (Akyazı ve Felek, 2013b). Saksı denemelerinde *M.*



*hapla*'ya nispeten toleranslı bulunan Hayward çeşidinde (Philippi ve Budge, 1992) *M. incognita* ırk 1'in ciddi büyüme azalmasına neden olduğu ve tahmini tolerans limitinin 0.43 yumurta+J2/ml toprak olduğu bildirilmiş olup (Di Vito ve ark., 1988) çalışmada kök-ur nematodu ile bulaşık bulunan bahçelerdeki popülasyon seviyeleri bu yoğunluğun üzerinde olduğu belirlenmiştir.

## SONUÇ ve ÖNERİLER

Türkiye'de kivi üretimi son yıllarda başta Yalova yöresi ve Karadeniz Bölgesi'nde olmak üzere hızla artarak yaygınlaşmaktadır. Bugüne kadar yapılan az sayıdaki çalışmada da görüleceği üzere kivi yetiştiriciliğinde önemli düzeyde ekonomik zarara neden olan kök-ur nematodlarının kivi bahçelerindeki yaygınlığının arttığı ve popülasyon seviyesinin ekonomik zarar seviyesinin üzerinde olduğu belirlenmiştir. Bugüne kadar kivide kök-ur nematodlarına dayanıklı anaçların tespitiyle ilgili bir bilgi bulunmamaktadır. Cabrera ve El-Borai (2018) tarafından ethoprophos ve fenamiphos aktif maddeli nematisitlerin kabul edilebilir seviyede kontrol sağladığı bildirilmekle beraber Türkiye'de kivide ruhsatlı nematisit bulunmamaktadır (Anonim, 2020). Hali hazırda tesis edilmiş ve *Meloidogyne* spp. ile bulaşık olan bahçelerde kök-ur nematodlarının konukçusu olan örtücü bitkilerin kullanımından kaçınılması ve sulama sıklığının attırılması tavsiye edilmektedir (McKenry, 2016). Ayrıca bazı organik gübrelerin, malçlamanın ve biyolojik kontrol ajanlarının kullanımının kök-ur nematodunun kivi ağaçlarında meydana getirdiği zararı kontrol edebildiğine dair bazı çalışmalar bulunmaktadır (Verdejo ve ark., 1990; Cayrol ve ark., 1991; Gonzalez, 1993; Maccari ve ark., 1993). Sonuç olarak günümüz şartlarında kivide kök-ur nematodu zararını azaltacak mücadele aracı yok denenecek kadar az olup yapılacak toprak analizleriyle kök-ur nematodu açısından temiz olduğu bilinen alanlarda yeni bahçelerin tesis edilmesi, bu alanlarda sertifikalı fidanlar kullanılması ve dışarıdan oluşabilecek yeni bulaşmaların engellenmesi açısından azami dikkat gösterilmesi büyük önem taşımaktadır.

## TEŞEKKÜR

Bu çalışma Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü'nün TAGEM-BS-13/08-09/01-22 (4) nolu projesi tarafından desteklenmiştir.

## Araştırmacıların Katkı Oranı Beyan Özeti

Yazarlar makaleye eşit oranda katkı sağlamış olduklarını beyan eder.

## Çıkar Çatışması Beyanı

Makale yazarları aralarında herhangi bir çıkar

çatışması bulunmamaktadır.

## KAYNAKLAR

- Akyazi F, Felek AF 2013a. Ordu ili kivi bahçelerinde görülen kök-ur nematodu *Meloidogyne incognita*'nın moleküler teşhisi. Türkiye Entomoloji Dergisi, 37(4):449-456.
- Akyazi F, Felek AF 2013b. Population fluctuations of root-knot nematode species *Meloidogyne incognita* in kiwifruit orchards in Ordu province, Turkey. Akademik Ziraat Dergisi, 2(2):75-82.
- Akyazi F, Joseph S, Felek AF, Mekete T 2017. Mitochondrial haplotype-based identification of root-knot nematodes, *Meloidogyne arenaria* and *Meloidogyne hapla*, infecting kiwifruit in Turkey. Nematropica, 47(1):34-48.
- Anonim 2020. Bitki Koruma Ürünleri Veri Tabanı. <https://bku.tarim.gov.tr/Kullanım/TavsiyeArama>.
- Aydınlı G, Mennan S 2016. Identification of root-knot nematodes (*Meloidogyne* spp.) from greenhouses in the Middle Black Sea Region of Turkey. Turkish Journal of Zoology, 40 (5): 675-685
- Brinkman H, Goossens JM, Van Riel HR (1994). Some observations on *Meloidogyne chitwoodi* and *M. n. sp.* in the Netherlands. Annual Report Diagnostic Centre Plant Protection Service Wageningen, The Netherlands, 97-98.
- Cabrera JA, El-Borai FE 2018. Nematode parasites of subtropical and tropical fruit tree crops. pp. 477-503.
- Carlos C 2014. The kiwifruit in Chile and in the world. Revista Brasileira de Fruticultura, 36(1):112-123.
- Carneiro RMDG, Randig MRO, Almeida A, Gomes ACMM 2004. Additional information on *Meloidogyne ethiopica* whitehead, 1968 (Tylenchida: Meloidogynidae), a root-knot nematode parasitising kiwifruit and grape-vine from Brazil and Chilei. Nematology, 6:109-123.
- Cayrol JC, Frankowski JP, Lanza R, Tamonte M 1991. Les nematodes en kiwi culture. Essai de lutte biologique avec le champignon nematophage T-350. Revue Horticole 313, 54-56.
- Cofcewicz E, Almeida MR, Aballay E, Magunacelaya JC, Carneiro R 2007. *Meloidogyne ethiopica*, a major root-knot nematode parasitising *Vitis vinifera* and other crops in Chile. Nematology, 9(5):633-639.
- Conceição IL, Tzortzakakis EA, Gomes P, Abrantes I, Da Cunha MJ 2012. Detection of the root-knot nematode *Meloidogyne ethiopica* in Greece. European Journal of Plant Pathology, 134(3):451-457.
- Di Vito M, Vovlas N, Simeone AM 1988. Effect of root-knot nematode *Meloidogyne incognita* on the

- growth of kiwi (*Actinidia deliciosa*) in pots. *Advances in Horticultural Science* 2, 109–112.
- El-Borai, F. E. & L. W., Duncan 2005. *Nematode Parasites of Subtropical and Tropical Fruit Tree Crops: Plant Parasitic Nematodes in Subtropical and Tropical Agriculture*, 2nd Edition, Ed: Luc, M., Sikora, R.A., Bridge, J., CABI Publishing, UK, pp: 46-492.
- Elekçioğlu İH 1992. Untersuchungen Zum auftreten und zur verbreitung phytoparasitärer nematogen in den land wirtschaftlichen hauptkulturen des astmediterranen gebretes der Turkei. *Plits* 10(5):120 p.
- FAO 2018. Bitkisel üretim istatistikleri. <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC>.
- Golden A, Obannon J, Santo G, Finley A 1980. Description and Sem Observations of *Meloidogyne chitwoodi* N-Sp (Meloidogynidae), a Root-Knot Nematode on Potato in the Pacific Northwest. *Journal of Nematology*, 12(4):319-327.
- Gonzalez HR 1993. Effects of an organic nematicide and the control of parasitic nematodes of kiwi crop. *Revista Fruticola* 14, 67–71.
- Haygood RA, Saunders JA, Miller RW 1990. Widespread occurrence of *Meloidogyne incognita* on kiwifruit in the coastal areas of South Carolina. *Plant Disease*, 74:81.
- Hooper DJ 1986. Handling, fixing, staining and mounting nematodes. (Laboratory methods for work with plant and soil nematodes, Her Majesty's stationery office, UK: Ed. Southey JF) 59-80.
- Hu MXI, Zhuo K, Liao JL 2011. Multiplex PCR for the simultaneous identification and detection of *Meloidogyne incognita*, *M. enterolobii*, and *M. javanica* using dna extracted directly from individual galls. *Phytopathology*, 101:1270.
- Hunt DJ, Handoo ZA 2009. Taxonomy, identification and principal species. (Root-knot Nematodes, CABI, UK: Ed. Perry RN, Moens M, Starr JL) 55-97.
- İmren M, Özarslandan A, Kasapoğlu EC, Toktay H, Elekçioğlu İH 2014. Türkiye buğday faunası için yeni bir tür, *Meloidogyne artiellia* (Franklin)'nın morfolojik ve moleküler yöntemlerle tanımlanması. *Türkiye Entomoloji Dergisi*, 38(2):189-196.
- Kahraman KA, Dardeniz A 2019. Kivide (*Actinidia deliciosa* cv. Hayward) farklı tozlama uygulamalarının meyve verim ve kalitesine etkilerinin belirlenmesi. *Derim*, 36(2): 108–117.
- Karssen G, Moens M 2006. Root-knot nematodes. (Plant nematology, CABI, UK: Ed. Perry RN, Moens M) 59–90.
- Kepenekci İ, Öztürk G, Evlice E, 2014. Ülkemiz için yeni bir kök-ur nematodu türü, *Meloidogyne exigua* Göldi'nin taksonomik özellikleri ve diğer kök-ur nematodu türleri. *Bitki Koruma Bülteni*, 54(1), 1-9.
- Li SJ, Yu Z 1991. A new species of root-knot nematode (*Meloidogyne actinidiae*) on *Actinidia chinensis* in Henan Province. *Acta Agriculturae Universitatis Henanensis*, 25: 251–253.
- Lima FSO, Mattos VS, Silva ES, Carvalho MAS, Teixeira RA, Silva JC, Correa VR 2018. Nematodes affecting potato and sustainable practices for their management. (Potato - From Incas to All Over the World, InTechOpen, UK: Ed. Yildiz M) 107-124.
- Maafi ZT, Mahdavian S 1997. Species and physiological races of root knot nematodes (*Meloidogyne* spp.) on kiwifruit and the effect of *M. incognita* on kiwifruit seedlings. *Applied Entomology and Phytopathology*, 65(1):1-3.
- Maccari A Jr, dos Santos HR, Biasi LA 1993. The study of preference and control of nematode *Meloidogyne arenaria* (Neal, 1889) Chitwood, 1949, in kiwi seedling. *Revista do Setor de Ciências Agrarias* 12(1–2), 55–60.
- Mai WF, Brodie BB, Harrison MB, Jatala P 1981. Nematodes. pp. 93–101. In: Hooker, W.J. (Ed.). *Compendium of potato Diseases*. American Phytopathological Society, USA.
- Mckenna CE, Dobson SJ, Phare JM 2009. The insect pest complex of *Actinidia arguta* kiwifruit, New Zealand, *Plant Protection*, 62: 262-267.
- McKenry MV 2016. Kiwifruit Nematodes. UC IPM Pest Management Guidelines. UC ANR Publication 3449. Available at: <http://ipm.ucanr.edu/PMG/r430200111.html>.
- Moens M, Perry RN, Starr JL 2009. *Meloidogyne* species – A diverse group of novel and important plant parasites. (Root-knot Nematodes, CABI, UK: Ed. Perry RN, Moens M, Starr JL) 1–17.
- Özarslandan A, Devran Z, Mutlu N, Elekçioğlu İH 2009. First report of Columbia root-knot nematode (*Meloidogyne chitwoodi*) in potato in Turkey. *Plant Disease*, 93:316.
- Philippi Ii Budge A 1992. Effects of *Meloidogyne hapla* on young kiwi plants. *Nematropica*, 22:47–54.
- Philippi I, Latorre BA, Perez GF, Castillo L 1996. Identification of the root-knot nematodes (*Meloidogyne* spp.) on kiwifruit by isoenzyme analysis in Chile. *Fitopatologia*, 31(2):96-101.
- Schroeder CA, Fletcher WA 1967. The Chinese Gooseberry (*Actinidia chinensis*) in New Zealand. *Economic Botany*, 21(1):81–92.
- Tao Y, Xu C, Yuan C, Wang H, Lin B, Zhuo K, Liao J 2017. *Meloidogyne aberrans* sp. nov. (Nematoda: Meloidogynidae), a new root-knot nematode parasitizing kiwifruit in China. *PloS one*, 12(8):1-22.

- Taylor AL, Sasser JN, Nelson LA 1982. Relationship of climate and soil characteristics to geographical distribution of *Meloidogyne* species in agricultural soils. International *Meloidogyne* Project, Contract No. AID/ta-c-1234, 65 pp., USA.
- Verdejo-Lucas S 1992. Seasonal population fluctuations of *Meloidogyne* spp. and the *Pasteuria penetrans* group in kiwi orchards. Plant Disease, 76(12):1275-1279.
- Verdejo S, Calvet C, Pinochet J 1990. Effect of mycorrhiza on kiwi infected by the nematodes *Meloidogyne hapla* and *M. javanica*. Buletin de Sanidad Vegetal. Plagas 16: 619–624.
- Vovlas N, Roca F 1976. *Meloidogyne hapla* su *Actinidia chinensis* in Italia. Nematologia Mediterranea, 4:115-116.
- Randig O, Almeida MR, Gomes AC, Carneiro R 2004. Additional information on *Meloidogyne ethiopica* Whitehead, 1968 (Tylenchida: Meloidogynidae), a root-knot nematode parasitising kiwi fruit and grape-vine from Brazil and Chile. Nematology, 6(1):109-123.
- Yüksel HŞ 1966. Karadeniz Bölgesi'nde tesadüf edilen *Meloidogyne incognita* varyasyonu hakkında. Bitki Koruma Bülteni, 6(1): 35-38.
- Yüksel HŞ 1967. Iğdır Ovasında ilk defa bulunan *Meloidogyne hapla* ve bunun *Meloidogyne incognita*'nın kanatlı varyasyonundan ayırt edici özellikleri. Ib. No: 17, 20 s., Ankara.



## *Stamnaria* Fuckel: A New Discomycete Genus Record for Turkish Mycobiota

Derya KAPLAN<sup>1</sup>, Yasin UZUN<sup>2</sup>, Abdullah KAYA<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Mareşal Fevzi Çakmak Regional Boarding Secondary School, Mersin, Turkey, <sup>2</sup>Karamanoğlu Mehmetbey University, Ermenek Uysal and Hasan Kalan Health Services Vocational School, Department of Pharmacy Services Karaman, Turkey, <sup>3</sup>Gazi University, Science Faculty, Department of Biology, Ankara, Turkey

<sup>1</sup><https://orcid.org/0000-0002-7026-5587>, <sup>2</sup><https://orcid.org/0000-0002-6423-6085>, <sup>3</sup><https://orcid.org/0000-0002-4654-1406>

✉: kayaabd@hotmail.com

### ABSTRACT

The parasitic discomycete genus, *Stamnaria* Fuckel, was reported for the first time from Turkey based on the collection of *Stamnaria americana* Masee & Morgan on living stems of *Equisetum hyemale* L. Short description of the newly recorded species and the photographs related to its macro and micromorphologies were provided.

### Research Article

#### Article History

Received : 07.01.2021

Accepted : 01.03.2021

#### Keywords

Biodiversity

Helotiales

Mersin

*Stamnaria americana*

Turkey

## *Stamnaria* Fuckel: Türkiye Mikobiyotası için Yeni Bir Diskomiset Cins Kaydı

### ÖZET

Parazitik bir diskomiset cinsi olan *Stamnaria* Fuckel, *Stamnaria americana* Masee & Morgan.'nın canlı *Equisetum hyemale* L. gövdeleri üzerinden toplanmasına bağlı olarak Türkiye'den ilk kez rapor edilmiştir. Yeni kayıt türün kısa betimlemesi ve makro ve mikromorfolojilerine ilişkin fotoğrafları verilmiştir.

### Araştırma Makalesi

#### Makale Tarihi

Geliş Tarihi : 07.01.2021

Kabul Tarihi : 01.03.2021

#### Anahtar Kelimeler

Biyçeşitlilik

Helotiales

Mersin

*Stamnaria americana*

Türkiye

**To Cite:** Kaplan D, Uzun Y, Kaya A. 2021. *Stamnaria* Fuckel: A New Discomycete Genus Record for Turkish Mycobiota. KSU J. Agric Nat 24 (5): 1100-1103. DOI: 10.18016/ksutarimdog.vi.856014.

### INTRODUCTION

*Stamnaria* Fuckel is a parasitic discomycete genus within the order Helotiales. The genus was founded by Fuckel (Seaver, 1932) and mainly characterized by an apothecia erumpent through epidermis, a strongly gelatinized ectal excipulum with cells containing yellow-orange carotenoids, and members growing on *Equisetum* spp. (Hosoya et al., 2013; Haelewaters et al., 2018). Kirk et al. (2008) gives the existing number of *Stamnaria* as 3, but Index Fungorum ([www.indexfungorum.org](http://www.indexfungorum.org); accessed 1 January 2021) lists 8 confirmed taxa. By the end of the December 2020, 87 members of Helotiales belonging to 17 families and 37 genera have been reported from Turkey. But the checklists (Sesli et al., 2020; Uzun and Kaya, 2020a) on macromycota of Turkey and the contributory studies (Doğan et al., 2018; Işık and Türkekul, 2018; Allı et al., 2019; Uzun and Kaya, 2019, 2020b; Acar et al., 2019; Keleş, 2020; Sesli, 2020)

presented after the checklists indicate that any member of the genus *Stamnaria* has been recorded from Turkey. The work aims to make a contribution to the mycobiota of Turkey.

### MATERIALS and METHOD

*Stamnaria americana* samples were collected in 2019 during routine field trips in Karaman and Mersin provinces. Using a Sony HX-400V, the fruiting bodies were photographed at their natural habitats, and notes were taken related to its ecology, morphology and geographic position etc. After collection, the samples were placed in paper boxes and transferred to the fungarium. Due to the size of the fruit bodies, an Olympus SZ2-ILST stereomicroscope and E-330 camera were used for additional macroscopic photographs. Microscopic investigations were conducted in fungarium on dry materials. A Nikon Eclipse Ci-S trinocular microscope was used for

studying micromorphological features, and a DS-Fi2 digital camera was used to obtain microstructural photographs. The samples were identified according to Morgan (1902), Seaver (1932, 1951), Moingeon and Page (2003), Künkele et al. (2005) and Hosoya et al. (2013). The systematic of the taxon is given in accordance with Index Fungorum. The samples were kept at Karamanoğlu Mehmetbey University, Kamil Özdağ Science Faculty, Department of Biology.

## RESULTS

*Fungi* Bartling

*Ascomycota* Caval.-Sm.

*Pezizomycotina* O.E. Erikss. & Winka

*Leotiomyces* O.E. Erikss. & Winka

*Leotiomycetidae* P.M. Kirk, P. Cannon, Minter & Stalpers

*Helotiales* Nannf.

*Incertae sedis*

*Stamnaria americana* Masee & Morgan, J. Mycol. 8(4): 183 (1902)

### Macroscopic and microscopic features

Apothecia about 0.5-0.6 mm across and high, erumpent, generally crowded in clusters of three to four or more, sessile or with a short stipe-like base, at first rounded and surrounded by a gelatinous

excipulum, expands at maturity, pale orange to somewhat yellowish, hymenial surface plane, slightly concave, scarious at the margin (Fig. 1). Asci 130-170 × 17-23 µm, cylindrical to clavate, rounded at the apex, 8-spored, spores 1 or 2 seriate or partially so. Paraphyses cylindrical to filiform, some branched, enlarged at the apex. Ascospores 24-29 × 7.5-8.5 µm, ellipsoid to elliptic-fusiform, slightly inequilateral, straight or curved, surface smooth, usually with two large oil-drops, some with only one oil drop, content granular outside the oil drops (Fig. 2).

### Ecology

*Stamnaria americana* grows on dead or living stems of *Equisetum* species, especially *Equisetum robustum* A.Br. and *Equisetum hyemale* L. (Morgan, 1902; Seaver, 1951; Künkele et al., 2005; Hosoya et al., 2013).

### Specimen examined

TURKEY - Karaman, Zengen (Başharman) Village, near irrigation channel, on living stems of *E. hyemale*, 37°05'N-33°22'E, 1190 m, 04.05.2019, Yuzun 7394; Mersin, Silifke, Değirmendere Village, Göksu River bank, under *Populus* L. sp. and *Salix* L. sp., on living stems of *E. hyemale*, 09.11.2019, 36°24'N-33°48'E 40 m, Der-Kap 301; 36°26'N-33°46'E, 50 m, 27.11.2019, DerKap-395.



Figure 1. Ascocarps of *Stamnaria americana*  
Şekil 1. *Stamnaria americana*'nin askokarları

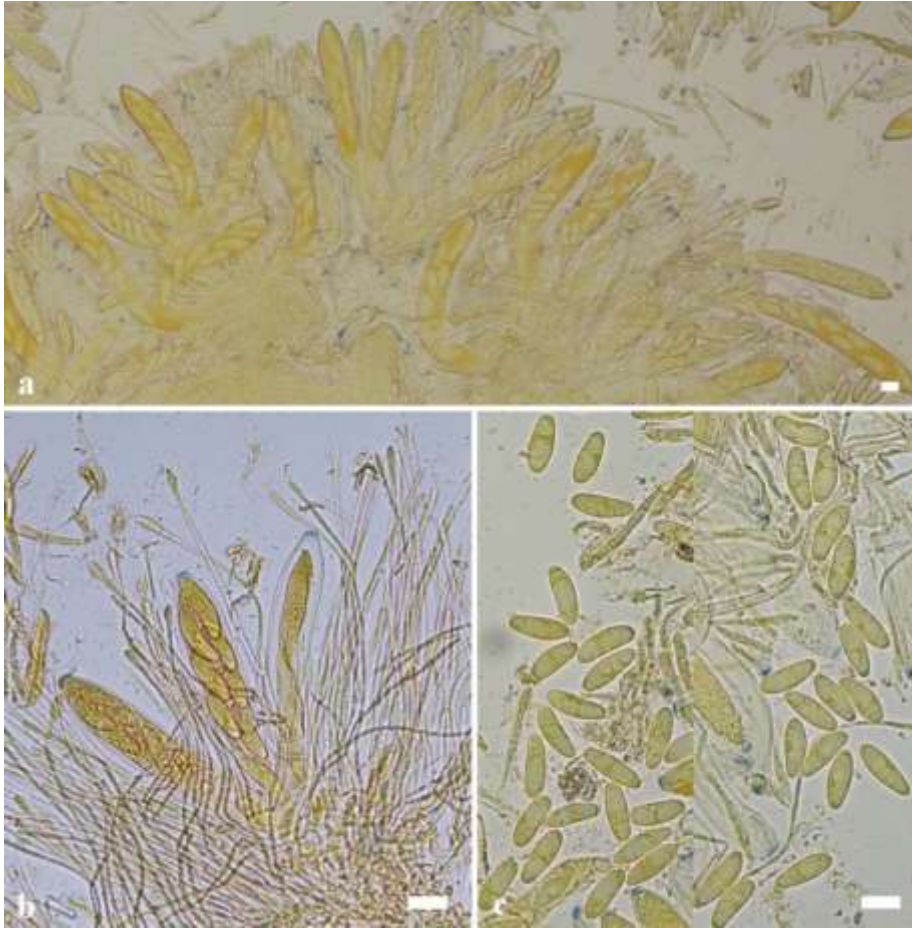


Figure 2. Asci and paraphyses (a, b) and ascospores of *Stamnaria americana* (c) (bars: 15 µm)  
Şekil 2. *Stamnaria americana*'nin askus ve parafizleri (a,b) ve askosporları (c) (barlar: 15 µm)

## DISCUSSION

*Stamnaria americana* was added as new record for the mycobiota of Turkey. This is the first member of the genus to be reported in Turkey. *Stamnaria* is regarded as a genus in Helotiaceae by Mycobank (2021), but the Index Fungorum gives its current family category as Incertae sedis (Helotiales). The ecological and morphological characteristics of the investigated collections are in agreement with Seaver (1932, 1951); Moingeon and Page (2003) and Hosoya et al. (2013).

Morgan (1902) reported *S. americana* on dead stems of *E. hyemale* L. But Turkish collections were made on living stems of *E. hyemale* as reported by Haelewaters et al. (2018). Though the members of *Stamnaria* may share some morphological and ecological properties, the strongly gelatinized excipulum is a remarkable feature of this fungus (Hosoya et al., 2013). *Stamnaria americana* may be confused with *S. yugrana* Filippova, Haelew. & Baral. But the latter species grows on dead or fallen branches of *E. sylvaticum* L. The solitary and distinctly stalked apothecia also differentiate it from *S. americana* morphologically (Haelewaters et al., 2018).

## ACKNOWLEDGEMENT

The authors would like to thank Fahri Tunahan

ÇEVİK for his kind help during field study in Karaman province.

## Author's Contributions

Authors declares the contribution of the authors is equal.

## Statement of Conflict of Interest

Authors have declared no conflict of interest.

## REFERENCES

- Acar İ, Uzun Y, Keleş A, Dizkırıcı A 2019. *Suillellus amygdalinus*, a new species record for Turkey from Hakkari Province. *Anatolian Journal of Botany* 3(1): 25-27.
- Allı H, Tevlim G, Şen İ 2019. A New Record for Turkey's Mycobiota from an Interesting Habitat in the Muğla Province: *Hortiboletus bubalinus* (Oolbekk. & Duin) L. Albert O Dima. *Mugla Journal of Science and Technology* 5(1): 114-118.
- Doğan HH, Bozok F, Taşkın H 2018. A new species of *Barssia* (Ascomycota, Helvellaceae) from Turkey. *Turkish Journal of Botany* 42(5): 636-643.
- Haelewaters D, Filippova NV, Baral HO 2018. A new species of *Stamnaria* (Leotiomyces, Helotiales)

- from Western Siberia. *MycKeys* 32: 49-63.
- Hosoya T, Saito Y, Harada Y, Tanaka K, Zhao YJ, Kakishima M 2013. *Stamnaria americana*, new to Japan and occurring on *Equisetum* stems. *Mycosystema* 32(3): 448-456.
- Index Fungorum 2021. <http://www.indexfungorum.org/Names/Names.asp>. Accessed 1 January 2021.
- Işık H, Türkekul İ 2018. A New Addition to Turkish *Helotiaceae*. *Süleyman Demirel University Journal of Natural and Applied Sciences* 22(2): 595-597.
- Keleş A 2020. Türkiye Mikotası için Yeni Bir Cins (*Gerronema* Singer) Kaydı. *Mantar Dergisi* 11(2): 168-171.
- Kirk PM, Cannon PF, Minter DW, Stalpers JA 2008. *Dictionary of the Fungi*, 10th ed., Wallingford: CAB International.
- Künkele U, Lohmeyer TR, Baral HO 2005. *Stamnaria americana*, an in riverside forests presumably common, but in Germany hitherto overlooked parasite on *Equisetum hyemale*. *Mycologia Bavarica* 7: 3-20.
- Moingeon J-M, Page C 2003. *Stamnaria americana* Masseur et Morgan: premières récoltes françaises. *Bulletin de la fédération Mycologique de L'est* 1: 6-12.
- Morgan AP 1902. The Discomycetes of the Miami Valley. Ohio. *Journal of Mycology* 8(4): 179-192.
- Mycobank 2021. <https://www.mycobank.org/page/Simplenamesearch> Accessed 1 January 2021.
- Seaver FJ 1932. Photographs and descriptions of cup-fungi XVI. *Stamnaria*. *Mycologia* 24(1): 1-3.
- Seaver FJ 1951. *The North American Cup-Fungi (Inoperculates)*. Privately Published: New York, USA.
- Sesli E 2020. Presence of *Cortinarius atroalbus* M.M. Moser and *C. duracinobtus* Rob. Henry (Basidiomycota, Cortinariaceae) in Turkey. *Anatolian Journal of Botany* 4(2): 92-95.
- Sesli E, Asan A, Selçuk F (edits.), Abacı Günyar Ö, Akata I, Akgül H, Aktaş S, Alkan S, Allı H, Aydoğdu H, Berikten D, Demirel K, Demirel R, Doğan HH, Erdoğan M, Ergül CC, Eroğlu G, Giray G, Haliki Uztan A, Kabaktepe Ş, Kadaifçiler D, Kalyoncu F, Karaltı İ, Kaşık G, Kaya A, Keleş A, Kırbacı S, Kıvanç M, Ocak İ, Ökten S, Özkale E, Öztürk C, Sevindik M, Şen B, Şen İ, Türkekul İ, Ulukapı M, Uzun Ya, Uzun Yu, Yoltaş A 2020. Türkiye mantar listesi (The Checklist of Fungi of Turkey). Ali Nihat Gökyiğit Vakfı Yayını. İstanbul.
- Uzun Y, Kaya A 2019. New Additions to Turkish Pezizales from the Eastern Black Sea Region. *Turkish Journal of Botany* 43(2): 262-270.
- Uzun Y, Kaya A 2020a. The checklist of the macromycetes determined in Gaziantep province. *Anatolian Journal of Botany* 4(2): 106-115.
- Uzun Y, Kaya A 2020b. *Elaphomyces citrinus* and *E. cyanosporus*, new for Turkey. *Mycotaxon* 135(2): 339-344.



## Two New Additions to *Turkish Tulostoma*

İlgaz AKATA<sup>1</sup>, Ergin Şahin<sup>2</sup>, Deniz ALTUNTAŞ<sup>3</sup>, Şanlı KABAKTEPE<sup>4</sup>

<sup>1,2</sup>Ankara University, Faculty of Science, Department of Biology, Ankara, Turkey, <sup>3</sup>Ankara University Graduate School of Natural and Applied Sciences, Ankara, Turkey, <sup>4</sup>Malatya Turgut Ozal University, Battalgazi Vocat Sch., Battalgazi, Malatya, Turkey

<sup>1</sup><https://orcid.org/0000-0002-1731-1302>, <sup>1</sup><https://orcid.org/0000-0003-1711-738X>, <https://orcid.org/0000-0003-0142-6188>

<sup>3</sup><https://orcid.org/0000-0001-8781-7089>

✉: akata@science.ankara.edu.tr

### ABSTRACT

The purpose of the present work is to identify *Tulostoma* samples collected from Ankara and Kırıkkale provinces (Turkey). Both traditional methods and ITS rDNA-based molecular phylogeny were implemented to identify the specimens. When the high sequence similarities were taken into account, the collected specimens ANK Akata & Altuntaş 647 and ANK Akata & Altuntaş 675 were identified as *T. simulans* and *T. subsquamosum* respectively; and the morphological data further supported these findings. Short descriptions of the species are given together with their macro- and micromorphology and spore images taken by a scanning electron microscope (SEM).

### Research Article

#### Article History

Received : 12.12.2020

Accepted : 11.02.2021

#### Keywords

Mycobiota

*Tulostoma*

New records

Turkey

## Türkiye *Tulostoma*' larına İki Yeni Katkı

### ÖZET

Bu çalışmanın amacı Ankara ve Kırıkkale illerinden (Türkiye) toplanan *Tulostoma* örneklerini tespit etmektir. Örnekleri tanımlamak için hem geleneksel yöntemler hem de ITS rDNA temelli moleküler filogeni uygulanmıştır. Yüksek dizi benzerlikleri dikkate alındığında, toplanan ANK Akata & Altuntaş 647 ve ANK Akata & Altuntaş 675 örnekleri, sırasıyla *T. simulans* ve *T. subsquamosum* olarak teşhis edilmiş; ve morfolojik veriler de ayrıca bu bulguları desteklemiştir. Türlerin kısa tanımları, makro ve mikromorfolojileri ve taramalı elektron mikroskobu (SEM) ile alınan spor görüntüleri ile birlikte verilmektedir.

### Araştırma Makalesi

#### Makale Tarihi

Geliş Tarihi : 12.12.2020

Kabul Tarihi : 11.02.2021

#### Anahtar Kelimeler

Mikobiyota

*Tulostoma*

Yeni kayıtlar

Türkiye

**To Cite** : Akata I, Şahin E, Altuntaş D, Kabaktepe Ş 2021. *Two New Additions to Turkish Tulostoma*. KSU J. Agric Nat 24 (5): 1104-1110. DOI: 10.18016/ksutarimdog.vi.839465.

## INTRODUCTION

*Tulostoma* Pers., commonly known as stalked puffballs, is a large gasteroid genus containing approximately one hundred and seventy currently existing species ([www.indexfungorum.org](http://www.indexfungorum.org); accessed 20 November 2020). Members of the genus are characterized by globose and stalked spore-sac opened by an apical mouth, double peridium, pulverulant gleba, globose to ovoid, smooth or ornamented basidiospores, simple or branched capillitium with septa. Members of the genus are cosmopolitan, which prefer primarily sandy and calcareous soil in temperate and tropical regions (Pegler et al., 1995; Calonge, 1998).

The genus was ascertained by Persoon (1794, 1801) to compile puffball species having "peridium pedicellatum", a small hole with an "ore cylindraceo cartilagineo". Two species (*T. squamosum* (J.F. Gmel.) Pers. and *T. brumale* Pers.) were accommodated in the

genus by Persoon. While Tournefort (1700) formerly illustrated *T. brumale* as *Lycoperdon parisiense*, Linnaeus (1753) described *T. squamosum* as *Lycoperdon pedunculatum*. Four species *T. fimbriatum*, *T. laceratum* (syn. *Schizostoma lacerata*), *T. tortuosum*, and viz. *T. mammosum* (including *T. squamosum*) were described by Fries (1829). However, Fries (1829) subsequently renamed *Tulostoma* with *Tulasnodea*, for the honor of the Tulasne brothers, who were his mycologist colleagues from France. However, considering the nomenclature rules, "*Tulostoma*" coined by Persoon should be regarded as the legitimate name for this typical genus (Persoon, 1801). In older literature, sometimes an orthographic variant, *Tylostoma*, is encountered. The knowledge of *Tulostoma* was developed by the early works of some researchers. Schroeter (1876) described the development of basidia and capillitium, parts of basidiomata, in this genus. Later Wright (1955) elucidated the unique morphological characters of the



genus. In his work entitled “The Genus *Tulostoma/Gasteromycetes: A World Monograph*” Wright (1987), included 139 species. Wright’s species concept mostly relied on studies of type specimens and various herbarium samples. With the advancements in scanning electron microscopy (SEM), fine spore morphology could be employed as a guide for the taxonomic revisions and appearance of new species.

The inclusion of the molecular analysis resulted in fundamental changes in the fungus systematics and taxonomy. The order *Agaricales* was established to include basidiomycetous gasteroid fungi including the puffball genus *Tulostoma* by Hibbett et al. (1997) Although a considerable amount of morphological data concerning the genus *Tulostoma* have been accumulated, relatively less molecular phylogenetic studies related to this genus have been reported. These published studies mostly focus on a low number of species and they are geographically restricted (Jeppson et al., 2017).

Considering the literature on Turkish *Tulostoma* (Gücin and Öner, 1982; Sesli, 1995; Afyon, 1996; 1997; Solak et al., 1999; Afyon et al., 2000; Kaşık et al., 2000; Sesli et al., 2000; Işiloğlu, 2001; Solak et al., 2002; Aktaş et al., 2003; Türkekul and Sesli, 2003; Kaya, 2005; 2006; Doğan and Öztürk, 2006; Doğan and Türkoğlu, 2006; Allı et al., 2007; Doğan et al., 2007; Türkoğlu et al., 2007; Yağız et al., 2007; Doğan et al., 2011; Kırış et al., 2012; Akata et al., 2014), so far 5 species (*T. brumale*, *T. fimbriatum* Fr., *T. squamosum*, *T. pluriosteum* Long & S. Ahmad and *T. wightii* Berk.) which were identified based on morphological features have been listed for Turkish mycobiota. However, there was not any report of *Tulostoma simulans* Lloyd and *Tulostoma subsquamosum* Long & S. Ahmad in Turkey. The aim of the present paper is to contribute new species for Turkish *Tulostoma*.

## MATERIAL and METHOD

### Morphological study

*Tulostoma* samples were collected from Ankara and Kırıkkale provinces (Turkey) in 2019. At their site of collection, the macroscopic and ecological features of the samples were recorded. At the laboratory, microscopic features were scrutinized using both simple light microscope (LM) and scanning electron microscope (SEM). In light microscopy, measurements were repeated roughly 30 times under a light microscope (Euromex Oxion Trinocular microscope). Each microscopic structure was examined with 100X magnification rates and the compiled data were assessed statistically. For SEM, pieces of mass inside the gleba were fixed on stubs using double-sided sticky tape, coated with gold particles, and visualized using an EVO 40XVP (LEO Ltd., Cambridge, UK) scanning electron microscope with an accelerating voltage of 20

kV. Sample identification was performed in light of the relevant literature (Pegler et al., 1995; Calonge, 1998; Jeppson et al., 2017; Rusevska et al., 2019). Fungarium materials were prepared from the identified specimens and deposited into Fungarium of Ankara University Faculty of Science, Department of Biology.

### Determination of the ITS rDNA Sequences

For the genomic DNA extraction from ANK Akata and Altuntaş 647 and ANK Akata and Altuntaş 675, CTAB method was implemented as described previously (Rogers and Bendich, 1994). For the quality and quantity measurements, the isolated genomic DNA was spectrophotometrically (Nanodrop Lite Thermo Scientific) analyzed, and later it was utilized as the template in order to amplify the Internal Transcribed Spacer (ITS) rDNA regions via the polymerase chain reaction (PCR) method. By using the ITS1 forward and ITS4 reverse universal oligonucleotides, PCR amplification of the ITS rDNA regions was implemented as described elsewhere (Stielow et al., 2015). The presence of the amplification products was electrophoretically verified on an agarose gel and then they were purified with Expin Gel, PCR, and CleanUp SV Kit (GeneAll) and sequenced with Sanger dideoxy sequencing method. For the sequencing PCR conducted using the BigDye™ Direct Cycle Sequencing Kit (Thermo Fisher Scientific), the same ITS1 and ITS4 oligonucleotides were employed and the fragment analyses were carried out by using ABI Prism 3130 Genetic Analyzer. Agarose gel electrophoresis and the Sanger sequencing were conducted as described previously (Chen et al., 2014).

### Molecular Phylogeny Study

DNAMAN Version 10 sequence assembly software (Lynnon Corporation) was used to assemble the sanger reads obtained from ITS1 and ITS4 primers were assembled and BLASTn search was conducted with the assembled sequence for the identity index analysis. Based on the results of the BLAST search, the in-group and the out-group sequences were retrieved from NCBI GenBank and used in the phylogenetic analysis (Table 1) (Pawlik et al., 2015; Jeppson et al., 2017). The ClustalW algorithm of MEGAX software was used to align the assembled sequences and the nucleotide sequences of the retrieved in-group and out-group members (Kumar et al., 2018). The phylogenetic tree exhibiting the evolutionary history of ANK Akata and Altuntaş 647 and ANK Akata and Altuntaş 675 was predicted using the Maximum Likelihood method and GTR+G+I nucleotide substitution model (Nei and Kumar, 2000). The bootstrap method was selected for improving the accuracy of the estimation using 1000 bootstrap replicates (Felsenstein, 1985).

Table 1. GenBank accession numbers of the ITS sequences belonging to the 16 fungi specimens used in this study  
*Tablo 1. Bu çalışmada kullanılan 16 mantar örneğine ait ITS dizilerinin GenBank erişim numaraları*

Tulostoma Species	GenBank number (ITS)	Geographical origin	References
ANK Akata & Altuntaş 647 ( <i>Tulostoma simulans</i> )	MT798590.1	Turkey	Current study
<i>Tulostoma simulans</i>	KU519053.1	Hungary	Jeppson et al., 2017
<i>Tulostoma simulans</i>	KU519046.1	Spain	Jeppson et al., 2017
<i>Tulostoma brumale</i>	KU519061.1	Slovakia	Jeppson et al., 2017
<i>Tulostoma grandisporum</i>	KU519004.1	Hungary	Jeppson et al., 2017
<i>Tulostoma striatum</i>	KU518959.1	Spain	Jeppson et al., 2017
<i>Tulostoma fimbriatum</i>	KU518981.1	Spain	Jeppson et al., 2017
<i>Tulostoma berkeleyi</i>	MK578704.1	USA	Jeppson et al., 2017
<i>Tulostoma winterhoffii</i>	KU518977.1	Sweden	Jeppson et al., 2017
<i>Tulostoma squamosum</i>	KU519097.1	France	Jeppson et al., 2017
<i>Tulostoma rufum</i>	KU519107.1	USA	Jeppson et al., 2017
<i>Tulostoma calcareum</i>	KU519088.1	Hungary	Jeppson et al., 2017
<i>Tulostoma subsquamosum</i>	KU519092.1	Spain	Jeppson et al., 2017
ANK Akata & Altuntaş 675 ( <i>Tulostoma subsquamosum</i> )	MT798591.1	Turkey	Current study
<i>Tulostoma subsquamosum</i>	KU519093.1	Hungary	Jeppson et al., 2017
<i>Coprinus comatus</i>	JQ901445.1	Poland	Pawlik et al., 2015

## RESULTS and DISCUSSION

The systematics of the newly reported *Tulostoma* species was in accordance with Index Fungorum (www.indexfungorum.org; accessed 20 November 2020). Short descriptions were provided together with collection dates, localities, notes on habitats, geographical positions, herbarium numbers, and images of their macro-and micromorphology, and spores viewed by a scanning electron microscope (SEM).

### 1. *Tulostoma simulans* Lloyd (1906), (Figure 1).

**Syn.:** *Tulostoma mammosum* var. *simulans* (Lloyd) Sacc. & Trotter (1912).

#### Macroscopic and microscopic features

**Spore-sac** 6-10 mm diam., globose. **Mouth** circular. **Exoperidium** membranous. **Endoperidium** papery, smooth, yellowish to light brown. **Stipe** 15-30 × 2-3 mm, yellow to light brown, cylindrical. **Gleba** light yellow to light brown. **Basidia** not seen. **Basidiospores** 4-5 µm diam, globose, almost smooth to slightly warted under LM, with conical or isolated warts under SEM. **Capillitium** up to 9 µm diam, branched, septate, and thick-walled, sometimes with irregular crystals on the capillitial wall.

**Ecology:** Fall to winter, in sandy soil (Rusevska et al., 2019).

**Distribution:** Asia, Australia, Europe, North, and South America (Jeppson et al., 2017).

**Material examined:** TURKEY—Ankara: Ankara University Beşevler 10.Yıl campus, under *Picea pungens* Engelm. (*Pinaceae*), 867 m, 39°56' N, 32°50'E, 02.09.2019, ANK Akata & Altuntaş 647.

**Remarks:** Although it is difficult to distinguish *T. simulans* and *T. brumale* in detail by conventional methods, the exoperidial characteristic, spore dimensions, and the presence of crystals may help to separate these species (Jeppson et al., 2017; Rusevska et al., 2019).

### 2. *Tulostoma subsquamosum* Long & S. Ahmad (1947), (Figure 2).

#### Macroscopic and microscopic features

**Spore-sac** 10-15 mm diam., globose. **Mouth** tubular or circular. **Exoperidium** membranous. **Endoperidium** papery, smooth, whitish, ochraceous to light brown. **Stipe** 25-40 × 2-3 mm, brownish squamules on a white background, slightly woody. **Gleba** light yellow to brownish. **Basidia** not seen. **Basidiospores** 4-5 µm diam, globose, verrucose-echinate under LM, with conical or cylindrical warts anastomosed in ridges under SEM. **Capillitium** up to 8 µm diam, branched and septate.

**Ecology:** Fall, in sandy soil (Rusevska et al., 2019).

**Distribution:** Asia, Europe, North, and South America (Jeppson et al., 2017).

**Material examined:** TURKEY—Kırıkkale: Bahşili, near road, 710 m, 39°44' N, 33°27' E, 10.10.2019, ANK Akata & Altuntaş 675.

**Remarks:** *T. subsquamosum* can be distinguished from other *Tulostoma* members by its verrucose-echinate spores (under LM) and hyphal exoperidium with scattered sphaerocyst-like cells (Rusevska et al., 2019)

The nuclear ITS rDNA sequences of ANK Akata and Altuntaş 647 and ANK Akata and Altuntaş 675 obtained from Sanger dideoxy sequencing were

deposited into NCBI GenBank with the accession numbers MT798590.1 and MT798591.1 respectively. In phylogenetic analyses of ANK Akata and Altuntaş 647 and ANK Akata and Altuntaş 675, 13 different nuclear ITS rDNA sequences belonging to 11 different

*Tulostoma* species were retrieved from NCBI GenBank database and used as in-group sequences in the phylogenetic analysis. As the out-group sequence, nuclear ITS rDNA sequences of *Coprinus comatus* (O.F. Müll.) Pers. was selected.



Figure 1. *Tulostoma simulans*: a. basidiomata, b. spores (LM), c-d. capillitium (LM), e. spores (SEM).  
Şekil 1. *Tulostoma simulans*: a. bazidiyomata, b. sporlar (LM), c-d. kapilisyum (LM), e. sporlar (SEM).

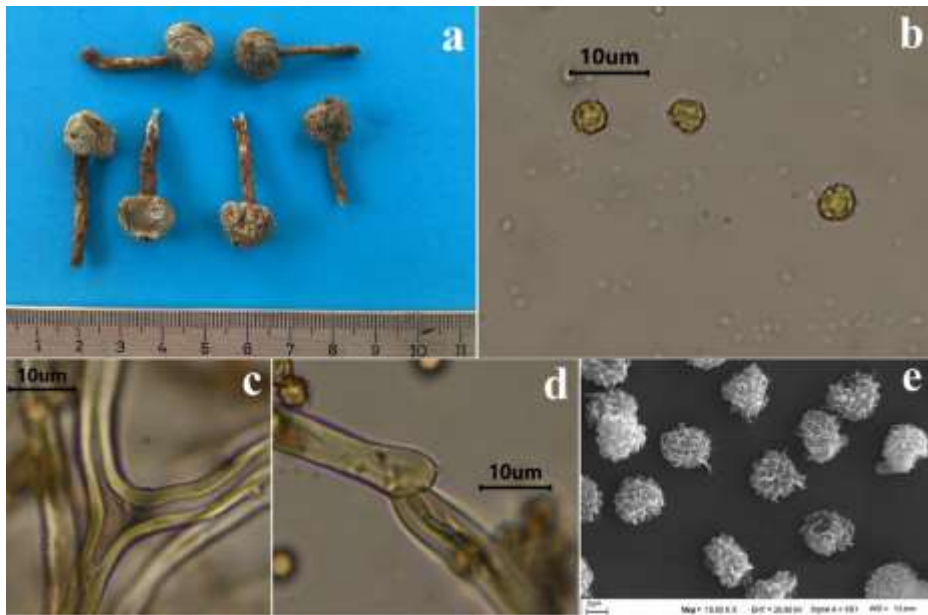


Figure 2. *Tulostoma subsquamosum*: a. basidiomata, b. spores (LM), c-d. capillitium (LM) e. spores (SEM).  
Şekil 1. *Tulostoma simulans*: a. bazidiyomata, b. sporlar (LM), c-d. kapilisyum (LM), e. sporlar (SEM).

As a result of the phylogenetic analysis, the specimens ANK Akata and Altuntaş 647 and ANK Akata and Altuntaş 675 were clustered with species of *T. simulans* and *T. subsquamosum* respectively. On the other side, *Coprinus comatus* fell into a distinct branch separate from the *Tulostoma* species and formed an out-group as expected. The BLAST analysis

implemented with the nuclear ITS rDNA sequence of ANK Akata and Altuntaş 647 and ANK Akata and Altuntaş 675 revealed as high as 100% similarity rates between these specimens and different isolates of *T. simulans* and *T. subsquamosum*. The phylogenetic analyses conducted herein further solidified the close identity relationship of the specimens ANK Akata and

Altuntaş 647 and ANK Akata and Altuntaş 675 with *T. simulans* and *T. subsquamosum* respectively (Figure 3).

For the reliable identification of fungal taxa, conventional methods employing morphological data may not always sufficient per se. Hence, conserved regions of genomic DNA including nrITS, nrSSU, and nrLSU as well as sequences of protein-coding genes are

benefited for molecular taxonomic studies for decades (Raja et al., 2017). Furthermore, ITS is the most generally used DNA barcoding marker for fungi and this reason endows valuable information for molecular phylogenetic studies. Thus, we benefited from nuclear ITS rDNA sequences for the molecular identification of the specimens ANK Akata and Altuntaş 647 and ANK Akata and Altuntaş 675.

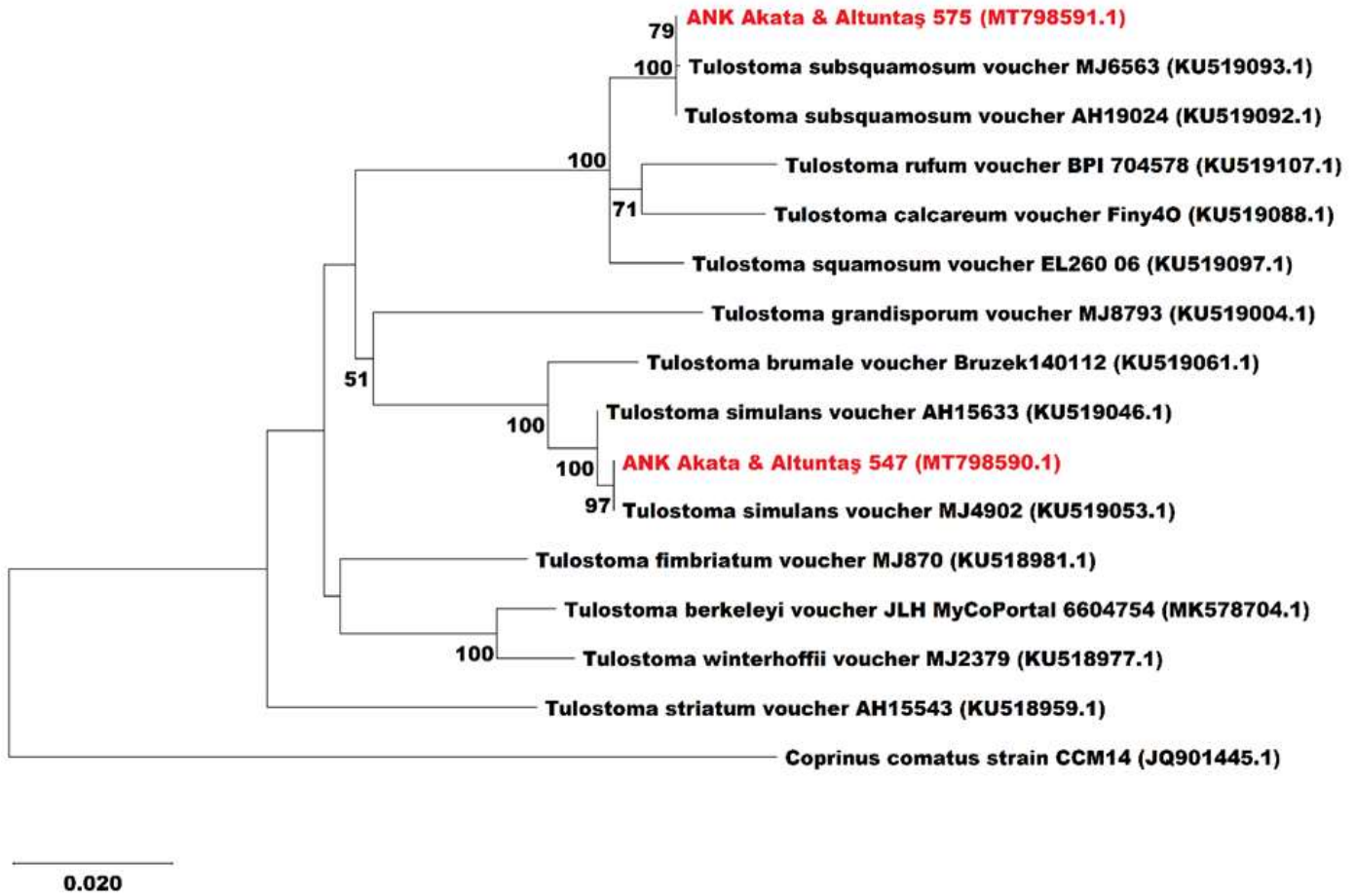


Figure 3. The Maximum Likelihood tree demonstrating the phylogenetic relationships of 39 fungi predicted from the nuclear ITS rDNA region. Percentage bootstrap values that are more than 50 were stated for each branch. All of the sequences included in the phylogenetic analysis were retrieved from GenBank except for specimens ANK Akata and Altuntaş 647 and ANK Akata and Altuntaş 675. Nuclear ITS rDNA sequences of *Coprinus comatus* was included as the outgroup sequence in the phylogenetic analysis. GenBank accession numbers are also stated. The scale bar at the lower left shows a genetic distance of 0.02.

Şekil 3. Çekirdek ITS rDNA bölgelerine göre hesaplanan, 39 fungusun filogenetik ilişkisini gösteren maksimum olasılık ağacı. Her bir dal için yüzde önyükleme değeri 50'den fazla olanlar belirtilmiştir. ANK Akata ve Altuntaş 647 ve ANK Akata ve Altuntaş 675 örnekleri hariç filogenetik analize dahil edilen tüm diziler GenBank'tan elde edilmiştir. *Coprinus comatus*'un Çekirdek ITS rDNA dizisi, filogenetik analize dış grup dizisi olarak dahil edilmiştir. GenBank erişim numaraları da belirtilmiştir. Aşağı sol tarafta yer alan ölçek çizgisi 0.02 genetik mesafeyi göstermektedir.

#### ACKNOWLEDGEMENTS

The authors thank the Ankara University Research Fund (Project no: 18B0430001) for its financial support.

#### Author's Contributions

The contribution of the authors is equal.

#### Statement of Conflict of Interest

Authors have declared no conflict of interest.

## REFERENCES

- Afyon A 1996. Konya (Meram-Selçuklu) civarında belirlenen bazı makroskopik mantarlar. *Turkish Journal of Botany* 20: 259-262.
- Afyon A 1997. Mycoflora of Derbent District (Konya). *Turkish Journal of Botany* 21: 217-220.
- Afyon A, Konuk M, Yağız D 2000. Bartın yöresi makrofungusları üzerine bir araştırma. *Selçuk Üniversitesi Fen Fakültesi Fen Dergisi* 8(2): 77-86.
- Akata I, Uzun Y, Kaya A 2014. Macromycetes determined in Yomra (Trabzon) district. *Turkish Journal of Botany* 38: 999-1012.
- Aktaş S, Öztürk C, Kaşık G, Sabahlar Ş, Doğan HH 2003. Macrofungi Flora of Bozkır District (Konya). *Turkish Journal of Botany* 27: 37-43.
- Allı H, Işıloğlu M, Solak MH 2007. Macrofungi of Aydın Province, Turkey. *Mycotaxon* 99: 163-165.
- Calonge FD 1998. Gasteromycetes, I. Lycoperdales, Nidulariales, Phallales, Sclerodermatales, Tulostomatales. Volume 3., *Real Jardin Botanico, Stuttgart*, 272 pp.
- Chen L, Cai Y, Zhou G, Shi X, Su J, Chen G, Lin K 2014. Rapid Sanger sequencing of the 16S rRNA gene for identification of some common pathogens. *PloS one* 9(2): e88886.
- Doğan HH, Öztürk C 2006. Macrofungi and Their Distribution in Karaman Province, Turkey. *Turkish Journal of Botany* 30: 193-207.
- Doğan HH, Türkoğlu A 2006. Macrofungal diversity of Hasandağı Mountain and Göreme District in Turkey. *Mycologia Balcanica* 3: 173-178.
- Doğan HH, Öztürk C, Kaşık G, Aktaş S 2007. Macrofungi Distribution of Mut Province in Turkey. *Pakistan Journal of Botany* 38(1): 293-308.
- Doğan HH, Karadelev M, Işıloğlu M 2011. Macrofungal diversity associated with the scale-leaf juniper trees, *Juniperus excelsa* and *J. foetidissima*, distributed in Turkey. *Turkish Journal of Botany* 35(2): 219-237.
- Felsenstein J 1985. Confidence limits on phylogenies: an approach using the bootstrap. *Evolution* 39(4): 783-791.
- Gücin F, Öner M 1982. Manisa ili dahilinde yetişen makrofunguslar. *Doğa Bilimleri Dergisi* 6(3): 91-96.
- Fries EM 1829. *Systema Mycologicum III. Gryphiswaldae*, 210 pp.
- Hibbett DS, Pine EM, Langer E, Langer G, Donaghue MJ 1997. Evolution of gilled mushrooms and puffballs inferred from ribosomal DNA sequences. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 94(22): 12002-12006.
- Index fungorum: [www.indexfungorum.org](http://www.indexfungorum.org); accessed 20.11.2020.
- Işıloğlu M 2001. Sandras Dağı (Muğla) Makrofungusları. *Selçuk Üniversitesi Eğitim Fakültesi Fen Bilimleri Dergisi* 9: 127-136.
- Jeppson M, Altés A, Moreno G, Nilsson RH, Loarce Y, de Bustos A, Larsson, E 2017. Unexpected high species diversity among European stalked puffballs – a contribution to the phylogeny and taxonomy of the genus *Tulostoma* (Agaricales). *Myckeys* 21: 33-88.
- Kaşık G, Öztürk C, Doğan HH 2000. Ermenek (Karaman) yöresinin makrofungusları. *Selçuk Üniversitesi Fen Fakültesi Fen Dergisi*, 1(16): 61-65.
- Kaya A 2005. Macrofungi Determined in Gölbaşı (Adıyaman) District. *Turkish Journal of Botany* 29: 45-50.
- Kaya A 2006. Macrofungi from Andırın (Kahramanmaraş) District. *Turkish Journal of Botany* 30: 85-93.
- Kırış Z, Halıcı MG, Akata I, Allı H 2012. Macrofungi of Akdağmadeni (Yozgat/Turkey) and Gemerek (Sivas/Turkey). *Biodiversity and Conservation* 5(2): 53-58.
- Kumar S, Stecher G, Li M, Knyaz C, Tamura K 2018. MEGA X: molecular evolutionary genetics analysis across computing platforms. *Mol Biol Evol* 35: 1547-1549.
- Linnaeus C 1753. *Species plantarum. Holmiae*, 560 pp.
- Nei M, Kumar S 2000. *Molecular evolution and phylogenetics*, Oxford university press, New york, 333 pp.
- Pawlik A, Malinowska A, Siwulski M, Fraç M, Rogalski J, Janusz G 2015. Determination of biodiversity of *Coprinus comatus* using genotyping and metabolic profiling tools. *Acta Biochimica Polonica* 62(4): 683-689.
- Pegler DN, Læssøe T, Spooner BM 1995. *British Puffballs, Earthstars, and Stinkhorns. An Account of the British Gasteroid Fungi*. Kew: Royal Botanic Gardens, Kew, 255 pp.
- Persoon CH 1794. *Neuer Versuch einer systematischen Eintheilung der Schwämme*. *Neues Magazin für die Botanik*. 1: 63-128.
- Persoon CH 1801. *Synopsis Methodica Fungorum. Gottingae*, 708 pp.
- Raja HA, Miller AN, Pearce CJ, Oberlies NH 2017. *Fungal Identification Using Molecular Tools: A Primer for the Natural Products Research Community*. *Journal of Natural Products* 80(3): 756-770.
- Rogers SO, Bendich AJ 1994. *Extraction of total cellular DNA from plants, algae and fungi (Plant molecular biology manual*. Springer Science and Business Media, Springer, Dordrecht) 183-190.
- Rusevska K, Calonge F, Karadelev M, Martín MP 2019. Fungal DNA barcode (ITS nrDNA) reveals more diversity than expected in *Tulostoma* from Macedonia. *Turkish Journal of Botany* 43(1): 102-115.
- Schroeter J 1876. Ueber die Entwicklung und die systematische Stellung von *Tulostoma* Pers. In: *Cohn's Beiträge zur Biologie d. Pflanzen* 2: 65-71.

- Sesli E 1995. *Tulostoma brumale* Pers.:Pers. Gasteromycetes' lerden Türkiye için yeni bir kayıt. Turkish Journal of Botany 19: 599-600.
- Sesli E, Wright JE, Turkecul İ 2000. The Genus *Tulostoma* Pers.:Pers. (Gasteromycetes) in Turkey. Turkish Journal of Botany 24: 269-272.
- Solak MH, Işıloğlu M, Gücin F, Gökler İ 1999. Macrofungi of İzmir Province. Turkish Journal of Botany 23: 383-390.
- Solak MH, Yılmaz-Ersel F, Gücin F, Işıloğlu, M 2002. Macrofungi of Balıkesir Province from Turkey. Bio-Science Research Bulletin 18(2): 137-149.
- Stielow JB, Levesque CA, Seifert KA, Meyer W, Iriny L, Smits D, Renfurm R, Verkley GJM, Groenewald M, Chaduli D, Lomascolo A, Welti S, Lesage-Meessen L, Favel A, Al-Hatmi AMS, Damm U, Yılmaz N, Houbraken J, Lombard L, Quaedvlieg W, Binder M, Vaas LAI, Vu D, Yurkov A, Begerow D, Roehl O, Guerreiro M, Fonseca A, Samerpitak K, van Diepeningen AD, Dolatabadi S, Moreno LF, Casaregola S, Mallet S, Jacques N, Roscini L, Egidi E, Bizet C, Garcia-Hermoso D, Martín MP, Deng S, Groenewald JZ, Boekhout T, de Beer, ZW, Barnes I, Duong TA, Wingfield MJ, de Hoog GS, Crous, PW, Lewis CT, Hambleton S, Moussa TAA, Al-Zahrani HS, Almaghrabi OA, Louis-Seize G, Assabgui R, McCormick W, Omer G, Dukik K, Cardinali G, Eberhardt U, de Vries, M, Robert V 2015. One fungus, which genes? Development and assessment of universal primers for potential secondary fungal DNA barcodes. Persoonia: Molecular Phylogeny and Evolution of Fungi 35: 242-263.
- Tournefort JP 1700. Institutiones rei herbariae. Parisis, 697 pp.
- Türkecul İ, Sesli E 2003. Macrofungi of Gümenek Picnic Area of Tokat Province. Bio-Science Research Bulletin 19(2): 117-120.
- Türkoğlu A, Kanlık A, Gezer K 2007. Macrofungi of Çameli District (Denizli). Turkish Journal of Botany 31: 551-557.
- Wright JE 1955. Evaluation of specific characters in the genus *Tulostoma* Pers. Papers of the Michigan Academy of Science, Arts and Letters 40: 79-87.
- Wright JE 1987. The genus *Tulostoma* (Gasteromycetes) – A world monograph. Bibliotheca Mycologica 113. Berlin, Stuttgart, 338 pp.
- Yağız D, Afyon A, Konuk M, Helfer S 2007. Contributions to the macrofungi of Kastamonu province. Turkey Mycotaxon, 98: 177-180.



## Structural Break Analysis in Beef Production of Turkey

Nevra ALHAS EROĞLU<sup>1</sup>, Mehmet BOZOĞLU<sup>2</sup>, Abdalbaki BILGIÇ<sup>3</sup>, Bakiye KILIÇ TOPUZ<sup>4</sup>, Uğur BAŞER<sup>5</sup>

<sup>1</sup>Regional Directorate of Turkish Statistical Institute, Samsun, <sup>2,5</sup>Department of Agricultural Economics, Faculty of Agriculture, Ondokuz Mayıs University, <sup>3</sup>Department of Agricultural Economics, Faculty of Agriculture, Ataturk University, Erzurum, Turkey, <sup>4</sup>Department of Agricultural Economics, Faculty of Agriculture, Iğdır University, Iğdır, Turkey.

<sup>1</sup><https://orcid.org/0000-0002-1188-8274>, <sup>2</sup><https://orcid.org/0000-0001-8333-1865>, <sup>3</sup><https://orcid.org/0000-0002-1003-7072>

<sup>4</sup><https://orcid.org/0000-0002-3607-4306>, <sup>5</sup><https://orcid.org/0000-0003-4961-2764>

✉: nevrhaalhas@tuik.gov.tr

### ABSTRACT

Although Turkey has significantly increased beef production in the last fifty years via livestock protection and domestic support policies, self-sufficiency and price stability has not been sufficiently achieved. Forecasting is essential to analyse the structure of the beef market and evaluate the sector. This study aimed to forecast beef production of Turkey by considering structural breaks. The data of the study was time series of beef production for the period 1961-2019 and it was obtained from the Turkish Statistical Institute and, Food and Agriculture Organization. Data was analysed and forecasted using ARIMA Model. The results indicated that ARIMA (1, 1, 0) is the best-fitted model and beef production would regularly increase in four years period and reach 1,133,687 tons in 2023. This research concluded that despite two structural breaks of beef production in 1983 and 2009, imports and domestic support policies substantially shaped the trend of beef time series in the last decade in Turkey.

### Research Article

### Article History

Received : 19.07.2020

Accepted : 01.03.2021

### Keywords

Time Series Analysis

Structural Break

Box-Jenkins

Beef Production

Turkey

## Türkiye'nin Sığır Eti Üretiminde Yapısal Kırılma Analizi

### ÖZET

Türkiye hayvancılığı koruma ve destekleme politikaları ile son elli yılda sığır eti üretimini önemli ölçüde artırmış olmasına rağmen, kendi kendine yeterlilik ve fiyat istikrarı konusunda yeterince başarı sağlayamamıştır. Sığır etinin tahmin edilmesi, sığır eti pazarının yapısını analiz etmek ve sektörü değerlendirmek için gereklidir. Bu çalışmada yapısal kırılmalar dikkate alınarak Türkiye'deki sığır eti üretiminin tahmin edilmesi amaçlanmıştır. Araştırmanın verileri Türkiye İstatistik Kurumu ve FAO'dan alınan 1961-2019 dönemi sığır eti üretim verileridir. Verilerin analizi ve tahmini ARIMA Modeli kullanılarak yapılmıştır. Sonuçlara göre ARIMA (1, 1, 0) modelinin en uygun model olduğu, sığır eti üretiminin dört yıllık dönemde düzenli olarak artacağı ve üretimin 2023'te 1,133,687 tona ulaşacağı öngörülmektedir. Türkiye'de sığır eti üretiminde 1983 ve 2009 yıllarındaki iki yapısal kırılmaya rağmen, ithalat ve yurtiçi destek politikalarının son on yılda üretimi önemli ölçüde şekillendirdiği ortaya konmuştur.

### Araştırma Makalesi

### Makale Tarihi

Geliş Tarihi : 19.07.2020

Kabul Tarihi : 01.03.2021

### Anahtar Kelimeler

Zaman Serisi Analizi

Yapısal Kırılma

Box-Jenkins

Sığır Eti

Türkiye

**To Cite:** Alhas Eroğlu N, Bozoğlu M, Bilgiç A, Kılıç Topuz B, Başer U 2021. Structural Break Analysis in Beef Production of Turkey. KSU J. Agric Nat 24 (5): i-viii. DOI: 10.18016/ksutarimdog.vi.812961.

## INTRODUCTION

Although Turkey has great potential in agriculture, livestock production has always been of secondary importance concerning crop production. The livestock sector has further supported since 2000 and the share of livestock supports in the total agricultural supports was increased from 0.5% to 31% by 2019 (MoFAL, 2015; Anonymous, 2018). Meanwhile, with the support provided to the livestock producers due to the problems

encountered, the share of the livestock sector in the total agricultural production value increased from 22% to 29% in the period 2000-2016 (FAO, 2020a). In the last two decades, the share of beef production in total meat production has increased almost two times (TurkStat, 2014; 2020a). However, a 13% decrease in real producer price of beef with a perpetual increase in consumer price in the same period indicated that beef producers could not get use from increasing of

consumer prices (TurkStat, 2020b). However, there has been an increasing trend in the main production cost items such as concentrated feed and breeding materials constituted of a large part of the production costs (Gözener and Sayılı, 2015; Çelik and Sarıözkan, 2017; Alhas Eroglu and Bozoglu, 2019).

The last sixty years period of beef production series indicated that there has been an increasing trend despite two essential structural breaks (Figure 1). The first structural break was caused only by an increase in the level and maintained its almost constant slope level until the world food crisis of 2009. The second break is quite significant than the first one because the impacts of policies due to the meat crisis in Turkey at the beginning of 2009 and these are very effective on this change and the government has started to import a large number of cattle and beef along with supporting the producers since then. For this reason, examining and forecasting are inevitable by researchers to evaluate the appropriateness of such beef production policies and obtain sound forward-looking insight.

In the literature, few studies have forecasted different research areas of the livestock sector in Turkey such as farm animals, production, consumption, etc. Cenan and Gürcan (2011) examined some farm animals, whereas Yavuz and Zulauf (2004), Çelik (2012), Akgül and Yıldız (2016), Çelik (2017) and Ordu and Zengin (2020) forecasted amount of meat production. Alhas Eroglu et al. (2019) also forecasted amount of production but beef production data contain two structural breaks. In this study, structural breaks are taken in consideration. Not only meat but other livestock products were also forecasted in Turkey (Karkacier, 2000; Kaygısız and Sezgin, 2017; Koşum et al., 2019; Yıldırım and Altunç, 2020). On the other hand, Özen et al. (2019) forecasted meat consumption whereas Yavuz et al. (2013), Ayyıldız and Çiçek (2018) and Küçükoflaz et al. (2019) forecasted yield and price of meat sector. Although the livestock sector and especially beef production are of vital importance, there has been a scant number of studies in Turkey. This scarcity could be resulted not only from the uncertainty of the sector as a result of livestock policies but also from the nature of the sector that depends on living beings. Also, the meat sector is a controversial subject in the country due to the lack of a detailed understanding of the sector as well as the existence of distinct dynamics, policy implications, and structural problems. Since beef is the main part of meat production, the forecasting of the meat production is indispensable for developing more effective support policies in the red meat market. Consequently, this study aimed to forecast beef production of Turkey by considering structural breaks and evaluate sectoral developments in the light of policies and practices in Turkey.

This paper is structured as follows: The second section

describes material and method and the third section presents model results and discussion. The fourth section introduces the conclusion with recommendations.

## MATERIAL and METHOD

In this study, 59 years of time-series data (1961-2019) of Turkey were examined to forecast beef production over the period 2020 to 2023 in the light of endogenously determined structural breaks. Data were obtained from the TurkStat and, Food and Agriculture Organization (FAO) (TurkStat, 2020a; FAO, 2020b).

Auto-Regressive Integrated Moving Average Model (ARIMA) is one of the approaches used to forecast time series which was formulated in the context of Box-Jenkins methodology (Box and Jenkins, 1976). This methodology consists of four steps: i) model identification, ii) estimation of parameters, iii) diagnostic tests and, iv) forecasting. The model is denoted by ARIMA (p, d, q) where p is the number of autoregressive terms indicating the dependent relationship between the observations and some number of lagged observations; d is the differencing levels of series to make the time series stationary and q is the number of moving average terms keeping the dependency between observation and residual errors. The general form of the model can be shown as:

$$(1 - \phi_1 L - \phi_2 L^2 - \dots - \phi_p L^p) \Delta^d Y_t = \delta + \varepsilon_t + \theta_1 \varepsilon_{t-1} + \dots + \theta_q \varepsilon_{q-1} \quad (1)$$

In classical time series analysis, the Augmented Dickey-Fuller (ADF) test has extensively been used to determine the unit root. One important issue regarding ADF type endogenous break unit root tests is that they omit the possibility of a unit root with a break. If a break exists under the unit root null, two undesirable results can follow: i) These endogenous break unit root tests will exhibit size distortions such that unit root null hypothesis is rejected too often. When utilizing such tests, researchers may incorrectly conclude that a time series is stationary with a break when in fact the series is nonstationary with the break. ii) ADF type endogenous break unit root tests incorrectly estimate breakpoint (Lee and Strazicich, 2001; 2003; 2004).

First of all, the data generating process based on the unobserved component model could be attained as follows:

$$y_t = \delta Z_t + X_t \quad , \quad X_t = \beta X_{t-1} + \varepsilon_t \quad (2)$$

In the formula,  $Z_t$  contains exogenous variables and the unit root null hypothesis is described by  $\beta=1$ . Lee and Strazicich defined two models of structural change: i) The first model is a crash model that allows for a one-time change in intercept under the alternative hypothesis. ii) The other one allows for a shift in intercept and change in trend slope under the



alternative hypothesis. Then, unit root statistics can be obtained from;

$$\Delta y_t = \delta' \Delta Z_t + \phi \tilde{S}_{t-1} + u_t \quad (3)$$

Unit root null hypothesis is described by  $\phi = 0$  and the LM t-test statistic can be formulated as follows:

$$\tilde{\tau} = t \text{ statistic testing the null hypothesis } \phi = 0 \quad (4)$$

Autocorrelated errors could be corrected with augmented terms  $\Delta \tilde{S}_{t-j}$  and  $j = 1, \dots, k$  as in the standard ADF test. The location of the break (TB) is determined by searching all possible breakpoints for the minimum (i.e., the most negative) unit root test t-test statistic as follows (Lee and Strazicich, 2001; 2004):

$$\text{Inf } \tilde{\tau}(\tilde{\lambda}) = \text{Inf } \tilde{\tau}(\lambda) \text{ where } \lambda = T_B/T$$

This study used ARIMA ML methodology to forecast and Lee-Strazicich method to analyze structural breaks. Data analysis and forecasted amount of beef production were obtained via R statistical

programming.

## RESULTS and DISCUSSION

Figure 1 reported the actual and first difference of beef production of Turkey for the period 1961-2019 and revealed some significant points. i) The amount of beef production has distributed through mean with constant variance and has constant slope during the 1961-1983 period. ii) In 1983, the amount of beef production has increased almost 2.5 times in comparison with the former period. Therefore, beef production had an essential break in the level and it has continued with a constant mean until 2009. iii) Since 2009, beef production has an upward trend as a result of imports and supports. Especially after 2009, the increasing slope has indicated that beef production would not have constant mean and variance as a result of import and support policies. Therefore, the time series of beef production would be non-stationary at level but would be stationary at the first difference (Figure 1).

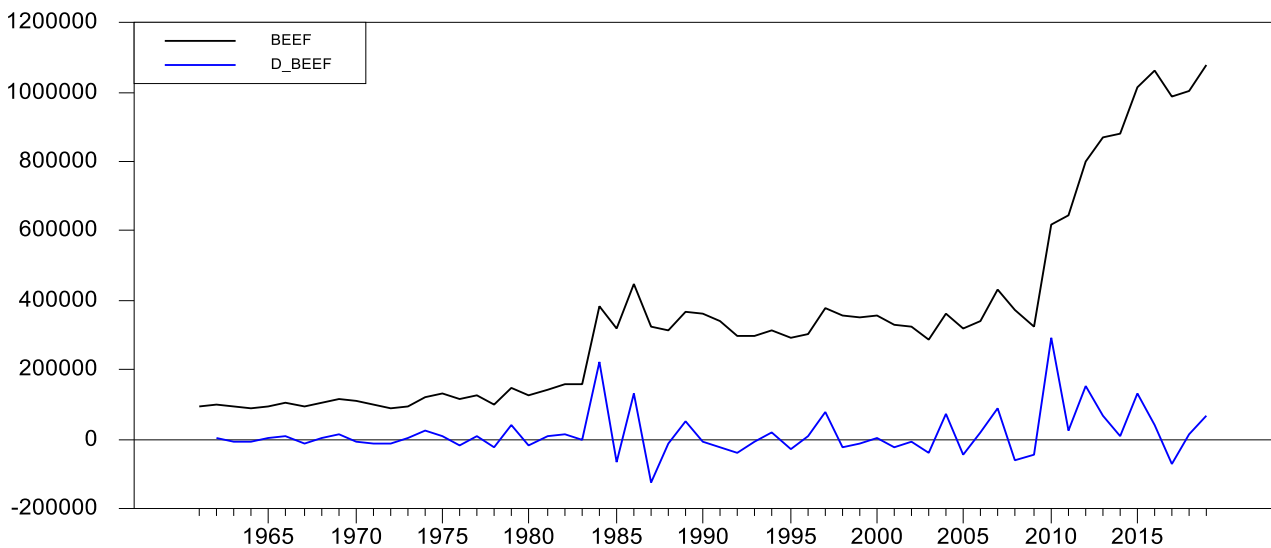


Figure 1: Actual and First Differenced Meat Quantity Series

Figure 1. Actual and first differenced beef production of Turkey for 1961-2019

Şekil 1. Türkiye’de 1961-2019 yılı için gerçek ve birinci farklı alınmış sığır eti üretimi

In this context, the time series of beef production should be examined to decide whether the series have unit root or not. First of all, the number of lags should be determined and unit root tests should be applied with considering these lags. Table 1 presented information criteria for ADF lag lengths of beef production and indicated that lag length would be 1 for AIC whereas 0 for BIC and HQ.

Lee-Strazicich unit root test which considers structural breaks was applied within 2 different scenarios of lag lengths. Table 2 presents Lee-Strazicich unit root test results and indicates that we cannot reject the null hypothesis of a unit root in the time series of beef production and it is non-stationary

despite two different lag analyses. Therefore, the first difference should be applied but primarily structural breaks should be examined. The results indicated that two structural breaks have observed in 1983 and 2009. On the other hand, the non-stationary structure of time series of beef production probably resulted from the rise of production after 2008.

Dickey-Fuller unit root test has applied to decide whether the series have unit root or not. The results highlighted that beef production is stationary in the first difference and the null of a unit root in the first difference could be rejected at a 5% significance level both for with and without constant (Table 3). Therefore, beef production is stationary at the first

difference and it constituted a basis for Box-Jenkins ARIMA models. In ARIMA (p, d, q) combination, d=1 and then p and q would be examined via BIC and AIC, respectively.

AIC analysis indicated that AIC would be smallest in p=1 and q=0 combination and Box-Jenkins ARIMA model (1, 1, 0) best fitted (Table 4).

Table 1. Information criteria for ADF lag lengths for beef production

Çizelge 1. Sığır eti üretiminde ADF gecikme uzunlukları için bilgi kriterleri

Lags	AIC	BIC	HQ	MAIC	ADF
0	22.447	22.564*	22.491*	22.386	-1.200
1	22.442*	22.598	22.501	22.343*	-0.719
2	22.479	22.674	22.553	22.391	-0.816
3	22.469	22.703	22.557	22.472	-1.366
4	22.508	22.781	22.612	22.548	-1.307
5	22.531	22.843	22.649	22.717	-1.561
6	22.542	22.893	22.675	23.087	-1.911
7	22.584	22.974	22.731	23.143	-1.473
8	22.624	23.053	22.786	23.026	-1.058
9	22.638	23.106	22.815	23.987	-1.436
10	22.677	23.184	22.869	24.296	-1.439

Table 2. Lee-Strazicich unit root test results

Çizelge 2. Lee-Strazicich birim kök testi sonuçları

Lag length	Variable	Coefficient	T-Stat	0.01	0.05	0.10
0	S{1}	-0.6855	-5.2075	-7.0040	-6.1850	-5.8280
	Constant	-5770.8162	-0.6948			
	D (1983:01)	235201.5779	6.0400			
	DT (1983:01)	-5197.7617	-0.4661			
	D (2009:01)	-205609.1875	5.0352			
	DT (2009:01)	98657.3904	5.7313			
1	S{1}	-0.6875	-5.1724	-7.0040	-6.1850	-5.8280
	Constant	-6389.5972	-0.7444			
	D (1983:01)	235226.4655	5.9887			
	DT (1983:01)	-4603.8683	-0.4042			
	D (2009:01)	205502.1889	4.9892			
	DT (2009:01)	98789.2766	5.6881			

Table 3. Dickey-Fuller Unit Root Test Results for First Difference

Çizelge 3. Birinci farkta Dickey-Fuller birim kök testi sonuçları

Significance Level	Without constant	With constant
	Critical Value	Critical Value
0.01 (**)	-2.60328	-3.54775
0.05 (*)	-1.94628	-2.91271
0.10	-1.61878	-2.59371
T-Statistic	-4.57515**	-5.07107**

Table 4. AIC analysis of models for beef production

Çizelge 4. Sığır eti üretimi için modellerin AIC analizi

AR/MA	0	1	2	3	4	5
0	1453.2038	1453.4536	1453.2654	1454.4251	1456.3812	1456.5633
1	1452.9500*	1454.7685	1454.1984	1456.3942	1467.4033	1458.5525
2	1454.3817	1458.0244	1456.1237	1460.4975	1459.8501	1457.5893
3	1453.7948	1455.7816	1457.7058	1459.2965	1460.7169	1459.0296
4	1455.7882	1457.7692	1460.6272	1466.4068	1467.4703	1467.1843
5	1457.5751	1464.5476	1460.2238	1461.5382	1473.0750	1464.0345

Table 5. Final estimates of parameters

Çizelge 5. Parametrelerin son tahminleri

Parameters	Coefficient	Std error	T-Stat	P-value
Constant	16783.17692	7338.09593	2.28713	0.02598
AR 1	-0.19470	0.13174	-1.47790	0.14503

The parameters of the beef model were estimated and presented in Table 5. Accordingly, it was determined that the estimation of parameters in the constant model is statistically significant ( $p < 0.05$ ).

Table 6 and Figure 2 reports the forecasted amount of beef production of Turkey for the period 2020-2023 period. The results highlighted that beef production would reach 1,081,585.524 tons in 2020 and 1,133,687.858 tons in 2023. Therefore, increasing the trend of beef production in Turkey would continue in the near future. The results of the study are compatible with Çelik (2012) and Akgül and Yıldız (2016) who revealed that production of meat would increase from 2014 to 2020 and red meat production would increase up to 2023, respectively. On the other hand, the results of the model highlighted that structural breaks are not as essential as the increasing trend of the last ten years. Therefore, the forecasted amount of this study is quite similar to the results of Alhas Eroglu et al. (2019) who did not consider the structural breaks. In

this sense, the time series trend of Turkish beef production has considerably shaped in the last ten years period and there are some reasons for this change. i) The impacts of the support policies in this period are more serious concerning former periods. The government imported a high amount of cattle since 2011 and it has increased year by year. Although the government has supported producers to alleviate the costs and to increase beef production, the level of production could not reach the desired level and prices of beef meat have perpetually risen. ii) The methodological change of TurkStat in the computation of beef production is also of vital importance. Until 2010, the amount of beef production was calculated as the sum of two components in Turkey: Slaughtering at the slaughterhouses and slaughtering during Festival of Sacrifice which is taken from Turkish Air Association as hides collected by them. The beef production covers slaughterings inside and outside of slaughterhouses starting from 2010 (TurkStat, 2019a).

Table 6. Forecasted amount of beef production for Turkey in the 2020-2023 period (tons)

Çizelge 6. Türkiye’de 2020-2023 döneminde öngörülen sığır eti üretim miktarı (ton)

	2020	2021	2022	2023
Production forecast	1,081,585.524	1,100,447.431	1,116,825.882	1,133,687.858
Std. error	(66600.242)	(85510.993)	((102302.647)	(116467.063)

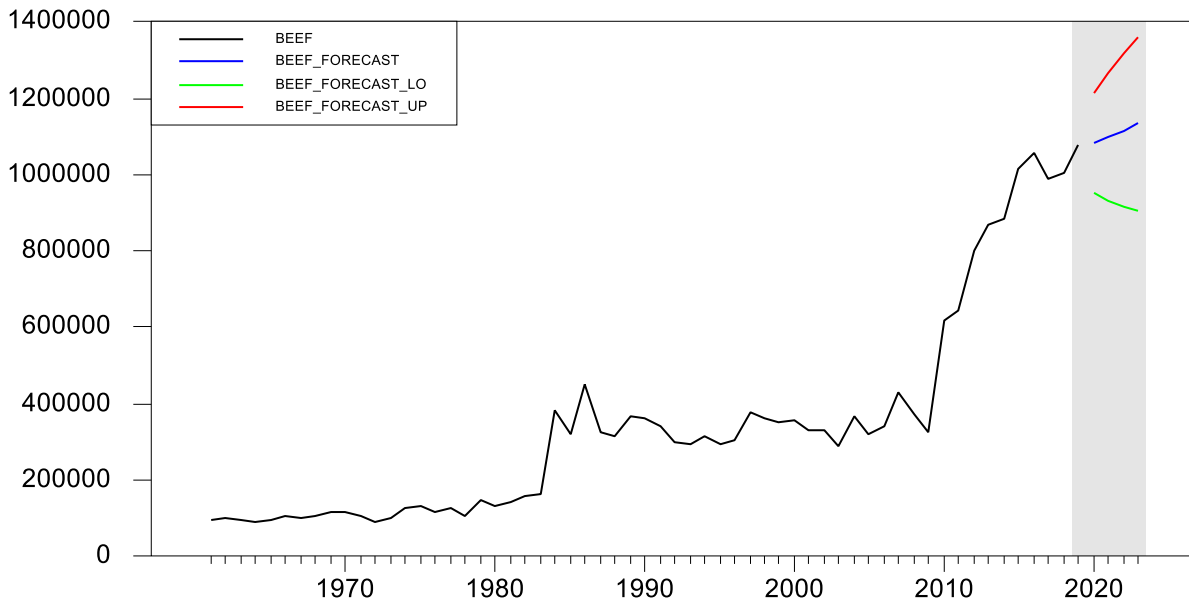


Figure 2: Forecasted Meat Quantity with ARIMA(1,1,0)

Figure 2. Forecasted amount of beef production in the period 2020-2023

Şekil 2. 2020-2023 döneminde tahmini sığır eti üretim miktarı

iii) The change of population has also affected beef production in Turkey. Until 2000, population has determined via census and total population of Turkey was 67.8 million. Since 2007, population has been calculated at the end of every year and the population of Turkey was 70.5 million by 2007. The number of population has increased 1.37% on average in the

period 2007-2019 (TurkStat, 2020c). iv) Lastly, since 2000, the number of visitors has substantially increased year by year. For example, almost 13.5 million departing visitors have visited Turkey in 2001 but this number has risen to 32 million by 2009 (TurkStat, 2020d). Therefore, consumption has also increased with tourism. For these reasons, the rise of

beef production should be assessed with all of these impacts, and policies should be regulated to increase productivity and efficiency.

Table 7 and Figure 3 revealed the residuals for ARIMA. According to the fluctuations in the previous years, we can observe that, even after the world food and financial crisis in 2008, there were high swings around zero in residuals of the forecasted ARIMA

model as expected, but they were damped in the following periods. Meanwhile, the test statistics indicated that there is no autocorrelation in residuals ((Ljung-Box Q (10)) and even in squared residuals (McLeod-Li (10)). On the other hand, a zero-mean of residuals is also examined by the t-test. Therefore, it is indicated that Box – Jenkins ARIMA (1, 1, 0) is the best model for forecasting of beef production.

Table 7. Autocorrelation analysis of the model for residuals

Çizelge 7. Model kalıntıları için otokorelasyon analizi

Test	Statistic	P-Value
Ljung-Box Q(10)	6.8282	0.7416
McLeod-Li(10)	5.8025	0.8316
Turning Points	-0.1054	0.9160
Difference Sign	0.2254	0.8216
Rank Test	0.7848	0.4326

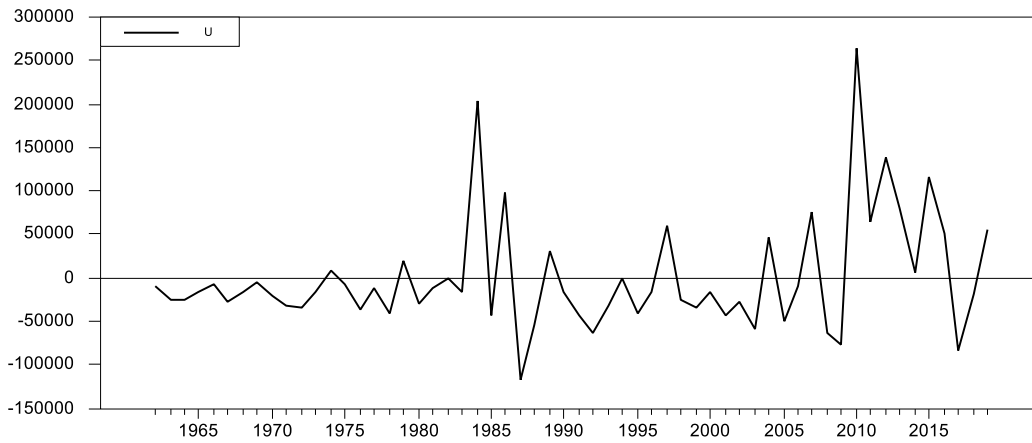


Figure 3: Residuals from ARIMA(0,1,2)

Figure 3. Residuals from ARIMA (1, 1, 0)

Şekil 3. ARIMA (1, 1, 0)'dan kalıntılar

## CONCLUSION

This study examined to forecast beef production of Turkey from 2020 to 2023 via Box-Jenkins methodology by considering structural breaks. The results of the study highlighted that in the next four-year period, beef production would increase without any interruptions. Model results revealed that future beef production has been substantially formed thanks to the last ten-year production. We can highlight that the prohibition of the slaughter of pregnant and high breeding female animals during the Feast of Sacrifice, the opening of import permission for breeding animals from abroad and the grants and incentives for breeding heifers were effective in these increases. Therefore, two structural breaks are not as significant as times series of the last ten years and this period has been mainly dominated by policy applications named imports and supports. Unfortunately, imports are much more efficient on beef production than supports and both producers and consumers have been poorly affected by this policy. Therefore, market regulation through imports should not be an agricultural policy

for the livestock sector and the government should take necessary precautions to increase the amount of beef production via support and grants towards breeding heifers in particular. In this way, the sustainability of the sector and market balance could be achieved in favour of both producers and consumers. In future studies, with the help of the dummy variable, it can be shown how the import plays a role in the meat production estimations and whether it is compatible with the Central Bank monetary policies in the country.

## Contribution of the Authors as Summary

Authors declares the contribution of the authors is equal.

## Statement of Conflict of Interest

Authors have declared no conflict of interest.

## REFERENCES

Akgül S, Yıldız Ş 2016. Red Meat Production Forecast and Policy Recommendations in Line with 2023

- Targets in Turkey. *European Journal of Multidisciplinary Studies* 1(2): 432-439.
- Alhas Eroglu N, Bozoğlu M, Kılıç Topuz B, Başer U 2019. Forecasting the Amount of Beef Production in Turkey. *The Journal of Agricultural Economics Researches* 5(2):101-107.
- Alhas Eroglu N, Bozoglu M 2019. The Effects of Livestock Supports and External Input Use on Profitability of Beef Cattle Farming: the Case of Samsun Province, Turkey. *Custos Agronegócio* 15(3):368-383.
- Anonymous 2018. 2019 Yılı Cumhurbaşkanlığı Yıllık Programı [http://www.sbb.gov.tr/wp-content/uploads/2018/11/2019 Yili Cumhurbaşkanlığı Yıllık Programı.pdf](http://www.sbb.gov.tr/wp-content/uploads/2018/11/2019-Yili-Cumhurbaşkanlığı-Yıllık-Programı.pdf).
- Ayyıldız M, Çiçek A 2018. Kırmızı Et Fiyatlarının GARCH Yöntemiyle Analizi: Türkiye Örneği. *Türk Tarım – Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi* 6(12): 1775-1780
- Box GEP, Jenkins G.M, 1976. *Time Series Analysis, Forecasting and Control*. 3d Edition, Holden-Day: San Francisco.
- Çelik Ş 2012. Türkiye’de Kırmızı Et Üretimini Box-Jenkins Yöntemiyle Modellenmesi ve Üretim Projeksiyonu. *Hayvansal Üretim* 53(2): 32-39.
- Çelik Ş 2017. Investigation of Red Meat Production in Turkey by ANOM Test. *Journal of Agricultural Science and Technology A* 7: 209-213.
- Çelik C, Sarıözkan S 2017. Economic Analysis of Cattle Fattening Enterprises in the Centre of Kırşehir Province. *Harran University, Journal of the Faculty of Veterinary Medicine* 6(1):38-45.
- Cenan N, Gürcan İS 2011. Forward projection of the number of farm animals of Turkey: ARIMA modelling. *Journal of Turkish Veterinary Medical Society* 82(1): 35-42.
- FAO 2020a. Food and Agriculture Organization, Databases, Production, Value of Agricultural Production. <http://www.fao.org/faostat/e/#data/QV>. [Accessed on March 2020].
- FAO 2020b. Food and Agriculture Organization, Databases, Production, Livestock Primary. <http://www.fao.org/faostat/e/#data/QVL>. [Accessed on March 2020].
- Gözener B, Sayılı M 2015. Production cost and factors affecting live weight gain in cattle fattening in the Turhal district of Tokat province. *Journal of Agricultural Sciences* 21(2):288-299.
- Karkacıoğlu O 2000. An Analysis of Import Demand for Dairy Products in Turkey. *Turk J Agric For* 24:421-427.
- Kaygısız F, Sezgin FH 2017. Forecasting goat milk production in Turkey using Artificial Neural Networks and Box-Jenkins models. *Animal Review* 4(3):45-52.
- Koşum N, Taşkın T, Engindeniz S, Kandemir Ç 2019. Goat Meat Production and Evaluation of its Sustainability in Turkey. *Ege Üniv. Ziraat Fak. Derg.* 56 (3): 395-407.
- Küçükoflaz M, Akçay A, Çelik E, Sarıözkan S 2019. Türkiye’de kırmızı et ve süt fiyatlarının Box-Jenkins modeller ile geleceğe yönelik kestirimleri. *Vet Hekim Der Derg* 90 (2): 122-131.
- Lee J, Strazicich MC 2001. Break Point Estimation and Spurious Rejections with Endogenous Unit Root Tests. *Oxford Bulletin of Economics and Statistics* 63:535-558.
- Lee J, Strazicich MC 2003. Minimum Lagrange multiplier unit root test with two structural breaks. *The Review of Economics and Statistics* 85(4):1082-1089
- Lee J, Strazicich MC 2004. Minimum LM unit root test with one structural break. *Economics Bulletin* 33(4): 2483-2492.
- MoFAL 2015. Strategy of Red Meat. Ministry of Food Agriculture and Livestock, General Directorate of Livestock, Ankara.
- Ordu M, Zengin Y 2020. A comparative forecasting approach to forecast animal production: A case of Turkey. *Livestock Studies* 60(1): 25-32.
- Özen D, Tekindal MA, Çevrimli MB 2019. Modeling and Forecasting Meat Consumption per Capita in Turkey. *Journal of Faculty of Medicine, Erciyes University* 16(2): 122-129.
- TurkStat 2014. Turkish Statistical Institute, Statistical Indicators 1923-2013, Publication no: 4361
- TurkStat 2019. Turkish Statistical Institute, Statistics by Theme, Livestock Statistics. Metadata
- TurkStat 2020a. Turkish Statistical Institute, Main Statistics, Livestock Production. <https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?kn=92andlocale=tr>
- TurkStat 2020b. Turkish Statistical Institute, Main Statistics, Price of Animal Product. <https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?kn=92andlocale=tr>
- TurkStat 2020c. Turkish Statistical Institute, Main statistics, Population and Demography, Population Statistics. <http://www.turkstat.gov.tr/UstMenu.do?metod=temelist>
- TurkStat 2020d. Turkish Statistical Institute, Main statistics, Education, Culture, Sport and Tourism, Tourism Income, Expenditure and Average Number of Nights. <http://www.turkstat.gov.tr/UstMenu.do?metod=>
- Yavuz F, Bilgiç A, Terin M, Güler IO 2013. Policy implications of trends in Turkey's meat sector with respect to 2023 vision. *Meat Science* 95(4): 798-804.
- Yavuz F, Zulauf CR 2004. Introducing a New Approach to Estimating Red Meat Production in Turkey. *Turk J Vet Anim Sci* 28: 641-648.
- Yıldırım A, Altunç ÖF 2020. Muş İli Süt Üretimini ARIMA Modeli ile Tahmini. *Anemon Muş Alparslan Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi* 8:137-146.



## Bazı Sığır Irklarında Bireysel Laktasyon Eğrisi Modellerinin Karşılaştırmalı Olarak İncelenmesi

Yıldırım GÖK<sup>1</sup>, Mustafa ŞAHİN<sup>2</sup>, Esra YAVUZ<sup>3</sup>

<sup>1,2</sup>Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Zootekni Bölümü, Kahramanmaraş, Türkiye, <sup>3</sup>Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarımsal Biyoteknoloji Bölümü, Kahramanmaraş, Türkiye

<sup>1</sup><https://orcid.org/0000-0002-9333-0732>, <sup>2</sup><https://orcid.org/0000-0003-3622-4543>, <sup>3</sup><https://orcid.org/0000-0002-5589-297X>

✉: [yavuz7346@gmail.com](mailto:yavuz7346@gmail.com)

### ÖZET

Siyah Alaca, Jersey ve Esmer süt sığır ırklarına ait 1350 adet laktasyon kaydına Wood, ters polinomiyal, Wilmink, logaritmik kuadratik, kuadratik, logaritmik linear, Cobby ve Le Du, Cappio-Borlino, Grossman, parabolik üstel ve Guo-Salve modelleri uygulanmış ve bireysel laktasyon eğrileri elde edilmiştir. Siyah Alaca, Jersey ve Esmer süt sığırları ırkına ait bu eğrilerin karşılaştırılmasında hata kareler ortalamaları, belirleme katsayısı, düzeltilmiş belirleme katsayısı, Akaike bilgi kriteri, Bayesian bilgi kriteri ve durbin-watson otokorelasyon değerleri hesaplanmış ve modellerin karşılaştırılmasında kullanılmıştır. Çalışma sonucunda, Esmer, Jersey ve Siyah Alaca sığırında Wood, Cobby ve Le Du ve Cappio-barlino modellerinin en iyi sonuçları verdiği tespit edilmiştir. Esmer ve Siyah Alaca sığırında Wilmink, sığırında ise kuadratik modelin incelenen modeller içerisinde en kötü sonuçlara sahip olduğu belirlenmiştir.

### Araştırma Makalesi

#### Makale Tarihçesi

Geliş Tarihi : 23.12.2020

Kabul Tarihi : 19.02.2021

#### Anahtar Kelimeler

Laktasyon eğrisi  
Bireysel modelleme  
Süt sığır

## Comparative Analysis Of Individual Lactation Curve Models In Some Cattle Breeds

### ABSTRACT

1350 lactation records of Brown Swiss, Jersey and Holstein dairy cattle were applied to Wood, reverse polynomial, Wilmink, logarithmic quadratic, quadratic, logarithmic linear, Cobby and Le Du, Cappio-Borlino, Grossman, parabolic exponential and Guo-Salve models and individual lactation curves were obtained. In comparing these curves belonging to Holstein, Jersey and Brown Dairy cattle breeds, the mean squares, determination coefficient, corrected determination coefficient, Akaike information criterion, Bayesian information criterion and durbin-watson autocorrelation values were calculated and used in comparing the models. As a result of the study, it was determined that the Wood, Cobby and Le Du and Cappio-barlino models gave the best results in Brown, Jersey and Holstein cattle. It was determined that the Wilmink model in Brown and Holstein cattle and the quadratic model in Jersey cattle had the worst results among the analyzed models.

### Research Article

#### Article History

Received : 23.12.2020

Accepted : 19.02.2021

#### Keywords

Lactation curve  
Individual modeling  
Dairy cattle

**Atf İçin:** Gök Y, Şahin M, Yavuz E 2021. Bazı Sığır Irklarında Bireysel Laktasyon Eğrisi Modellerinin Karşılaştırmalı Olarak İncelenmesi. KSÜ Tarım ve Doğa Derg 24 (5): 1118-1125. DOI: 10.18016/ksutarimdog.vi.845660.

**To Cite:** Gök Y, Şahin M, Yavuz E 2021. Comparative Analysis Of Individual Lactation Curve Models In Some Cattle Breeds. KSU J. Agric Nat 24 (5): 1118-1125. DOI: 10.18016/ksutarimdog.vi.845660.

## GİRİŞ

Tarımsal üretim sektörünün en önemli kollarından biri hayvancılıktır. Hayvancılığın önemli unsuru olan et ve süt, üretim kaynağının büyük bir kısmını oluşturmaktadır. Süt üretimi küçükbaş ve büyükbaş hayvanlardan elde edilmekle birlikte, Dünya’da ve Türkiye’de üretim kaynağının büyük bir kısmını büyükbaş hayvanlar oluşturmaktadır. Hayvanın buzağılamasıyla başlayan ve hayvan kuruya

çıkartılana kadar devam eden süt üretim süreci "laktasyon" olarak adlandırılır. Süt sığırcılığında laktasyon süresinin standart olarak 305 gün olduğu kabul edilir. Buzağılama sürecini izleyen ikinci ay içerisinde (ırklara ve bakım koşullarına bağlı olarak 7, 8 veya 9. haftada) günlük süt verimi maksimum seviyeye ulaşır. Süt veriminin maksimum seviyede olduğu zaman, pik dönemi olarak adlandırılır. Bu dönemden sonra süt verimi yavaş yavaş azalma

eğilimi gösterir ve bu azalma derecesini ifade etmek için "persistensi" ifadesi kullanılır. Süt verimini etkileyen faktörler genetik ve çevresel faktörlerdir (Çağan ve Özyurt, 2008; Atashi ve ark. 2009). Genel olarak süt verimini etkileyen faktörleri ırk, laktasyon dönemi, canlı ağırlık, hayvanın yaşı, sağım sayısı, aralığı ve süresi, kızgınlık, beslenme, çevre sıcaklığı, buzağılama mevsimi, kuruda kalma süresi ve hastalıklar olarak alt başlıklar halinde sıralamak mümkündür. Genetik ve çevresel faktörlerin etkisiyle şekillenen, buzağılama ile başlayıp kuruya çıkma ile sonlanan süt verimindeki değişiklikler "laktasyon eğrisi" olarak adlandırılır (Orhan ve Ertuğrul, 1999; Orhan ve Kaygısız, 2002; Kaygısız ve ark., 2003).

Laktasyon eğrisi, süt verimlerinin belirli zaman aralıklarına (gün, ay, yıl, vb.) göre grafiği çizilerek oluşturulur. Laktasyon eğrisinde pik noktasından sonra azalışın az olması ineğin süt verim devamlılığının iyi olduğunun bir göstergesidir. Laktasyon süresince çok fazla değişiklik göstermeden süt veren bir inek, laktasyon başlangıcında çok, az bir kısmını ise sonraki dönemlerde veren diğer bir ineğe tercih edilir (Wood, 1967; Batra, 1986). Bir sürünün laktasyon eğrisine ait fonksiyonel yapının bilinmesi yetiştiriciye birçok açıdan fayda sağlayacaktır. Laktasyon eğrileri, farklı ırkta ve farklı yaş gruplarında farklılık gösterecektir. Araştırmacı varyasyonun daha fazla olduğu grubu ıslah materyali olarak kullanacaktır. Ancak sürü bazında yapılacak olan laktasyon eğrileri sürü ortalamasına ait günlük süt verim değerlerini kullandığı için, elde edilecek eğri sürünün genel eğilimini temsil edecektir. Bu durum sürü ortalamasından yüksek veya düşük bireylerin seçimini zorlaştıracaktır. Her bir bireye ait laktasyon eğrisinin elde edilmesi iş yükü getirmekle birlikte, sürüde damızlığa ayrılacak ve ayıklanacak bireylerin seçiminde büyük kolaylık sağlayacaktır. Böylece seleksiyonda isabet derecesi artacak, seleksiyon ve ayıklamada hatalı seçimlerin önüne geçilebilecektir (Akbulut ve Emsen, 1994; İleri, 2010).

Bu çalışmada Siyah Alaca (Holstein), Jersey ve Esmer (Brown Swiss-İsviçre esmeri) ırklarına ait 50' şer orjinal veri setinden elde edilen ortalama ve standart sapma değerleri dikkate alınarak hipotetik olarak (3x450) oluşturulan 1350 laktasyon kaydı kullanılmıştır. Bu çalışmanın amacı başlangıçta her bir süt kontrol gününe ait ortalama ve standart sapma değerleri hesaplanmış ve türetilen süt kontrol günlerine ait değerlerin bu aralıklarda olması sağlanmıştır. Böylece her bir ırka özgü standart laktasyon eğri şeklinin korunması sağlanmıştır. Diğer yandan her bir ırk için aykırı laktasyon eğrisi şekillerinin oluşması da engellenmiştir.

## MATERYAL ve METOD

Bu çalışmada farklı sığır ırklarının farklı laktasyon eğrileri türeteceği gerçeği göz önüne alınarak, üç farklı

ırka ait (Siyah Alaca, Jersey ve Esmer) veri seti kullanılmış ve 11 farklı matematiksel eşitliğin farklı sığır ırklarında modellemedeki etkinliği karşılaştırmalı olarak incelenmiştir. Ayrıca Siyah Alaca, Jersey ve Esmer sığır ırklarına ait laktasyon eğrilerinin modellenmesinde Wood, ters polinomial, Wilmlink, logaritmik kuadratik, kuadratik, logaritmik linear, Cobby ve Le Du, Cappio-Borlino, Grossman, parabolik üstel ve Guo-Salve olmak üzere toplam 11 farklı model kullanılmıştır. Parametre tahminlerinde Gauss-Newton algoritması kullanılmıştır.

Bu çalışmada Siyah Alaca, Jersey ve Esmer ırklarına ait 50'şer orjinal veri setinden elde edilen ortalama ve standart sapma değerleri Çizelge 1.'de verilmiştir.

Çizelge 1. Siyah Alaca, Jersey ve Esmer ırklarına ait ortalama ve standart sapma değerleri  
Table 1. Average and standard deviation values of Holstein, Jersey and Brown breeds

	Siyah Alaca	Jersey	Esmer
30. Gün	25.60±0.52	16.54±1.54	21.18±2.18
60. Gün	26.40±0.84	16.04±1.85	21.08±2.79
90. Gün	25.90±2.18	15.12±2.13	19.70±2.96
120. Gün	24.20±2.10	3.70±1.99	18.10±2.95
150. Gün	1.90±2.47	12.26±1.93	16.64±2.83
180. Gün	19.90±2.38	11.08±1.95	15.08±2.93
210. Gün	18.20±1.55	9.88±1.88	13.42±2.71
240. Gün	16.00±1.25	8.74±1.63	11.78±2.57
270. Gün	14.60±1.51	7.38±1.52	9.66±2.20
305. Gün	13.00±2.00	5.76±1.65	7.54±1.91

Eğri grafikleri ve model parametre tahminleri SAS paket programında yapılmıştır (Kaygısız, 1996; SAS, 1999; Güler, 2006).

Bu amaçla başlangıçta her bir süt kontrol gününe ait ortalama ve standart sapma değerleri hesaplanmış ve türetilen süt kontrol günlerine ait değerlerin bu aralıklarda olması sağlanmıştır. Böylece her bir ırka özgü laktasyon eğri şeklinin korunması sağlanmıştır. Diğer yandan her bir ırk için aykırı laktasyon eğrilerinin oluşması da engellenmiştir (Yılmaz ve Kaygısız, 2000).

Bu çalışmada Siyah Alaca, Jersey ve Esmer sığır ırklarına ait laktasyon eğrilerinin modellenmesinde Wood, ters polinomial, Wilmlink, logaritmik kuadratik, kuadratik, logaritmik linear, Cobby ve Le Du, Cappio-Borlino, Grossman, parabolik üstel ve Guo-Salve eşitliklerinin noktasal dağılıma ne kadar iyi uyum sağladığının tespitinde, düzeltilmiş belirleme katsayısı, hata kareler ortalaması, Durbin-Watson otokorelasyon testi, AIC (Akaike Bilgi Kriteri) ve BIC (Bayesian Bilgi Kriteri) dikkate alınmıştır (Şahin ve Efe, 2010; Çankaya ve ark., 2014).

Model Karşılaştırma Kriterleri

Belirleme katsayısı ( $R^2$ )

$$R^2 = 1 - (HKT/GKT) \quad (1)$$

şeklindedir. Burada,

HKT: Hata kareler toplamını,

GKT: Genel kareler toplamını ifade eder.  
Düzeltilmiş belirleme katsayısı ( $\bar{R}^2$ )

$$\bar{R}^2 = 1 - \left[ \frac{(n-1)}{(n-p)} \right] * (1 - R^2); \quad (2)$$

şeklindedir. Burada,

$R^2$ : Belirleme katsayısını,

$n$ : Gözlem çifti sayısını,

$p$ : Modeldeki parametre sayısını ifade eder.

Belirleme katsayısının değeri, veri setine göre oluşturulan eğri modelinin, veri setindeki toplam değişimin ne kadarlık bir kısmını ifade edebildiğinin bir ölçüsüdür ( $0 \leq R^2 \leq 1$ ). Belirleme katsayısının yüksek olması, modelin noktasal dağılıma uygunluğunun yüksek olduğu anlamına gelir. Düzeltilmiş belirleme katsayısında ise eşitlik 1' den anlaşılacağı üzere parametre sayısı dikkate alınır ve her zaman belirleme katsayısından düşük bir değere sahip olmaktadır (Grossman ve ark., 1986; Yedes, 1999).

Hata Kareler Ortalaması (HKO)

$$HKO = HKT / (n - p) \quad (3)$$

şeklindedir. Burada,

$HKO$ : Hata Kareler Ortalamasını,

$n$ : Gözlem Çifti Sayısını,

$p$ : Modeldeki Parametre Sayısını ifade etmektedir.

Akaike Bilgi Kriteri (AIC)

Akaike bilgi kriteri, farklı modellerin kıyaslanması söz konusu olduğunda, istatistiksel olarak en uygun olanı seçmekte yaygın olarak kullanılan bir değerdir. Bu değeri en küçük olan modelin en uygun model olduğu kabul edilir. Akaike bilgi kriterine ait eşitlik,

$$AIC = n \times \ln \left( \frac{HKT}{n} \right) + 2k \quad (4)$$

şeklindedir. Burada,

$HKT$ : Hata Kareler Toplamını,

$n$ : Gözlem Çifti Sayısını,

$k$ : Modeldeki Parametre Sayısını ifade etmektedir.

Bayesian Bilgi Kriteri (BIC),

Bayesian bilgi kriteri parametre sayıları farklı modellerin karşılaştırılmasında yaygın olarak kullanılmaktadır. Akaike bilgi kriterinde olduğu gibi, bu değeri en küçük olan modelin en uygun model olduğu kabul edilir. Bayesian bilgi kriterine ait eşitlik,

$$BIC = n \times \ln \left( \frac{HKT}{n} \right) + k \cdot \ln(n) \quad (5)$$

şeklindedir. Burada,

$HKT$ : Hata Kareler Toplamını,

$n$ : Gözlem Çifti Sayısını,

$k$ : Modeldeki Parametre Sayısını ifade etmektedir.

Durbin-Watson Otokorelasyon Testi (DW);

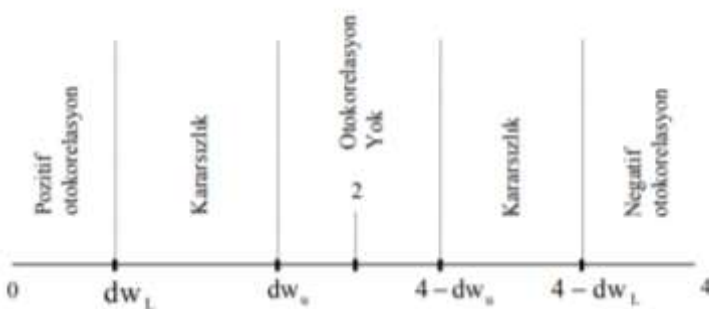
Durbin-Watson otokorelasyon testi, modelde hata terimlerinin ilişki (korelasyon) halinde olup olmadığını test etmeye yarar. Bu testle elde edilen sayının 2 civarında olması otokorelasyon olmadığı anlamına gelir (Durbin ve Watson, 1951). Durbin Watson test istatistiği,

$$DW = \frac{\sum_{t=2}^n (e_t - e_{t-1})^2}{\sum_{t=1}^n e_t^2} \quad (6)$$

şeklinde yazılabilir.

Burada  $e_t$  = hata terimi ve  $t$  = zaman ifadesini göstermektedir.

DW değeri her zaman 0 ile 4 arasında yer alır ve değer 2 olması durumunda otokorelasyon olmadığı kabul edilir. Durbin Watson istatistiğine ait hesap değeri bulunduktan sonra alt L (dw) ve üst aralık U (dw) değerleri Durbin Watson cetvelinden elde edilir ve Şekil 1' deki açıklamalar dikkate alınarak değerlendirme yapılır.



Şekil 1. Durbin Watson cetvel değerleri

Figure 1. Durbin Watson ruler values

## BULGULAR ve TARTIŞMA

Siyah Alaca, Jersey ve Esmer süt sığırı ırklarına ait 1350 adet laktasyon kaydına Wood, Ters polinomiyal, Wilmlink, Logaritmik kuadratik, Kuadratik, Logaritmik linear, Cobby ve Le Du, Cappio-Borlino, Grossman, parabolik üstel ve Guo-Salve modelleri uygulanmıştır. Bu modeller bireysel laktasyon eğrilerinin elde edilmesinde kullanılmıştır. Yani

toplamda 1350 adet laktasyon kaydı kullanılmış ve 1350 adet laktasyon eğrisi elde edilmiştir.

Bu eğrilere ait her bir ırk için ayrı ayrı hata kareler ortalamaları, belirleme katsayısı, düzeltilmiş belirleme katsayısı, Akaike bilgi kriteri, Bayesian bilgi kriteri ve durbin-watson otokorelasyon değerleri hesaplanmıştır. Model karşılaştırma kriteri olarak kullanılacak olan hata kareler ortalamaları, belirleme



katsayısı, düzeltilmiş belirleme katsayısı, Akaike bilgi kriteri, Bayesian bilgi kriteri ve Durbin-watson otokorelasyon değerlerine ait aritmetik ortalamalar ve standart hataları Çizelge 2, Çizelge 3 ve Çizelge 4' te verilmiştir.

Çizelge 2' de görüldüğü üzere Wood ( $\bar{R}^2=0.998\pm0.001$ ), Cobby ve Le Du ( $\bar{R}^2=0.996\pm0.001$ ) ve Cappio-barlino ( $\bar{R}^2=0.998\pm0.001$ ) modelleri ve düzeltilmiş belirleme katsayıları bakımından diğer modellerden daha yüksek değerlere sahiptir. Hata kareler ortalamaları bakımından (Wood HKO;  $0.925\pm0.001$ , Cobby ve Le Du HKO;  $0.782\pm0.075$ , Cappio-barlino HKO;  $0.864\pm0.055$ ) ise üç modeldeki değerde 1 değerinin altında bulunmuştur. Bu üç modele ait Akaike ve Bayesian bilgi kriteri değerleri (Wood AIC;  $-7.116\pm1.1$ , BIC;  $-6.208\pm0.1$ , Cobby ve Le Du AIC;  $-12.264\pm1.1$ , BIC;  $-11.356\pm5.1$  Cappio-barlino AIC;  $-16.311\pm3.1$ , BIC;  $-$

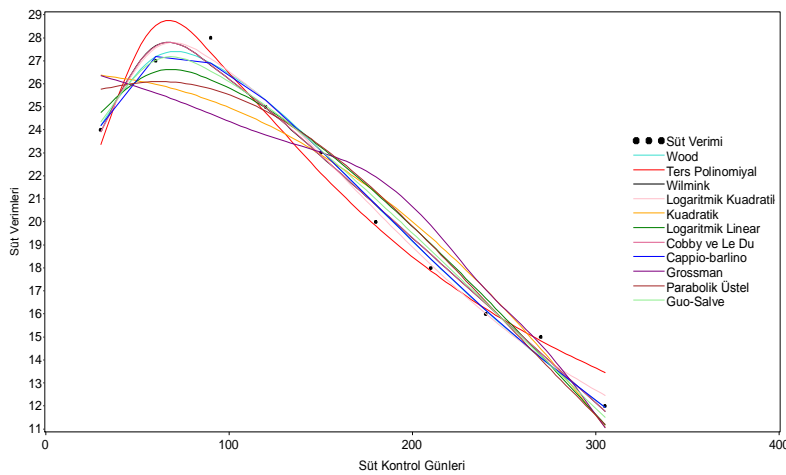
$14.798\pm3.2$  ) ise diğer modellere göre en küçük değerlere sahip olduğu görülmektedir. Otokorelasyon göstergesi olan Durbin-Watson değerleri incelendiğinde (Wood DW;  $2.01\pm0.2$ , Cobby ve Le Du DW;  $1.63\pm0.1$ , Cappio-barlino DW;  $1.91\pm0.2$ ) ise herhangi bir sıkıntılı durum söz konusu değildir.

Çizelge 2' de yer alan Siyah Alaca sığına ait hata kareler ortalaması, belirleme katsayısı, düzeltilmiş belirleme katsayısı, Akaike bilgi kriteri, Bayesian bilgi kriteri ve Durbin-Watson otokorelasyon değerleri bakımından incelendiğinde Wood, Cobby ve Le Du ve Cappio-barlino modellerinin birbirine çok yakın değerler verdiği ve en iyi sonuçların elde edildiği söylenebilir.

Çizelge 2'de yer alan modellerin diğer modellerle beraber süt verimi ölçümlerine göre eğriler Şekil 2, Şekil 3 ve Şekil 4'te verilmiştir.

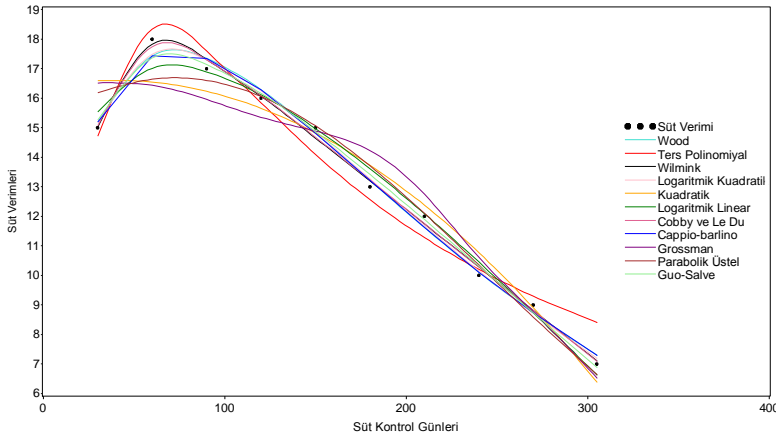
Çizelge 2. Siyah alaca sığır ırkına ait bireysel laktasyon eğrileri için hata kareler ortalamaları, belirleme katsayısı, düzeltilmiş belirleme katsayısı, Akaike bilgi kriteri, Bayesian bilgi kriteri ve Durbin-Watson otokorelasyon değerleri ( $\bar{X} \pm S_{\bar{X}}$ ).  
Table 2. Average error squares, determination coefficient, corrected coefficient of determination, Akaike information criterion, Bayesian information criterion and Durbin-Watson autocorrelation values for individual lactation curves of Holstein cattle breed ( $\bar{X} \pm S_{\bar{X}}$ ).

Modeller	Siyah Alaca HKO	R <sup>2</sup>	$\bar{R}^2$	AIC	BIG	DW
Wood	0.925±0.001	0.999±0.001	0.998±0.001	-7.116±1.1	-6.208±0.1	2.01±0.2
Ters Polinomiyal	2.027±0.120	0.997±0.001	0.995±0.001	3.438±0.1	4.346±0.3	2.33±0.3
Wilmink	1.330±0.102	0.929±0.008	0.908±0.010	0.897±2.3	1.892±0.7	2.47±0.1
Logaritmik Kuadratik	0.553±0.033	0.977±0.002	0.965±0.003	-5.823±0.3	-4.613±1.1	2.15±0.4
Kuadratik	1.226±0.107	0.947±0.004	0.932±0.006	2.825±3.1	3.733±3.1	1.78±0.2
Logaritmik Linear	0.835±0.049	0.959±0.003	0.947±0.004	-3.493±2.4	-2.586±0.9	1.94±0.7
Cobby ve Le Du	1.182±0.075	0.998±0.001	0.996±0.001	-12.264±1.1	-11.356±5.1	1.63±0.1
Cappio-barlino	0.864±0.055	0.999±0.001	0.998±0.001	-16.311±3.1	-14.798±3.2	1.91±0.2
Grossman	2.032±0.140	0.998±0.001	0.995±0.001	11.345±4.2	12.858±0.5	2.64±0.1
Parabolik Üstel	0.824±0.051	0.999±0.001	0.998±0.001	-0.578±3.1	0.330±0.7	2.99±0.1
Guo-Salve	0.937±0.060	0.952±0.005	0.949±0.001	-8.147±2.6	-7.239±1.1	2.99±0.4



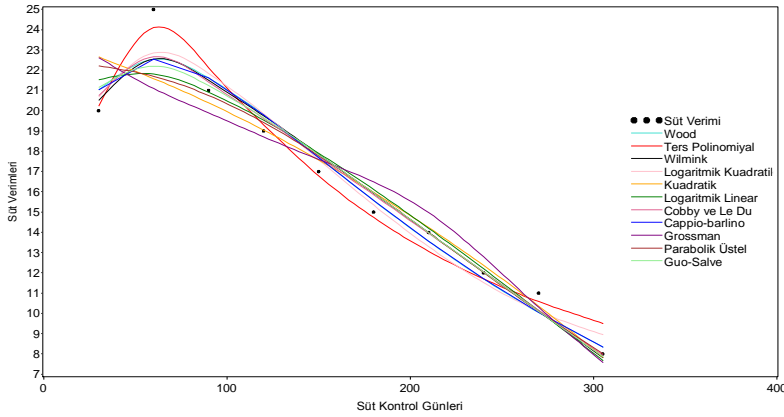
Şekil 2. Siyah alaca sığır ırkı için, Wood, ters polinomiyal, Wilmink, logaritmik kuadratik, kuadratik, logaritmik linear, Cobby ve Le Du, Cappio-Borlino, Grossman, parabolik üstel ve Guo-Salve modellerine ait laktasyon eğrileri.

Figure 2. For Holstein cattle breed, lactation curves of the Wood, inverse polynomial, Wilmink, logarithmic quadratic, quadratic, logarithmic linear, Cobby and Le Du, Cappio-Borlino, Grossman, parabolic exponential and Guo-Salve models.



Şekil 3. Jersey sığır ırkı için, Wood, ters polinomial, Wilmink, logaritmik kuadratik, kuadratik, logaritmik linear, Cobby ve Le Du, Cappio-Borlino, Grossman, parabolik üstel ve Guo-Salve modellerine ait laktasyon eğrileri.

Figure 3. For Jersey cattle breed, lactation curves of the Wood, inverse polynomial, Wilmink, logarithmic quadratic, quadratic, logarithmic linear, Cobby and Le Du, Cappio-Borlino, Grossman, parabolic exponential and Guo-Salve models.



Şekil 4. Esmer sığır ırkı için, Wood, ters polinomial, Wilmink, logaritmik kuadratik, kuadratik, logaritmik linear, Cobby ve Le Du, Cappio-Borlino, Grossman, parabolik üstel ve Guo-Salve modellerine ait laktasyon eğrileri.

Figure 4. For the brown cattle breed, lactation curves of the Wood, inverse polynomial, Wilmink, logarithmic quadratic, quadratic, logarithmic linear, Cobby and Le Du, Cappio-Borlino, Grossman, parabolic exponential and Guo-Salve models.

Çizelge 2 incelendiğinde Jersey ırkında da, Siyah Alaca sığırında olduğu gibi Wood ( $\bar{R}^2=0.990\pm 0.001$ ), Cobby ve Le Du ( $\bar{R}^2=0.991\pm 0.004$ ) ve Cappio-barlino ( $\bar{R}^2=0.994\pm 0.002$ ) modelleri düzeltilmiş belirleme katsayıları bakımından diğer modellerden daha yüksek değerlere sahiptir. Hata kareler ortalamaları bakımından (Wood HKO;  $0.925\pm 0.001$ , Cobby ve Le Du HKO;  $0.394\pm 0.039$ , Cappio-barlino HKO;  $0.419\pm 0.029$ ) ise Guo-Salve modeli dışında bu üç modeldeki değerler en düşük değerlere sahiptir. Üç modele ait Akaike ve Bayesian bilgi kriteri değerleri (Wood AIC;  $-9.606\pm 0.1$ , BIC;  $-8.699\pm 0.2$ , Cobby ve Le Du AIC;  $-7.016\pm 0.7$ , BIC;  $-16.108\pm 0.7$ , Cappio-barlino AIC;  $-10.95\pm 0.6$ , BIC;  $-9.442\pm 1.1$ ) bakımından ise diğer modellere göre en küçük değerlere sahip olduğu görülmektedir. Durbin-Watson değerleri incelendiğinde (Wood DW;  $2.11\pm 0.1$ , Cobby ve Le Du DW;  $1.59\pm 0.3$ , Cappio-barlino DW;  $1.79\pm 0.4$ ) anlamlı sonuç elde edilmiştir..

Çizelge 3' te yer alan Jersey sığırına ait hata kareler ortalaması, belirleme katsayısı, düzeltilmiş belirleme

katsayısı, Akaike bilgi kriteri, Bayesian bilgi kriteri ve Durbin-Watson otokorelasyon değerleri bakımından incelendiğinde Siyah Alaca sığırında olduğu gibi Wood, Cobby ve Le Du ve Cappio-barlino modellerinin birbirine çok yakın değerler verdiği ve en iyi sonuçların elde edildiği söylenebilir.

Çizelge 3' te yer alan modellerin diğer modellerle beraber süt verimi ölçümlerine göre eğriler Şekil 2' de verilmiştir.

Çizelge 4 incelendiğinde Esmer sığır ırkında da, Jersey ve Siyah Alaca sığırında olduğu gibi Wood ( $\bar{R}^2=0.991\pm 0.004$ ), Cobby ve Le Du ( $\bar{R}^2=0.989\pm 0.002$ ) ve Cappio-barlino ( $\bar{R}^2=0.980\pm 0.013$ ) modelleri belirleme katsayıları ve düzeltilmiş belirleme katsayıları bakımından diğer modellerden daha yüksek değerlere sahip olduğu görülmektedir. Hata kareler ortalamaları bakımından Wood ve Cobby ve Le Du (Wood HKO;  $0.925\pm 0.005$ , Cobby ve Le Du HKO;  $0.929\pm 0.074$ ) düşük değere sahip olduğu, Cappio-barlino (HKO;  $3.243\pm 2.313$ ) modele nispeten daha

yüksek değere sahip olduğu görülmektedir. Üç modele ait Akaike ve Bayesian bilgi kriteri değerleri (Wood AIC; -9.79±0.2, BIC; -8.88±0.2, Cobby ve Le Du AIC; -9.84±1.1, BIC; -8.93±0.4, Cappio-barlino AIC; -15.86±1.5, BIC; -14.35±1.01) bakımından ise diğer modellere göre daha küçük değerlere sahip olduğu

görülmektedir. Durbin-Watson değerleri incelendiğinde ise (Wood DW; 2.21±0.1, Cobby ve Le Du DW; 1.41±0.1, Cappio-barlino DW; 1.66±0.2) herhangi bir otokorelasyon durumu söz konusu değildir.

Çizelge 3. Jersey sığır ırkına ait bireysel laktasyon eğrileri için hata kareler ortalamaları, belirleme katsayısı, düzeltilmiş belirleme katsayısı, Akaike bilgi kriteri, Bayesian bilgi kriteri ve Durbin-Watson otokorelasyon değerleri ( $\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$ ).

Table 3. Averages of error, coefficient of determination, corrected coefficient of determination, Akaike information criterion, Bayesian information criterion and Durbin-Watson autocorrelation values for individual lactation curves of Jersey cattle breed ( $\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$ ).

Modeller	Jersey					
	HKO	R <sup>2</sup>	$\bar{R}^2$	AIC	BIC	DW
Wood	0.925±0.001	0.997±0.001	0.990±0.001	-9.606±0.1	-8.699±0.2	2.11±0.1
Ters Polinomial	0.842±0.051	0.994±0.001	0.992±0.001	1.155±0.5	2.063±0.6	2.42±0.2
Wilmink	0.396±0.041	0.966±0.003	0.956±0.004	-1.362±1.2	-0.452±0.7	2.17±0.2
Logaritmik Kuadratik	0.273±0.022	0.980±0.001	0.969±0.002	-6.106±1.1	-4.896±1.4	2.35±0.2
Kuadratik	0.421±0.035	0.963±0.003	0.953±0.004	-5.426±1.2	-4.518±1.3	1.71±0.3
Logaritmik Linear	0.343±0.033	0.971±0.002	0.963±0.002	-2.079±0.5	-1.171±1.1	1.82±0.1
Cobby ve Le Du	0.394±0.039	0.996±0.003	0.991±0.004	-17.016±0.7	-16.108±0.7	1.59±0.3
Cappio-barlino	0.419±0.029	0.997±0.001	0.994±0.002	-10.95±0.6	-9.442±1.1	1.79±0.4
Grossman	0.660±0.069	0.995±0.002	0.990±0.004	0.610±0.2	2.122±0.4	2.79±0.2
Parabolik Üstel	1.624±1.270	0.989±0.007	0.984±0.010	-10.399±1.2	-9.491±1.5	2.12±0.1
Guo-Salve	0.350±0.030	0.969±0.002	0.966±0.001	-14.794±1.1	-1.887±0.9	3.01±0.3

Çizelge 4. Esmer sığır ırkına ait bireysel laktasyon eğrileri için hata kareler ortalamaları, belirleme katsayısı, düzeltilmiş belirleme katsayısı, Akaike bilgi kriteri, Bayesian bilgi kriteri ve Durbin-Watson otokorelasyon değerleri ( $\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$ ).

Table 4. Averages of error squares, determination coefficient, corrected determination coefficient, Akaike information criterion, Bayesian information criterion and Durbin-Watson autocorrelation values for individual lactation curves of brown cattle breed ( $\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$ ).

Modeller	Esmer					
	HKO	R <sup>2</sup>	$\bar{R}^2$	AIC	BIC	DW
Wood	0.925±0.005	0.994±0.003	0.991±0.004	-9.79±0.2	-8.88±0.2	2.21±0.1
Ters Polinomial	1.876±0.150	0.991±0.002	0.987±0.003	-0.04±0.5	0.86±0.3	2.62±0.1
Wilmink	1.084±0.099	0.930±0.009	0.910±0.012	1.13±0.6	2.046±0.1	2.37±0.6
Logaritmik Kuadratik	0.600±0.044	0.969±0.002	0.954±0.004	-8.09±0.4	-6.88±0.1	2.30±0.7
Kuadratik	1.095±0.099	0.939±0.005	0.921±0.006	8.16±0.1	9.069±0.8	1.82±0.4
Logaritmik Linear	0.840±0.064	0.949±0.005	0.935±0.007	2.79±1.9	3.704±0.5	1.75±0.4
Cobby ve Le Du	0.929±0.074	0.993±0.001	0.989±0.002	-9.84±1.1	-8.93±0.4	1.41±0.1
Cappio-barlino	3.243±2.313	0.990±0.007	0.980±0.013	-15.86±1.5	-14.35±10.1	1.66±0.2
Grossman	3.039±1.376	0.993±0.003	0.986±0.005	17.27±1.7	18.78±1.3	2.93±0.9
Parabolik Üstel	4.541±2.581	0.996±0.000	0.976±0.013	4.06±0.9	4.97±2.1	2.49±0.2
Guo-Salve	0.878±0.072	0.946±0.006	0.930±0.001	-3.18±0.6	-2.27±1.9	3.12±0.1

Çizelge 4' te yer alan Esmer sığırına ait hata kareler ortalaması, belirleme katsayısı, düzeltilmiş belirleme katsayısı, Akaike bilgi kriteri, Bayesian bilgi kriteri ve Durbin-Watson otokorelasyon değerleri bakımından incelendiğinde Jersey ve Siyah Alaca ırkı sığırlarda olduğu gibi Wood, Cobby ve Le Du ve Cappio-barlino modelleri modellerinin birbirine çok yakın değerler verdiği ve en iyi sonuçların elde edildiği söylenebilir.

Bu çalışmada siyah alaca, jersey ve esmer sığır ırklarına ait laktasyon eğrilerinin modellenmesinde Wood, ters polinomial, Wilmink, logaritmik kuadratik, kuadratik, logaritmik linear, Cobby ve Le Du, Cappio-Borlino, Grossman, parabolik üstel ve

Guo-Salve eşitliklerinin noktasal dağılıma ne kadar iyi uyum sağladığının tespitinde belirleme katsayısı, düzeltilmiş belirleme katsayısı, hata kareler ortalaması, Durbin-Watson otokorelasyon testi, AIC (Akaike Bilgi Kriteri) ve BIC (Bayesian Bilgi Kriteri) dikkate alınmıştır. Çalışma sonucunda, Esmer, Jersey ve Siyah Alaca sığırında Wood, Cobby ve Le Du ve Cappio-barlino modellerinin en iyi sonuçları verdiği tespit edilmiştir. Cobby ve Le Du (1978), Akbulut ve Emsen (1994), Orman ve Ertuğrul (1999), Orhan ve Kaygısız (2002), Keskin ve Tozluca (2004), Güler (2006), İleri (2010), Şahin ve Efe, (2010), Çankaya ve ark. (2011), Gök ve ark. (2019)' nın elde ettikleri sonuçlar ile uyum içerisindedir.

## SONUÇ ve ÖNERİLER

Süt sığırcılığında, süt üretiminin uygun modeller ile ifade edilebilmesi, gerek bir laktasyon döneminde, gerekse ömürleri boyunca verecekleri süt üretiminin tahmin edilebilmesine olanak sağlamaktadır. Süt üretimi gibi birçok gen tarafından kontrol edilen bir çıktının, önceden tahmin edilmesi, isabetli bir ıslah çalışması için son derece önemlidir. Bu sebeple uygun modellerin seçimi zaman ve maliyet açısından son derece önemlidir. En uygun modelin seçimi, seleksiyon başlangıcında, bireysel laktasyon eğrileri üzerinden seçim ve ayıklamaya imkan tanıyacak ve doğal olarak uzun zaman gerektiren seleksiyon çalışmalarında isabet derecesinin yükselmesine neden olacaktır. Sürü ortalamaları üzerinden yapılan laktasyon eğrisi modellemelerinde, üstün genetik yapıya sahip bireylerin seçimi veya düşük süt verimine sahip bireylerin ayıklanması, bireysel modellemeye göre nispeten zordur.

Siyah Alaca ve Esmer sığırında belirleme ve düzeltilmiş belirleme katsayıları bakımından en kötü sonuçları Wilmlink modeli, Jersey ırkında ise Kuadratik model vermiştir. Durbin-Watson değerleri bakımından incelendiğinde ise Siyah Alaca sığırında Guo-Salve ve Parabolik Üstel modelin, Jersey ve Esmer sığırında ise Guo-Salve modelinde negatif otokorelasyona yakın (kararsız bölge) değerler verdiği (sınır değerleri;  $dw_L = 0.604$ ,  $dw_U = 1.001$ ,  $4 - dw_U = 2.999$ ,  $4 - dw_L = 3.396$ ) görülmektedir.

Jersey ve Siyah Alaca sığırında her ne kadar birbirlerine çok yakın değer verseler de bir sıralama yapmak gerekirse, tüm karşılaştırma kriterleri dikkate alındığında, Cappio-Borlino, Wood ve Cobby ve Le Du şeklinde sıralamak mümkündür. Esmer sığırında ise sıralama, Wood, Cobby ve Le Du Cappio-Borlino şeklinde yapılabilir.

Burada dikkat edilmesi gereken konu modellerin farklı veri setlerinde farklı sonuçlar üretebileceğidir. Bu durum süt sığırcılığında laktasyon eğrilerinin modellenmesinde birden fazla modelin kullanılmasına neden olmaktadır. Diğer yandan model karşılaştırma kriterlerinin mümkün olduğunca fazla olması ve model seçiminde bu kriterlerin toplu olarak değerlendirilmesi araştırmacının istatistiksel anlamda en uygun modeli belirlemesine yardımcı olacaktır.

Özellikle sürü içerisinde genetik kapasitesi yüksek bireylerin seçiminde, sürü bazlı eğri modellemenin ıslah açısından faydası son derece kısıtlıdır. Bu nedenle bireysel laktasyon eğrilerinin modellenmesi ve ıslah çalışmalarında başlangıç noktası olarak kullanılması son derece önemlidir. Bireysel laktasyon eğrilerinin modellenmesi ile ilgili literatürde çok az çalışma yapılmış olmasının, büyük sürülerde getirdiği ekstra iş gücünün bir sonucu olarak düşünülmektedir. Ancak bilgisayar ve yazılım teknolojilerindeki ilerleme bu zorluğu günümüzde mümkün olduğu kadar

azaltmıştır.

## TEŞEKKÜR

Bu çalışma yüksek lisans tez çalışmasından türetilmiştir.

## Araştırmacıların Katkı Oranı Beyan Özeti

Yazarlar makaleye eşit oranda katkı sağlamış olduklarını beyan eder.

## Çıkar Çatışması Beyanı

Makale yazarları aralarında herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan ederler.

## KAYNAKLAR

- Akbulut Ö, Emsen H 1994. Esmer x Doğu Anadolu Kırmızısı melezi ve Siyah Alaca İneklerin Erzurum şartlarında laktasyon eğrisi tipleri ve laktasyon devamlılık Derecesi, Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 25(3): 327-343.
- Atashi H, Sharbabak MM, Shahrabak HM 2009. Environmental factors affecting the shape components of the lactation curves in Holstein dairy cattle of Iran. Parity, 2(354): 4-66.
- Batra TR 1986. Comparison of two mathematical models in fitting lactation curve for pure-line and cross-line dairy cows. Can. J. Anim. Sci., 66(2): 405-414.
- Cobby JM, Le Du YLP 1978. On Fitting Curves to Lactation Data, Anim. Prod., 26(2): 127-133.
- Çağan V, Özyurt A 2008. Polatlı TİM'de yetiştirilen Siyah Alaca sığırlarda laktasyon Eğrisine İlişkin Parametre Tahmini, Hayvansal Üretim, 49(1): 5-12.
- Çankaya S, Unalan A, Soydan E 2011. Selection of a Mathematical Model to Describe the Lactation Curves of Jersey Cattle, Arch Tierz., 54(1): 27-35.
- Çankaya S, Şahin M, Abacı SH 2014. Comparison of Wood and Cubic Splinemodels for the First Lactation Curve of Jersey Cows, The Journal of Animal and Plant Sciences, 24(4): 1045-1049.
- Durbin J, Watson GS 1951. Testing for serial correlation in least square regression. Biometrika, 38(1): 159-78.
- Grossman M, Kuck AL, Norton HW 1986. Lactation Curves of Purebred and Crossbred Dairy Cattle. Journal of Dairy Science, 69(1): 195- 203.
- Güler O 2006. Atatürk Üniversitesi Tarım İşletmesi Koşullarında Yetiştirilen Siyah Alaca Sığırlarda Laktasyon Eğrisi Parametrelerinin ve Persistensi Değerlerinin Farklı Modellerle Tespiti ve Etkili Çevre Faktörlerinin Belirlenmesi, Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, 203 s., Ankara.
- Gök T, Mikail N, Akkol S 2019. Analysis of the First Lactation Curve in Holstein Cows with Different Mathematical Models. KSÜ Tarım ve Doğa Derg.,

- 22(4): 601-608.
- İleri R 2010. Kazova Vasfi Diren Tarım İşletmesinde Yetiştirilen Siyah Alaca İneklerinin Laktasyon Eğrisinin Tahmin ve Tanımlanması İçin Farklı Modellerin Karşılaştırılması. Gazi Osman Paşa Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Zootekni Ana Bilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, 31 s., Tokat.
- Kaygısız A 1996. Sarı Alaca Sığırların Laktasyon Eğrisi Özellikleri. . Tr. J. of Veterinary and Animal Sciences, 23(1): 15-23.
- Kaygısız A, Vanlı Y, Yılmaz İ 2003. Esmer Sığırların Laktasyon Eğrisi Özellikleri Üzerine Bir Araştırma. Hayvansal Üretim, 44(2): 69-80.
- Orhan H, Kaygısız A 2002. Siyah Alaca sığırlarda farklı laktasyon eğrisi modellerinin karşılaştırılması. Hayvansal Üretim, 43(1): 94- 99.
- Orman MN, Ertuğrul O 1999. Holstayn İneklerin Süt Verimlerinde Üç Farklı Laktasyon Modelinin İncelenmesi. Turk. J. Vet. Anim. Sci., 23: 605-614.
- SAS 1999. The Expand Prosedure. <http://www2.stat.unibo.it/ManualiSas/ets/chap11.pdf> 01.06.2010).
- Şahin M, Efe E 2010. Kübik Spline Regresyonların Süt Sığırcılığında Laktasyon Eğrilerinin Modellenmesinde Kullanımı. KSÜ Doğa Bil. Derg, 13(2): 17-22.
- Wood PDP 1967. Algebraic model of lactation curve in cattle. Nature, 216(5111): 164-165.
- Yedes A 1999. Kırklareli Siyah Alaca Sığırlarının Laktasyon Süt Verim Eğrilerinin Farklı Modellerle Tahmini (Diploma Çalışması, basılmamış), Trakya Üniversitesi Ziraat Fakültesi Zootekni Bölümü, 103 s., Tekirdağ.
- Yılmaz İ, Kaygısız A 2000. Siyah Alaca Sığırların Laktasyon Eğrisi Özellikleri. Tarım Bilimleri Dergisi, 6(4): 1-10.