



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 23 Sayı-Number 6 Yıl-Year: 2020



# 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
- The International Plant Names Index
- DRJI (Directory of Research Journal Indexing)
- Google Scholar
- Scientific Indexing Services (SIS)
- International Directory of Agriculture, Food and The Environment
- CiteFactor
- Journal 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.  
iakyl@ankara.edu.tr

**Prof.Dr. Kerim Mesut ÇİMRİN**

Hatay MKÜ. Ziraat Fak.  
Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Böl.  
mcimrin@mku.edu.tr

**İngilizce Editörü/English Editor**

**Prof.Dr. Ramazan CETİNTAS**

KSÜ Ziraat Fak. Bitki Koruma Böl.

cetintas@ksu.edu.tr

### Danışmanlar Kurulu/Advisory Board

Prof.Dr. Ahmet ALP

Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniv.

Doç.Dr. Tugay AYŞAN

Korkutata Üniversitesi OSMANİYE

Prof. Dr. Fikri BALTA

Ordu Üniv. ORDU

Larisa CAIŞIN

State Agrarian University, MOLDOVA

Dr. Eslam FAID-ALLAH

Minoufiya University, EGYPT

Prof.Dr. Wayne GARDNER,

The University of Georgia, USA

Prof.Dr. Rüştü HATİPOĞLU

Çukurova Üniversitesi, ADANA

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

Doç.Dr. Mustafa KÜSEK

Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniv.

Prof.Dr. Murat KÜTÜK

Gaziantep Üniv. GAZİANTEP

Prof. Dr. Ramazan MERAL,

Bingöl Üniv. BİNGÖL

Prof.Dr. Yeşim Yalçın MENDİ,

Çukurova Üniversitesi, ADANA

Alisa PIRLOG

State Agrarian University, MOLDOVA

Dr. Ahmad K. SALAMA

Autonomous University of  
Barcelona, SPAIN

Prof.Dr. Fatih SATIL

Balıkesir Üniv. Balıkesir

Prof.Dr. Hüseyin SÜZEK

Muğla Sıtkı Koçman Üniv. MUĞLA

Prof.Dr Vytautas TAMUTIS

Uniuersytet Aleksandra, LITVANIA

Prof. Dr. İbrahim YILMAZ

Akdeniz Üniv. ANTALYA

Prof. Dr. Kadir YILMAZ

Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniv

Prof.Dr. Jose Cola ZANUNCIO

Federal Univ. of Vicos, BRAZIL



# KAHRAMANMARAŞ SÜTÇÜ İMAM ÜNİVERSİTESİ

## TARIM ve DOĞA DERGİSİ

### İÇİNDEKİLER

#### *ARAŞTIRMA MAKALESİ - RESEARCH ARTICLE*

- Bertiz Kabarcık Üzümünde Bazı Kalite Özellikleri ile Toplam Fenol Bileşikleri ve Antioksidan Kapasitesinin Belirlenmesi**  
Determination of Some Quality Properties and Total Phenol Compounds and Antioxidant Capacity in Bertiz Kabarcık Grape  
Nazan BALBABA, Sefair BAĞCI 1414-1421
- The Effects of Biofertilizers on Some Physiological Responses in Heritage Raspberries**  
Biyolojik Gübrelerin Heritage Ahududu Çeşidinde Bazı Fizyolojik Tepkiler Üzerine Etkileri  
Gülden BALCI, Hakan KELES, Ramazan ÇAKMAKCI 1422-1427
- The Effects of UV Irradiation and Incubation Time on in vitro Phenolic Compound Production in 'Karaerik' Grape Cultivar**  
'Karaerik' Üzüm Çeşidinde in vitro Fenolik Bileşik Üretimi Üzerine UV Işını Uygulaması ve İnkübasyon Sürelerinin Etkisi  
Mustafa ÇELİK, Nurhan KESKİN, Fethi Ahmet ÖZDEMİR 1428-1434
- Alanya Ekolojik Koşullarında Yetiştirilen Hass ve Fuerte Avokado Çeşitlerinin Bazı Fitokimyasal İçerikleri ile Antioksidan Aktivitelerinin Belirlenmesi**  
Investigation of Some Phytochemical Contents and Antioxidant Activities of Hass and Fuerte Avocado Cultivars Grown in Alanya Ecological Conditions  
Zehra Tuğba MURATHAN, Armagan KAYA 1435-1440
- Farklı Dikim Derinliklerinde Muscari armeniacum (Gâvurbaşı)' un Gelişimi**  
Growing of Muscari armeniacum (Grape Hyacinth) at Different Planting Depths  
Özgür KAHRAMAN 1441-1448
- Ahlat ve Böcekte Kitosan ile Kaplamanın Etkisinin Belirlenmesi**  
Determination of the Effect of Coating with Chitosan on Ahlat and Insect  
Eda GÜNEŞ 1449-1455
- Diyarbakır ve Mardin İllerinde Monosteira lobulifera Reuter ve Monosteira unicostata (Mulsant & Rey) (Hemiptera: Tingidae)'nın Badem, Kavak ve Söğüt Ağaçları Üzerindeki Ergin Popülasyon Gelişimi**  
The Adult Population Development of Monosteira lobulifera Reuter and Monosteira unicostata (Mulsant & Rey) (Hemiptera: Tingidae) on Almond, Poplar and Willow Trees in Diyarbakır and Mardin  
Hasan MARAL, M. Rifat ULUSOY, Halil BOLU 1456-1465
- Orta Anadolu Bölgesi'nde Yaprığı Yenen Sebzelerde Görülen Zararlı Türlerin Belirlenmesi**  
Determination of Harmful Pest Species of Leafly Vegetables in Middle Anatolia Region  
Aydemir BARIŞ, Mustafa ALKAN, Cenk YÜCEL, Narin GÖK 1466-1473
- Chemical Composition and Antibacterial Activity of Essential Oils Isolated from Medicinal Plants against Gall Forming Plant Pathogenic Bacterial Disease Agents**  
Tıbbi Bitkilerden Elde Edilen Uçucu Yağların Kimyasal Bileşimi ve Gal Oluşturan Bitki Patojeni Bakteriyel Hastalık Etmenlerine Karşı Antibakteriyel Etkinlikleri  
İmam Adem BOZKURT, Soner SOYLU, Merve KARA, Emine Mine SOYLU 1474-1482



# KAHRAMANMARAŞ SÜTÇÜ İMAM ÜNİVERSİTESİ

## TARIM ve DOĞA DERGİSİ

- The Effect of Cuscuta babylonica Aucher on Chemical Compounds of Lice Tomato**  
Cuscuta babylonica Aucher'in Lice Domates Genotipinin Kimyasal Bileşiklerine Etkisi  
Hasan Çetin ÖZEN, Servan SAVAŞCI, Hilal SURMUŞ ASAN, Veysi KIZMAZ 1483-1488
- Selective Cytotoxic Effect of Astaxanthin on Human Lung and Colon Cancer Cells**  
Astaksantin'in İnsan Akciğer ve Kolon Kanseri Hücrelerindeki Seçici Sitotoksik Etkisi  
Selim DEMİR, Elif AYAZOĞLU DEMİR, Yüksel ALİYAZICIOĞLU 1489-1494
- Diyabetik Ratlarda Zakkum (Nerium oleander L.) Çiçeği Etanolik Liyofilize Ekstresinin Eritrosit Frajlite, Hematolojik ve Antioksidan Etkilerinin Araştırılması**  
Investigation of the Erythrocyte Fragility, Hematological and Antioxidant Effects of Oleander (Nerium oleander L.) Flower Ethanol Lyophilized Extract in Diabetic Rats  
Abdulahad DOĞAN 1495-1502
- The Determination of In vitro Antioxidant and Cytotoxic Activities of Resin Obtained from Cilician Fir (Abies cilicica (Antoine & Kotschy) Carrière)**  
Toros Göknarı (Abies cilicica (Antoine & Kotschy) Carrière) 'ndan Elde Edilen Reçinenin In vitro Antioksidan ve Sitotoksik Aktivitelerinin Belirlenmesi  
Esra UÇAR SÖZMEN, Serap ŞAHİN BÖLÜKBAŞI, Mustafa ULU, Aşkın AKPOLAT 1503-1509
- Asi Havzasında Hidrometeorolojik Faktörler ve Akım Arasındaki İlişkinin Modellenmesi**  
Modeling of Hydrometeorological Factors With Discharge in Asi Basin  
Alişan NALCIOĞLU, Mehmet ÜNSAL, Burcu ERCAN, Ayşe Ece YAĞCI 1510-1517
- Menengiç Meyve ve Tohumlarının Fiziksel, Mekanik ve Kimyasal Özelliklerinin Belirlenmesi**  
Physical, Mechanical and Chemical Properties of Terebinth Fruit and Seeds  
Ebubekir ALTUNTAŞ, Esra Nur GÜL, Hüsne GÖK 1518-1528
- A New Suffruticose Taxon of Dianthus (Caryophyllaceae) from Bingöl, Turkey**  
Bingöl'den Yeni Bir Çalimsı Dianthus (Caryophyllaceae) Taksonu, Türkiye  
Ergin HAMZAOĞLU, Lütfi BEHÇET, Yakup YAPAR 1529-1534
- Petiole Anatomy of 21 Representatives of Tribe Alysseae (Brassicaceae) from Turkey**  
Türkiye'den Alysseae Tribusunun (Brassicaceae) 21 Temsilcisinin Petiyol Anatomisi  
Cengiz KARAIŞMAİLOĞLU 1535-1544
- Ekmeğin Üretiminde Farklı Turunçgil Aldebolarının Kullanım İmkanları**  
The Usage of Different Citrus Albedos in Bread Production  
Mustafa Kürşat DEMİR, Nezahat OLCAY 1545-1553
- Fenoksietanol ve Açlık Süresinin Japon Balığının (Carassius auratus) Taşınmasında Stok Miktarına Etkisi**  
The Effect of Phenoxyethanol and Starvation Period on Stocking Density in The Transporting of Goldfish (Carassius auratus)  
Mahmut YANAR, Hüseyin Hilmi ÖTER, Ece EVLİYAOĞLU 1554-1560
- Assessment of Hg in Holothuria (Mertensiothuria) leucospilota (Brandt, 1835) from Karachi coasts, Pakistan**  
Pakistan Karachi sahillerinden Holothuria (Mertensiothuria) leucospilota türünde (Brandt, 1835) Hg değerlendirmesi  
Quratulan AHMED, Levent BAT 1561-1568



# KAHRAMANMARAŞ SÜTÇÜ İMAM ÜNİVERSİTESİ

## TARIM ve DOĞA DERGİSİ

- A Mixed *Frigoribacterium faeni* and *Lactococcus garvieae* Infection in Cultured Rainbow Trout (*O. mykiss*)**  
Kültür Gökkuşluğu Alabalıklarında (*O. mykiss*) *Frigoribacterium faeni* ve *Lactococcus garvieae*'nin Neden Olduğu Karma Enfeksiyon  
Tülay AKAYLI, Özgür ÇANAK, Remziye YARDIMCI, Çiğdem ÜRKÜ, Dilek ÖKMEN 1569-1577
- Antalya İlinde Üreticilerin Damla Sulama Desteği Almasını Etkileyen Faktörlerin Belirlenmesi**  
Determination of Factors Affecting The Receiving Drip Irrigation Support of Producers in Antalya Province  
Tuba BEŞEN, Betül SAYIN, Mehmet Ali ÇELİKYURT, Şerife Gülden YILMAZ, Musa KUZGUN, Melike BAHQECİ, Başak AYDIN 1578-1586
- Afşin ve Elbistan İlçelerinde Toplumun Termik Santrallerin Çevreye ve İnsan Sağlığına Etkileri Konusundaki Görüşleri**  
The Opinions of the Community on the Effects of Thermal Power Plants on the Environment and Human Health in Afşin and Elbistan Districts  
Cuma AKBAY, Abdalbaki BİLGİÇ 1587-1597
- Kırsal Kalkınma Destekleri Kapsamındaki Genç Çiftçi Hayvancılık Projelerinin Verimliliğinin Araştırılması**  
Investigation of the Productivity of Young Farmer Livestock Projects under Rural Development Supports  
Aysun YILMAZ, Mahmut KESKİN 1598-1607
- Effects of Some Heavy Metals on Germination and Seedling Growth of Sorghum**  
Sorgumun Çimlenme ve Fide Gelişimi Üzerine Bazı Ağır Metallerin Etkisi  
Esra Nermin ERTEKİN, İbrahim ERTEKİN, Mehmet BİLGİN 1608-1615
- Silisyumun Fasulyede (*Phaseolus vulgaris* L.) Tuz (NaCl) Stresini Azaltmadaki Etkisi**  
Effect of Silicium on Reducing Salt (NaCl) Stress in Beans (*Phaseolus vulgaris* L.)  
Erol ORAL, Rüyeyde TUNÇTÜRK, Murat TUNÇTÜRK, Haluk KULAZ 1616-1625
- Aspir (*Charthamus tinctorius* L) Genotiplerinde Fide Devresi Kuraklığının Tohum Verimi, Yağ Oranı ve Yağ Verimine Etkileri**  
Effects of Seedling Stage Drought on Seed Yield, Oil Rate and Oil Yield in Safflower (*Charthamus tinctorius* L) Genotypes  
Hasan KOÇ 1626-1633
- Tekirdağ Koşullarında İkinci Ürün Olarak Yetiştirilen Önemli Bazı Mısır Çeşitlerinin Verim ve Verim Unsurlarının Belirlenmesi**  
Determination of the Yield and Yield Components of Some Corn Varieties as a Second Crop in Tekirdag Conditions  
Yasin ÖZTÜRK, Adnan ORAK 1634-1646
- B27 × Ege 88 Resiprokal Melez Popülasyonunda F4 Bireylerin Allel Spesifik Markörlerle Değerlendirilmesi**  
Evaluation of F4 Individuals Obtained from B27 × Ege 88 Durum Wheat (*Triticum durum* Desf.) Reciprocal Cross Population by Allele Specific Markers  
Merve BÜYÜKAKKAŞLAR, İlker YÜCE, Tuğba BAŞKONUŞ, Tevrican DOKUYUCU, Aydın AKKAYA, Ziya DUMLUPINAR 1647-1655



# KAHRAMANMARAŞ SÜTÇÜ İMAM ÜNİVERSİTESİ

## TARIM ve DOĞA DERGİSİ

- Güneydoğu Anadolu Bölgesinde Antep Fıstığı Yetiştirilen Bazı Alanların Topraklarında Borun (B) Kimyasal Fraksiyonları ve Toprak Özellikleri İle İlişkisi  
Boron (B) Chemical Fractions and Its Relationships with Soil Properties in the Some Areas of Pistachios Grown in the South East Anatolia Region 1656-1662  
Kadir SALTALI, Esra GÜNEŞ, Bedriye BİLİR
- Farklı Hasat Döneminin Çemen (Trigonella foenum- graecum L.) Otunun Kimyasal Bileşimi, Metan Üretimi ve Kondense Tanen İçeriği Üzerine Etkisi  
The Effect of Different Harvesting Period on the Chemical Composition, Methane Production and Condensed Tannin Content of Fenugreek Grass (Trigonella foenum- graecum L.) 1663-1668  
Fatma AKBAY, Adem EROL, Adem KAMALAK
- Improve Quality of Alfalfa Silage Ensiled with Orange Pulp and Bacterial Additive  
Maghsoud BESHARATI, Mojtaba KARIMI, Akbar TAGHİZADEH, Zabihollah NEMATİ, Ali KAYGISIZ 1669-1677
- Simmental Irkı Sığırlarda GH ve PIT-I Gen Polimorfizmleri ile Süt Verimleri Arasındaki İlişkinin Araştırılması  
Investigation of the Relationship between GH and PIT-I Gene Polymorphisms and Milk Yields in Simmental Cattle Breed 1678-1686  
Mustafa KORKMAZ, Bilal AKYÜZ
- Muş İli Besi Sığırcılığı İşletmelerinin Bazı Yapısal Özelliklerinin Belirlenmesi  
Determination of Some Structural Features of Cattle Fattening Farms in Muş Province 1687-1697  
Galip BAKIR, Mustafa KİBAR
- Management of Conventional Orchards Shaping the Reproductive Bird Community 1698-1703



# KAHRAMANMARAŞ SÜTÇÜ İMAM ÜNİVERSİTESİ

## TARIM ve DOĞA DERGİSİ

### HAKEMLER/Referees\*

Dr. Öğr. Üyesi Mikail AÇAR	Munzur Üniv. Tunceli MYO Bitkisel ve Hayvansal Üretim Böl. Tunceli
Dr. Öğr. Üyesi Hasan Burak AĞIR	KSÜ Ziraat Fak. Tarım Ekonomisi Böl. Kahramanmaraş
Prof.Dr. Cuma AKBAY	KSÜ Ziraat Fak. Tarım Ekonomisi Böl. Kahramanmaraş
Prof.Dr. Ömer AKBULUT	Giresun Üniv. Fen Bilimleri Enst. Biyosüreç Müh. Anabilim Dalı Giresun
Prof.Dr. Mevlüt AKTAŞ	İSTE Deniz Bilimleri ve Tek. Fak. Su Ürünleri Yetiştiriciliği Böl. İskenderun
Doç.Dr. Sefa ALTIKAT	Iğdır Üniv. Iğdır Ziraat Fak. Biyosistem Mühendisliği Böl. Iğdır
Prof.Dr. Suzan ALTINOK	Ankara Üniv. Ziraat Fak. Tarla Bitkileri Böl. Ankara
Doç.Dr. Metin ARMAĞAN	Aydın Adnan Menderes Üniv. Buharkent MYO Aydın
Prof.Dr. Burhan ARSLAN	Tekirdağ Namık Kemal Üniv. Ziraat Fak. Tarla Bitkileri Böl. Tekirdağ
Prof.Dr. Burhan ARSLAN	Tekirdağ Namık Kemal Üniv. Ziraat Fak. Tarla Bitkileri Böl. Tekirdağ
Prof.Dr. Mahmut Murat ASLAN	KSÜ Ziraat Fak. Bitki Koruma Böl. Kahramanmaraş
Prof.Dr. Mahmut Murat ASLAN	KSÜ Ziraat Fak. Bitki Koruma Böl. Kahramanmaraş
Prof.Dr. Mahmut Murat ASLAN	KSÜ Ziraat Fak. Bitki Koruma Böl. Kahramanmaraş
Doç.Dr. Barış AŞIK	Bursa Uludağ Üniv. Ziraat Fak. Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Böl. Bursa
Dr. Öğr. Üyesi Ali İhsan ATALAY	Iğdır Üniv. Iğdır Ziraat Fak. Zootečni Böl. Iğdır
Doç.Dr. Ebru ATAŞLAR	Eskişehir Osmangazi Üniv. Fen-Edebiyat Fak. Biyoloji Böl. Eskişehir
Doç.Dr. Turgut ATAY	Tokat Gaziosmanpaşa Üniv. Ziraat Fak. Bitki Koruma Böl. Tokat
Prof.Dr. Sedat AVCI	İstanbul Üniv. Edebiyat Fak. Coğrafya Böl. İstanbul
Doç.Dr. Tugay AYAŞAN	Osmaniye Korkut Ata Üniv. Kadırlı Uygulamalı Bilimler YO Osmaniye
Doç.Dr. Tugay AYAŞAN	Osmaniye Korkut Ata Üniv. Kadırlı Uygulamalı Bilimler YO Osmaniye
Doç.Dr. Tugay AYAŞAN	Osmaniye Korkut Ata Üniv. Kadırlı Uygulamalı Bilimler YO Osmaniye
Dr. Öğr. Üyesi Fatmagün AYDIN	Çukurova Üniv. Yumurtalık Meslek Yüksekokulu/Su Ürünleri Böl. Adana
Dr. Öğr. Üyesi Hasan AYDIN	Adıyaman Üniv. Eczacılık Fak. Eczacılık Meslek Bilimleri Böl. Adıyaman
Prof.Dr. Yeşim AYSAN	Çukurova Üniv. Ziraat Fak. Bitki Koruma Böl. Adana
Dr. Öğr. Üyesi Mehmet AYDOĞAN	Malatya Turgut Özal Üniv. Ziraat Fak. Tarım Ekonomisi Böl. Malatya
Prof.Dr. Zeki AYTAÇ	Gazi Üniv. Fen Fak. Biyoloji Böl. Ankara
Prof.Dr. Zeki AYTAÇ	Gazi Üniv. Fen Fak. Biyoloji Böl. Ankara
Prof.Dr. Zeki AYTAÇ	Gazi Üniv. Fen Fak. Biyoloji Böl. Ankara
Doç.Dr. İbrahim AYTEKİN	Selçuk Üniv. Ziraat Fak. Zootečni Böl. Konya
Prof.Dr. Haluk BAŞAR	Bursa Uludağ Üniv. Ziraat Fak. Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Böl. Bursa
Prof.Dr. Zeki BAYRAMOĞLU	Selçuk Üniv. Ziraat Fak. Tarım Ekonomisi Böl. Konya
Doç.Dr. Korkmaz BELLİTÜRK	Tekirdağ NKÜ Ziraat Fak. Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Böl. Tekirdağ
Doç.Dr. Korkmaz BELLİTÜRK	Tekirdağ NKÜ Ziraat Fak. Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Böl. Tekirdağ

\* Soyada göre sıralanmıştır.





# KAHRAMANMARAŞ SÜTÇÜ İMAM ÜNİVERSİTESİ

## TARIM ve DOĞA DERGİSİ

- Doç.Dr. Hüseyin BENLİ  
Prof.Dr. Abdülbaki BİLGİÇ  
Prof.Dr. Mehmet Ali BOZKURT  
Prof.Dr. Saim Zeki BOSTAN  
Prof.Dr. Mehmet BOZOĞLU  
Prof.Dr. Ş Canan BÖLÜKBAŞI AKTAŞ  
Prof.Dr. Hakan M BÜYÜKÇAPAR  
Prof.Dr. Rüstem CANGİ  
Prof.Dr. Larisa CAISIN  
Doç.Dr. Önder CANBOLAT  
Dr. Öğr. Üyesi Cuneyt CESUR  
Prof.Dr. Ali COŞKAN  
Dr. Öğr. Üyesi Sebahattin CÖMERTPAY  
Prof.Dr. Ramazan ÇAKMAKÇI  
Dr. Öğr. Üyesi Süleyman ÇALIŞLAR  
Prof.Dr. Ferit ÇOBANOĞLU  
Prof.Dr. Ferit ÇOBANOĞLU  
Dr. Öğr. Üyesi A. Sinan ÇOLAKOĞLU  
Dr. Öğr. Üyesi A. Sinan ÇOLAKOĞLU  
Doç.Dr. Handan ÇULAL KILIÇ  
Doç.Dr. Metin DAĞTEKİN  
Prof.Dr. Alper DARDENİZ  
Prof.Dr. Halit DEMİR  
Dr. Öğr. Üyesi Mithat DİREK  
Prof.Dr. Mahmut DOĞAN  
Prof.Dr. Ramazan DOĞAN  
Doç.Dr. Hasan Gökhan DOĞAN  
Doç.Dr. Ziya DUMLUPINAR  
Doç.Dr. Serdar DURU  
Prof.Dr. İbrahim ERDAL  
Prof.Dr. Hasan Çetin EKERBİÇER  
Doç.Dr. Zehra EKİN  
Prof.Dr. Mevlüt EMEKÇİ  
Prof.Dr. İbrahim ERDAL  
Doç.Dr. Havvanur Feyza ERDEM  
Prof.Dr. Mustafa ERKAN  
Kayseri Üniv. Mustafa Çıkrıkçıoğlu MYO Kayseri  
Atatürk Üniv. Ziraat Fak. Tarım Ekonomisi Böl. Erzurum  
Van Yüzüncü Yıl Üniv. Ziraat Fak. Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Böl. Van  
Ordu Üniv. Ziraat Fak. Bahçe Bitkileri Böl. Ordu  
Ondokuz Mayıs Üniv. Ziraat Fak. Tarım Ekonomisi Böl. Samsun  
Atatürk Üniv. Ziraat Fak. Zootekni Böl. Erzurum  
KSÜ Ziraat Fak. Su Ürünleri Böl. Kahramanmaraş  
Tokat Gaziosmanpaşa Üniv. Ziraat Fak. Bahçe Bitkileri Böl. Tokat  
State Agrarian University Of Moldova, Faculty Of Agric. MOLDOVA  
Bursa Uludağ Üniv. Ziraat Fak. Zootekni Böl. Bursa  
Karamanoğlu Mehmetbey Üniv. Mühendislik Fak. Karaman  
Isparta Uygulamalı Bilimler Üniv. Ziraat Fak. Toprak Bil. Ve Bitki Bes.Böl. Isparta  
KSÜ Ziraat Fak. Tarımsal Biyoteknoloji Böl. Kahramanmaraş  
Çanakkale Onsekiz Mart Üniv. Ziraat Fak. Tarla Bitkileri Böl. Çanakkale  
KSÜ Ziraat Fak. Zootekni Böl. Kahramanmaraş  
Aydın Adnan Menderes Üniv. Ziraat Fak. Tarım Ekonomisi Böl. Aydın  
Aydın Adnan Menderes Üniv. Ziraat Fak. Tarım Ekonomisi Böl. Aydın  
KSÜ Mühendislik-Mimarlık Fak. Gıda Mühendisliği Böl. Kahramanmaraş  
KSÜ Mühendislik-Mimarlık Fak. Gıda Mühendisliği Böl. Kahramanmaraş  
Isparta Uygulamalı Bilimler Üniv. Ziraat Fak. Bitki Koruma Böl. Isparta  
Çukurova Üniv. Ceyhan MYO Makine ve Metal Teknolojileri Böl. Adana  
Çanakkale Onsekiz Mart Üniv. Ziraat Fak. Bahçe Bitkileri Böl. Çanakkale  
Van Yüzüncü Yıl Üniv. Fen Fak. Kimya Böl. Van  
Selçuk Üniv. Ziraat Fak. Tarım Ekonomisi Böl. Konya  
Erciyes Üniv. Mühendislik Fak. Gıda Mühendisliği Böl. Çanakkale  
Bursa Uludağ Üniv. Ziraat Fak. Tarla Bitkileri Böl. Bursa  
Kırşehir Ahi Evran Üniv. Ziraat Fak. Tarım Ekonomisi Böl. Kırşehir  
KSÜ Ziraat Fak. Tarımsal Biyoteknoloji Böl. Kahramanmaraş  
Bursa Uludağ Üniv. Ziraat Fak. Zootekni Böl. Bursa  
Isparta Uygulamalı Bil. Üniv. Ziraat Fak. Toprak Bil. Ve Bitki Bes. Böl. Isparta  
Sakarya Üniv. Tıp Fak. Dahili Tıp Bilimleri Böl. Sakarya  
Van Yüzüncü Yıl Üniv. Ziraat Fak. Tarla Bitkileri Böl. Van  
Ankara Üniv. Ziraat Fak. Bitki Koruma Böl. Ankara  
Isparta Uygulamalı Bilimler Üniv. Ziraat Fak. Toprak Bil. ve Bitki Bes.Böl. Isparta  
Samsun Üniv. İİBF Uluslararası İşletmecilik ve Ticaret Böl. Samsun  
Akdeniz Üniv. Ziraat Fak. Bahçe Bitkileri Böl. Antalya



# KAHRAMANMARAŞ SÜTÇÜ İMAM ÜNİVERSİTESİ

## TARIM ve DOĞA DERGİSİ

Prof.Dr. Halil İbrahim ERKOVAN	Eskişehir Osmangazi Üniv. Ziraat Fak. Tarla Bitkileri Böl. Eskişehir
Doç.Dr. Murat ERTAŞ	Bursa Teknik Üniv. Orman Fak. Orman Endüstrisi Müh. Böl. Bursa
Prof.Dr. Sait GEZGİN	Selçuk Üniv. Ziraat Fak. Toprak Bilimi ve Beslenme Böl. Konya
Dr. Öğr. Üyesi İncilay GÖKBULUT	İnönü Üniv. Mühendislik Fak. Gıda Mühendisliği Böl. Malatya
Prof.Dr. Abdurrahim Tanju GÖKSOY	Bursa Uludağ Üniv. Ziraat Fak. Tarla Bitkileri Böl. Bursa
Prof.Dr. Erkan GÜMÜŞ	Akdeniz Üniv. Su Ürünleri Fak. Su Ürünleri Yetiştiriciliği Böl. Antalya
Doç.Dr. Adem GÜNEŞ	Erciyes Üniv. Seyrani Ziraat Fak. Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Böl. Kayseri
Doç.Dr. Hüseyin GÜNGÖR	Düzce Üniv. Ziraat Fak. Tarla Bitkileri Böl. Düzce
Prof.Dr. Ergin HAMZAOĞLU	Gazi Üniv. Gazi Eğitim Fak. Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Böl. Ankara
Prof.Dr. Ergin HAMZAOĞLU	Gazi Üniv. Gazi Eğitim Fak. Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Böl. Ankara
Prof.Dr. Ergin HAMZAOĞLU	Gazi Üniv. Gazi Eğitim Fak. Matematik Ve Fen Bilimleri Eğitimi Böl. Ankara
Prof.Dr. Rüştü HATİPOĞLU	Çukurova Üniv. Ziraat Fak. Tarla Bitkileri Böl. Adana
Doç.Dr. Ayhan HORUZ	Ondokuz Mayıs Üniv. Ziraat Fak. Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Böl. Samsun
Prof.Dr. Ali Arda İŞIKBER	KSÜ Ziraat Fak. Bitki Koruma Böl. Kahramanmaraş
Prof.Dr. Emine İKİKAT TÜMER	KSÜ Ziraat Fak. Tarım Ekonomisi Böl. Kahramanmaraş
Doç.Dr. Ahmet Levent İNANÇ	KSÜ Mühendislik-Mimarlık Fak. Gıda Mühendisliği Böl. Kahramanmaraş
Doç.Dr. Ahmet Levent İNANÇ	KSÜ Mühendislik-Mimarlık Fak. Gıda Mühendisliği Böl. Kahramanmaraş
Prof.Dr. Necmi İŞLER	Hatay Mustafa Kemal Üniv Ziraat Fak. Tarla Bitkileri Böl. Hatay
Prof.Dr. Necmi İŞLER	Hatay Mustafa Kemal Üniv Ziraat Fak. Tarla Bitkileri Böl. Hatay
Doç.Dr. Gülay KAÇAR	Bolu Abant İzzet Baysal Üniv. Ziraat Fak. Bitki Koruma Böl. Bolu
Doç.Dr. Önder KAMILOĞLU	Hatay Mustafa Kemal Üniv. Ziraat Fak. Bahçe Bitkileri Böl. Hatay
Doç.Dr. Emine Hesna KANDIR	Afyon Kocatepe Üniv. Veteriner Fak. Zootekni Ve Hayvan Besleme Böl. Afyon
Prof.Dr. Burhan KARA	Isparta Uygulamalı Bilimler Üniv. Ziraat Fak. Tarla Bitkileri Böl. Isparta
Prof.Dr. Zeki KARA	Selçuk Üniv. Ziraat Fak. Bahçe Bitkileri Böl. Konya
Prof.Dr. İsmail KARACA	Isparta Uygulamalı Bilimler Üniv. Ziraat Fak. Bitki Koruma Böl. Isparta
Dr. Öğr. Üyesi Eyyüp KARAOĞUL	Harran Üniv. Mühendislik Fak. Gıda Mühendisliği Böl. Şanlıurfa
Prof.Dr. Adem KAMALAK	KSÜ Ziraat Fak. Zootekni Böl. Kahramanmaraş
Doç.Dr. Mehmet Salih KAYA	Ankara Yıldırım Beyazıt Üniv. Tıp Fak. Temel Tıp Bilimleri Böl. Ankara
Prof.Dr. Haşim KELEBEK	Adana Alparslan Türkeş Bil. Tek Üniv. Mühendislik Fak. Gıda Müh. Böl. Adana
Doç.Dr. Hayrettin KESGİNGÖZ	KSÜ İİBF Uluslararası Ticaret ve Lojistik Böl. Kahramanmaraş
Prof.Dr. Ünal KILIÇ	Ondokuz Mayıs Üniv. Ziraat Fak. Zootekni Böl. Samsun
Prof.Dr. Mehmet KIR	Muğla Sıtkı Koçman Üniv. Su Ürünleri Fak. Su Ürünleri Yet. Böl. Muğla
Prof.Dr. Saliha KIRICI	Çukurova Üniv. Ziraat Fak. Tarla Bitkileri Böl. Adana
Prof.Dr. Merih KIVANÇ	Eskişehir Teknik Üniv. Fen Fak. Biyoloji Böl. Eskişehir
Prof.Dr. Mustafa KIZILSIMSEK	KSÜ Üniv. Ziraat Fak. Tarla Bitkileri Böl. Kahramanmaraş
Prof.Dr. Mustafa KIZILSIMSEK	KSÜ Üniv. Ziraat Fak. Tarla Bitkileri Böl. Kahramanmaraş



# KAHRAMANMARAŞ SÜTÇÜ İMAM ÜNİVERSİTESİ

## TARIM ve DOĞA DERGİSİ

Prof.Dr. Fisun KOÇ	Tekirdağ Namık Kemal Üniv. Ziraat Fak. Zootečni Böl. Tekirdağ
Prof.Dr. Murat KOÇ	Adıyaman Üniv. Eczacılık Fak. Eczacılık Meslek Bilimleri Böl. Adıyaman
Prof.Dr. Mehmet KOYUNCU	Bursa Uludağ Üniv. Ziraat Fak. Zootečni Böl. Bursa
Prof.Dr. Birhan KUNTER	Ankara Üniv. Ziraat Fak. Bahçe Bitkileri Böl. Ankara
Prof.Dr. Ertan Sait KURTAR	Selçuk Üniv. Ziraat Fak. Bahçe Bitkileri Böl. Konya
Doç.Dr. Şebnem KUŞVURAN	Çankırı Karatekin Üniv. Kızılırmak MYO Bitkisel ve Hayvansal Ür. Böl. Çankırı
Doç.Dr. Mustafa KÜSEK	KSÜ Üniv. Ziraat Fak. Bitki Koruma Böl. Kahramanmaraş
Doç.Dr. Mustafa KÜSEK	KSÜ Ziraat Fak. Bitki Koruma Böl. Kahramanmaraş
Doç.Dr. Yavuz MAZLUM	İSTE Deniz Bilimleri ve Teknolojisi Fak. Su Ürünleri Yet. Böl. İskenderun
Doç.Dr. Levent MERCAN	Ondokuz Mayıs Üniv. Ziraat Fak. Tarımsal Biyoteknoloji Böl. Samsun
Doç.Dr. H Aysun MERCİMEK TAKCI	Kilis 7 Aralık Üniv. Fen-Edebiyat Fak. Moleküler Biy. ve Genetik Böl. Kilis
Prof.Dr. Mustafa MİRİK	Tekirdağ Namık Kemal Üniv. Ziraat Fak. Bitki Koruma Böl. Tekirdağ
Dr.Öğr.Üyesi Belkıs MUCA	Iğdır Üniv. Iğdır Teknik Bilimler Meslek Yüksekokulu Ormancılık Böl. Iğdır
Dr.Öğr.Üyesi Belkıs MUCA	Iğdır Üniv. Iğdır Teknik Bilimler Meslek Yüksekokulu Ormancılık Böl. Iğdır
Prof.Dr. Nedim MUTLU	Akdeniz Üniv. Ziraat Fak. Tarımsal Biyoteknoloji Böl. Antalya
Prof.Dr. Sebahattin NAS	Pamukkale Üniv. Mühendislik Fak. Gıda Mühendisliği Böl. Pamukkale
Doç.Dr. Ramazan Azim OKYAY	KSÜ Tıp Fak. Dahili Tıp Bilimleri Böl. Kahramanmaraş
Prof.Dr. Rahime ORAL	Ege Üniv. Su Ürünleri Fak. Su Ürünleri Temel Bilimleri Böl. İzmir
Prof.Dr. Hikmet ORHAN	Süleyman Demirel Üniv. Tıp Fak. Temel Tıp Bilimleri Böl. Isparta
Prof.Dr. Hasan ÖNDER	Ondokuz Mayıs Üniv. Ziraat Fak. Zootečni Böl. Samsun
Prof.Dr. Yasemin ÖNER	Bursa Uludağ Üniv. Ziraat Fak. Zootečni Böl. Bursa
Doç.Dr. Gonca Ece ÖZCAN	Kastamonu Üniv. Orman Fak. Orman Mühendisliği Böl. Kastamonu
Dr. Öğr. Üyesi Mikail ÖZCAN	KSÜ Ziraat Fak. Su Ürünleri Böl. Kahramanmaraş
Prof.Dr. Celile ÖZÇİÇEK DÖLEKOĞLU	Adana Alparslan Türkeş Bilim ve Teknoloji Üniv. İşletme Fak. İşletme Böl. Adana
Prof.Dr. Fevzi ÖZGÖKÇE	Van Yüzüncü Yıl Üniv. Fen Fak. Moleküler Biyoloji ve Genetik Böl. Van
Doç.Dr. Çağrı Özgür ÖZKAN	KSÜ Göksun MYO Bitkisel ve Hayvansal Üretim Böl. Kahramanmaraş
Dr. Öğr. Üyesi Mücahit PAKSOY	KSÜ Ziraat Fak. Tarım Ekonomisi Böl. Kahramanmaraş
Prof.Dr. Lütfi PIRLAK	Selçuk Üniv. Ziraat Fak. Bahçe Bitkileri Böl. Konya
Prof.Dr. Vilda PURUTCUOĞLU GAZİ	Orta Doğu Teknik Üniv. Fen-Edebiyat Fak. İstatistik Böl. Ankara
Dr. Öğr. Üyesi Salih SARICAOĞLU	Kırşehir Ahi Evran Üniv. Sağlık HMYO Terapi ve Rehabilitasyon Böl. Kırşehir
Prof.Dr. Savaş SARIÖZKAN	Erciyes Üniv. Veteriner Fak. Zootečni Ve Hayvan Besleme Böl. Kayseri
Prof.Dr. Serdar SATAR	Çukurova Üniv. Ziraat Fak. Bitki Koruma Böl. Adana
Prof.Dr. Selami SELVİ	Balıkesir Üniv. Altınoluk MYO Bitkisel ve Hayvansal Üretim Böl. Balıkesir
Prof.Dr. Selami SELVİ	Balıkesir Üniv. Altınoluk MYO Bitkisel ve Hayvansal Üretim Böl. Balıkesir
Prof.Dr. Tamer SERMENLİ	Hatay MKÜ Altınözü Tarım Bilimleri MYO Bitkisel ve Hayvansal Üretim Böl. Hatay
Dr. Öğr. Üyesi Sertan SESVEREN	KSÜ Ziraat Fak. Biyosistem Mühendisliği Böl. Kahramanmaraş



# KAHRAMANMARAŞ SÜTÇÜ İMAM ÜNİVERSİTESİ

## TARIM ve DOĞA DERGİSİ

Prof.Dr. Soner SOYLU	Hatay MKÜ. Ziraat Fak. Bitki Koruma Böl. Hatay
Dr. Öğr. Üyesi Ayşegül SÜMER	Recep Tayyip Erdoğan Üniv. Sağlık Yüksekokulu Hemşirelik Böl. Rize
Prof.Dr. Ahmet ŞAHİN	Kırşehir Ahi Evran Üniv. Ziraat Fak. Zootečni Böl. Kırşehir
Prof.Dr. Nazım ŞEKEROĞLU	Kilis 7 Aralık Üniv. Ziraat Fak. Bahçe Bitkileri Böl. Kilis
Doç.Dr. Mehmet Ali ŞEVİK	Ondokuz Mayıs Üniv. Ziraat Fak. Bitki Koruma Böl. Samsun
Dr. Öğr. Üyesi Kasım TAKIM	Harran Üniv. Veteriner Fak. Temel Bilimler Böl. Şanlıurfa
Prof.Dr. Ahmet Zafer TEL	Iğdır Üniv. Iğdır Ziraat Fak. Tarımsal Biyoteknoloji Böl. Iğdır
Prof.Dr. Işık TEPE	Van Yüzüncü Yıl Üniv. Ziraat Fak. Bitki Koruma Böl. Van
Doç.Dr. Cemil TÖLÜ	Çanakkale Onsekiz Mart Üniv. Ziraat Fak. Zootečni Böl. Çanakkale
Dr. Öğr. Üyesi M. Cihat TUNA	Fırat Üniv. Mühendislik Fak. İnşaat Mühendisliği Böl. Elazığ
Dr. Öğr. Üyesi Sinem TUNÇER GURBANOV	Bilecik Şeyh Edebali Üniv. Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksekokulu Bilecik
Doç.Dr. İbrahim TURAN	Gümüşhane Üniv. Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fak. Gümüşhane
Prof.Dr. Nihat TURSUN	Malatya Turgut Özal Üniv. Ziraat Fak. Bitki Koruma Böl. Malatya
Prof.Dr. Sezai TÜRKEL	Bursa Uludağ Üniv. Fen-Edebiyat Fak. Moleküler Biyoloji ve Genetik Böl. Bursa
Prof.Dr. Naci TÜZEMEN	Kastamonu Üniv. Mühendislik ve Mimarlık Fak. Kastamonu
Prof.Dr. Ahmet ULUDAG	Çanakkale Onsekiz Mart Üniv. Ziraat Fak. Bitki Koruma Böl. Çanakkale
Prof.Dr. Hakan ULUKAN	Ankara Üniv. Ziraat Fak. Tarla Bitkileri Böl. Ankara
Prof.Dr. Veli UYGUR	Isparta Uygulamalı Bil. Üniv. Ziraat Fak. Toprak Bil. ve Bitki Bes. Böl. Isparta
Dr. Öğr. Üyesi Yasin ÜNAL	Isparta Uygulamalı Bilimler Üniv. Orman Fak. Isparta
Dr. Öğr. Üyesi Ahmet Sabri ÜNSAL	Harran Üniv. Mühendislik Fak. Gıda Mühendisliği Böl. Şanlıurfa
Prof.Dr. İlhan ÜREMİŞ	Hatay MKÜ. Ziraat Fak. Bitki Koruma Böl. Hatay
Doç.Dr. Tamer ÜSTÜNER	KSÜ Ziraat Fak. Bitki Koruma Böl. Kahramanmaraş
Prof.Dr. Hasan VURAL	Bursa Uludağ Üniv. Ziraat Fak. Tarım Ekonomisi Böl. Bursa
Prof.Dr. Erkan YALÇIN	Bolu Abant İzzet Baysal Üniv. Mühendislik Fak. Gıda Mühendisliği Böl. Bolu
Prof.Dr. Aşkın YAŞAR	Selçuk Üniv. Veteriner Fak. Temel Bilimler Böl. Konya
Prof.Dr. Fahri YAVUZ	Atatürk Üniv. Ziraat Fak. Tarım Ekonomisi Böl. Erzurum
Doç.Dr. Ali YILDIRIM	Harran Üniv. Mühendislik Fak. Gıda Mühendisliği Böl. Şanlıurfa
Doç.Dr. Hasan YILDIRIM	Ege Üniv. Fen Fak. Biyoloji Böl. İzmir
Doç.Dr. Ercan YILDIZ	Erciyes Üniv. Seyrani Ziraat Fak. Bahçe Bitkileri Böl. Kayseri
Prof.Dr. Kenan YILDIZ	Tokat Gaziosmanpaşa Üniv. Ziraat Fak. Bahçe Bitkileri Böl. Tokat
Prof.Dr. Erdem YILMAZ	Akdeniz Üniv. Ziraat Fak. Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Böl. Antalya
Prof.Dr. İbrahim YILMAZ	Akdeniz Üniv. Ziraat Fak. Tarım Ekonomisi Böl. Antalya

## Bertiz Kabarcık Üzümünde Bazı Kalite Özellikleri ile Toplam Fenol Bileşikleri ve Antioksidan Kapasitesinin Belirlenmesi

Nazan BALBABA<sup>1\*</sup>, Sefair BAĞCI<sup>2</sup>

<sup>1</sup>KSÜ Türkoğlu Meslek Yüksek Okulu, Bitkisel ve Hayvansal Üretim Bölümü, Türkoğlu, Kahramanmaraş, <sup>2</sup>Kahramanmaraş İl Tarım ve Orman Müdürlüğü, Bitkisel Üretim Bölümü, Kahramanmaraş

<sup>1</sup><https://orcid.org/0000-0003-2688-5452>, <sup>2</sup><https://orcid.org/0000-0002-8860-2334>

✉ : doğar@ksu.edu.tr

### ÖZET

Bu çalışmada, Kahramanmaraş bağcılığında önemli paya sahip Bertiz Kabarcık üzümüne ait bazı kalite ve fitokimyasal özellikler incelenmiştir. Yürütülen pomolojik analizler ile, üzüm örneklerinde salkım uzunluğu 15.87 cm - 23.94 cm, salkım genişliği 12.41 cm - 16.39 cm; tane ağırlığı 3.50 g - 4.80 g, tane uzunluğu 18.66 mm - 21.41 mm, tane genişliği ise 17.62 mm - 19.34 mm değerleri arasında kaydedilmiştir. Bertiz Kabarcık üzümünde SÇKM düzeyi (suda çözünebilir kuru madde) % 14.3 - % 23.0, titrasyon asitliği % 0.168 - % 0.365, pH 3.37 - 3.87 arasında değişmiştir. Maksutlu köyünden alınan 13. örnek ile, Budaklı köyünden alınan 7. örneklerde (sırasıyla % 93.5, % 93.0) antioksidan aktivite düzeyi diğer örneklere göre daha yüksek olarak elde edilmiştir. Çalışma sonucunda, toplam fenolik madde miktarının 44.3 mg GAE 100 g<sup>-1</sup> ile 313.9 mg GAE 100 g<sup>-1</sup> arasında değişen düzeyde olduğu belirlenmiştir.

### Araştırma Makalesi

### Makale Tarihi

Geliş Tarihi : 12.12.2019

Kabul Tarihi : 14.05.2020

### Anahtar Kelimeler

Bertiz Kabarcık Üzümü

Toplam Fenol

Antioksidan Aktivite

## Determination of Some Quality Properties and Total Phenol Compounds and Antioxidant Capacity in Bertiz Kabarcık Grape

### ABSTRACT

In this study, some of the quality and phytochemical properties of Bertiz Kabarcık grape, which is an important part of Kahramanmaraş viticulture were investigated. Based on the pomological analysis conducted, the cluster length, the cluster width, berry weight, berry length and berry width of the grape samples were ranged between 15.87 – 23.94 cm, 12.41 cm – 16.39 cm, 3.50 g – 4.80 g, 18.6 mm – 21.41 mm and 17.62 mm – 19.34 mm, respectively. TSS level (soluble dry matter in water) of the Bertiz Kabarcık grape were varied between 14.3% - 23.0% and titration acidity were between 0.168% - 0.365%, pH 3.37 – 3.87. The antioxidant activity level was higher in 13th sample taken from Maksutlu village and in 7th sample taken from Budaklı village (93.5% - 93.0%, respectively) than the other samples. As a result of the study, it was determined that the total phenolic content was ranged from 44.3 mg to 313.9 mg GAE 100 g<sup>-1</sup>.

### Research Article

### Article History

Received : 12.12.2019

Accepted : 14.05.2020

### Keywords

Bertiz Kabarcık grape

Total Phenol

Antioxidant Activity

**To Cite** : Balbaba, N, Bağcı, S, 2020. Bertiz Kabarcık Üzümünde Bazı Kalite Özellikleri ile Toplam Fenol Bileşikleri ve Antioksidan Kapasitesinin Belirlenmesi. KSÜ Tarım ve Doğa Derg 23 (6): 1414-1421. DOI: 10.18016/ksutarimdog.vi.658449.

### GİRİŞ

Asmalar *Rhamnales* takımında yer almaktadır. Bu takımın *Vitaceae* familyasında bulunan *Vitis* cinsi, kültür asmalarını içermektedir. Yakın Doğu ve Avrupa türü olan *Vitis vinifera*'nın iki yabancı alt türü: *V. Vinifera ssp. silvestris* ile *V. Vinifera ssp. caucasia*'dır. *Vitis vinifera ssp. sativa* ise kültür formu olan alt türdür. Bu tür içinde dünyada saptanan çeşit sayısı 10.000'in üzerinde olup Dünyadaki üretimin % 90'ından fazlasını oluşturmaktadır

(Ağaoğlu, 1999).

Türkiye'de 4.170.410 dekar alanda 3.933.000 ton üzüm üretimi yapılmaktadır. Kahramanmaraş ilini kapsayan Akdeniz Bölgesi bağ alanı ve üzüm üretimi açısından Ege Bölgesi'nden sonra 2. önemli bölgedir (Çelik ve ark., 1998). Bölgede 542.179 da alanda 565.805 ton üzüm üretimi yapılmaktadır (Tüik, 2020). Kahramanmaraş ilinde, 139.748 dekar bağ alanında 50.630 ton çekirdekli sofralık, 753 ton çekirdeksiz sofralık, 18.096 ton çekirdekli kurutmalık olmak üzere

toplamda 72.389 ton üzüm üretilmiştir (Tüik, 2020).

Bölge iklimi sofralık, şıralık ve kurutmalık üzüm çeşitlerinin yetiştiriciliğine uygundur. Kış ayları sıcaklık nadiren bağcılıkta kriter değer olan -10 °C'ye kadar düşmekte, ekstrem yıllar dışında ilkbahar geç donlarının zararı söz konusu olmamaktadır. Etkili sıcaklık toplam değeri (EST) 2100 gün derecedir. Bölgede üretilen sofralık ve kurutmalık üzümler yurt içinde kolaylıkla pazarlanabilmektedir. Ayrıca şıralık üzümler; kara pekmez, gün pekmezi, cevizli sucuk, samsa (muska), pestil, kırma, ravanda gibi katma değeri yüksek ürünlere işlenmektedir.

Üzümlere rengini ve duyuşsal özelliklerini veren fenol bileşikleri, üzümlerin olgunlaşması sırasında tanede sentezlenir ve depolanır. Fenol bileşikleri şekerlerin katabolizması sırasında ikincil ürün olarak oluşur. Bitkilerde fotosentez ile oluşan karbonun yaklaşık % 2'si fenol bileşiklerine dönüşmektedir (Merken ve Beecher, 2000; Harborne ve Williams, 2001).

Fenolik bileşikler, flavonoidler ve flavonoid olmayanlar olarak 2 gruba ayrılır. Majör flavonoidler; flavan-3-ol, flavonoller ve antosiyaninlerdir. Antosiyaninler özellikle üzüm kabuğunda yer alırken, flavan-3-ollar hem üzüm kabuğu hem de üzüm çekirdeğinde bulunur. Flavonoid olmayanlar ise, fenolik asit ve stilbenlerdir (Taiz ve Zeiger, 2008; Yang ve Xiao, 2012).

Üzüm içerdiği fenolik bileşiklerden dolayı antioksidan özelliğe sahiptir. Fenolik maddeler insan sağlığı üzerine olumlu etkilere sahiptir. Antioksidanlar vücudumuzun serbest radikallere karşı savunma aracıdır (Ames ve ark.,1993). Üzümde bulunan antioksidan aktivitenin düzeyi, fenolik bileşiklerin konsantrasyonuyla bağlantılıdır (Yang ve Xiao, 2013).

Üzümlerin güçlü antioksidan aktiviteye sahip olduğu, antikanser ve antimikrobiyal özellikte olduğu, bağışıklık sistemini güçlendirerek, kötü kolesterolü (LDL) ve trombosit birikimini azalttığı, karaciğeri ve sinirleri koruduğu bildirilmiştir (Yang ve Xiao, 2013).

Üzüm zengin bir fitokimyasal kaynağına sahiptir. Kalp sağlığını korur, kanseri önler, antimikrobiyal ve antiaging etkiye neden olur (Wongnarat ve Srihanam, 2017).

Üzümde bulunan fenolik bileşikler çeşide, üzümün olgunlaşmasına, iklimsel koşullara, coğrafik faktörlere ve kültürel işlemlere bağlı olarak değişir (Lung ve ark., 2016).

Kabarcık üzüm çeşidi, Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nin en önemli çeşitlerinden birisi olarak Kahramanmaraş, Gaziantep, Kilis, Şanlıurfa, Adıyaman ve Malatya illerinde yetiştirilen, salkımları dalı konik şekilli, 400-500 g ağırlıkta, sık yapıda, taneleri ise beyazımsı sarı renkte, yuvarlak, 3-4 g ağırlıkta olup, tanede çekirdek sayısı 1-3 adettir. Orta mevsimde olgunlaşır. Sofralık ve şıralık olarak değerlendirilen bir çeşittir (Çelik, 2006). Bertiz Kabarcık üzüm tipi, genel olarak

Kabarcık çeşidiyle benzer özelliklere sahip olmakla birlikte yetiştiriciliğin yapılmış olduğu Bertiz Havzasının ekolojik koşullarında kendine has özellikler kazanmaktadır. Bertiz Kabarcık üzüm tipinin Kabarcık çeşidine nazaran tane albenisi ve sıra oranının daha yüksek olduğu ve üzüm şırasından elde edilen ürünlerde benzer üzüm çeşitlerine kıyasla daha kaliteli üzüm ürünleri elde edildiği bilinmektedir. Bölgede salkım ağırlığı kültürel uygulamalara bağlı olarak 150 g-750 g arasında değişir. Tane rengi açık yeşilden kehribar sarısına kadar değişen tonlarda kabukta renklenme görülmektedir. Olgunluğun ilerlemesiyle birlikte tane kabuğu oldukça ince ve şeffaf bir yapı kazanıp içinde nerdeyse çekirdekler görülebilmektedir. Lokal olarak Bertiz yöresinde yetiştirilmekte, Kahramanmaraş ve çevre illerde sofralık ve şıralık olarak oldukça talep görmektedir.

Bu araştırma ile Bertiz yöresinde, Bertiz Kabarcık üzümü yetiştiriciliği yapılan bağlardan alınan üzüm örneklerinin kalite parametreleri (salkım ve tane özellikleri ile sırada ŞÇKM, titrasyon asitliği, pH) toplam fenol kapsamı ile antioksidan aktivitesinin belirlenerek Kahramanmaraş bağcılığı için ticari potansiyele sahip olan Bertiz Kabarcık üzümünün bazı fitokimyasal özellikleri ortaya konulmuştur.

## MATERYAL ve YÖNTEM

### Materyal

Bertiz Kabarcık üzümü, hem şıralık hem de sofralık tüketime uygundur. Derim zamanı 10 Ağustos ile 30 Ekim tarihleri arasındadır. Salkımlar sık yapıda, salkım şekli konik, taneler homojen yapıda ve salkım ağırlığı yüksektir. Şekil 1'de görüldüğü gibi, kabuk rengi yeşil-sarı renkte, tane yuvarlak ve orta irilikte, tane eti yumuşak ve sulu, tane şekli ve iriliği homojen, çekirdekli ve kuru madde miktarı yüksek düzeydedir (Balbaba ve Bağcı, 2017). Üzerinde çalışılan tip adını yetiştirildiği havzadan almış olup, pomolojik özellikleri havzanın ekolojisinden yüksek düzeyde etkilenmektedir.



Şekil 1. Bertiz Kabarcık üzümü  
Figure 1. Bertiz Kabarcık grape

Çalışma materyali olan üzüm örnekleri Bertiz yöresinin, farklı köylerindeki üretici bağlarından alınmıştır. 27 Ağustos 2018 tarihinde hasat yapılmıştır. Bu çalışmada 3 farklı köy, 14 üzüm bağı ve her bağdaki farklı omcalardan örnek alınmıştır. Her bağdan alınan genotip, örnek kodu l'den başlamak üzere sıralandırılmıştır. İlk 11 örnek, Budaklı köyünden, 12, 13 ve 14 no'lu örnekler ise sırasıyla; Çobanlı, Maksutlu ve Sarıçukur köylerinden elde edilmiştir. Üzüm örneklerinin alındığı köylere ait rakım ve koordinat bilgisi Çizelge 1'de verilmiştir.

Çizelge 1. Bertiz Kabarcık üzümü bağ alanlarının rakım ve koordinat bilgileri

Table 1. Altitude and coordinate information of vineyard areas of Bertiz Kabarcık grape

Örnek Kodu Sample Code	Rakım (m) Altitude	Koordinat Coordinate
1	1116	37°41'46.48"K-37°00'53.06" D
2	1388	34°41'28.67"K-37°01'44.42" D
3	1207	37°41'52.08"K-37°01'11.61" D
4	1160	37°41'37.61"K- 37°00'42.63"D
5	1298	37°41'11.39"K- 37°00'56.09"D
6	1066	37°41'47.07"K- 37°00'02.99"D
7	1399	37°41'24.80"K- 37°01'53.74"D
8	1180	37°41'33.48"K- 37°00'44.85"D
9	1183	37°42'09.66"K- 37°02'17.99"D
10	1039	37°41'59.73"K- 37°00'44.82"D
11	981	37°42'0.08" K- 37°00'3694" D
12	1145	37°41'07.51"K- 36°56'32.23"D
13	1124	37°40'48.88"K- 36°55'17.17"D
14	845	37°39'57.74"K- 36°51'41.92"D

## Yöntem

Bertiz yöresindeki üzüm bağları genellikle yerde serbest uzanan, uzun budama (6-15 göz) yapılan ve yöresel olarak serpene olarak isimlendirilen terbiye şekillerinden oluşmaktadır. Genellikle dikim sıklığı 3\*3 m'dir. Çalışma için örnek alınan bağlarda ortalama bitki yaşı 15-25 yaş arasında değişmektedir. Örnekleme zamanı, bölgede genel kabul gören derim zamanı esas alınarak belirlenmiştir. Pomolojik analiz için; üretici bağlarından alınan salkım örnekleri bağı temsil edecek şekilde belirlenen omcalardan tesadüfen, 3 tekerrürlü ve her tekerrürde 10 adet salkım bulunacak şekilde alınmıştır. Tüm örneklerde salkım ağırlığı (g), salkım boyu (cm) ile salkım eni (cm) ölçülmüştür. Salkımların orta kısmından alınan 20 adet tanede; dijital kumpas ile tane eni (mm), tane boyu (mm), hassas terazi ile tane ağırlığı (g) değerleri kaydedilmiştir. Üzüm örneklerinde SÇKM (suda çözünür kuru madde) dijital bir refraktometre ile, titre edilebilir asitlik (TA) dijital büret ile % olarak, pH değeri bir pH metre ile ölçülmüştür. Olgunluk indisi (SÇKM/asitlik), şurada kaydedilmiş olan SÇKM değerinin titrasyon asitliğine bölünmesiyle belirlenmiştir.

## Toplam Fenol Bileşiklerin Tayini

Toplam fenol bileşiklerin tayini için, Folin Ciocalteu kolorimetrik metodu kullanılarak Singleton ve Rossi (1965)'ye göre yapılmıştır. Folin Ciocalteu reagent, Merck; Gallic asit ise Sigma-Aldrich firmasından elde edilmiştir. Tanelerdeki toplam fenolik bileşik miktarı spektrofotometrede gallik asit cinsinden mg 100 g<sup>-1</sup> olarak okunmuştur. Spektrofotometrede (Shimadzu UV-1800, Japan) 765 nm dalga boyunda okunan absorbans değerleri, kalibrasyon eğrisinde elde edilen eşitlikte yerine konularak, toplam fenolik madde miktarı gallik asit cinsinden (mg GAE 100 g<sup>-1</sup>) hesaplanmıştır.

## Antioksidan Aktivite Tayini

Üzüm ekstraktlarında antioksidan aktivite tayini DPPH (2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl) serbest radikali kullanılarak yapılmıştır (Özden ve Vardin, 2009; Kelebek, 2009). DPPH Sigma-Aldrich firmasından elde edilmiştir. Her uygulama için 50 g alınan sapsız üzüm örneği öğütücüde homojen hale getirilerek erlene bırakılmış ve üzerine 100 ml % 0.1'lik HCL metanol ilave edilerek ısıtıcı karıştırıcıda 10 dakika boyunca karıştırılmıştır. Ekstraksiyonu biten örnekler karanlıkta 24 saat bekletilmiştir. Spektro kuvetlere 2.9 ml DPPH ilave edilerek, üzerine her bir örnekten 1 ml eklenmiştir. Spektro kuvetler parafilmle kapatılarak spektrofotometrede 515 nm'de okunmuştur.

Her örneğin serbest radikalleri indirgeme kapasitesi aşağıda belirtilen formül aracılığıyla antioksidan aktivite olarak belirlenmiştir.

DPPH inhibisyonu (%)= [(Ac – As)/ Ac \*100].

Ac: Kontrol absorbansı

As: Örneklerin absorbansı

## İstatistiksel Analiz

Deneme, Tesadüf Parselleri Deneme Deseni uygulanarak 3 yinelemeli olarak düzenlenmiştir. JMP 8.0 istatistik programında verilere ait D değeri ile standart sapma değerleri kaydedilmiştir.

## BULGULAR ve TARTIŞMA

Kahramanmaraş ili Bertiz yöresinde yetiştirilen üzümün pomolojik özellikleri incelenmiştir. Çizelge 2'de görüldüğü gibi salkım ağırlığı 211.19 g ile 533.52 g arasında kaydedilmiştir. Salkım uzunluğu 15.87 cm ve 23.94 cm, salkım genişliği değerleri ise 12.41 cm ile 16.39 cm değerleri arasında değişiklik göstermektedir. Salkım büyüklüğü ise, 209.05 cm<sup>2</sup> ve 354.54 cm<sup>2</sup> değerleri arasında belirlenmiştir (Çizelge 2). Balbaba ve Bağcı (2017), Bertiz Kabarcık üzümü ile ilgili çalışmasında salkım ağırlığını 280.04 g ile 494.48 g, salkım uzunluğunu 16.62 cm ile 21.70 cm, salkım

genişliği değerlerini 10.76 cm ile 13.92 cm arasında belirlemiş, salkım büyüklüğü değerlerinin ise, 177.83 cm<sup>2</sup> ile 286.94 cm<sup>2</sup> arasında değişmekte olduğunu ifade etmişlerdir. Sabır (2008), çalışmasında Kabarcık çeşidi salkım ağırlığını 553.54 g, salkım uzunluğunu 18.47

cm, salkım enini ise 13.33 cm, olarak belirlemiştir. Akın ve Alagöz (2018), Kabarcık üzümünde salkım ağırlığını 349.77 g ile 433.99 g arasında saptamıştır. Bu değerler bizim çalışmamızla benzerlik göstermektedir.

Çizelge 2. Bertiz Kabarcık üzümünde salkım özellikleri

Table 2. Cluster properties of Bertiz Kabarcık grape

Örnek Kodu Sample Code	Salkım ağırlığı (g) Cluster weight (g)	Salkım uzunluğu (cm) Cluster length (cm)	Salkım genişliği (cm) Cluster width (cm)	Salkım büyüklüğü (cm <sup>2</sup> ) Cluster size (cm <sup>2</sup> )
1	306.68	16.34	16.14	263.55
2	533.52	20.87	14.18	295.75
3	283.21	18.23	13.28	239.45
4	354.71	17.93	14.33	254.00
5	255.46	16.42	15.57	254.96
6	211.19	17.37	15.39	267.45
7	219.12	15.87	12.82	209.05
8	305.29	18.33	16.39	308.59
9	377.98	18.41	13.91	261.93
10	340.65	23.94	14.83	354.54
11	379.56	21.24	12.41	264.26
12	300.84	18.91	12.45	234.16
13	427.66	19.09	14.64	277.52
14	425.59	16.61	14.27	237.81
Min	211.19	15.87	12.41	209.05
Max	533.52	23.94	16.39	354.54
Ort.	372.35	19.90	14.40	281.79
Standart sapma	65.73	1.126	0.742	21.541
Önemlilik düzeyi	D %5: 108.59	D %5: 4.03	D %5: 2.66	D %5: 75.88

Farklı bağlardan alınan Bertiz Kabarcık üzümüne ait salkımların tane özellikleri Çizelge 3'de verilmiştir. Tane ağırlığı 3.50 g ile 4.80 g arasında değişmekte, tane uzunluğu değerleri 18.66 mm ile 21.41 mm, tane genişliği ise 17.62 mm ile 19.34 mm arasında belirlenmiştir. Balbaba ve Bağcı (2017), Bertiz Kabarcık üzümüne ait salkımlarda tane ağırlığının 3.39 g ile 4.71 g, tane uzunluğu değerlerinin 11.21 mm ile 15.22 mm arasında değişmekte olduğunu ve tane genişliğinin ise 10.64 mm ile 14.41 mm değerleri arasında olduğunu kaydetmiştir. Akın ve Alagöz (2018), Kabarcık üzümünde 100 tane ağırlığını 349.77 g olarak belirlemiştir.

İklim ve toprak yapısı üzümün bileşimini, üzümün bileşimi de ürün kalitesini belirler (Fuleki ve ark., 1993). Türk Standartları Enstitüsü, TS101 Sofralık üzüm standardına göre çekirdekli çeşitlerde suda çözünebilir kuru madde (SÇKM) değerinin en az % 13 olması gerektiğini bildirmektedir. Kalite parametrelerinden biri olan SÇKM düzeyinin Bertiz Kabarcık üzüm örneklerinde % 14.3-% 23.0 arasında olduğu görülmektedir (Çizelge 4). Olgunlaşma başlangıcında SÇKM oranında artış başlar ve olgunluğa kadar devam eder. Mevsim koşulları, özellikle sıcaklık bu düzeye etki eder. Yüksek sıcaklık nedeniyle tanede olgunlaşma hızlı ilerler (Winkler ve ark., 1974).

Meyvelerin temel bileşimlerinden birisi olan şekerlerin miktarı çeşidine, yetiştirildiği toprağa ve iklim koşullarına bağlı olarak değişmektedir (Cemeroğlu ve Acar, 1986). Ayrıca rakımın da SÇKM üzerine etkisi vardır. Yüksek rakımlara çıkıldıkça, artan ışık yoğunluğu da meyvelerin daha koyu renkli olmasına neden olmaktadır. Rakım artışına göre azalan sıcaklık toplamı üzümün bileşimi ve kalitesini düşürmekte, gün uzunluğunun fazla olması ve etkili sıcaklık toplamının yüksek olması üzümün potansiyel şeker içeriğini artırmaktadır. Elma ve armut gibi meyve türlerinde daha yüksek rakımda yetiştirilen meyvelerde daha fazla şeker ve titre edilebilir asit belirlenirken; kivide rakım artışı ile SÇKM artarken, titre edilebilir asit miktarı azalmıştır (Aslantaş ve Karakurt, 2007). Bu çalışmada, üzüm örneklerinin alındığı bağların rakımları farklılık göstermektedir (Çizelge 1).

Tanede olgunluğu ve tadı belirleyen kriterlerden biri Brix değeri, diğeri ise en önemlileri tartarik ve malik asit olmak üzere titrasyon asitliğidir. Pek çok parametre Brix değerinin değişimi üzerine etkilidir. İklimsel faktörlerden sıcaklık ve yağış Brix değeri için önemlidir (Creasy ve Leroy, 2009). Yalınkılıç (1996), çalışmasında Kahramanmaraş ilinde yetiştirilen Kabarcık üzüm çeşidinin SÇKM oranını % 20 olarak saptamıştır. Doğan ve ark.(2018), Kabarcık çeşidi



üzümlerinde SÇKM oranını % 19.8, sıradaki toplam asitliği % 0.46, olgunluk indisini 43.04 olarak kaydetmişlerdir. Polat (2016), Kabarcık üzüm

çeşidinde SÇKM düzeyini ortalama 16.9, Bastık Kabarcığı üzüm çeşidinde ise 18.7 olarak belirlemiştir.

Çizelge 3. Bertiz Kabarcık üzümünde incelenen tane özellikleri

Table 3. *Berry properties of Bertiz Kabarcık grape*

<i>Örnek Kodu</i> <i>Sample Code</i>	<i>Tane ağırlığı (g)</i> <i>Berry weight (g)</i>	<i>Tane uzunluğu (mm)</i> <i>Berry length (mm)</i>	<i>Tane genişliği (mm)</i> <i>Berry width (mm)</i>	<i>Çekirdek sayısı (n)</i> <i>Number of seeds</i>
1	4.31	18.88	18.26	2
2	4.05d	18.66	18.36	3
3	3.50	18.94	17.62	2
4	3.93d	19.91	18.48	2
5	4.17	20.00	18.76	3
6	3.85	19.35	17.99	2
7	3.54	18.68	18.20	2
8	4.23	19.36	18.53	3
9	4.80	20.05	19.25	3
10	4.35	19.41	19.34	3
11	4.72	20.12	19.13	2
12	4.08	18.97	18.42	2
13	4.33	21.01	19.15	3
14	4.61	21.41	18.74	2
Min	3.50	18.66	17.62	2
Max	4.80	21.41	19.34	3
Ort.	4.10	20.00	18.40	2.5
Standart sapma	0.096	0.419	0.471	0.305
Önemlilik düzeyi	D %1:0.38	D % 5: 1.47	Ö.D.	Ö.D.

\*Ö.D.: Önemli değil

Çizelge 4. Bertiz Kabarcık üzümü sıra özellikleri

Table 4. *Must characteristics of Bertiz Kabarcık grape*

<i>Örnek Kodu</i> <i>Sample Code</i>	<i>SÇKM (%)</i> <i>TSS (%)</i>	<i>Asitlik (%)</i> <i>Acidity (%)</i>	<i>pH</i> <i>pH</i>	<i>SÇKM/ asitlik</i> <i>TSS/ acidity</i>
1	15.1	0.254	3.62	59.34
2	18.7	0.205	3.77	91.44
3	17.5	0.253	3.52	69.22
4	15.7	0.170	3.65	93.26
5	18.3	0.354	3.48	51.85
6	14.6	0.255	3.58	57.55
7	23.0	0.177	3.83	130.66
8	16.4	0.282	3.51	58.39
9	16.9	0.257	3.81	65.91
10	14.6	0.230	3.62	63.62
11	14.3	0.168	3.37	85.70
12	16.8	0.198	3.58	85.30
13	15.2	0.217	3.87	70.24
14	17.5	0.365	3.77	48.22
Min	14.3	0.168	3.37	48.22
Max	23.0	0.365	3.83	130.66
Ort.	18.6	0.200	3.60	89.40
Standart sapma	0.320	0.012	0.048	3.791
Önemlilik düzeyi	D %1: 1.29	D %1: 0.04	D%1: .19	D %1:15.30

Bertiz Kabarcık üzüm örneklerinde titrasyon asitliği % 0.168 ile % 0.365 arasında, pH düzeyi 3.37 ile 3.87 arasında belirlenmiştir (Çizelge 4). Titrasyon asitliğinin oldukça düşük düzeyde olmasının nedeni, Bertiz Kabarcık üzümünün sofralık olarak ve sıra yapımında kullanılan şeker oranı yüksek bir üzüm

olmasından dolayıdır. Titrasyon asitliğinin düşük olmasının bir nedeni de örnek alınan bağlarda rakımın yüksek olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir.

Polat ve ark., (2016) araştırmalarında, Bastık Kabarcığı üzüm çeşidinin pH düzeyini ortalama 3.52 olarak bulmuşlardır. Keskin ve ark.(2013), yöresel

beyaz üzüm çeşitleri olan Karabekir, Göğcek, Dişieldaş ve Kabaeldaş üzüm çeşitlerinde SÇKM (%) düzeyini, sırasıyla; % 20.17, 18.07, 19.07, 18.27 olarak; titre edilebilir asitlik oranını % 0.61, 0.75, 0.60, 0.76 olarak, pH miktarını ise sırasıyla 2.48, 2.52, 2.82, 2.42 olarak kaydetmişlerdir. Polat (2016), Kabarcık ile Bastık Kabarcığı üzüm çeşidinde titrasyon asitliğini % 0.447 olarak; Kabarcık çeşidinde pH değerini ise 3.84 olarak belirlemiştir.

Aslantaş ve Karakurt (2007), meyvelerin olgunlaşma periyodunun yetiştirildiği yörelerin coğrafik yapısı ve konumuna göre değişebildiğini ifade etmişlerdir. SÇKM/asitlik oranı Bertiz Kabarcık üzümünde 48.22 ile 130.66 arasında değişmektedir.

Akın ve Alagöz (2018), Kabarcık üzümünde olgunluk indisini 27.94 olarak kaydetmiştir. Akın (2011), çalışmasında Müşküle üzüm çeşidine ait kontrol grubu

omcalarından elde edilen üzümlerde SÇKM/titrasyon asitliği oranını 67.45 olarak saptamıştır. İklim, toprak ve kültürel koşullar, omcaların gelişme ve beslenme düzeyi, hastalık ve zararlı yoğunluğu olgunluk kriterlerini etkilemektedir (Çelik, 1998).

Bizim çalışmamızda olgunluk indisi değerleri oldukça yüksek düzeydedir. Bu durum derim zamanı ile ilgili olabilir. Ayrıca bölgenin ekolojisi ve kültürel uygulamalarında oldukça etkili olabileceği düşünülmektedir. Aynı zamanda sıcaklık şekerin parçalanmasının daha hızlı ve titrasyon asitliği miktarının düşük düzeyde olması üzerine etkili olabilmektedir (Polat, 2016).

Bertiz Kabarcık üzüm örneklerinde toplam fenolik madde miktarı 44.3 mg ile 313.9 mg GAE 100 g<sup>-1</sup> arasında değişen düzeydedir (Çizelge 5).

Çizelge 5. Bertiz Kabarcık üzüm örneklerinin toplam fenol ve antioksidan aktivite düzeyi  
Table 5. Total phenol and antioxidant activity levels of Bertiz Kabarcık grape samples

Örnek Kodu Sample Code	Toplam Fenol (mg GAE 100 g <sup>-1</sup> ) Total phenol (mg GAE 100 g <sup>-1</sup> )	Antioksidan aktivite (%) Antioxidant activity (%)
1	88.15	74.5c
2	214.95	55.6
3	44.31	67.9
4	313.92	63.5
5	155.81	60.4
6	101.35	59.5
7	86.93	93.0
8	155.8	60.5
9	75.75	63.5
10	152.75	41.5
11	109.95	78.4
12	201.70	62.5
13	217.55	93.5
14	267.95	54.7
Min	44.31	41.5
Max	313.92	93.5
Ort.	179.1	67.5
Standart sapma	12.277	3.622
Önemlilik düzeyi	D% 1: 49.56	D% 1: 14.62

Üzüm çeşidine bağlı olarak üzümde bulunan polifenollerin konsantrasyonu bağcılık ve çevresel faktörlere göre değişmektedir (Cagnasso ve ark., 2011). Doğan ve ark., (2018), Kabarcık çeşidi üzümlerinde farklı olgunluk dönemlerinde toplam fenol düzeyinin 1058.4 mg gallik asit g<sup>-1</sup> ta ile 2786.1 mg gallik asit g<sup>-1</sup> ta arasında değiştiğini kaydetmişlerdir. Polat (2016), Kabarcık üzüm çeşidinde toplam fenol düzeyini tane kabuğunda ortalama 0.167 g kg<sup>-1</sup>, tane etinde 0.098 g kg<sup>-1</sup>, çekirdekte ise, 0.542 g kg<sup>-1</sup>; Bastık Kabarcık çeşidi fenol kapsamını ise sırasıyla; 0.504 g kg<sup>-1</sup>, 0.138 g kg<sup>-1</sup>, 0.590 g kg<sup>-1</sup> olarak belirlemiştir. Gündeşli ve ark. (2018), Kabarcık üzümünün farklı hasat dönemlerinde toplam fenol düzeyinin 194.90 mg GAE 100 g<sup>-1</sup> ile

213.71 mg GAE 100 g<sup>-1</sup> arasında değiştiğini ifade etmişlerdir.

Özden ve Özden (2014), Chardonnay üzüm çeşidinde toplam fenol düzeyini 1033.51±30.68 mg GAE kg<sup>-1</sup> olarak belirlemiştir. Karaca Sanyürek ve ark., (2018), Yusufaga, Hasani ve Keşpir üzüm çeşitlerinin kabuk ve çekirdeklerinden elde edilen toplam fenol düzeyini, sırasıyla 17.618, 18.278, 14.648 mg GAE kg<sup>-1</sup> olarak elde etmişlerdir. Göktürk Baydar ve ark., (2005), Italia, Hafızali, Çavuş, Kozak Beyazı üzüm çeşitlerinde toplam fenolik bileşik miktarını sırasıyla; 2.758, 2.093, 2.317, 1.957 mg g<sup>-1</sup> olarak elde etmişlerdir.

Liang ve ark., (2011), üzüm ve üzümünden elde edilen ürünlerde toplam polifenol ve fenolik bileşiklerin

miktarını; çeşit veya genetik farklılığın en önemlisi olmak kaydıyla kültürel işlemler, çevresel şartlar ve hasat sonrası işlemler gibi pek çok faktörün etkilediğini bildirmişlerdir.

Bu çalışmada, Budaklı köyünden elde edilen 7. örnek ile Maksutlu köyünden alınan 13 numaralı örneklerde diğerlerine göre daha yüksek düzeyde (% 93.0- % 93.5) antioksidan aktivite elde edilmiştir.

Gündeşli ve ark., (2018), farklı hasat dönemlerinde Kabarcık üzümünde antioksidan aktivite düzeyini ortalama % 285.12 olarak belirlemişlerdir. Gündeşli ve ark.(2018), Kabarcık üzümünün farklı hasat dönemlerinde meyve etinde antioksidan aktivite düzeyini % 152 ile % 522.36 olarak kaydetmişlerdir. Doğan ve ark., (2018), Kabarcık çeşidi üzümünde farklı olgunluk dönemlerinde antioksidan düzeyinin 9.8 µmol TE g<sup>-1</sup> ta ile 18.3 µmol TE g<sup>-1</sup> ta arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Özden ve Özden (2014), Chardonnay üzüm çeşidinde antioksidan aktivite düzeyini % 72.75±0.42 olarak belirlemiştir.

## SONUÇLAR

Çalışma sonunda Bertiz Kabarcık üzüm örneklerinde, salkım ve tane özellikleri bakımından Budaklı köyüne ait üzüm örneklerinin öne çıktığı görülmektedir. Şıra özellikleri değerlendirildiğinde; rakımı daha yüksek olan Budaklı köyünden alınan örneklerde SÇKM düzeyi ile olgunluk indisi diğer örneklerle göre daha fazla miktarda elde edilmiştir. Bertiz Kabarcık üzümünde toplam fenol ile antioksidan aktivite parametreleri bu çalışma ile ilk kez ortaya konulmuştur. Buna göre, 4 numaralı Budaklı örneğinde toplam fenol düzeyi en üst sırada yer almakta, antioksidan aktivite bakımından ise Maksutlu ile 7 numaralı Budaklı örneklerinin öne çıktığı görülmektedir. Bertiz Kabarcık üzümü yöresel olarak yetiştirilmektedir. Tanıtımının artması ile sofralık olarak çok talep gören Bertiz Kabarcık üzümleri ile üzüm şirasından katma değeri yüksek üzüm ürünlerinin (pekmez, sucuk, bastık, muska, köfter ve üzüm suyu) elde edilmesi ile yurt içi pazarda yüksek getiri sağlanması beklenmektedir.

## TEŞEKKÜR

Bu çalışma, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi BAP Koordinasyon Birimi tarafından desteklenmiştir. Proje numarası: 2018/3-32 M.

## 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

- Ağaoğlu YS 1999. Bilimsel ve Uygulamalı Bağcılık Cilt 1 Asma Biyolojisi. Ankara Kavaklıdere Eğitim Yayınları, Ankara, 205 sy.
- Ames BN, Shigenaga MK, Hagen, TM 1993. Oxidants, Antioxidants, and the Degenerative Diseases of Aging. Proc. Natl. Acad. Sci. USA 90: 7915-7922.
- Akın A 2011. Müşküle Üzüm Çeşidinde Salkım Ucu Kesme ve Bazı Büyüme Düzenleyici Uygulamalarının Üzüm Verimi ve Kalitesine Etkileri. Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Derg 21(2): 134-139.
- Akın A, Alagöz M 2018. Kabarcık Üzüm Çeşidinde Salkım Ucu Kesme ve Borik Asit Uygulamalarının Üzüm Verimi ve Kalitesine Etkileri. Bahçe 47 (Özel Sayı 1): 105-110.
- Aslantaş R, Karakurt H 2007. Rakımın Meyve Yetiştiriciliğinde Önemi ve Etkileri. Alınları 12(2): 31-37.
- Balbaba N, Bağcı S 2017. Kahramanmaraş Bertiz Yöresinde Yetiştirilen Bertiz Kabarcığı Üzüm Tipinin Bazı Kalite Özelliklerinin Belirlenmesi. Multidisipliner Çalışmalar-3 (Sağlık ve Fen Bilimleri) 9-10 Ekim 2018, Ankara.
- Cagnasso E, Torchio F, Gerbi V, Río Segade S, Giacosa S, Rolle L 2011. Evolution of the Phenolic Content and Extractability Indices During Ripening of Nebbiolo Grapes from the Piedmont Growing Areas over Six Consecutive Years. S. Afr. J. Enol. Vitic. 32 (2): 229- 241.
- Cemeroğlu B, Acar J 1986. Meyve ve Sebze İşleme Teknolojisi. Gıda Teknolojisi Derneği Yayın No: 6, Ankara, 512 sy.
- Creasy GL, Leroy LC 2009. Grapes. CABI, 331 pp.
- Çelik H, Ağaoğlu YS, Fidan Y, Maraslı B, Söylemezoğlu G 1998. Genel Bağcılık. Sunfidan A.Ş., Mesleki Kitaplar Serisi 1: 253 sy.
- Çelik S 1998. Bağcılık (Ampeloloji). Cilt-1. Namık Kemal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Tekirdağ 428 sy.
- Çelik H 2006. Üzüm Çeşit Kataloğu. Ankara. 165 sy.
- Doğan A, Uyak C, Kazankaya A, Küsmüş S, Özatak ÖF 2018. Malatya Yöresinde Yetiştirilen Bazı Şaraplık Üzüm Çeşitlerinde Olgunlaşma Sırasında Meydana Gelen Kimyasal Değişmeler. Bahçe 47 (Özel Sayı 1): 55-62.
- Fuleki T, Pelayo E, Palabay R 1993. Carboxylic Acid Composition of Authentic Varietal and Commercial Grape Juices. Journal of AOAC International 76(3): 591- 600.
- Göktürk Baydar N, Çetin S, Hallaç F, Babalık Z 2005. Üzümlerde Fenolik Madde İçeriklerinin Spektrofotometrik Yöntemlerle Belirlenmesi. Türkiye 6. Bağcılık Sempozyumu 19-23 Eylül 2005, Tekirdağ.
- Gündeşli MA, Attar ŞH, Değirmenci İ, Nogay G, Kafkas NE 2018. Total Phenol and Antioxidant

- Activity of Kabarcık Grape (*Vitis vinifera*) variety. Journal of Scientific and Engineering Research, 5 (11): 222-227.
- Harborne JB, Williams CA 2001. Anthocyanins and Other Flavonoids. Nat. Prod. Rep. 18: 310-333.
- Karaca Sanyürek, N, Tahmaz, H, Çakır, A, Söylemezoğlu, G, 2018. Tunceli İlinde Yetiştirilen Bazı Şaraplık Üzüm Çeşitlerinde Antioksidan Aktivitenin ve Fenolik Bileşiklerin Belirlenmesi. Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Derg 5(4): 551-555.
- Kelebek H 2009. Değişik Bölgelerde Yetiştirilen Öküzgözü, Boğazkere ve Kalecik Karası Üzümlerinin ve Bu Üzümlerden Elde Edilen Şarapların Fenol Bileşikleri Profili Üzerinde Araştırmalar. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Ana Bilim Dalı, Doktora Tezi, 259 sy.
- Keskin N, Yağcı A, Keskin S 2013. Sivas-Gemerek Yöresi Üzümlerinin Bazı Kalite Özelliklerinin Belirlenmesi Üzerine Bir Araştırma. Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Derg 23 (3): 271-278.
- Kök D, Bal E 2017. Compositional Differences in Phenolic Compounds and Anthocyanin Contents of Some Table and Wine Grape (*V. Vinifera* L.) Varieties from Turkey. Oxidation Communications 40 (2): 648-656.
- Liang Z, Owens CL, Zhong GY, Cheng L 2011. Polyphenolic Profiles Detected in the Ripe Berries of *Vitis Vinifera* Germplasm. Food Chemistry 129: 940- 950.
- Lung ML, Pamfil D, Pop N, Catana C, Lazar SL, Giacosa S, Torchio F, Ferrandino AI, Rio Segade S, Rolle L 2016. Investigation on Phenolic and Aroma Compounds of Table Grapes from Romania. Not Bot Horti Agrobo 44(1): 140-146.
- Merken HM, Beecher G 2000. Measurement of Food Flavonoids by High Performance Liquid Chromatography: A Review. J. Agric. Food Chem. 48(3): 577-599.
- Özden M, Özden AN 2014. Farklı Renkteki Meyvelerin Toplam Antosiyanin, Toplam Fenolik Kapsamlarıyla Toplam Antioksidan Kapasitelerinin Karşılaştırılması. Teknolojik Araştırmalar: Gıda Teknolojileri Elektronik Derg 9 (2): 1-12.
- Özden M, Vardin H 2009. Şanlıurfa Koşullarında Yetiştirilen Bazı Şaraplık Üzüm Çeşitlerinin Kalite ve Fitokimyasal Özellikleri. Harran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Derg 13(2): 21-27.
- Polat A 2016. Şanlıurfa İlinde Yetiştiriciliği Yapılan Üzüm Çeşitlerinin Bazı Fitokimyasal Profillerinin Belirlenmesi. Harran Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bahçe Bitkileri Ana Bilim Dalı, Doktora tezi, 198 sy.
- Polat A, Karaaslan M, Gürsöz S 2016. Siverek Yöresinde Yetiştirilen Kızıl Bankı ve Bastık Kabarcık Üzüm Çeşitlerinin Organik Asit ve Şeker İçeriklerinin Belirlenmesi Üzerine Bir Araştırma. Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Derg 20 (3): 166-174.
- Sabır A 2008. Bazı Üzüm Çeşit ve Anaçlarının Ampelografik ve Moleküler Karakterizasyonu. Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Bahçe Bitkileri Ana Bilim Dalı, Doktora tezi, 153 sy.
- Singleton VL, Rossi JA 1965. Colorimetry of Total Phenolics with Phosphomolybdic-Phosphotungstic Acid Reagents. Am. J. Enol. Vitic. 16: 144-158.
- Taiz L, Zeiger E 2008. Bitki Fizyolojisi. Palme Yayıncılık, Ankara (in Turkish), 690 sy.
- Tüik 2020. Türkiye İstatistik Kurumu. Bitkisel Üretim İstatistikleri Veri Tabanı. <https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?kn=92&locale=tr>. 2019 Yılı Verileri. (Alınma Tarihi: 02.03.2020).
- Winkler AJ, Cook JA, Kliewer WM, Lider LA 1974. General Viticulture. Univ. of California Press. Berkeley, Los Angeles and London, 710 p.
- Yalınkılıç A 1996. Kahramanmaraş İli Bağcılığı, Üzüm Çeşitlerinin Fenolojik Gelişimleri ve Ümitvar Görülen Bazılarında Göz Verimlerinin Saptanması Üzerine Bir Araştırma. Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Bahçe Bitkileri Ana Bilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, 113 sy.
- Yang J, Xiao YY 2013. Grape Phytochemicals and Associated Health Benefits. Critical Reviews in Food Science and Nutrition 53: 1202-1225.

## The Effects of Biofertilizers on Some Physiological Responses in Heritage Raspberries

Gülden BALCI<sup>1</sup>, Hakan KELES<sup>2\*</sup>, Ramazan ÇAKMAKÇI<sup>3</sup>

<sup>1,2</sup> Yozgat Bozok Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü, <sup>3</sup>Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü

<sup>1</sup><https://orcid.org/0000-0001-7108-4887>, <sup>2</sup><https://orcid.org/0000-0002-8225-931X>, <sup>3</sup><https://orcid.org/0000-0003-2669-3450>

✉: hakan.keles@yobu.edu.tr

### ABSTRACT

Raspberry, which belongs to the genus *Rubus* of the Rosacea family, is an important berry fruit with economical potential due to its benefits in terms of human health and wide usage area in industry. In this study, the effects of biological fertilizers (PGPR and mycorrhiza) on some chemical properties of Heritage raspberries were investigated. For this purpose, chlorophyll, anthocyanin, total phenolic content, proline, total carbohydrate levels of plant leaves were evaluated. The highest chlorophyll and anthocyanin contents were obtained from BF5 and BF4 bacterial inoculations (37.24 and 37.85 and 5.58 and 5.14, respectively). The effect of applications on total carbohydrate content was not significant. The highest phenolic and proline contents (2.94 GAE mg g<sup>-1</sup> and 0.091 proline g<sup>-1</sup>) were obtained from BF5 treatment. The results indicated that bacterial applications were the first application in terms of the parameters examined for Heritage raspberry cultivation in the region.

### Research Article

#### Article History

Received : 29.11.2019

Accepted : 02.04.2020

#### Keywords

Raspberry  
Physiological responses  
Mycorrhiza  
PGPR

## Biyolojik Gübrelere Heritage Ahududu Çeşidinde Bazı Fizyolojik Tepkiler Üzerine Etkileri

### ÖZET

Rosacea familyasının *Rubus* cinsine ait olan ahududu, hem insan sağlığı açısından faydaları hem de sanayi ve sofralık olarak geniş kullanım alanına sahip olması sebebiyle ekonomik potansiyeli yüksek üzümü meyvelerden birisidir. Bu çalışmada bitki gelişimini olumlu etkileyen biyolojik gübrelere (PGPR ve mikoriza) Heritage ahududu çeşidinin bazı kimyasal özellikleri üzerine etkileri incelenmiştir. Bu amaçla bitki yapraklarının klorofil, antosiyanin, toplam fenolik madde, prolin, toplam karbonhidrat miktarları değerlendirilmiştir. En yüksek klorofil ve antosiyanin içerikleri BF5 ve BF4 bakteri formülleri aşlamalarından (sırasıyla 37.24 ve 37.85 ve 5.58 ve 5.14) elde edilmiştir. Toplam karbonhidrat miktarları üzerine uygulamaların etkisi önemsiz bulunmuştur. Toplam fenolik ve prolin içerikleri bakımından en yüksek değerler (2.94 GAE mg g<sup>-1</sup> ve 0.091 prolin g<sup>-1</sup>) BF5 aşlamasından elde edilmiştir. Araştırma sonucuna göre bakteri uygulamalarının bölgemizde Heritage ahududu yetiştiriciliği için incelenen parametreler açısından önce çıkan uygulama olduğu tespit edilmiştir.

### Araştırma Makalesi

#### Makale Tarihi

Geliş Tarihi : 29.11.2019

Kabul Tarihi : 02.04.2020

#### Anahtar Kelimeler

Ahududu  
Fizyolojik tepkiler  
Mikoriza  
PGPR

To Cite : Balcı G, Keles H, Çakmakçı R 2020. The Effects of Biofertilizers on Some Physiological Responses in Heritage Raspberries. KSU J. Agric Nat 23 (6): 1422-1427. DOI: 10.18016/ksutarimdog.vi.652416.

### INTRODUCTION

Intensive farming is a system aimed at achieving high product yield and quality. The inputs used in this system are expensive and negatively affect the environment. Chemical fertilizers are one of the most used inputs of this system. These are used to replace the missing elements in the soil such as nitrogen and phosphorus. However, the use of these fertilizers can pollute the environment and force the producer

economically. It has been reported that efficiency of chemical fertilizers was lower than expected. For instance, their effect that replaces missing elements is 50 % or less for N, less than 10 % for P and less than 40 % for K (Baligar et al., 2001). In spite of their harmful effects, the use of inorganic fertilizers seems to increase in order to obtain higher yields per unit area.

Materials such as organic wastes, animal manure,

green manure, biological manure can be used as organic fertilizer in order to develop the physical, biological and chemical characteristics of soils (Dursun et al., 2019). In recent years, there has been a significant increase in the number of studies on the use of some organic materials to reduce the use of inorganic fertilizers and biological fertilizers are the subject of the majority of these studies.

Plant growth-promoting rhizobacteria (PGPR) and mycorrhiza are the most common biological fertilizers known to be beneficial to plant and soil properties. PGPR can fix the atmosphere nitrogen and convert elements into a form that can be taken by plants, and they can also contribute to plant development by synthesizing growth-promoting substances (Garcia-Fraile et al., 2017; Arshad and Frankenberger, 1998). Mycorrhiza, with its hyphae, enlarges the surface areas of the roots, increases the absorption of immobilized elements by reaching the depths of the soil, and supports development by increasing phytohormone production (Miller et al., 2010; Koç et al., 2016). In the previous studies, it was determined that applications of PGPR and mycorrhiza increase the yield and growth in many species (Kutlu et al., 2019; Çiylez and Eşitken 2018; Dursun et al., 2019; Altuntaş et al., 2016; Koç et al., 2016; Arıkan et al., 2018; İpek et al., 2017).

Raspberry (*Rubus Ideabotus* L.), with its unique aroma and wide range of use in the industry, has an important place among the berry fruits worldwide (Anonymous, 2019). Purpose of the study was to determine the effect of the combination of 2 bacterial formulations and mycorrhiza application on some leaf

properties of raspberry plants grown in semi-control greenhouse conditions.

## MATERIAL and METHOD

The study was carried out in 2014 in the semi-control greenhouse in Gedikhasanlı Research Station of Bozok University Agricultural Research and Application Center.

### Material

#### Plant material

One-year-old 'Heritage' raspberry variety, which was suggested in the studies carried out in regions with ecologies similar to Yozgat ecology, was used as plant material (Eyduran et al., 2006; Demirsoy et al., 2006; Eroğlu and Gerçekçioğlu, 2006). The shoots of 'Heritage' can grow up to 1.5-2.0 meters with a good fruit size and look (Balci and Keles, 2019).

#### Bacterial combinations

Bacterial combinations used in the experiment were isolated from wild raspberry root rhizosphere soil in 56 different agroclimatic locations from Rize and Trabzon region. The phosphate dissolving and nitrogen-fixing capacities of the bacteria were determined as reported by Çakmakçı. et al. (2009). Bacterial isolates were diluted to a final concentration of 10<sup>9</sup> cells ml<sup>-1</sup> from distilled water suspensions of fresh cultures grown on Nutrient Broth (NB) medium at 25 ° C for 24 hours. Bacterial strains and some properties of the bacterial combinations used in the experiment are given in Table 1.

Table 1. Bacterial strains and some properties of the bacterial combinations used in the experiment  
 Çizelge 1. Bakteri izolatları ve çalışmada kullanılan bakteri kombinasyonlarının bazı özellikleri

Bio-formulations	Bacterial strains	N-free media development	NBRIP-BPB media Development	Catalase	Amylase	Sucrose	Oxidase
BF4	<i>Pseudomonas putida</i> 625	S+	+	+	-	+	+
	<i>Bacillus atropheus</i> RIA1	-	+	+	+	-	-
	<i>Rhodococcus erythropolis</i> RHA3	S+	S+	+	-	-	-
BF5	<i>Pseudomonas fluorescens</i> 583	+	W+	+	-	+	S+
	<i>Pseudomonas putida</i> R2B1	S+	+	S+	-	+	+
	<i>Bacillus pumilus</i> R4A1	S+	S+	+	-	-	-
	<i>Bacillus licheniformis</i> R7B1	S+	+	+	-	-	-

S+ = Strong positive; W+ = weak positive; + = positive; - = negative

### Mycorrhizal fungi

Mycorrhiza containing 23% mycorrhiza and 9 different glomus fungi (*Glomus intraradices* 21 %, *Glomus aggregatum* 20 %, *Glomus mosseage* 20 %, *Glomus clarum* 1 %, *Glomus monosporus* 1 %, *Glomus deserticola* 1 %, *Glomus brasilianum* 1 %, *Glomus etunicatum* 1 % ve *Gigaspora margarita* 1 %) was used as preparation.

*Glomus clarum* 1 %, *Glomus monosporus* 1 %, *Glomus deserticola* 1 %, *Glomus brasilianum* 1 %, *Glomus etunicatum* 1 % ve *Gigaspora margarita* 1 %) was used as preparation.

## Method

The experiment was established as a randomized complete plot design with four applications (BF4, BF5, mycorrhiza, and control) which contain 4 replications with 4 plants each. Seedlings were planted on 18.02.2014 in pots with a volume of 10 liters containing mixture of perlite: peat (1:3).

At the beginning of the vegetative growth period (03.05.2014), each pot was irrigated with ½ liter bacteria (prepared to be 10<sup>9</sup> cell ml<sup>-1</sup>) and mycorrhiza (prepared by mixing 250 g of powder in 10 liters of water) solutions. At the end of the experiment some physiological response of the leaves was evaluated.

Relative chlorophyll (SPAD) value was measured with a Minolta SPAD-502 chlorophyll meter (Minolta Camera Co, Ltd, Osaka, Japan) and relative anthocyanin content of the leaves was determined with an anthocyanin content meter (ACM-200 plus). For each plant measurements were taken at four locations on each leaf by taking two on each side of the mid rib of fully expanded leaves (Khan et al., 2003).

Total phenols were determined using Folin-Ciocalteu reagent (Singleton and Rossi, 1965). Each leaf sample (0.5 mg) was treated with methanol and then mixed with Folin-Ciocalteu reagent (0.5 mL, diluted with 8 mL distilled water). After 1 h, the level of total phenols was determined by spectrophotometrically at a absorbance of 765 nm. Total phenol values were expressed in terms of mg gallic acid.

Table 2. The effect of PGPR and mycorrhiza applications on the chlorophyll and anthocyanin contents

*Çizelge 2. PGPR ve mikoriza uygulamalarının klorofil ve antosiyanin içeriklerine etkisi*

	<i>BF4</i>	<i>BF5</i>	<i>Mycorrhiza</i>	<i>Kontrol</i>
<i>Chlorophyll (SPAD)</i>	37.24 a	37.85 a	33.18 b	29.22 c
<i>Anthocyanin (ACI)</i>	5.14 a	5.58 a	4.24 b	3.67 b

Values within the same letter are not significantly different at  $P < 0.05$  by Duncan

Significant differences were found between the applications in terms of chlorophyll amounts. While the highest chlorophyll amount was obtained from BF4 and BF5 bacterial combinations within the same statistical group, overall, the application with the lowest amount of chlorophyll was the control. It was found that bacterial applications had a more positive effect on chlorophyll content which is one of the most important factors determining photosynthesis capacity and these results were in agreement with many similar studies (Aydın et al., 2012; Güllüce et al., 2012; Heidari et al., 2011). SPAD value reflects chlorophyll content decreases under stress conditions (Aras and Eşitken, 2019b; Aras and Keles, 2019). Akay and Kararaslan (2012) reported that mycorrhiza applications, especially in poor soils, contribute significantly to chlorophyll content in plants. In the present study, it was determined that also the application of mycorrhiza had a positive effect on the

The proline content was estimated by the method of Bates et al. (1973). The plant material was homogenized in 3% aqueous sulfosalicylic acid and the homogenate was centrifuged at 10.000 rpm. The supernatant was used for estimation of the proline content. The reaction mixture consisted of 2ml supernatant, 2ml acid ninhydrin and 2ml of glacial acetic acid, which was boiled at 100 °C for 1h. After termination of the reaction in ice bath, the reaction mixture was extracted with 4ml of toluene and the absorbance was read at 520 nm.

Total carbohydrate of the leaves was determined according to Ebell (1970) with some modifications. 1 g leaf samples were extracted with 25 ml 72% sulfuric acid and 2 ml of anthron were added to the extract. Finally, the samples were heated at 95°C for 10 min. Sample tubes were transferred into an ice bath and cooled to room temperature. Absorption of the extracts was recorded at 540 nm.

## Statistical analysis

All results were analyzed by SPSS 20.0 and the differences between the means were compared using the Duncan test ( $p < 0.05\%$ ).

## RESULTS and DISCUSSION

### Chlorophyll and Anthocyanin Content

The effects of bacterial combinations and mycorrhiza applications on the anthocyanin and chlorophyll contents of the plants are given in Table 2.

chlorophyll content compared to the control group. When the amount of anthocyanin in the leaves was examined, it was seen that the applications were divided into two different statistical groups. The highest anthocyanin values were obtained from BF5 and BF4 bacterial applications (5.58 and 5.14) as well as chlorophyll contents. Plants accumulate anthocyanins for capturing more light (Aras and Eşitken, 2019a). In accordance with Rodriguez et al. (2014), it has been found that PGPR applications have positive effects on the amount of anthocyanin in the leaves. And the lowest results were obtained from the mycorrhiza and control applications (4.24 and 3.67) which were in the same statistical group. Baslam and Goicoechea (2012) reported that mycorrhiza applications in lettuce exposed to drought stress increase anthocyanin content in leaves. Similarly, in the study, it was determined that mycorrhiza application increased the content of

anthocyanin compared to the control group however, the results were not found to be statistically significant. It has been reported that anthocyanins contribute to the preservation of chlorophyll structure (Farrant, 2000; Johnston et al., 2007). Also in the present study, the changes in the chlorophyll content were similar to anthocyanin. These results can be considered as an indicator of a positive relationship between the two features.

#### Total phenolic, total carbohydrate and proline content

The effect of applications on total phenolic (TP) and proline (PR) content was found significant. When plants are exposed to environmental stress factors, they tend to survive by synthesizing some chemicals (Koç et al., 2016). Phenolic compounds are important in regulating plant growth, development and interaction with other organisms and they also behave as a defense in stress conditions and help plants to eliminate stress factors (Harborne, 1980; Parida et al., 2004; Aras et al., 2019). Similarly, proline is synthesized by plants and contributes to the balancing of osmotic pressure in cells and to plant growth (Edreva, 1998). In the present study, the highest TP value was determined from the BF5 application (2.94 mg g<sup>-1</sup> GAE) while the lowest TP

content was identified from mycorrhiza (1.46 mg g<sup>-1</sup> GAE). When the amount of proline was examined, the highest result was obtained from the application of BF5 (0.091 proline g<sup>-1</sup>) (Table 3). It is known that reserves, especially carbohydrates, play important roles in all plants (Loescher et al., 1990). Changes in the amount of carbohydrates in the plant are directly related to physiological processes such as photosynthesis, translocation, and respiration (Kameli and Lösel, 1993). Although the effects of the applications were found to have a positive effect on carbohydrate accumulation compared to the control group, the results were not found to be statistically significant. In terms of carbohydrate accumulation, the BF4 application had the highest value (34.28 % g anthrone), while the lowest value (30.85 % g anthrone) was observed in the control (Table 3). Some studies revealed that mycorrhiza applications possess positive effects on plants (Rouphael et al., 2010; Naghashzadeh, 2014). In the current experiment we found that PGPR applications had beneficial influences on raspberry, while mycorrhiza couldn't exhibit promoting effects on raspberry. That may be due to unavailable soil conditions in the experimental area (not determined for mycorrhiza survival in our study).

Table 3. Effects of PGPR and mycorrhiza applications on some biochemical properties of Heritage raspberry cultivar

Çizelge 3. Heritage ahududu çeşidinin bazı biyokimyasal özellikleri üzerine PGPR ve mikoriza uygulamalarının etkisi

	<i>BF4</i>	<i>BF5</i>	<i>Mycorrhiza</i>	<i>Control</i>
<i>Total phenolics (GAE mg g<sup>-1</sup>)</i>	2.40 b	2.94 a	1.46 c	2.44 b
<i>Total carbohydrate (% g anthron)</i>	34.28 <sup>NS</sup>	33.94	33.17	30.85
<i>Proline (prolin g<sup>-1</sup>)</i>	0.080 ab	0.091 a	0.034 b	0.066 b

Values within by the same letter are not significantly different at  $P < 0.05$  by Duncan, NS: non-significant

#### CONCLUSION

The results of the research indicated that the application of BF5 bacteria formulations was the best in terms of all the properties examined. While BF4 inoculations showed a similar result with the control group in terms of effect on total phenolic, it was the best application after BF5 inoculations in all other parameters. It was determined that application of mycorrhiza did not make a significant difference compared to the control. The characteristics examined in this study may contribute to plant growth and increase plant tolerance under stress conditions and we determined that BF4 and BF5 inoculations may be useful for these purposes in Haritege raspberry plants.

#### Statement of Conflict of Interest

Authors have declared no conflict of interest.

#### Author's Contributions

The contribution of the authors is equal.

#### REFERENCES

- Akay A, Kararslan E 2012. Mikoriza Aşılantısı Kudret Narı (*Momordica charantia*) Bitkisine Farklı Dozlarda Fosforlu ve Demirli Gübre Uygulamasının Yaprak Klorofil İçeriğine Etkisi. Iğdır Üni. Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 2(3): 103-108.
- Altuntaş Ö, Abak K, Daşgan HY 2016. Serada Biber Yetiştiriciliğinde Mikoriza Kullanımının Bitki Gelişmesi ve Verime Etkileri. Selçuk Tarım Bilimleri Dergisi, 2(2): 146-151.
- Anonymous 2019. Food and Agriculture Organization of the United Nations Statistics Division Website. <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC>.
- Aras S, Arıkan Ş, İpek M, Eşitken A, Pırlak L, Dönmez MF, Turan M 2018. Plant Growth Promoting Rhizobacteria Enhanced Leaf Organic Acids, FC-R Activity and Fe Nutrition of Apple



- Under Lime Soil Conditions. *Acta Physiologiae Plantarum*, 40(6): 120.
- Aras S, Eşitken A 2019a. Physiological Effects of Photosensitive Nets in Strawberry Plant. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Tarım ve Doğa Dergisi*, 22 (Ek Sayı 2): 342-346.
- Aras S, Eşitken A 2019b. Responses of Apple Plants to Salinity Stress. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 29(2): 253-257.
- Aras S, Keles H 2019. Evaluation of Leaf Properties of Eight Cherry Cultivars Grafted onto Maxma 14 Rootstock. *Journal of Agricultural Studies*, 7(3): 144-152.
- Arıkan Ş, Eşitken A, İpek M, Aras S, Şahin M, Pırlak L, Dönmez FM, Turan M 2018. Effect of Plant Growth Promoting Rhizobacteria on Fe Acquisition in Peach (*Prunus Persica* L.) Under Calcareous Soil Conditions. *Journal of Plant Nutrition*, 41(17): 2141-2150.
- Arshad M, Frankenberger WT 1998. Plant Growth Regulating Substances in The Rhizosphere: Microbial Production and Functions. *Advances in Agronomy*, 62: 46-151.
- Aydın A, Yıldırım E, Karaman MR, Turan M, Demirtaş A, Şahin F, Güneş A, Esringü A, Dizman M, Tutar A 2012. Humik Asit, PGPR ve Kimyasal Gübre Uygulamalarının Brokoli (*Brassica Oleracea*) Bitkisinin Bazı Verim Parametreleri Üzerine Etkisi. *SAÜ Fen Edebiyat Dergisi*, 1: 309-316.
- Balcı G, Keles H 2019. Bazı Ahududu Çeşitlerinin Yozgat Ekolojisinde Adaptasyon Yeteneklerinin Belirlenmesi. *KSÜ Tarım ve Doğa Dergisi*, 22(6): 823-829.
- Baligar VC, Fageria NK, He ZL 2001. Nutrient Use Efficiency in Plants. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 32 (7-8): 921-950.
- Baslam M, Goicoechea N 2012. Water Deficit Improved the Capacity of Arbuscular Mycorrhizal Fungi (AMF) for Inducing the Accumulation of Antioxidant Compounds in Lettuce Leaves. *Mycorrhiza*, 22:347-359.
- Bates LS, Waldren RP, Teare ID 1973. Rapid Determination of Free Proline for Water Stress Studies. *Plant and Soil*, 39:205-208..
- Çakmakci R, Erat M, Oral B, Erdoğan Ü, Şahin F 2009. Enzyme Activities and Growth Promotion of Spinach by İndole-3-Acetic Acid-Producing Rhizobacteria. *Journal of Horticultural Science and Biotechnology*, 84: 375-380.
- Çiylez S, Eşitken A 2018. Mikoriza ve BBAR Uygulamalarının Çilekte Büyüme Üzerine Etkileri. *Selçuk Journal of Agriculture and Food Sciences*, 32(3): 361-365.
- Demirsoy L, Demirsoy H, Bilgener Ş, Ersoy B, Öztürk A, Balcı G, Çelikel G 2006. Samsun'da Yapılan Ahududu Çeşit Adaptasyon Çalışmaları. II. Ulusal Üzümsü Meyveler Sempozyumu, 14-16 Eylül 2006, Tokat.
- Dursun A, Yıldırım E, Turan M, Ekinci M, Kul R, Parlakova Karagoz F 2019. Determination of the Effects of Bacterial Fertilizer on Yield and Growth Parameters of Tomato. *Journal of Agricultural Science and Technology*, 21(5): 1227-1234.
- Ebell LF 1969. Variation in total soluble sugars of conifer tissues with method of analysis. *Phytochemistry*, 8(1): 227-233.
- Edreva A 1998. Stres physiology, definition and concepts of stres. Classification of stress factors, approaches applied in stress research. *Bitkilerde Stres Fizyolojisinin Moleküler Temelleri Sempozyumu*, 22-26 Haziran 1998, EBİLTEM-Bornova, İzmir.
- Eroğlu Z, Gerçekçiöğlü R 2006. İki Ürün Veren Bazı Ahududu (*R. ideaus* L.) Çeşitlerinin Tokat Koşullarındaki Performansları. II. Ulusal Üzümsü Meyveler Sempozyumu, 14-16 Eylül, 244-249, Tokat.
- Eyduran SP, Ağaoglu YS, Çelik M 2006. Bazı Ahududu Çeşitlerinin Ayaş (Ankara) Koşullarına Adaptasyonu Üzerine Araştırmalar. II. Ulusal Üzümsü Meyveler Sempozyumu, 14-16 Eylül 2006, Tokat.
- Farrant JM 2000. A Comparison of Mechanisms of Desiccation Tolerance Among Three Angiosperm Resurrection Plant Species. *Plant Ecology*, 151: 29-39.
- García-Fraile P, Menéndez E, Celador- Lera L, Díez-Méndez A, Jiménez- Gómez A, Marcos-García M, Cruz- González XA, Cruz-González P, Rivas R 2017. Bacterial Probiotics: A Truly Green Revolution. In: "Probiotics and Plant Health". Springer, 131-162.
- Güllüce M, Agar G, Şahin F, Turan M, Güneş A, Demirtaş A, Esringü A, Karaman MR, Tutar A, Dizman M 2012. Pb Ve Cd ile Kirlenmiş Alanlarda Yetiştirilen Turp Bitkisinin Verim Parametreleri Üzerine Humik Asit ve PGPR Uygulamalarının Etkilerinin Belirlenmesi. *SAÜ Fen Edebiyat Dergisi*, 1: 509-517.
- Harborne JB 1980. Plant Phenolics. In: *Secondary Plant Products*. E. A. Bell, B. V. Charlwood (ed.), Springer-Verlag, 329-402.
- Heidari M, Mousavinik SM, Golpayegani A 2011. Plant Growth Promoting Rhizobacteria (PGPR) Effect on Physiological Parameters and Mineral Uptake in Basil (*Ocimum Basilicum* L.) Under Water Stress. *ARPN Journal of Agricultural and Biological Science*, 6(5): 6-11.
- İpek M, Aras S, Arıkan Ş, Eşitken A, Pırlak L, Dönmez MF, Turan M 2017. Root Plant Growth Promoting Rhizobacteria Inoculations Increase Ferric Chelate Reductase (FC-R) Activity and Fe Nutrition in Pear Under Calcareous Soil Conditions. *Scientia Horticulturae*, 219: 144-151.

- Johnston JW, Harding K, Benson EE 2007. Antioxidant Status and Genotypic Tolerance of *Ribes in Vitro* Cultures to Cryopreservation. *Plant Science*, 172: 524- 534.
- Kameli A, Lösel DM 1993. Carbohydrates and Water Status in Wheat Plants Under Water Stress. *New Phytologist*, 125(3): 609-614.
- Khan W, Prithiviraj B, Smith DL 2003. Photosynthetic responses of corn and soybean to foliar application of salicylates. *J. Plant Physiol*. 160: 485-492.
- Koc A, Balci G, Erturk Y, Keles H, Bakoglu N, Ercisli S 2016. Influence of Arbuscular Mycorrhizae and Plant Growth Promoting Rhizobacteria on Proline, Membrane Permeability and Growth of Strawberry (*Fragaria x ananassa*) Under Salt Stress. *Journal of Applied Botany and Food Quality*, 89: 89-97
- Kutlu M, Cakmakci R, Hosseinpour A, Karagöz H 2019. The Use of Plant Growth Promoting Rhizobacteria (PGPR) Effect on Essential Oil Rate, Essential Oil Content, Some Morphological Parameters and Nutrient Uptake of Turkish Oregano. *Applied Ecology and Environmental Research*, 17(2): 1641-1653.
- Loescher WH, McCamant T, Keller JD 1990. Carbohydrate Reserves, Translocation and Storage in Woody Plant Roots. *HortScience*, 25(3): 274-281.
- Miller G, Suzuki N, Ciftci-Yilmaz S, Mittler R 2010. Reactive Oxygen Species Homeostasis and Signaling During Drought and Salinity Stresses. *Plant Cell Environment*, 33: 453-457.
- Naghashzadeh M 2014. Response of relative water content and cell membrane stability to mycorrhizal biofertilizer in maize. *Electronic Journal of Biology*, 10(3): 68-72.
- Parida AK, Das AB, Sanada Y, Mohanty P 2004. Effects of Salinity on Biochemical Components of The Mangrove, *Aegiceras corniculatum*. *Aquatic Botany*, 80: 77-87.
- Robyt JF, White BJ 1987. *Biochemical Technique: Theory and Practices*, 40-72.
- Rodriguez RZ, Matson MVC, Montiel LGH, Amador BM, Puente ER, Lara L 2014. Effect of *Pseudomonas putida* on growth and Anthocyanin Pigment in Two Poinsettia (*Euphorbia Pulcherrima*) Cultivars. *The Scientific World Journal*, 1-6.
- Rouphael Y, Cardarelli M, Di Mattia E 2010. Enhancement of alkalinity tolerance in two cucumber genotypes inoculated with an arbuscular mycorrhizal biofertilizer containing *Glomus intraradices*. *Biol Fertil Soils*, 46: 499-509.
- Singleton VL, Rossi JR 1962. Colorimetry of Total Phenolics with Water Astress Studies. *Plant and Soil*, 39: 205-207.

## The Effects of UV Irradiation and Incubation Time on *in vitro* Phenolic Compound Production in 'Karaerik' Grape Cultivar

Mustafa ÇELİK<sup>1</sup>, Nurhan KESKİN<sup>2</sup>, Fethi Ahmet ÖZDEMİR<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Graduate School of Natural and Applied Sciences, Van Yüzüncü Yıl University, 65090, Van, Turkey, <sup>2</sup>Department of Horticulture, Faculty of Agriculture, Van Yüzüncü Yıl University, 65090, Van, Turkey, <sup>3</sup>Department of Molecular Biology and Genetics, Faculty of Science and Art, Bingöl University, 1200, Bingöl, Turkey

<sup>1</sup><https://orcid.org/0000-0002-8251-5213>, <sup>2</sup><https://orcid.org/0000-0003-2332-1459>, <sup>3</sup><https://orcid.org/0000-0001-7215-9692>

✉: keskin@yyu.edu.tr

### ABSTRACT

In this study, the effect of Ultraviolet (UV) irradiation on induction of individual and total phenolics production on callus cultures of 'Karaerik' grape cultivar was investigated. Callus tissues were obtained from the leaves of the cuttings grown in *in vitro* plants. As a culture medium, Gamborg B-5 was utilized with 0.1 mg L<sup>-1</sup> NAA (Naphthaleneacetic acid) and 0.2 mg L<sup>-1</sup> Kin (Kinetin). Callus tissues were sub-cultured twice with 21 days intervals. After the second subculture, 12-day-old callus tissues were exposed to 254 nm UV-C light at 10 cm distance from the source for 10 and 15 min by opening covers of the petri dishes in sterile cabin. After the treatment, callus tissues were incubated under dark conditions. Phenolic compounds were measured at 24<sup>th</sup>, 48<sup>th</sup> and 72<sup>nd</sup> hours. Individual phenolic compounds were analyzed by HPLC (High Pressure Liquid Chromatography) and total phenolic compounds were measured by spectrophotometer. As a result of the study, it was found that UV irradiation was effective for induction the production of phenolic compounds in the callus tissues of 'Karaerik' grape cultivar and this effect was closely related to the application time.

### Research Article

#### Article History

Received : 04.04.2020

Accepted : 04.06.2020

#### Keywords

Grapevine  
Analytical methods  
Elicitor  
Callus culture  
Secondary metabolite

## 'Karaerik' Üzüm Çeşidinde *in vitro* Fenolik Bileşik Üretimi Üzerine UV Işını Uygulaması ve İnkübasyon Sürelerinin Etkisi

### ÖZET

Bu çalışmada, Karaerik üzüm çeşidine ait kallus kültürlerinde, bireysel ve toplam fenolik bileşik üretiminin uyarılması üzerine Ultraviyole (UV) ışınının etkisi incelenmiştir. Kallus kültürleri, *in vitro* bitkiciklerin yaprak ayalarından elde edilmiştir. Kültür ortamı olarak, 0.1 mg l<sup>-1</sup> NAA (Naftalen asetik asit) ve 0.2 mg l<sup>-1</sup> Kin (Kinetin) eklenmiş Gamborg B-5 ortamı kullanılmıştır. Kalluslar, 21 gün ara ile iki defa alt kültüre alınmıştır. İkinci alt kültürden sonra, 12 gün yaşlı kalluslara, steril kabin içerisinde petri kutularının kapakları açılarak, 10 cm uzaklıktan 10 ve 15 dk süreyle 254 nm dalga boyuna sahip UV-C ışını uygulanmıştır. Uygulamanın ardından kalluslar karanlık koşullarda inkübe edilmiştir. Fenolik bileşik ölçümleri 24., 48. ve 72. saatlerde yapılmıştır. Bireysel fenolik bileşikler HPLC (Yüksek Basınçlı Sıvı Kromatografisi), toplam fenolik bileşikler ise Spektrofotometre ile analiz edilmiştir. Çalışma sonucunda UV ışınının Karaerik üzüm çeşidine ait kallus dokularında fenolik bileşik üretimini uyardığı etkili ve bu etkinin uygulama süresi ile yakından ilişkili olduğu saptanmıştır.

### Araştırma Makalesi

#### Makale Tarihiçesi

Geliş Tarihi : 04.04.2020

Kabul Tarihi : 04.06.2020

#### Anahtar Kelimeler

Asma  
Analitik yöntemler  
Elisitör  
Kallus kültürü  
Sekonder metabolit

**To Cite :** Çelik M, Keskin N, Özdemir AF 2020. The Effects of UV Irradiation and Incubation Time on *in vitro* Phenolic Compound Production in 'Karaerik' Grape Cultivar. KSU J. Agric Nat 23 (6): 1428-1434. DOI: 10.18016/ksutarimdog.vi.714642.

### INTRODUCTION

Grapes play an important role in human nutrition and

synthesize phenolic compounds that one of the leading compounds of secondary metabolites. Phenolic

compounds are secondary metabolites containing at least one aromatic ring and one hydroxyl group attached and exhibit antioxidant activity due to their easily oxidizable properties. It is known that phenolic compounds are responsible for color, taste, and aroma attributed to grapes. These compounds are the most important components of quality and also have supportive effects on human nutrition and health (Kunter et al. 2013, Gökçen et al. 2017, Canturk et al. 2018). Although sugars and organic acids are the main quality components of grapes, phenolic compounds are also considered important constituents.

It is known that the presence and the ratio of certain phenolic substances in the composition of the grape is primarily a genetically controlled characteristic in varieties. In recent years, phenolic compounds were asserted as an important quality criterion for grape cultivars, and studies related with the determination of differences between them in terms of production capacity become popular (Rodríguez-Montealegre et al. 2006; Lutz et al. 2011; Perestrelo et al. 2012; Atak and Göksel 2019; Castro-Lopez et al. 2019; Colombo et al. 2019; Di Lorenzo et al. 2019). However, the content is characterized by depending on the climate, soil effects, maturity stage and cultural practices in the cultivation area (Ribéreau-Gayon et al. 2000). Therefore, it is necessary to benefit from controlled conditions to evaluate for obtaining the greater phenolic compounds per unit area. At the present time, many phenolic compounds are produced by *in vitro* cultures. Thus, callus and cell suspension cultures are widely used for such purpose (Bonello et al. 2019). Biotic and abiotic elicitors are used to increase the production and concentrations of *in vitro* phenolic compounds (Barz et al., 1988). Ultraviolet (UV) light is one of the most effective abiotic elicitors (Keskin, 2019). Furthermore, UV-C irradiation is an important factor that can act as a switch, controlling expression of specific genes involved in cell growth and secondary metabolism of plants (Versari et al., 2001).

Although phenolic compounds can be classified in different ways, they are generally categorized into two groups as flavonoids and non-flavonoids. Flavonoids include flavan-3-ols (tannins), flavonols, and anthocyanins. Non-flavonoids consist of phenolic acids and stilbenes (López-Vélez et al. 2003).

In this study *in vitro* phenolic compounds production capacity and the effect of UV irradiation on phenolic compounds via callus culture were determined in *Vitis vinifera* L. cv. Karaerik.

Thus, the total and some individual phenolic compounds production potential of 'Karaerik' grape cultivar was demonstrated and the effect of UV light on increasing this potential was evaluated in terms of irradiation and incubation times.

## **MATERIAL and METHODS**

In the study, one-year old canes of 'Karaerik' grape cultivar were used as the primary plant material for the callus culture. The canes obtained from the pruning period of 2016 and 2017 were maintained in a climate chamber at 25 °C and 8/16 h photoperiod conditions.

### ***In vitro* shoot regeneration**

At the beginning of the *in vitro* studies, single node cuttings were obtained from the canes and forced to grow in a climate chamber. Single node explants were cultured to obtain shoots which were the source of the *in vitro* leaf explants. Shoot proliferation studies were given as follow: Explants were disinfected for 15 min by using 10% sodium hypochlorite solution (0.5% NaOCl) with 1-2 drops 0.01% Tween 20. After disinfection, the materials were rinsed 3 times with sterile distilled water for at least 5 min. MS (Murashige and Skoog 1962) nutrient medium was used to obtain *in vitro* shoots. The pH of the prepared medium was set to 5.7 by adding 4.4 g L<sup>-1</sup> MS medium. As a growth regulator, 1.0 mg L<sup>-1</sup> BAP (6-benzylaminopurine) was added to increase shoot growth. The nutrient medium with sucrose (3%) and agar (6%) were sterilized in an autoclave (20 min at 121 °C). Cultured single node explants were incubated at 8/16 h photoperiod and 25 °C. *In vitro* shoots were obtained by sub-culturing process with 21 days interval until reaching a sufficient number of leaf explants. Then these leaf explants used for callus culture.

### **Establishment of callus cultures**

Leaf blades obtained from *in vitro* plantlets were used as callus initial explants. Gamborg B-5 (Gamborg et al., 1968) culture media was prepared by was 3.2 g L<sup>-1</sup> concentration with pure water. The pH of the nutrient medium was adjusted to 5.7. As growth regulators, 0.1 mg L<sup>-1</sup> NAA and 0.2 mg L<sup>-1</sup> Kin were added (Oğuz et al. 2020). Then, the nutrient medium with sucrose (30%) and agar (0.8%) were sterilized by autoclaving for 20 min at 121 °C. The cultures were incubated at 8/16 photoperiod and 25 °C and the calli were sub-cultivated twice with 21 day-intervals.

### **Elicitor treatment**

In the study, as an elicitor, the effect of short wavelength UV-C light (254 nm) was investigated. Overall, 12-day-old cultures were exposed to UV irradiation for 10 and 15 minutes at a distance of 10 cm by opening the lid of the petri dishes in a sterile cabinet (Keskin and Kunter 2007, 2008, 2009, 2010).

The callus cultures performed UV irradiation were incubated at 25 °C in dark conditions for 24, 48 and 72 h. At the end of incubation, callus was weighed as 1 g, wrapped in aluminum foils and stored at -80 °C until

analysis. Controls were taken from 12-day-old cultures as 1 g from each and samples were stored in aluminum foil at -80 °C until analysis.

### Determination of phenolic compounds and contents

Both total and individual phenolic compounds were determined in the study. For total phenolic compound analysis, 1 g of callus tissue was homogenized with 1 ml of methanol (Ika Ultra-Turrax T20 Basic, Germany) at the medium speed for 2 min and then stored under dark conditions for 30 min at room temperature. The samples were filtered through filter paper and taken into Eppendorf tubes and stored at -80 °C until analysis. Total phenolic content was determined by reading the absorbance of the solutions in a spectrophotometer (Varian Bio 100, Australia) at 725 nm wavelength by Folin-Ciocalteu colorimetric method (Swain and Hillis 1959). Total phenolic content was expressed as mg g<sup>-1</sup> gallic acid equivalent (GAE).

For the separation of individual phenolic compounds (protocatechuic acid, gallic acid, chlorogenic acid, *p*-coumaric acid, ferulic acid, *q*-coumaric acid, vanillic acid, rutin, syringic acid, phloridzin and *trans*-resveratrol) by HPLC, the method determined by Rodriguez-Delgado et al. (2001) was used and phenolic content was expressed as µg g<sup>-1</sup> Fresh Weight (FW). Overall, 1 g of callus tissue was homogenized, 4 ml of methanol was added and centrifuged at 15000 rpm for 15 min. The supernatant was filtered through a 0.45 µm millipore filter and stored in brown sample bottles. Chromatographic separation was performed on the Agilent 1100 HPLC system using a Diode Array detector (DAD) and a 250\*4.6 mm 4µm octadecylsiloxane (ODS) column. Solvent A Methanol-acetic acid-water (10:2:88) and solvent B Methanol-acetic acid-water (90:2:8) were used in the mobile phase. HPLC conditions for the separation of individual phenolic compounds were determined at 254 and 280 nm wavelength, the flow rate at 1 mL min<sup>-1</sup> and injection volume at 10 µL.

### Statistical analysis

In the study, descriptive statistics of total and individual phenolic compounds were expressed as "Mean ± Standard error of mean". Factorial Repeated

Measured Analysis of Variance was performed to determine any differences between the irradiation time (10 and 15 min) and incubation time (24, 48 and 72 h). Following the analysis of variance, groups means were compared by Duncan's Multiple Range Test by SPSS at  $P \leq 0.5$ .

### RESULTS and DISCUSSION

In this study, total and individual phenolic compounds obtained from the treatment of two UV irradiations (10 and 15 min) and three incubation times (24, 48 and 72 h) at 12-day-old calli of 'Karaerik' grape cultivar. Results indicated that there was a significant interaction of "irradiation time x incubation time" ( $P < 0.05$ ) in the study.

The effects of UV irradiation and incubation times on total phenolic content are presented in Table 1. The value of 546.58 mg g<sup>-1</sup> obtained in the control calli increased by 1.6 times to 885.75 mg g<sup>-1</sup> after 24 h following 10 min of UV light induction and reached the highest value of 970.75 mg g<sup>-1</sup> after 48 h. After 72 h, the total phenolic compounds decreased up to 804.08 mg g<sup>-1</sup>. The difference between the incubation times was not significant (Table 1).

Total phenolic content, measured as 992.417 mg g<sup>-1</sup> at 24<sup>th</sup> h for 15 min of UV irradiations, increased to 1009.08 mg g<sup>-1</sup> at 48<sup>th</sup> h and decreased to 879.08 mg g<sup>-1</sup> at 72<sup>nd</sup> h. The highest total phenolic content in callus was measured at 48<sup>th</sup> h and the lowest one was measured at 24<sup>th</sup> h of incubation. The differences between the incubation times were not significant (Table 1).

It was found that the total phenolic content obtained after 10 and 15 min UV irradiation were always higher than those of the control group and the difference was statistically significant ( $p < 0.05$ ). As compared the UV irradiation times, although the difference was not statistically significant, the irradiation of 15 min resulted in higher phenolic compound production (992.42 mg g<sup>-1</sup>, 1009.08 mg g<sup>-1</sup>, 879.08 mg g<sup>-1</sup>; respectively), the highest value was obtained at 48<sup>th</sup> h with 15 min UV irradiation time.

The effect of irradiation and incubation times on individual phenolic content is presented in Table 2.

Table 1. Effect of UV irradiation and incubation times on total phenolic compound content (mg g<sup>-1</sup>)

Çizelge 1. UV ışını uygulama ve inkübasyon sürelerinin toplam fenolik bileşik içeriğine (mg g<sup>-1</sup>) etkisi

UV Irradiation Time (min) UV Uygulama Süresi (dk)	Incubation Time (h) (İnkübasyon Süresi (sa))		
	24	48	72
	Mean ± SEM Ortalama±St. Hata	Mean ± SEM Ortalama±St. Hata	Mean ± SEM Ortalama±St. Hata
10	885.75* ± 82.17	970.75* ± 94.95	804.08* ± 51.20
15	992.42* ± 101.35	1009.08* ± 106.68	879.08* ± 82.98
Mean of the control group: Kontrol grubu ortalaması:	546.58 ± 19.65		
	546.58±19.65		

\* The difference from the control is statistically significant ( $p < 0.05$ ). SEM: Standard error of mean

Table 2. Effect of UV irradiation and incubation times on individual phenolic compound content

*Çizelge 2. UV ışını uygulama ve inkübasyon sürelerinin bireysel fenolik bileşik içeriğine etkisi*

Individual Phenolics ( $\mu\text{g g}^{-1}$ ) Bireysel Fenolikler ( $\mu\text{g g}^{-1}$ )	Incubation Time (h) İnkübasyon Süresi (sa)	UV Irradiation Time (min) (UV Işını Uygulama Süresi (dk))	
		10	15
		Mean $\pm$ SEM Ortalama $\pm$ St. Hata	Mean $\pm$ SEM Ortalama $\pm$ St. Hata
Protocatechuic acid	Control		7.47 $\pm$ 0.42
	24	5.28 b * $\pm$ 0.65	6.59 * $\pm$ 0.14
	48	7.66 a $\pm$ 0.53	8.64 $\pm$ 0.97
	72	6.88 ab $\pm$ 0.20	7.84 $\pm$ 1.22
Vanillic acid	Control		13.37 $\pm$ 1.56
	24	9.82 * $\pm$ 2.180	12.48 $\pm$ 0.98
	48	15.78 * $\pm$ 3.93	14.10 $\pm$ 0.51
	72	13.49 $\pm$ 1.95	11.91 $\pm$ 2.40
Rutin	Control		1.73 $\pm$ 0.35
	24	2.29 * $\pm$ 0.08	2.38 * $\pm$ 0.94
	48	1.71 $\pm$ 0.291	2.18 $\pm$ 0.83
	72	1.75 $\pm$ 0.19	1.69 $\pm$ 0.33
Gallic acid	Control		0.81 $\pm$ 0.15
	24	0.74 $\pm$ 0.13	1.31 $\pm$ 0.24
	48	0.99 $\pm$ 0.18	1.31 $\pm$ 0.32
	72	0.85 $\pm$ 0.11	0.84 $\pm$ 0.14
Chlorogenic acid	Control		4.57 $\pm$ 0.60
	24	6.04 $\pm$ 1.25	10.14 * $\pm$ 3.30
	48	14.56 * $\pm$ 6.31	10.67 * $\pm$ 2.94
	72	6.88 $\pm$ 1.24	9.07 * $\pm$ 1.14
Syringic acid	Control		0.47 $\pm$ 0.06
	24	0.31 $\pm$ 0.09	0.23 * $\pm$ 0.03
	48	0.30 * $\pm$ 0.04	0.33 $\pm$ 0.18
	72	0.35 $\pm$ 0.06	0.33 $\pm$ 0.08
<i>p</i> -coumaric acid	Control		0.13 $\pm$ 0.06
	24	0.36 $\pm$ 0.15	0.71 * $\pm$ 0.17
	48	0.55 $\pm$ 0.29	0.82 * $\pm$ 0.33
	72	0.09 $\pm$ 0.04	0.37 * $\pm$ 0.18
Ferulic acid	Control		0.16 $\pm$ 0.09
	24	0.41 b * $\pm$ 0.14	1.27 * $\pm$ 0.60
	48	1.09 a * $\pm$ 0.17	1.28 * $\pm$ 0.46
	72	0.39 b * $\pm$ 0.07	1.12 * $\pm$ 0.50
<i>g</i> -coumaric acid	Control		0.07 $\pm$ 0.05
	24	0.12 $\pm$ 0.02	0.09 $\pm$ 0.02
	48	0.17 $\pm$ 0.04	0.09 $\pm$ 0.01
	72	0.08 $\pm$ 0.03	0.08 $\pm$ 0.05
Phloridzin	Control		1.94 $\pm$ 0.98
	24	2.37 $\pm$ 0.89	3.54 * $\pm$ 1.70
	48	3.05 $\pm$ 0.38	4.16 * $\pm$ 2.16
	72	2.17 $\pm$ 0.94	2.98 $\pm$ 0.46
<i>trans</i> -resveratrol	Control		2.77 $\pm$ 0.87
	24	4.39 * $\pm$ 0.86	6.66 * $\pm$ 2.13
	48	5.42 * $\pm$ 1.39	7.09 * $\pm$ 2.84
	72	3.26 $\pm$ 0.54	4.74 * $\pm$ 1.93

<sup>a,b</sup>: The difference is statistically significant ( $p < 0.05$ ). SEM: Standard error of mean

\* The difference from the control is statistically significant ( $p < 0.05$ ).

Protocatechuic acid content was measured as 7.47  $\mu\text{g g}^{-1}$  (Table 2). This value decreased to 5.28  $\mu\text{g g}^{-1}$  at the 24<sup>th</sup> h of 10 min UV irradiation and increased again at the 48<sup>th</sup> h. This was slightly above the control (7.66  $\mu\text{g g}^{-1}$ ) and decreased again at the 72<sup>th</sup> h (6.88  $\mu\text{g g}^{-1}$ ). The difference of the 24<sup>th</sup> h from the control and differences among the incubation times were found to be statistically significant. Similarly, to 10 min irradiation, content of protocatechuic acid in callus decreased (6.59  $\mu\text{g g}^{-1}$ ) within 24 h after 15 min of UV

irradiation, increased again at 48<sup>th</sup> h and reached the maximum value of its group (8.64  $\mu\text{g g}^{-1}$ ) and decreased again at 72<sup>th</sup> h (7.84  $\mu\text{g g}^{-1}$ ). When both UV irradiation time were compared, it was determined that the difference between irradiation times was not significant, however, the 15 min irradiation resulted in higher accumulation than the 10 min irradiation (Table 2). For both irradiation times, the highest protocatechuic acid content was observed at the 48<sup>th</sup> h. Vanillic acid content of the callus was measured as

13.37  $\mu\text{g g}^{-1}$  in the control group and this value decreased within 24 h for both UV irradiations (10 min: 9.82  $\mu\text{g g}^{-1}$ ; 15 min: 12.48  $\mu\text{g g}^{-1}$ ). Effect of the irradiation times were appeared at the 48<sup>th</sup> h and increased to 15.78  $\mu\text{g g}^{-1}$  with the 10 min irradiation and to 14.10  $\mu\text{g g}^{-1}$  with the 15 min irradiation. At the end of the 72 h incubation (10 min: 13.49  $\mu\text{g g}^{-1}$ ; 15 min: 11.91  $\mu\text{g g}^{-1}$ ), a decrease was observed (Table 2). At the 48<sup>th</sup> h, the highest vanillic acid production was obtained for both 10 min and 15 min UV irradiation times and 10 min irradiation was found more effective than 15 min irradiation.

The rutin content was recorded as 1.73  $\mu\text{g g}^{-1}$  in control callus however, 10 min UV irradiation was effective at 24<sup>th</sup> h and the value increased 1.3 times (2.29  $\mu\text{g g}^{-1}$ ). For rutin content, interestingly a reduction was occurred (1.71  $\mu\text{g g}^{-1}$ ) even below the value of control at 48<sup>th</sup> h, however the value slightly increased to 1.75  $\mu\text{g g}^{-1}$  at 72<sup>nd</sup> h. Similarly, after 15 min of UV irradiation and 24 h of incubation, the rutin content in the callus was measured as 2.38  $\mu\text{g g}^{-1}$ . This value decreased to 2.18  $\mu\text{g g}^{-1}$  after 48 h of incubation. At 72<sup>nd</sup> h, reduction was below those of the control group (Table 2). As compared both UV irradiation times for rutin, it was determined that the 10 min irradiation showed a higher accumulation than 15 min irradiation (Table 2). The highest rutin content was observed at 24<sup>th</sup> h in both irradiation times.

When Table 2 was examined in terms of gallic acid, the content was determined as 0.81  $\mu\text{g g}^{-1}$  in the control callus, decreased to 0.74  $\mu\text{g g}^{-1}$  at the end of the 24 h incubation with 10 min UV induction an increased to 0.99  $\mu\text{g g}^{-1}$  after 48 h incubation. The content was recorded as 0.85  $\mu\text{g g}^{-1}$  in final incubation (72 h). For 15 min UV irradiation, gallic acid content increased at 24<sup>th</sup> h, unchanged at 48<sup>th</sup> h and decreased to about that of control at 72<sup>nd</sup> h (0.84  $\mu\text{g g}^{-1}$ ). The best irradiation and incubation time in terms of gallic acid were the 24<sup>th</sup> and 48<sup>th</sup> h incubation times after the 15 min UV irradiation (Table 2).

Chlorogenic acid contents are presented in Table 2. When the callus were induced with UV for 10 min, the initial value of 4.57  $\mu\text{g g}^{-1}$  reached 6.04  $\mu\text{g g}^{-1}$  at the first 24 h incubation time, and reached the maximum value (14.56  $\mu\text{g g}^{-1}$ ) with an increase of 2.4 times after the second 48 h incubation time, and decreased rapidly to 6.88  $\mu\text{g g}^{-1}$  after the final 72 h incubation time.

After 15 min UV irradiation, UV irradiation was effective immediately at 24 and 48 h, and chlorogenic acid content reached to 10.14  $\mu\text{g g}^{-1}$  and 10.67  $\mu\text{g g}^{-1}$ , respectively, with an approximate 2.3 times increased and then decreased to 9.07  $\mu\text{g g}^{-1}$  at 72<sup>nd</sup> h. The best UV irradiation time was 10 min, while the best incubation time was 48 h (Table 2).

As shown in Table 2, syringic acid concentration was measured as 0.47  $\mu\text{g g}^{-1}$  in the control callus. This value

decreased to 0.31  $\mu\text{g g}^{-1}$  after 24 h, and to 0.30  $\mu\text{g g}^{-1}$  after 48 h of UV irradiation for 10 min. At 72<sup>nd</sup> h, the value (0.35  $\mu\text{g g}^{-1}$ ) was lower than control. The results of 15 min UV irradiation were similar that of 10 min UV irradiation. While the syringic acid amount decreased to 0.23  $\mu\text{g g}^{-1}$  at 24 h, the value increased 1.4 times (0.33  $\mu\text{g g}^{-1}$ ) at 48 and 72 h (Table 2).

As seen in Table 2, after UV irradiation for 10 min, the *p*-coumaric acid content was observed as 0.13  $\mu\text{g g}^{-1}$  in control callus and increased to 0.36  $\mu\text{g g}^{-1}$  at 24<sup>th</sup> h and to 0.55  $\mu\text{g g}^{-1}$  at 48<sup>th</sup> h. At 72<sup>nd</sup> h, the content of *p*-coumaric acid decreased to 0.09  $\mu\text{g g}^{-1}$ . As a result of 15 min UV irradiation, the amount of *p*-coumaric acid (0.71  $\mu\text{g g}^{-1}$ ) started to increase at the first 24<sup>th</sup> h and reached to the highest value (0.82  $\mu\text{g g}^{-1}$ ) at 48<sup>th</sup> h, and the value decreased to 0.37  $\mu\text{g g}^{-1}$  at 72<sup>nd</sup> h (Table 2). For *p*-coumaric acid, the best UV irradiation time was 15 min and the best incubation time was 48 h.

Ferulic acid was measured as 0.16  $\mu\text{g g}^{-1}$  in the control callus. For 10 min UV irradiation, this value reached to 0.41  $\mu\text{g g}^{-1}$  at 24<sup>th</sup> h, and to 1.09  $\mu\text{g g}^{-1}$  at 48<sup>th</sup> h. At 72<sup>nd</sup> h, the content decreased to 0.39  $\mu\text{g g}^{-1}$ . For 15 min UV irradiation, ferulic acid content was determined as 1.27  $\mu\text{g g}^{-1}$  at 24<sup>th</sup> h. This value increased slightly (1.28  $\mu\text{g g}^{-1}$ ) at 48<sup>th</sup> h and decreased to 1.12  $\mu\text{g g}^{-1}$  at 72<sup>nd</sup> h. For ferulic acid, the highest efficiency was obtained at the 48<sup>th</sup> h and 15 min UV irradiation.

The *q*-coumaric acid value was 0.07  $\mu\text{g g}^{-1}$  in the control callus. This content increased 1.7 times and reached to 0.12  $\mu\text{g g}^{-1}$  at 24<sup>th</sup> h for 10 min UV irradiation. The maximum value was obtained as 0.17  $\mu\text{g g}^{-1}$  at 48<sup>th</sup> h. The content decreased to 0.08  $\mu\text{g g}^{-1}$  at 72<sup>nd</sup> h. Similarly, for 15 min UV irradiation, *q*-coumaric acid concentration increased within 48<sup>th</sup> h (0.09  $\mu\text{g g}^{-1}$  at 24 and 48 h) and decreased to 0.08  $\mu\text{g g}^{-1}$  at 72<sup>nd</sup> h. The best combination was 10 min UV irradiation and 48 h incubation time for *q*-coumaric acid (Table 2).

Phloridzin content of in the control group was measured as 1.94  $\mu\text{g g}^{-1}$ . This content reached to 2.37  $\mu\text{g g}^{-1}$  at 24<sup>th</sup> h, and to 3.05  $\mu\text{g g}^{-1}$  at 48<sup>th</sup> h for 10 min UV irradiation. At 72<sup>nd</sup> h, it decreased to 1.17  $\mu\text{g g}^{-1}$ . For 15 min UV irradiation, an increase occurred at 48<sup>th</sup> h and a decrease at 72<sup>nd</sup> h. The phloridzin content was 3.54  $\mu\text{g g}^{-1}$  in the first 24 h. The highest content was 4.16  $\mu\text{g g}^{-1}$  at 48<sup>th</sup> h and this value decreased to 2.98  $\mu\text{g g}^{-1}$  at 72<sup>nd</sup> h (Table 2). The best combination was 15 min UV irradiation and 48 h incubation time for phloridzin (Table 2).

The *trans*-resveratrol value was 2.77  $\mu\text{g g}^{-1}$  in the control callus. For 10 min UV irradiation, this content increased approximately 1.6 times and reached to 4.39  $\mu\text{g g}^{-1}$  at 24<sup>th</sup> h. This increase continued to 5.42  $\mu\text{g g}^{-1}$  at 48<sup>th</sup> h. Then decreased to 3.26  $\mu\text{g g}^{-1}$  at 72 h. For 15 min UV irradiation, *trans*-resveratrol content was found 6.66  $\mu\text{g g}^{-1}$  at 24<sup>th</sup> h, it increased to 7.09  $\mu\text{g g}^{-1}$  which was the maximum value at 48<sup>th</sup> h, then

decreased to 4.74  $\mu\text{g g}^{-1}$  at 72<sup>nd</sup> h (Table 2). The best combination was 15 min UV irradiation and 48 h incubation time for *trans*-resveratrol.

In the study, UV irradiation was found to be an effective elicitor for callus cultures and phenolic compound production. This finding is in line with Keskin and Kunter, (2007; 2008; 2009; 2010) and Çetin et al. (2011).

In addition to total phenolic content, the amount of 11 individual phenolic compounds were investigated in the study. All the compounds, except syringic acid, were positively affected by UV irradiation. As compared to the control, an increase was observed in the first 24 h, the maximum value was obtained at 48<sup>th</sup> h, and the contents decreased at 72<sup>nd</sup> h. Unlike other individual phenolics, the highest rutin content was observed within 24 h while gallic acid remained the same value at 24<sup>th</sup> and 48<sup>th</sup> h. On the other hand, as compared to the control, syringic acid value decreased during the incubation time.

The positive effect of UV irradiation is closely related to the irradiation time (Keskin 2019). As in many studies of the effect of UV irradiation time on the induction of phenolic compounds production (Keskin and Kunter, (2007, 2008, 2009, 2010); Çetin et al., 2011), the success achieved in the irradiation time with the incubation time. As a result of 10 and 15 min irradiations, it was determined that phenolic compounds can be produced successfully.

In this study the highest phenolic content was obtained at 48<sup>th</sup> h for both irradiation times (10 and 15 min). Bais et al. (2000), Takayanagi et al. (2004), Keskin and Kunter (2007, 2008, 2009, 2010); Lui et al. (2010); Keskin and Kunter (2017) reported that the 48<sup>th</sup> h was the best incubation time, which is consistent with the results of the study. The decrease in the content was realized at 72 h is an expected result. In the study, the values measured at this hour were found lower than control values in some combinations (Table 1). Keskin and Kunter (2007, 2008, 2009, 2010) explained this with the decreasing in the production of phenolic compounds due to the aging of callus. In addition, this can be due to the short-term persistence of secondary metabolites and the loss of their structure by enzymes after a certain stage of incubation (Charlwood et al. 1990).

## CONCLUSION

In this study, the production of phenolic compounds in 'Karaerik' cultivar was induced and determined by the tissue culture method by using the induction effect of ultraviolet (UV) light. The study provided a biotechnological approach to increase the production of phenolic compounds in grapevines. As a result of the study, it can be concluded that UV irradiation was effective in induction the production of phenolic

compounds in callus tissues of 'Karaerik' and this effect was closely related to the time. In the future studies, based on the successful results obtained in the method, local genotypes should be screened more broadly in *in vitro* conditions. Thus, it will be possible to introduce the country's native genotypes internationally.

## ACKNOWLEDGEMENTS

We are grateful for the financial support provided for this research by Van Yüzüncü Yıl University Scientific Research Project Coordination (FYL-2018-7285).

## Statement of Conflict of Interest

Authors have declared no conflict of interest.

## Author's Contributions

The contribution of the authors is equal.

## REFERENCES

- Atak A, Göksel Z 2019. Determination of Some Phenolic Substance Changes in Cultivar/Genotypes of Different *Vitis* Species. Ege Univ Ziraat Fak Derg 56 (2):153-161.
- Bais AJ, Murphy PJ, Dry IB 2000. The Molecular Regulation of Stilben Phytoalexin Biosynthesis in *Vitis vinifera* During Grape Berry Development. Aust. J. Plant Physiol 27: 425-433.
- Barz W, Daniel S, Hindeer W, Jaques U, Kessman H, Koster J, Otto C, Tiemann K 1988. Elicitation and Metabolism of Phytoalexins in Plant Cell Cultures. In: Application of Plant Cell and Tissue Culture, CIBA Foundation Symposium 137, Toronto, 178-198.
- Bonello M, Gašić U, Tešić Ž, Attard E 2019. Production of Stilbenes in Callus Cultures of the Maltese Indigenous Grapevine Variety, Gellewza. Molecules 24: 2112.
- Canturk S, Kunter B, Çoksarı G 2018. Effects of Kaolin and Dicarboxylic Acid Based Stress Inhibitors on Aroma Composition of Two Table Grape Cultivars (*Vitis vinifera* L.). Acta Sci.Pol. Hortorum Cultus 17(5): 37-46.
- Castro-Lopez L, Castillo-Sanchez G, D'iaz-Rubio L, Cordova-Guerrero I 2019. Total Content of Phenols and Antioxidant Activity of Grape Skins and Seeds Cabernet Sauvignon Cultivated in Valle de Guadalupe, Baja California, Mexico. BIO Web of Conferences 15: 04001.
- Charlwood BV, Charlwood KA, Molina-Torres J 1990. Accumulation of Secondary Compounds by Organized Plant Cultures. P: 167-300. In: Secondary Products from Plant Tissue Culture. Eds. Charlwood, B. V., Rhodes, M. J. C., Clarendon Pres, Oxford.
- Colombo F, Di Lorenzo C, Regazzoni L, Fumagalli M, Sangiovanni E, Peres de Sousa L, Bavaresco



- L, Tomasi D, Bosso A, Aldini G, Restani P, Dell'Agli M 2019. Phenolic Profiles and Anti-inflammatory Activities of Sixteen Table Grape (*Vitis vinifera* L.) varieties. Food and Function 10(4): 1797-1807.
- Çetin ES, Uzunlar F, Baydar NG 2011. UV-C Uygulamasının Gamay Üzüm Çeşidine Ait Kalluslarda Sekonder Metabolit Üretimi Üzerine Etkileri. Gıda 36(6): 319-326.
- Di Lorenzo C, Colombo F, Biella S, Orgiu F, Frigerio G, Regazzoni L, de Sousa L P, Bavaresco L, Bosso A, Aldini G, Restani P 2019. Phenolic Profile and Antioxidant Activity of Different Grape (*Vitis vinifera* L.) varieties. BIO Web of Conferences 12: 04005.
- Gamborg OL, Miller R, Ojima K 1968. Nutrient Requirement Suspensions Cultures of Soybean Root Cells. Experimental Cell Res. 50: 151-158.
- Gökçen İS, Keskin N, Kunter B, Cantürk S, Karadoğan B 2017. Üzüm Fitokimyasalları ve Türkiye'de Yetiştirilen Üzüm Çeşitleri Üzerindeki Araştırmalar. Turkish Journal of Forest Science: 1(1): 93-111.
- Keskin N 2019. Asmanın Kalkanı: Stilbenler. Tarım Bilimlerinde Güncel Araştırma ve Değerlendirmeler. Ed: Kunter B ve Keskin N. Stamparija Iype, Cetinje, 29-46 sy.
- Keskin N, Kunter B 2007. Erciş Üzüm Çeşidinin Kallus Kültürlerinde UV Işını Etkisiyle Resveratrol Üretimini Uyarılması. Tarım Bilimleri Dergisi 13: 379-384.
- Keskin N, Kunter B 2008. Production of *trans*-resveratrol in 'Cabernet Sauvignon' (*Vitis vinifera* L.) Callus Culture in Response to Ultraviolet-C Irradiation. Vitis 47(4):193-196.
- Keskin N, Kunter B 2009. The Effects of Callus Age, UV Irradiation and Incubation time on *trans*-resveratrol Production in Grapevine Callus Culture. Journal of Agricultural Sci. 15(1): 9-13.
- Keskin N, Kunter B 2010. Production of *trans*-resveratrol in Callus Tissue of Öküzgözü (*Vitis vinifera* L.) in Response to Ultraviolet-C Irradiation. The J. Anim. Plant. Sci 20(3): 197-200.
- Keskin N, Kunter B 2017. Stilbenes Profile in Various Tissues of Grapevine (*Vitis vinifera* L. cv. 'Ercis'). JEPE 19(3): 1259-1267.
- Kunter B, Cantürk S, Keskin N 2013. Üzüm Tanesinin Histokimyasal Yapısı. Iğdır Üni. Fen Bilimleri Enst. Der 3(2): 17-24.
- Liu W, Liu CY, Yang CX, Wang LJ, Li SH 2010. Effect of Grape Genotype and Tissue Type on Callus Growth and Production of Resveratrols and Their Piceids After UV-C Irradiation. Food Chem 122: 475-481.
- López-Vélez M, Martinez F, Del Valle-Ribes C 2003. The Study of Phenolic Compounds as Natural Antioxidants in Wine. Crit. Rev. Food Sci. Nutr 43: 233-244.
- Lutz M, Jorquera K, Cancino B, Ruby R, Henriquez C 2011. Phenolics and Antioxidant Capacity of Table Grape (*Vitis vinifera* L.) Cultivars Grown in Chile. J Food Sci 76:C1088-C1093.
- Murashige T, Skoog F 1962. A Revised Medium for Rapid Growth and Bioassays with Tobacco Tissue Cultures. Physiol. Plant 15: 473-497.
- Oğuz D, Keskin N, Özdemir FA 2020. Induction of Anthocyanin Accumulation in Callus Culture of 'Karaerik' (*Vitis vinifera* L.) by UV Irradiation Effect. Turkish Journal of Agricultural Research, 7(1): 96-104.
- Perestrello R, Lu Y, Santos S, Silvestre AJD, Neto CP, Camara JS, Rocha SM 2012. Phenolic Profile of Sercial and Tinta Negra *Vitis vinifera* L. Grape Skins by HPLC-DAD-ESI-MSn. Food Chem 135:94-104.
- Ribéreau-Gayon P, Gloires Y, Maujean A, Dubourdieu D 2000. Handbook of Enology Volume 2: The Chemistry of Wine and Stabilization and Treatments, John Wiley and Sons Ltd., West Sussex, England, pp 129-185.
- Rodriguez-Delgado MA, Malovana S, Perez JP, Borges T, Garcia-Montelongo FJ 2001. Separation of Phenolic Compounds by High-Performance Liquid Chromatography with Absorbance and Fluorimetric Detection. Journal of Chromatography, 912: 249-257.
- Rodríguez-Montealegre R, Romero-Peces R, Chacón-Vozmediano JL, Martínez-Gascuña J, García-Romero E 2006. Phenolic Compounds in Skins and Seeds of Ten Grape *Vitis vinifera* Varieties Grown in a Warm Climate. J Food Compos Anal 19:687-693.
- Swain, T., Hillis, W. E., 1959. The Phenolic Constituents of *Prunus domestica* L. the Quantitative Analysis of Phenolic Constituents. Journal of the Science of Food and Agriculture 10: 63-68.
- Takayanagi T, Okuda T, Mine Y, Yokotsuka K 2004. Induction of Resveratrol Biosynthesis in Skins of Three Grape Cultivars by Ultraviolet Irradiation. Journal of the Japanese Society for Horticultural Science 73(3): 193-199.
- Versari, A., Parpinello, G. P., Tornielli, G. B., Ferrarini, R., & Giulivo, C. (2001). Stilbene compounds and stilbene synthase expression during ripening, wilting and UV treatment in grape cv. Corvina. Journal of Agricultural and Food Chemistry 49(11): 5531-5536.

## Alanya Ekolojik Koşullarında Yetiştirilen Hass ve Fuerte Avokado Çeşitlerinin Bazı Fitokimyasal İçerikleri ile Antioksidan Aktivitelerinin Belirlenmesi

Zehra Tuğba MURATHAN<sup>1\*</sup>, Armağan KAYA<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Malatya Turgut Özal Üniversitesi, Battalgazi Meslek Yüksekokulu, Park ve Bahçe Bitkileri Bölümü, Battalgazi/Malatya, <sup>2</sup>Alanya Alaaddin Keykubat Üniversitesi, Rafet Kayış Mühendislik Fakültesi, Mühendislik Temel Bilimleri Bölümü, Alanya/Antalya

<sup>1</sup><http://orcid.org/0000-0002-1468-7240>, <sup>2</sup><http://orcid.org/0000-0002-6776-3497>

✉: zehra.murathan@ozal.edu.tr

### ÖZET

Bu çalışmada, Alanya ekolojik koşullarında yetiştirilen Hass ve Fuerte avokado çeşitlerinin meyve ve yaprak dokularında toplam fenolik madde, toplam flavanoid madde, toplam askorbik asit ve pigment içerikleri ile antioksidan kapasiteleri belirlenmiştir. Çalışma sonucunda yaprak ekstraktlarının meyve ekstraktlarına oranla daha yüksek toplam fenolik madde, toplam flavanoid madde, toplam askorbik asit içeriği ile antioksidan kapasiteye sahip oldukları belirlenmiştir. Ekstraktların ABTS (2,2'-azino-bis (3-ethylbenzothiazoline-6-sulfonic acid) radikali süpürücü aktivitelerinin %35.9 (Hass meyve ekstraktı) ile %60.5 (Fuerte yaprak ekstraktı), DPPH (1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl) radikali süpürücü aktivitelerinin %30.7 (Hass meyve ekstraktı) ile %51.4 (Fuerte yaprak ekstraktı), FRAP (Demir iyonu indirgeyici antioksidan güç) değerlerinin ise 130.8  $\mu\text{mol FeII g}^{-1}$  (Hass meyve ekstraktı) ile 267.5  $\mu\text{mol FeII g}^{-1}$  (Fuerte yaprak ekstraktı) arasında değiştiği belirlenmiştir. Ekstraktlarda klorofil a değerlerinin klorofil b değerlerine göre daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. En yüksek toplam klorofil içeriği Hass ve Fuerte çeşitlerinin yaprak ekstraktlarında (sırasıyla 22.89 ve 21.72  $\mu\text{g g}^{-1}$ ) tespit edilmiştir. Toplam karotenoid içeriği yine yaprak örneklerinde meyve örneklerine göre daha yüksek bulunurken, bu değerlerin 0.07  $\mu\text{g g}^{-1}$  (Hass meyve ekstraktı) ile 4.16  $\mu\text{g g}^{-1}$  (Fuerte yaprak ekstraktı) arasında değiştiği belirlenmiştir.

### Araştırma Makalesi

#### Makale Tarihiçesi

Geliş Tarihi : 14.01.2020

Kabul Tarihi : 29.05.2020

#### Anahtar Kelimeler

Antioksidan

Avokado

Fenolik

Persea americana

Pigment

## Investigation of Some Phytochemical Contents and Antioxidant Activities of Hass and Fuerte Avocado Cultivars Grown in Alanya Ecological Conditions

### ABSTRACT

In this study, total phenolic, total flavanoid, total ascorbic acid and pigment contents with antioxidant capacities were determined based on three different methods of leaf and fruit methanolic extracts of Hass and Fuerte avocado cultivars grown in Alanya ecological conditions. As a result of the study, it was determined that leaf extracts contain higher total phenolic content, total flavanoid content, total ascorbic acid content and antioxidant capacity than those of fruit extracts. ABTS (2,2'-azino-bis (3-ethylbenzothiazoline-6-sulfonic acid) radical scavenging activity of extracts was 35.9% (Hass fruit extract) and 60.5% (Fuerte leaf extract), DPPH radical scavenging activity was (1,1-diphenyl-2-) picrylhydrazyl) between 30.7% (Hass fruit extract) and 51.4% (Fuerte leaf extract), FRAP (Ferric ion reducing antioxidant power) value was 130.8  $\mu\text{mol FeII g}^{-1}$  (Hass fruit extract) and 267.5  $\mu\text{mol FeII g}^{-1}$  (Fuerte leaf extract) has been determined. The chlorophyll a values of the extracts were found to be higher than the chlorophyll b values. The highest total chlorophyll content was found in leaf extracts of Hass and Fuerte cultivars (22.89 and 21.72  $\mu\text{g g}^{-1}$ , respectively). Total carotenoid content was higher in leaf samples than fruit samples and it was found that it ranged from 0.07  $\mu\text{g g}^{-1}$  (Hass fruit extract) to 4.16  $\mu\text{g g}^{-1}$  (Fuerte leaf extract).

### Research Article

#### Article History

Received : 14.01.2020

Accepted : 29.05.2020

#### Keywords

Antioxidant

Avocado

Phenolic

Persea americana

Pigment

**To Cite** : Murathan ZT, Kaya A 2020. Alanya Ekolojik Koşullarında Yetiştirilen Hass ve Fuerte Avokado Çeşitlerinin Bazı Fitokimyasal İçerikleri ile Antioksidan Aktivitelerinin Belirlenmesi. KSÜ Tarım ve Doğa Derg 23 (6): 1435-1440. DOI: 10.18016/ksutarimdog.vi.674647.

## GİRİŞ

Avokado (*Persea americana*) defnegiller familyasına mensup, subtropik bir meyvedir. İsmi İspanyolca'dan türemiş ve "Amerikan armudu" anlamına gelmektedir. Meksika'da 10.000 yıl önceden beri yetiştirildiği bilinmektedir (Bayram, 2010). FAO (2019) verilerine göre dünya genelinde avokado üretimi 2017 yılı için 5.924.398 tondur. Dünyada en fazla avokado üretimi yapan ülkeler Meksika, Dominik Cumhuriyeti, Peru, Endonezya, Kolombiya, Brezilya ve Kenya gibi ülkelerdir. 1970 yılında Kaliforniya (ABD)'den ülkemize 7 çeşit getirilerek adaptasyon çalışmaları yapılmış ve Fuerte, Hass, Bacon ve Zutano çeşitlerinin Alanya/Antalya ekolojik koşullarına uyum sağladığı belirlenmiştir (Bayram, 2010). TÜİK (2019) verilerine göre ülkemizde avokado üretimi 2017 yılında 2.765 ton iken, 2018 yılında 3.164 ton olmuştur. 2018 yılında gerçekleşen bu üretimi 2.567 tonla Antalya, 496 tonla Mersin, 79 tonla Muğla ve 22 tonla Hatay illeri desteklemiştir.

Avokado meyvesi besinsel içeriğinden ötürü birçok diyet uzmanları tarafından önerilmektedir. Meyve yaklaşık %80 oranında su ve bol miktarda çözünbilir diyet lifi içermektedir. Meyvede doymamış yağ oranı yüksek iken, şeker oranı düşüktür. İçeriğinde A, D ve E vitaminleri ile Fe, P, Mg, S ve Cu elementleri bol miktarda bulunmaktadır. Ayrıca glutatyon, lutein, antraksantin, neoksantin, violaksantin gibi karotenoid antioksidanlar, fenolik antioksidanlar ve fitosteroller de içermektedir (Yeşiloğlu, 2006). Bütün bu yararlı besin bileşenleri sayesinde katarakt oluşumu, vasküler ve diyabetik hastalıklar, obezite, kanser, kolesterol ve iltihabi hastalıkların önlenmesinde, ayrıca yaşlanma sürecinin yavaşlatılmasında oldukça büyük bir öneme sahiptir (Lidebjer ve ark., 2007; Lo ve ark., 2012; Tabeshpour ve ark., 2017). Avokado yaprağı da halk arasında böbrek taşı, depresyon ve astım gibi hastalıkların tedavisinde kullanılmaktadır (Baytop, 1984).

Bu çalışmada Alanya ekolojik koşullarında yetiştiriciliği yapılan Hass ve Fuerte avokado çeşitlerinin meyve ve yaprak dokusu ekstraktlarının toplam fenolik madde, toplam flavanoid madde, toplam askorbik asit, klorofil ve toplam karotenoid içerikleri ile üç farklı metoda göre antioksidan kapasiteleri belirlenmiştir.

## MATERYAL ve METOT

### Bitkisel Materyaller

Çalışmada Alanya ilçesinin Kestel mevkiindeki Ziraat Odası'na ait tropikal bitkiler bahçesinde yer alan Hass ve Fuerte avokado çeşitlerine ait meyve ve yaprak

örnekleri kullanılmıştır. Çeşitlere ait bilgiler aşağıda verilmiştir.

**Fuerte**: 1911 yılında Meksika'da bulunmuştur. 1913 yılında Kaliforniya'daki aşırı soğuklara dayandığı için kuvvetli anlamına gelen 'Fuerte' ismi verilmiştir. Ağaçları kuvvetli, iri ve dağınık büyümektedir. Yapraklarında anason kokusu bulunmaktadır. Meyveleri armut şekilli 170-500 g ağırlıklı, meyve kabuğu hafif pürüzlü, yeşil, sert, incedir. Olgunluk zamanı Kasım-Haziran ayları arasındadır (Tuzcu, 1996).

**Hass**: Meyve ağırlığı yaklaşık 300 g'dır. Meyve armut şeklindedir. Meyve kabuğu yeşilken, olgunlaştıkça mor renge dönüşür. Meyve kabuğu hafif pürüzlü ve parlaktır (Tuzcu, 1996).

Çeşitlerden meyve ve yaprak örnekleri Mayıs ayında toplanarak laboratuvara getirilmiştir. Yaprak örnekleri hemen ekstrakte edilirken, meyve örnekleri olgunlaşmaları için 3 gün oda sıcaklığında bekletildikten sonra ekstrakte edilmiştir.

### Ekstraksiyon Metodu

5'er g meyve eti ve yaprak örneği 50 ml metanolle (%80) Ultra-Turrax (WiseTis® homogenizer, HG 15A) ile homojenize edildikten sonra 24 saat dairesel çalkalamalı inkübatörde (ACMI 006) 4 °C'de bekletilmiş ve sonrasında 10 dk süreyle 10000 rpm'de santrifüj edilmiştir. Elde edilen süpernatant toplam flavanoid madde, toplam fenolik madde ve antioksidan kapasite ölçümlerinde kullanılmıştır. Toplam askorbik asit ölçümleri için metanol yerine okzalik asitle (%0.4) aynı ekstraksiyon metodu kullanılarak elde edilen süpernatant kullanılmıştır.

### Toplam Fenolik Madde Tayini

Toplam fenolik madde tayini Folin-Ciocalteu yöntemine göre belirlenmiştir (Spanos ve Wrolstad, 1992). Bunun için 200 µl ekstrakt, 1000 µl folin-ciocalteu ve 800 µl (%7.5) Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> karıştırıldıktan sonra oda sıcaklığında 2 saat inkübe edilmiştir. Daha sonra karışımın toplam fenolik madde içeriği spektrofotometrede 750 nm dalga boyunda belirlenmiştir. Numunelerin toplam fenolik madde içerikleri gallik asit standardından faydalanılarak mg 100 g<sup>-1</sup> cinsinden hesaplanmıştır.

### Toplam Flavanoid Madde Tayini

Toplam flavanoid madde tayini Quettier ve ark. (2000)'na göre tespit edilmiştir. 1 ml ekstrakt ile 1 ml %2'lik AlCl<sub>3</sub> karıştırıldıktan sonra oda sıcaklığında 1 saat inkübe edilmiştir. Numunelerin toplam flavanoid madde miktarları 415 nm dalga boyunda

spektrofotometre ile belirlenmiş ve quersetin ile hazırlanmış olan kalibrasyon eğrisinden faydalanılarak mg 100 g<sup>-1</sup> cinsinden hesaplanmıştır.

### Toplam Askorbik Asit Tayini

Toplam askorbik asit tayini AOAC (1990)'a göre belirlenmiştir. 100 µl ekstrakt, 400 µl %0.4'lük okzalik asit ve 4.5 ml 2,6-diklorofenolindofenol çözeltisi ile karıştırıldıktan sonra çözeltinin absorbansı spektrofotometrede 520 nm'de ölçülmüştür. Toplam askorbik asit miktarı askorbik asit standardı kullanılarak hazırlanan kalibrasyon grafiği ile mg 100 g<sup>-1</sup> cinsinden hesaplanmıştır.

### Antioksidan Kapasite Tayini

#### DPPH Serbest Radikali Süpürücü Aktivite

4 ml DPPH solüsyonu (0.1 M) ile 1 ml ekstrakt birleştirilmiş, 30 dk karanlık bir ortamda, çalkalayıcıda inkübe edilmiştir. Absorbans ölçümleri 515 nm dalga boyunda spektrofotometrede yapılmıştır. DPPH radikali süpürücü aktivite %DPPH=(Akontrol-Aörnek)/Akontrol x 100 formülüyle belirlenmiştir (Rezaeirad ve ark., 2013).

#### ABTS Serbest Radikali Süpürücü Aktivite

ABTS serbest radikali süpürücü aktivite Re ve ark. (1999)'nın kullandığı metoda göre yapılmıştır. Bunun için 7 mM ABTS ile 2.45 mM potasyum per sülfattan 1:1 oranında stok solüsyon hazırlanmış, 16 saat karanlık bir ortamda bekletilmiştir. Stok solüsyonun absorbansı 734 nm dalga boyunda 0.7±0.05 olana kadar metanolla seyreltilmiştir. 150 µl ekstrakt 2.85 ml seyreltilmiş ABTS solüsyonuyla birleştirilmiş ve 6 dk oda sıcaklığında bekletildikten sonra karışımın absorbansı 734 nm'de ölçülmüştür. ABTS radikali süpürücü aktivite %ABTS=(Akontrol-Aörnek)/Akontrol x 100 formülüyle belirlenmiştir.

#### Demir iyonu indirgeyici antioksidan güç (FRAP)

FRAP yöntemi Benzie ve Strain (1996)'in kullandığı metoda göre yapılmıştır. Bunun için 25 ml sodyum asetat tamponu (300 mM, pH3.6), 2.5 ml TPZT çözeltisi (10 mM in 40 mM HCl) ve 2.5 ml FeCl<sub>3</sub>.6H<sub>2</sub>O (20 mM) çözeltisinin karışımıyla FRAP çözeltisi hazırlanmıştır. Hazırlanan çözelti 37 °C'de su banyosunda ılıtılmıştır. Daha sonra 100 µl ekstrakt ve 3 ml FRAP çözeltisi ile karıştırılmıştır. Karışımın absorbansı 4 dk sonra spektrofotometrede 593 nm dalga boyunda belirlenmiştir. Demir iyonu indirgeyici antioksidan güç FeSO<sub>4</sub> standart eğrisi kullanılarak µmol Fe(II) g<sup>-1</sup> olarak hesaplanmıştır.

### Pigment Tayini

Pigment tayini De-Kok ve Graham (1980)'in kullandığı metoda göre yapılmıştır. Bunun için 1 g meyve veya yaprak numunesi aseton (50 ml) ile homojenize edilmiş

ve 30 dk çalkalamalı etüvde inkübe edilmiştir. Bir gece buzdolabında bekletildikten sonra örnek filtre edilmiş ve beşte biri kadar distile su ile karıştırılmıştır. Daha sonra 15 dk çalkalamalı inkübatörde (ACMI 006) 25 °C'de bekletilmiş ve 10 dk 3000 rpm'de santrüfuj edilmiştir. Süpernatantların absorbansı 470, 645 ve 662 nm'de ölçülmüştür. Sonuçlar aşağıdaki gibi hesaplanmıştır (Lichtenthaler and Welburn, 1983);

Klorofil a: 11.75\*A662-2.35\*A662

Klorofil b: 18.61\*A645-3.96\*A662

Toplam Karotenoid: (1000\*A470-2.27\*Klorofil a-81.4\*Klorofil b)/227

Toplam klorofil: Kla+Klb

### İstatistiksel Analizler

Çalışmada her meyve ve yaprak numunesi için üç tekrarlı analiz yapılarak ortalama değerler belirlenmiştir. Ortalama değerler ve standart sapmalar SPSS 20.0 paket programı ile belirlenmiştir. Ortalamalar arasındaki farklılıklar Duncan (1955) çoklu karşılaştırma testi ile belirlenmiştir (p<0.05).

### BULGULAR ve TARTIŞMA

Avokado meyve ve yaprak ekstraktlarının bazı biyoaktif bileşen içerikleri ile antioksidan kapasite sonuçları Çizelge 1'de verilmiştir. Buna göre yaprak ekstraktlarının meyve ekstraktlarına oranla daha yüksek toplam fenolik madde, toplam flavanoid madde ve toplam askorbik asit içerdikleri belirlenmiştir. En yüksek toplam fenolik madde içeriği Fuerte çeşidinin yaprak ekstraktlarında (352.3 mg 100 g<sup>-1</sup>), en düşük içerik ise Hass çeşidinin meyve ekstraktlarında (145.2 mg 100 g) görülmüştür. Toplam flavanoid madde içeriği Hass ve Fuerte çeşitlerinin yaprak ekstraktlarında benzer bulunmuş ve istatistiksel olarak bir farklılığa rastlanmamıştır (p<0.05). En düşük toplam flavanoid madde içeriği Fuerte çeşidinin meyve ekstraktında (56.3 mg 100 g<sup>-1</sup>) tespit edilmiştir. Örneklerin toplam askorbik asit içeriği 219.2 mg 100 g<sup>-1</sup> (Hass meyve ekstraktı) ile 354.1 mg 100 g<sup>-1</sup> (Fuerte yaprak ekstraktı) arasında değişiklik göstermektedir. Daha önce yapılan çalışmalara bakıldığında Wu ve ark. (2004) avokado meyve etlerinin her 30 gramında 60-140 mg arasında fenolik bileşen bulunduğunu bildirmişlerdir. Tremocoldi ve ark. (2018) Brezilya'da yetiştirilen Hass ve Fuerte çeşitlerinin kabuk ve tohumlarının toplam fenolik madde içeriklerinin sırasıyla 63.5, 120.3 mg g<sup>-1</sup> ile 57.3, 59.2 mg g<sup>-1</sup> olduğunu bildirmişlerdir. Wang ve ark. (2010) 8 avokado çeşidinin meyve etinde toplam fenolik madde içeriğinin 0.6 ile 4.9 mg g<sup>-1</sup> arasında değiştiğini, Hass çeşidinde ise bu değer 4.9 mg g<sup>-1</sup> olduğunu tespit etmişlerdir. Segovia ve ark. (2018) avokado çekirdeklerinin etanol/su (1:1) ekstraktlarının toplam fenolik madde içeriğinin 30.98 mg g<sup>-1</sup> olduğunu bildirmişlerdir. Rotta ve ark. (2016) avokado

kabuklarının toplam fenolik madde içeriğinin 621.36 mg kg<sup>-1</sup>, toplam flavanoid madde içeriğinin ise 536.89 mg kg<sup>-1</sup> olduğunu bildirmişlerdir. Diğer yandan Wang ve ark. (2016) avokado meyvesinin iyi miktarda askorbik asit içeriğine sahip olduğunu bildirmiştir. Çalışma sonuçları arasındaki bu farklılıklar bitkilerin yetiştiği ortamın iklimsel ve coğrafik özelliklerinden kaynaklanabileceği gibi, metotsal farklılıklar ve hasat zamanlarındaki farklılıklar da sonuçları etkileyebilmektedir.

Avokado bitkisinin yaprakları, meyve eti, tohumu, kabukları ve kökleri gibi kısımlarından elde edilen ekstraktların farklı düzeylerde antioksidan aktiviteye sahip olduğu ve bu sayede oksidatif stres ve hücrel oksidasyon reaksiyonlarını nötralize ettiği bildirilmiştir (Abdulazeez ve Ponnusamy, 2016; Wang ve ark., 2016). Çalışmada yaprak dokularının meyve etinden daha fazla antioksidan kapasiteye de sahip olduğu, her üç metoda göre de en yüksek antioksidan kapasitenin Fuerte çeşidinin yapraklarında olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 1). Ekstraktların ABTS radikali süpürücü aktivitelerinin %35.9 (Hass meyve ekstraktı) ile %60.5 (Fuerte yaprak ekstraktı), DPPH radikali süpürücü aktivitelerinin %30.7 (Hass meyve ekstraktı) ile %51.4 (Fuerte yaprak ekstraktı), FRAP değerlerinin ise 130.8 µmol FeII g<sup>-1</sup> (Hass meyve

ekstraktı) ile 267.5 µmol FeII g<sup>-1</sup> (Fuerte yaprak ekstraktı) arasında değiştiği belirlenmiştir. DPPH radikali süpürücü aktivite değerlerine göre Hass ve Fuerte çeşitlerinin meyve ekstraktlarında, Hass ve Fuerte çeşitlerinin yaprak ekstraktlarında, yine FRAP değerlerine göre Hass ve Fuerte çeşitlerinin meyve ekstraktlarında istatistiksel olarak farklılık ortaya çıkmamıştır (p<0.05). Owolabi ve ark. (2010) avokado yapraklarından izole ettikleri fitobileşen maddelerinin sahip oldukları antioksidan aktiviteleri DPPH yöntemi kullanılarak değerlendirmişlerdir. Çalışma sonucunda avokado yapraklarının iyi derecede antioksidan kapasiteye sahip olduğu belirlenmiştir. Bir diğer çalışmada ise Asaolu ve ark. (2010) avokado yaprak fitobileşenlerinin önemli oranda antioksidan kapasiteye sahip olduğunu bildirmişlerdir. Başka bir çalışmada, avokadonun antioksidan aktivitesi, bitkinin farklı kısımlarından elde edilen ekstraktlarda farklılıklar göstermiştir. DPPH metodunun kullanıldığı analizlerde antioksidan kapasite; yaprak> kabuk> yağ> posa şeklinde bulunmuştur (Kumar ve Cumbalı, 2016). Tremocoldi ve ark. (2018) ise Brezilya'da yetiştirilen Hass ve Fuerte çeşitlerinin kabuk ve tohumlarının DPPH radikali süpürücü aktivitelerinin sırasıyla 310 ile 464.9 µmol g<sup>-1</sup>, 580.8 ile 1004 µmol g<sup>-1</sup> ve FRAP değerlerinin ise 656.9 ile 1881 µmol FeII g<sup>-1</sup> olduğunu tespit etmişlerdir.

Çizelge 1. Avokado meyve ve yaprak ekstraktlarında bazı biyoaktif bileşenleri ile antioksidan kapasite sonuçları  
*Table 1. Some bioactive components and antioxidant capacity of avocado fruit and leaf extracts*

	<b>Toplam Fenolik Madde (mg 100 g<sup>-1</sup>)</b>	<b>Toplam Flavanoid Madde (mg 100 g<sup>-1</sup>)</b>	<b>Toplam Askorbik Asit (mg 100 g<sup>-1</sup>)</b>	<b>ABTS (%)</b>	<b>DPPH (%)</b>	<b>FRAP (µmol FeII g<sup>-1</sup>)</b>
<b>Hass meyve eti</b>	145.2±10.3d	65.6±8.9b	219.2±15.8d	35.9±3.60d	30.7±6.4b	130.8±5.9c
<b>Hass yaprak</b>	261.1 ±16.9b	89.8±5.6a	286.5±12.3c	53.8±3.93b	50.9±5.3a	221.7±12.8b
<b>Fuerte meyve eti</b>	216.9±17.5c	56.3±1.9c	302.4±26.8b	40.2±7.4c	32.4±6.8b	146.6±11.9c
<b>Fuerte yaprak</b>	352.3±30.1a	85.6±1.7a	354.1±23.6a	60.5±3.7a	51.4±2.5a	267.5±9.5a

Aynı sütunda gösterilen farklı harfler (a-d) Duncan çoklu karşılaştırma testine göre istatistiksel olarak farklılıkları göstermektedir (p<0.05).

*Different letters (a-d) within the columns indicate statistically significant differences by Duncan's multiple range test at p<0.05.*

Klorofiller bitkilerde antioksidan potansiyele sahip en önemli bileşenlerdendir (Lanfer-Marquez ve ark., 2005). Çalışmada avokado meyve ve yaprak ekstraktlarının pigment analiz sonuçları Çizelge 2'de verilmiştir. Buna göre ekstraktlarda klorofil a değerlerinin klorofil b değerlerine göre daha yüksek olduğu belirlenmiştir. En yüksek klorofil a değeri Hass ve Fuerte çeşitlerinin yaprak ekstraktlarında (sırasıyla 14.94 ve 14.23 µg g<sup>-1</sup>), en düşük değer ise Hass ve Fuerte çeşitlerinin meyve ekstraktlarında (sırasıyla 5.88 ve 6.60 µg g<sup>-1</sup>) tespit edilmiştir. En yüksek toplam klorofil içeriği Hass ve Fuerte çeşitlerinin yaprak ekstraktlarında (sırasıyla 22.89 ve 21.72 µg g<sup>-1</sup>) tespit edilmiştir. Mooz ve ark. (2012) 4 farklı çeşit (Avocado, Guatemala, Dickinson ve Butter pear) avokado meyve etinde klorofil miktarını 8.09-

16.39 mg ml<sup>-1</sup> arasında tespit etmişlerdir.

Karotenoidler A vitamini öncül maddesi olan ve en iyi bilinen antioksidanlardandır. Avokadoda en fazla bulunan karotenoidler zeaksantin, lutein ve b-karotendir. Avokado meyveleri özellikle ksantofil karotenoidleri bakımından çok zengindir (Lu ve ark., 2005). Avokado meyvesi olgunlaştıkça meyve etindeki karotenoid miktarı azalmaktadır (Ashton ve ark., 2006). Çalışmamızda, toplam karotenoid içeriği yine yaprak örneklerinde meyve örneklerine göre daha yüksek bulunmuş olup, bu içeriğin 0.07 µg g<sup>-1</sup> (Hass meyve ekstraktı) ile 4.16 µg g<sup>-1</sup> (Fuerte yaprak ekstraktı) arasında değiştiği belirlenmiştir. Mooz ve ark. (2012) avokado meyve etinde karotenoid miktarını 1.72-5.65 mg ml<sup>-1</sup> arasında tespit etmişlerdir. Requejo-Jackman ve ark. (2005) Yeni

Zelanda'da soğuk sıkım avokado yağında klorofil ve karotenoid değerlerini 40-60  $\mu\text{g g}^{-1}$  ve 3.2  $\mu\text{g g}^{-1}$  olarak bildirmişlerdir. Wang ve ark. (2010) ise 8 avokado çeşidinin meyve etinde klorofil a değerlerini 0.5 ile 14.8  $\mu\text{g g}^{-1}$ , klorofil b değerlerini 1.4 ile 13.8  $\mu\text{g g}^{-1}$ , toplam klorofil değerlerini 2.7 ile 28.7  $\mu\text{g g}^{-1}$  ve toplam karotenoid değerlerini ise 1.5 ile 7.1  $\mu\text{g g}^{-1}$  arasında tespit etmişlerdir. Ham avokado meyvelerinin et rengi koyu yeşilken, olgunlaştıkça sarıya dönmektedir.

Toplam karotenoid miktarı en fazla oranda ham meyvelerde tespit edilmiştir (Lu ve ark., 2005). Avokado meyvelerinin hipolipidemik etkiye sahip olduğu, bu etkinin de meyvenin içerdiği yüksek karotenoid miktarına bağlı olduğu bildirilmiştir. Çalışmamızda elde ettiğimiz bulgular, Dzeufiet ve ark. (2014)'nın günlük öğünlerde avokadonun yer almasının önemli olduğunu bildiren görüşünü vurgulamaktadır.

Çizelge 2. Avokado meyve ve yaprak ekstraktlarında pigment analiz sonuçları

Table 2. Pigment analysis results of avocado fruit and leaf extracts

	Klorofil a ( $\mu\text{g g}^{-1}$ )	Klorofil b ( $\mu\text{g g}^{-1}$ )	Toplam klorofil ( $\mu\text{g g}^{-1}$ )	Toplam Karotenoid ( $\mu\text{g g}^{-1}$ )
Hass meyve	5.88±0.04b	4.96±0.08b	10.9±0.09b	0.07±0.004c
Hass yaprak	14.94±0.14a	7.96±0.19a	22.89±0.32a	2.59±0.09b
Fuerte meyve	6.60±0.01b	1.26±0.03c	7.87±0.02c	3.01±0.02b
Fuerte yaprak	14.23±0.15a	7.49±0.07a	21.72±0.08a	4.16±0.01a

Aynı sütunda gösterilen farklı harfler (a-c) Duncan çoklu karşılaştırma testine göre istatistiksel olarak farklılıkları göstermektedir ( $p<0.05$ ).

Different letters (a-c) within the columns indicate statistically significant differences by Duncan's multiple range test at  $p<0.05$ .

## SONUÇ

Bilindiği gibi iklimsel ve coğrafik özellikler bitkilerin fitokimyasal bileşimini değiştirmektedir. Bu çalışma sonucunda Alanya ekolojik koşullarında yetiştirilen Hass ve Fuerte avokado çeşitlerinin iyi oranda fenolik içeriğe ve antioksidan kapasiteye sahip oldukları belirlenmiştir. Aynı zamanda bitkilerin yaprak ve meyve etlerinin antioksidan potansiyele sahip klorofil ve karotenoidler gibi pigmentleri fazla oranda içermesi de oldukça önemlidir. Avokado yaprakları dünyanın birçok yerinde tıbbi bitki olarak kullanılırken meyve eti içerdiği besinsel öğelerinin çeşitliliği ve zenginliği nedeniyle diyetlerde yoğun olarak kullanılmaktadır. Ülkemizde ilk avokado yetiştiriciliği 1970 yılında başlamıştır ve gün geçtikçe üretim değerleri artış göstermektedir. Günümüzde hemen her markette avokado meyvesine rastlanması ve tüketiminin giderek artması sevindirici bir durumdur. Çalışmada elde ettiğimiz sonuçlara istinaden avokado meyvesinin tüketiminin daha da yaygınlaştırılması büyük önem arz etmektedir.

## Çıkar Çatışması Beyanı

Makale yazarları aralarında herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan ederler.

## Araştırmacıların Katkı Oranı Beyan Özeti

Yazarlar makaleye eşit oranda katkı sağlamış olduklarını beyan ederler.

## KAYNAKLAR

Abdulazeez SS, Ponnusamy P 2016. Antioxidant and hypoglycemic activity of strawberry fruit extracts against alloxan induced diabetes in rats. Pakistan Journal Pharmaceutical Sciences 29: 255-260.

AOAC 1990. Official Methods of Analysis of The Association of Official Analytical Chemists 15th ed., Arlington VA, USA, 1058-1059.

Asaolu M, Asaolu S, Fakunle J, Emman-Okon B, Ajayi E, Togun R 2010. Evaluation of *in vitro* antioxidant activities of methanol extracts of *Persea americana* and *Cnidioscolus aconitifolius*. Pakistan Journal of Nutrition 9: 1074-1077.

Ashton OBO, Wong M, McGhie TK, Vather R, Wang Y, Requejo-Jackman C 2006. Pigments in avocado tissue and oil. Journal of Agricultural and Food Chemistry 54(26): 10151-10158.

Bayram S 2010. Avokado (*Persea americana* Mill.). 2010 Yılı Avokado Gelişim Raporu. BATEM 39.

Baytop T 1984. Türkiye'de Bitkiler ile Tedavi, İstanbul, Sanal Matbaacılık.

Benzie IFF, Strain JJ 1996. The ferric reducing Ability of plasma (FRAB) as a measure of "Antioxidant power": The FRAB assay. Analytical Biochemistry 239: 70-76.

De-Kok L, Graham M 1980. Levels of pigments, soluble proteins, amino acids and sulfhydryl compounds in foliar tissue of *Arabidopsis thaliana* during dark induced and natural senescence. Plant Physiology and Biochemistry 27: 133-142.

Duncan DB 1955. Multiplerange and multiple F Tests. Biometrics 11: 1-14.

Dzeufiet PDD, Mogueo A, Bilanda DC 2014. Antihypertensive potential of the aqueous extract which combine leaf of *Persea americana* Mill. (Lauraceae), stems and leaf of *Cymbopogon citratus* (D.C) Stapf. (Poaceae), fruits of *Citrus medical* L. (Rutaceae) as well as honey in ethanol and sucrose experimental model. BMC Complementary Alternative Medicine 14: 507.

- FAO Statal Databases. 2019. <http://faostat.fao.org> (17.12.2019)
- Kumar B, Cumbal L 2016. UV-Vis, FTIR and antioxidant study of *Persea americana* (Avocado) leaf and fruit: a comparison. *Revista Farmaceuticas Ciencias Quimico* 14: 13-20.
- Lanfer-Marquez UM, Barros RMC, Sinnecker P 2005. Antioxidant activity of chlorophylls and their derivatives. *Food Research International* 38(8-9): 885-891.
- Lidebjer C, Leanderson P, Ernerudth J, Jonasson L 2007. Low plasma levels of oxygenated carotenoids in patients with coronary artery disease. *Nutrition, Metabolism and Cardiovascular Diseases*. 17(6): 448-456.
- Lichtenthaler K, Welburn AR 1983. Determination of total carotenoids and chlorophylls a and b of leaf extracts in different solvents. *Botanisches Institut der Univeristat, Kaiserstran ße 12, Postfach pp. 591-592.*
- Lo HM, Tsai YJ, Du WY, Tsou CJ, Wu WB 2012. A naturally occurring carotenoid, lutein, reduces PDGF and H2O2 signaling and compromised migration in cultured vascular smooth muscle cells. *Journal of Biomedical Science* 19(1): 18.
- Lu QY, Arteaga JR, Zhang Q, Huerta S, Go VL, Heber D 2005. Inhibition of prostate cancer cell growth by an avocado extract: Role of lipid-soluble bioactive substances. *The Journal of Nutritional Biochemistry* 16: 23-30.
- Mooz ED, Gaiano NM, Shimano MYH, Amancio RD, Spoto MHF 2012. Physical and chemical characterization of the pulp of different varieties of avocado targeting oil extraction potential. *Food Science and Technology* 32(2): 274-280.
- Owolabi MA, Coker HAB, Jaja SI 2010. Bioactivity of the phytoconstituents of the leaves of *Persea americana*. *Journal of Medicinal Plants Research* 4(12): 1130-1135.
- Quettier-Deleu C, Gressier B, Vasseur J, Dine T, Brunet J, Luyck M, Cazin M, Cazin JC, Bailleul F, Trotin F 2000. Phenolic compounds and antioxidant activities of buckwheat (*Fagopyrum esculentum* Moench) hulls and flour. *Journal of Ethnopharmacology* 72: 35-40.
- 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(9-10): 1231-1237.
- Requejo-Jackman C, Wong M, Wang Yan McGhie T, Petley M, Woolf A. 2005. The good oil on avocado cultivars: A preliminary evaluation. *Orchardist* 78(10): 54-58.
- Rezaeirad D, Bakhshi D, Ghasemnezhad M, Lahiji HS 2013. Evaluation of some quantitative and qualitative characteristics of local pears (*Pyrus* sp.) in the North of Iran. *International Journal of Agriculture and Crop Sciences* 5(8): 882-887.
- Rotta EM, de Moraes DR, Biondo PBF, dos Santos VJ, Matsushita M, Visentainer JV 2016. Use of avocado peel (*Persea americana*) in tea formulation: a functional product containing phenolic compounds with antioxidant activity. *Acta Scientiarum. Technology* 38(1): 23-29.
- Segovia F, Hidalgo G, Villasante J, Ramis X, Almajano M 2018. Avocado seed: A comparative study of antioxidant content and capacity in protecting oil models from oxidation. *Molecules* 23(10): 2421.
- Spanos GA, Wrolstad RE 1992. Phenolic of apple, pear and white grape juices and their changes with processing and storage. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 40(9):1478-1487.
- Tabeshpour J, Razavi BM, Hosseinzadeh H 2017. Effects of Avocado (*Persea americana*) on Metabolic Syndrome: A Comprehensive Systematic Review. *Phytotherapy Research* 31(6): 819-836.
- Tremocoldi MA, Rosalen PL, Franchin M, Massarioli AP, Denny C, Daiuto ER, de Alencar SM 2018. Exploration of avocado by-products as natural sources of bioactive compounds. *PloS one* 13(2): e0192577.
- TUIK (2019). <http://www.tuik.gov.tr> (17.12.2019).
- Tuzcu Ö 1996. Subtropik Meyveler Ders Notları. Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ders Notları (Yayınlanmamış).
- Wang M, Zheng Y, Khuong T, Lovatt CJ 2016. Developmental differences in antioxidant compounds and systems in normal and small-phenotype fruit of 'Hass' avocado (*Persea americana* Mill.). *Scientia Horticulturae* 206: 15-23.
- Wang W, Bostic TR, Gu L 2010. Antioxidant capacities, procyanidins and pigments in avocados of different strains and cultivars. *Food Chemistry* 122: 1193-1198.
- Wu X, Beecher GR, Holden JM, Haytowitz DB, Prior RL 2004. Lipophilic and hydrophilic antioxidant capacity of common foods in the U.S. *Journal of Agriculture and Food Chemistry* 52: 4026-4037.
- Yeşiloğlu T 2006. Subtropik Meyveler, Lisans Ders Notları. Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü (Yayınlanmamış)

## Farklı Dikim Derinliklerinde *Muscari armeniacum* (Gâvurbaşı)' un Gelişimi

Özgür KAHRAMAN<sup>✉</sup>

Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Mimarlık ve Tasarım Fakültesi, Peyzaj Mimarlığı Bölümü, Terzioğlu Kampüsü, 17020 Çanakkale  
<https://orcid.org/0000-0003-1336-9942>

✉: ozgurkahraman@comu.edu.tr

### ÖZET

Bu araştırma gâvurbaşı (*Muscari armeniacum* Leichtlin ex Baker) yetiştiriciliğinde dikim derinliğinin bitki gelişim özellikleri üzerine etkisini belirlemek için gerçekleştirilmiştir. Denemede bitkisel materyal olarak çevre uzunluğu 3.5 cm olan gâvurbaşı soğanları kullanılmıştır. Gâvurbaşı soğanları perlit+torf+hindistan cevizi lifi (1:1:1) karışımına 1 cm (yüzeysel dikim), 4 cm (orta derinlikte dikim) ve 7 cm (derin dikim) derinlikte dikilmiştir. Dikim sonrası soğanlara yaprak oluşturan kadar sulama yapılmış, daha sonra besin eriyiği verilmiştir. Deneme tesadüf parselleri deneme desenine göre üç tekerrürlü kurulmuş ve her tekerrürde (saksıda) 10 soğan yer almıştır. Denemede çıkış sayısı, EC, pH, bitki ağırlığı, soğan çapı, ağırlığı, yavru soğan sayısı, adventif kök sayısı, adventif kök uzunluğu, adventif kök ağırlığı, yaprak sayısı, uzunluğu, eni ve ağırlığı gibi biyometrik ölçümler yapılmıştır. Verilere varyans (ANOVA) analizi ve Duncan çoklu karşılaştırma testi ( $p=0.05$ ) uygulanmıştır. İstatiksel analizlere göre; 2. hafta sonunda en yüksek çıkış oranı (%50) yüzeysel dikimde, en yüksek bitki ağırlığı (3.79 g) orta derinlikte dikilen soğanlardan elde edilmiştir. Dikim derinliğinin diğer parametreler üzerine etkisi önemsiz bulunmuştur. Soğan çapı 14.37-15.42 mm, soğan ağırlığı 1.79-2.11 g, yavru soğan sayısı 1.00-1.40 adet, yaprak uzunluğu 22.88-24.50 cm, yaprak eni 3.64-3.81 mm ve adventif kök uzunluğu 8.56-11.50 mm arasında olmuştur.

### Araştırma Makalesi

#### Makale Tarihiçesi

Geliş Tarihi : 23.03.2020

Kabul Tarihi : 04.06.2020

#### Anahtar Kelimeler

Dikim derinliği

*Muscari armeniacum*

Soğan

Süs bitkisi

Yetiştiricilik

## Growing of *Muscari armeniacum* (Grape Hyacinth) at Different Planting Depths

### ABSTRACT

The research was performed to determine the effect of planting depth on plant development characteristics in grape hyacinth growing (*Muscari armeniacum* Leichtlin ex Baker). In the experiment, grape hyacinth bulbs with a circumference of 3.5 cm were used as plant material. Grape hyacinth bulbs were planted in the mixture of perlite + peat + cocopeat (1: 1: 1) at a depth of 1 cm (superficial planting), 4 cm (medium depth planting) and 7 cm (deep planting). After planting, bulbs were irrigated until the leaves formed, and then nutrient solution was applied. The experiment was designed as a randomized plot design with three replications with 10 bulbs each (pot). In the experiment, biometric measurements including emergence number, EC, pH, plant weight, bulb diameter, weight, bulblet number, adventitious root number, length, weight, leaf number, length, width and weight were determined. The data was applied to variance analysis (ANOVA) and Duncan multiple comparison test ( $p=0.05$ ). According to statistical analysis; at the end of the 2<sup>nd</sup> week, the highest emergence rate (50%) from bulbs planted in superficial planting, and the highest plant weight (3.79 g) from bulbs planted in medium depth planting were obtained. The effect of planting depth on the other parameters was insignificant. The bulb diameter was 14.37-15.42 mm, the bulb weight was 1.79-2.11 g, the bulblet number was 1.00-1.40, the leaf length was 22.88-24.50 cm, the leaf width was 3.64-3.81 mm and adventitious root length was between 8.56-11.50 mm.

### Research Article

#### Article History

Received : 23.03.2020

Accepted : 04.06.2020

#### Keywords

Bulb

Cultivation

*Muscari armeniacum*

Planting depth

Ornamental plant



**To Cite :** Kahraman Ö 2020. Farklı Dikim Derinliklerinde *Muscari armeniacum* (Gâvurbaşı)' un Gelişimi. KSÜ Tarım ve Doğa Derg 23 (6): 1441-1448. DOI: 10.18016/ksutarimdog.vi.707845.

## GİRİŞ

*Muscari armeniacum* Leichtlin ex Baker (gâvurbaşı) Asparagaceae familyasına bağlı (Güner ve ark. 2012) soğanlı, otsu, çok yıllık bir süs bitkisidir. Güzel gösterişli salkım şeklindeki mavi çiçekleri ile saksı ve bahçelerde süs bitkisi olarak (Suzuki ve Nakano 2001, Faruq ve ark. 2018), Güney Avrupa, Kuzey Afrika, Batı Asya ve Küçük Asya'da kesme çiçek olarak değerlendirilmektedir (Faruq ve ark. 2018). Gâvurbaşı ılıman iklim bölgelerinde yetişir (Wang ve ark. 2013). Çiçeklerini bahar aylarında açar (Wraga ve Placek 2009). Çiçek açabilmesi için soğanının yeterli büyüklükte olması gerekir. Soğanlarının dışında koruyucu bir kabuk bulunmaz. Soğan çevre uzunluğu 10 cm civarındadır. Ortalama 30 cm uzunluğunda, 0.3–0.8 cm genişliğinde altı ila sekiz koyu yeşil şerit biçiminde uca doğru sivri yaprakları vardır. Yaprakları çiçek sapından daha uzundur (Yücel 2002, Wraga ve Placek 2009). Türkiye genelinde doğal yayılım gösterir (Anonim, 2020). Gâvurbaşı tohumla, soğan bölme ve yavru soğanlarını ayırma yöntemleri ile çoğaltılabilmektedir (Wang ve ark. 2013, Faruq ve ark. 2018). Tohumla çoğaltmadan çiçek açabilecek gâvurbaşı elde etmek için 3 ila 5 yıl geçmesi gerekmektedir (Wang ve ark. 2013). Gâvurbaşında dahil olduğu tüm *Muscari* Mill. Taksonlarının doğadan toplanarak ihracatı yönetmelikle yasaklanmıştır (Anonim 2018). Gâvurbaşı yetiştiriciliği ile ilgili çalışmalar oldukça sınırlıdır. Gâvurbaşı ile ilgili yapılan çalışmalar kimyasal bileşenleri, anatomisi, bitki büyüme düzenleyicileri ve doku kültürü yöntemlerine yoğunlaşmaktadır (Wang ve ark. 2013, Faruq ve ark. 2018, Miura ve ark. 2019, Gürsoy ve Şık 2010, Yücesan ve ark. 2014, Lou ve ark. 2014, Saniewski ve ark. 2016, Suzuki ve Nakano 2001). Dikim derinliğinin bitki gelişimine etkisinin araştırıldığı farklı türler üzerine çalışmalar bulunmaktadır. *Crocus sativus* L. (Safran) (Galavi ve ark. 2008, Kumar ve ark. 2012, İpek ve ark. 2019), *Polygonatum tuberosum* L. (Sümbülteber) (Tehranifar ve Akbari 2012), *Triteleia laxa* Benth (Han ve ark. 1991) ve *Caladium hortulanum* Bridsey (Kaladium) (Hussain ve Amin 2018) türleri bunlar arasındadır. İpek ve ark. (2009) *Crocus sativus*'da dikim derinliğinin çıkış oranını etkilediğini, Tehranifar ve Akbari (2012) ise *Polygonatum tuberosum*'da çıkış oranının dikim derinliğinden etkilenmediğini belirtmişlerdir. İpek ve ark. (2009) *Crocus sativus*'da, Han ve ark. (1991) *Triteleia laxa*'da en yüksek soğan ağırlığını 10 cm dikim derinliğinde bulmuşlardır. Galavi ve ark. (2008) ile İpek ve ark. (2009) *Crocus sativus* bitkisinde korm sayısının yüzeysel dikimde arttığını ifade etmişlerdir. Hussain ve Amin (2018) *Caladium hortulanum*'da en yüksek yumru boyunu 7.5 cm dikim derinliğinde, Kumar ve ark. (2012) *Crocus sativus*'da

en yüksek korm çapını 15 cm dikim derinliğinde elde etmişlerdir. Yapılan çalışmalar dikim derinliğinin türler üzerine farklı etkilerinin olduğunu göstermektedir. Bu çalışma ile farklı dikim derinliklerinin gâvurbaşı bitki gelişim özellikleri üzerine etkisini saptamak için yapılmıştır. Elde edilen sonuçların bu türün yetiştiriciliğindeki bazı kısımları tamamlaması düşünülmüştür.

## MATERYAL ve METOT

Bu araştırma, Şubat-Mayıs ayları arası 2017 yılında saksı denemesi şeklinde yürütülmüştür. Denemede kullanılan gâvurbaşı soğanları Konya'da çiçek soğan üretimi ve satışı yapan özel bir şirketten temin edilmiştir. Soğanlar deneme kurulana kadar serin gölge ortamda kasalarda bekletilmiştir. Deneme öncesi soğanlar el ve gözle kontrol edilmiş ardından adventif kök kalıntıları ile kuru tunikaları temizlenmiştir. Soğanların boylaması yapıldıktan sonra denemede kullanılacak 3.5 cm soğan çevre uzunluğuna sahip sağlıklı gâvurbaşı soğanlarının seçimi yapılmıştır (Şekil 1). Seçilen soğanlar mantar oluşumuna karşı % 0.5 Captan solüsyonunda 20 dakika bekletilmiş ve fazla ilaçlı suyun süzülmesi için plastik kasa içinde muhafaza edilmiştir. Gâvurbaşı yetiştiriciliği yapabilmek için 50 x 20 x 17 cm ebatlarındaki 11 litrelik saksılar faydalanılmış ve yetiştirme ortamı olarak perlit+torf+hindistan cevizi lifi (1:1:1) karışımı hazırlanmıştır. Hazırlanan karışım saksılara boşaltılarak, soğan dikimi 1 cm (yüzeysel dikim), 4 cm (orta derinlikte dikim) ve 7 cm (derin dikim) derinliklerde 7 x 7 cm aralıklarla (Şekil 2) 17 Şubat 2017 tarihinde dikilmiştir. Dikim sonrası soğanlar yaprak oluşturmaya kadar sulama yapılmış daha sonra besin eriyiği verilmiştir (Çizelge 1).

Çizelge 1. Denemede kullanılan besin eriyiği  
*Table 1. Nutrient solution used in the experiment*

Besin elementi	ppm
Azot	249
Fosfor	57
Potasyum	317
Kalsiyum	173
Magnezyum	31
Demir	6.5
Mangan	1.97
Bor	0.7
Çinko	0.25
Bakır	0.07
Molibden	0.08



Şekil 1. Denemede kullanılan gâvurbaşı soğanı  
*Figure 1. Grape hyacinth bulb used in the experiment*



Şekil 2. Soğanların farklı derinliklerde dikimi  
*Figure 2. Planting bulbs at different depths*

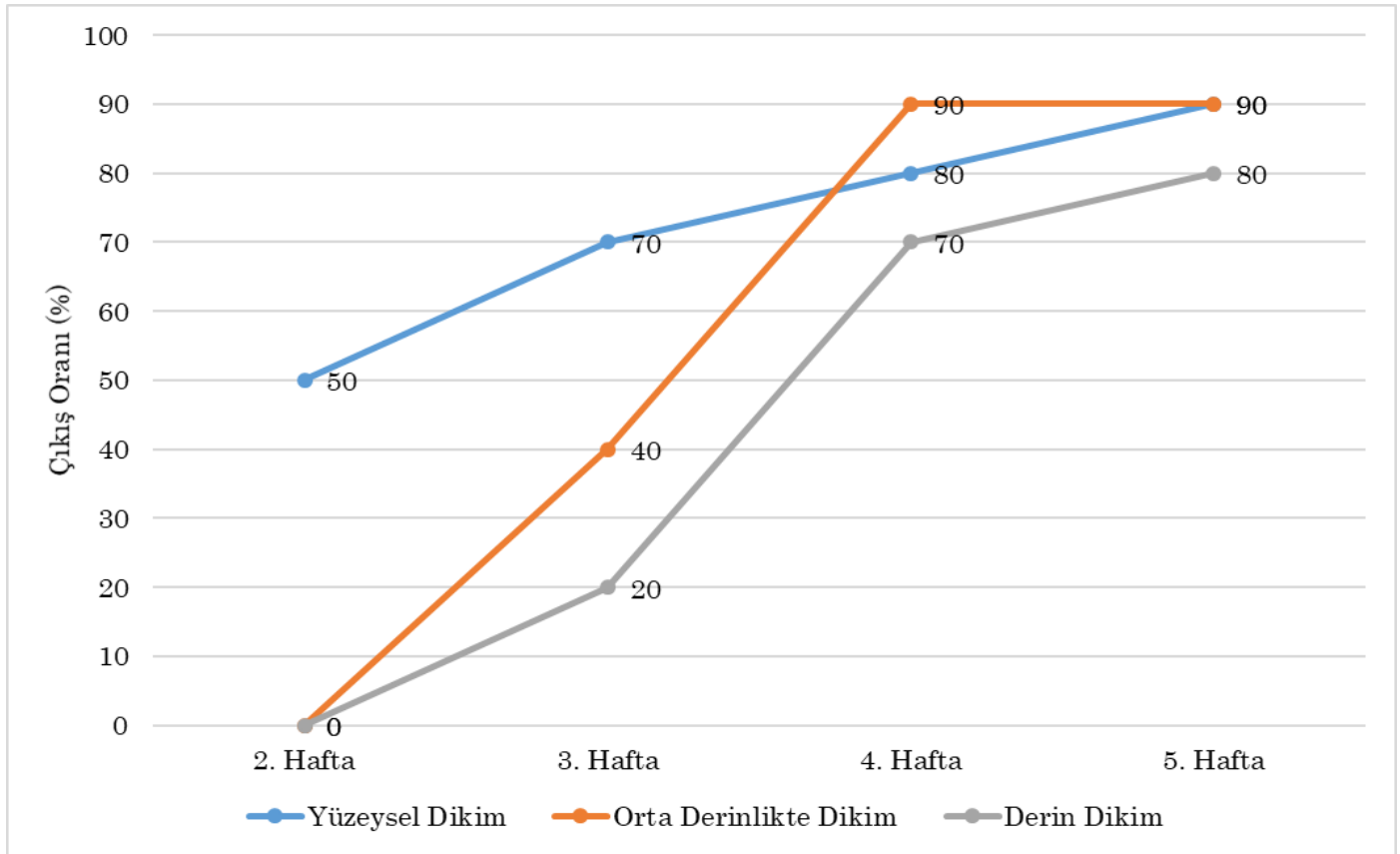
Besin eriyiği stok çözelti şeklinde topraksız tarım faaliyeti gösteren özel bir firmadan sağlanmıştır. Deneme tesadüf parselleri deneme düzenine göre üç tekrarlı tasarlanmıştır. Her saksıya (tekrara) 10 adet soğan dikilmiştir. Denemede çıkış oranı (%), drenaj sularının EC (mS cm<sup>-1</sup>) ve pH'ı, bitki ağırlığı (g), soğan çapı (mm), soğan ağırlığı (g), yavru soğan sayısı (adet), adventif kök sayısı (adet), adventif kök uzunluğu (cm), adventif kök ağırlığı (g), yaprak sayısı (adet), yaprak uzunluğu (cm), yaprak eni (mm) ve yaprak ağırlığı (g) ölçümleri yapılmıştır. Drenaj sularını EC'sini ölçmek için EC metre, pH için pH metre, ağırlık ölçümleri için hassas terazi, soğan çapı, yaprak eni için dijital kumpas; kök uzunluğu, yaprak uzunluğunu ölçmek için cetvel kullanılmıştır. Veriler üzerinde SPSS 23 istatistik programı ile varyans analizi ve Duncan çoklu karşılaştırma testi (p=0.05) yapılmıştır.

### BULGULAR ve TARTIŞMA

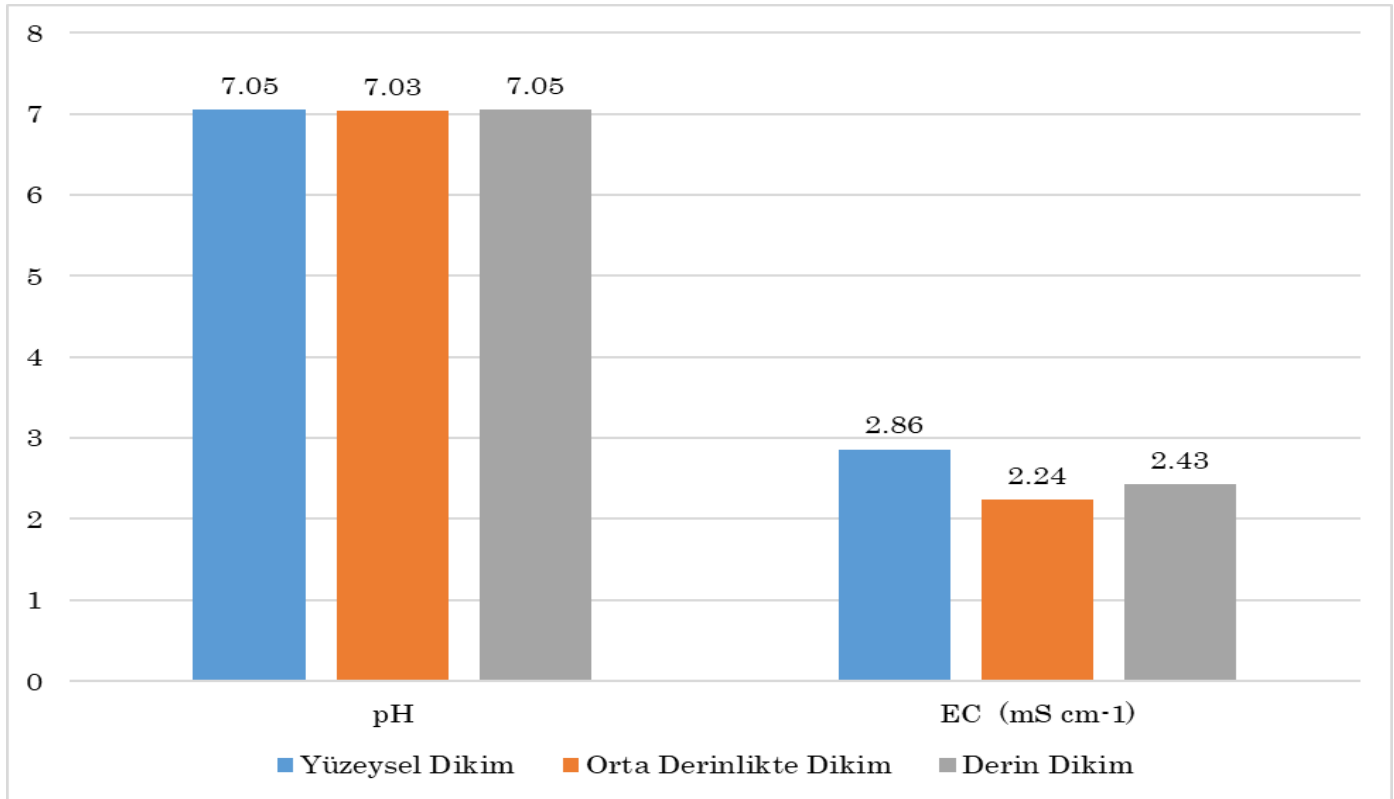
Soğan çıkışları dikim derinliğine göre ilk beş hafta içerisinde değişiklik göstermiştir. 2. hafta sonunda orta derinlikte dikim ile derin dikim yapılan soğanlarda çıkış gerçekleşmemiş yalnızca yüzeysel dikim yapılan soğanlarda çıkış meydana gelmiştir. Yüzeysel dikim yapılan gävurbaşı soğanlarının çıkış oranı % 50, diğer uygulamalarda ise % 0 olmuştur.

Üçüncü hafta sonunda tüm dikim derinliklerinde çıkış gerçekleşmiş ve dikim derinlikleri arasındaki çıkış oranı farkı azalmıştır. Dikim derinliğinin artışı ile çıkış oranında düşüş belirlenmiştir. Beşinci hafta sonunda ise çıkış oranı % 80 ile % 90 arasında olmuştur (Şekil 3). Besancon (2019) farklı dikim derinliklerinde (2, 4, 8, 12 ve 16 cm) *Lachnanthes caroliniana* (Lam.) Dandy yetiştirdikleri çalışmada benzer sonuçlar almış, artan dikim derinliklerinin çıkış oranını azalttığını belirtmiştir. İpek ve ark. (2009) 5, 10 ve 15 cm dikim derinliklerinde yetiştirdikleri *Crocus sativus* bitkilerinde çıkış oranını % 64.8-88.6 arasında ve çıkış oranının dikim derinliği ile birlikte azaldığını, çıkış oranı değerlerinin ilerleyen zamanlarda birbirine yaklaştığını belirtmişlerdir. Tehranifar ve Akbari (2012) 4, 6 ve 10 cm dikim derinliğinde yetiştirdikleri *Polygonum tuberosum*'da çıkış oranının dikim derinliğinden etkilenmediğini, çıkış oranını 10 cm'de % 59.8, 4 cm'de % 71.4 saptamışlardır. Bu çalışmada da başlangıç döneminde çıkış oranında farklılık belirlenmiş, ancak sonraki haftalarda çıkış oranında farklılık saptanmamıştır. Çıkış oranındaki değerler yukarıdaki çalışmalardan daha yüksek gerçekleşmiştir.

Yetiştirme ortamına verilen besin eriyiklerinin drenaj sonrasında alınan suların pH ve EC'si Şekil 4'te gösterildiği gibi gerçekleşmiştir.



Şekil 3. Farklı dikim derinlerinde çıkış oranı  
Figure 3. Emergence rate at different planting depths

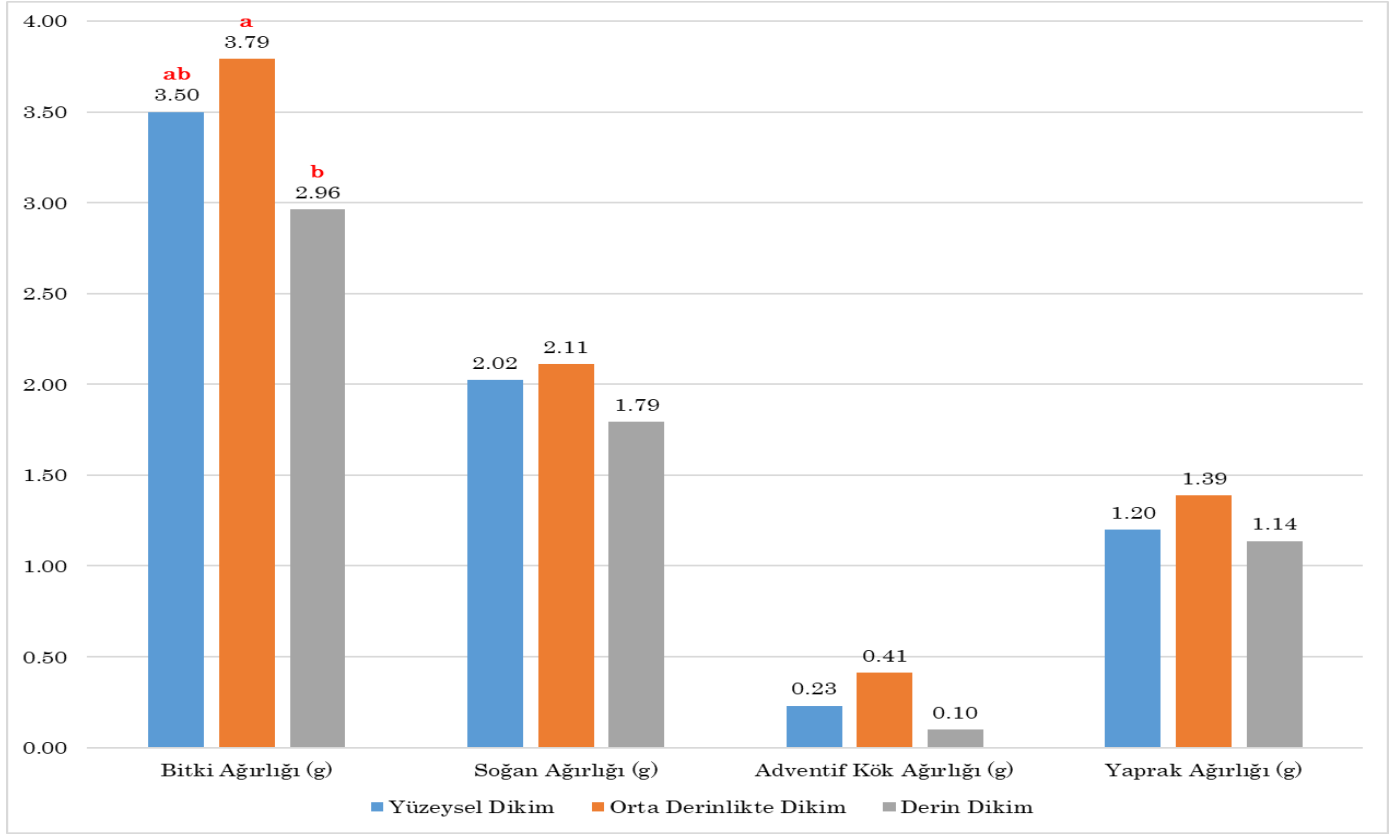


Şekil 4. Drenaj sularının pH ve EC'si  
Figure 4. pH and EC of drainage waters

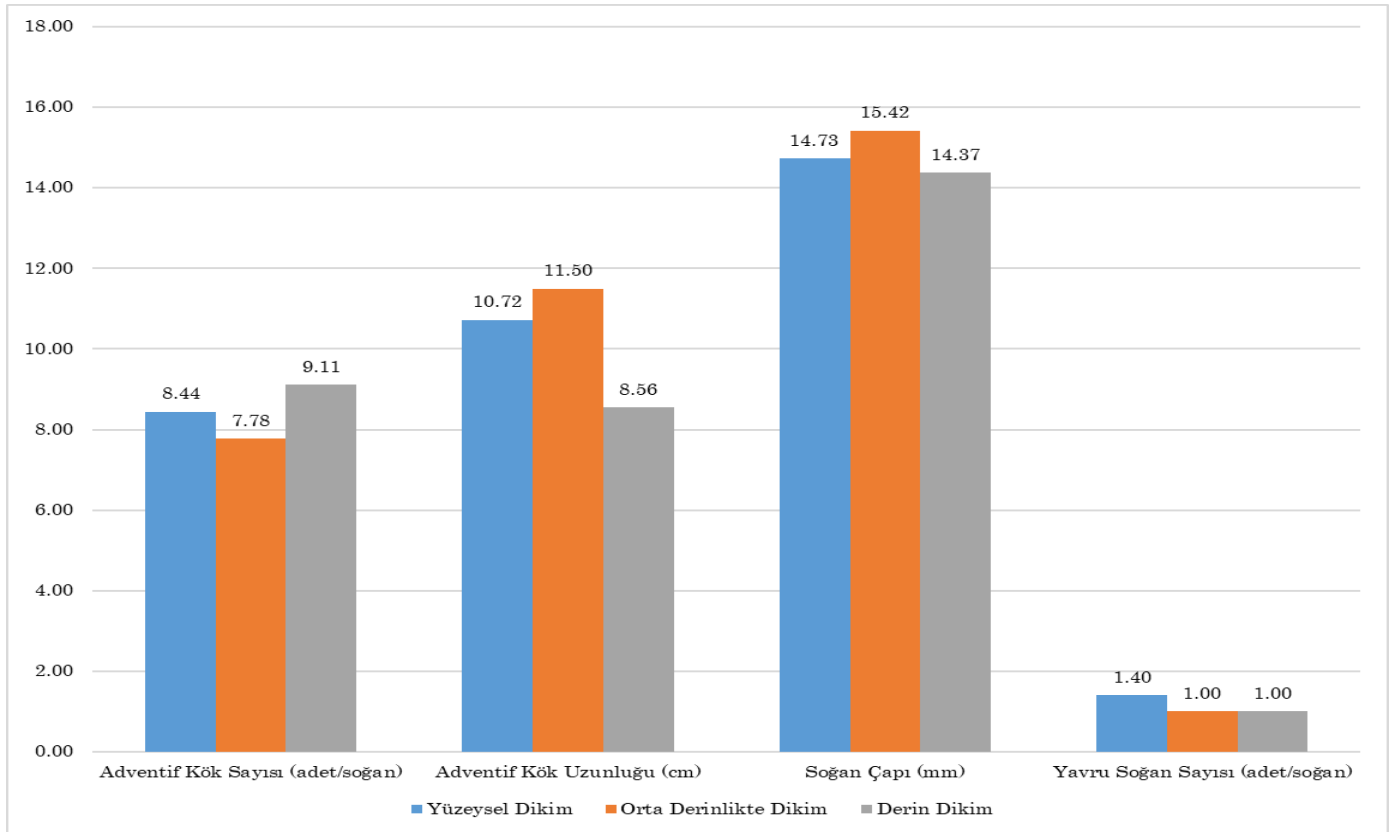
Farklı dikim derinlerin bitki ağırlığı üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. En yüksek bitki ağırlığı 4 cm derinlikte dikilen soğanlardan, en düşük bitki ağırlığı ise 7 cm derinlikteki soğanlardan elde edilmiştir. Kök ağırlığı, soğan ağırlığı ve yaprak ağırlığı dikim derinliğinden istatistiksel olarak etkilenmemiştir. Sayısal değer bakımından 4 cm orta derinlikte dikilen soğanlar ön sırada yer almıştır (Şekil 5). İpek ve ark. (2009) 5, 10 ve 15 cm dikim derinliklerinde yetiştirdikleri *Crocus sativus* bitkisinde en yüksek soğan verimini 10 cm dikim derinliğinden, Han ve ark. (1991) 0, 5, 10, 15 ve 20 cm dikim derinliğinde yetiştirdikleri *Triteleia laxa* örneklerinde en yüksek korm ve kormel yaş ağırlığını 10 cm derinlikte dikilen kormlardan almışlardır. Bu çalışmada ise soğan ağırlığı yönünden dikim derinlikleri arasında istatistiksel herhangi bir farklılık tespit edilmemiştir. Bu sonuçlar dikim derinliğinin soğan ağırlığı üzerine etkisinin bitki türleri bakımından farklılıklar gösterdiğini ortaya koymaktadır.

Dikim derinliklerinin anventif kök sayısı, anventif kök uzunluğu, soğan çapı ve yavru soğan sayısı gibi soğan parametreleri üzerine etkisi önemsiz bulunmuştur. Adventif kök uzunluğu ve soğan çapı değerleri 4 cm dikim derinliğinde sayısal olarak daha büyük olmuştur. Yavru soğan sayısı yüzeysel dikimde 1.40 adet, diğer dikim derinliklerinde 1 yavru soğan meydana gelmiştir (Şekil 6). Galavi ve ark. (2008) 10, 15 ve 20 cm derinliğindeki safran bitkilerinin korm

sayısının dikim derinliği ile azaldığını en yüksek değer için 10 cm derinlikte dikilen kormlarda olduğunu belirtmişlerdir. Hussain ve Amin (2018) 2.5, 5, 7.5 ve 10 cm dikim derinliğinde yetiştirdikleri *Caladium hortulanum* yumrularında en yüksek yumru boyu ve yumru sayısını 7.5 cm derinlikte belirlemişlerdir. İpek ve ark. (2009) 5, 10 ve 15 cm derinlikteki *Crocus sativus* yetiştiriciliğinde bitki başına soğan sayısını 5 cm derinlikteki yüzlek dikimde almışlardır. 3-4 cm çevre uzunluğuna sahip safran bitkilerinin bitki başı soğan sayısını da 1 adet bulmuşlardır. Bu çalışmada da yüzlek dikim yapılan gâvurbaşı soğanlarından yüksek sayısal değerler elde edilmiştir. Kahraman (2019) çiçek tomurcuğu almanın bitki gelişimine etkilerini araştırdığı çalışmada; 7.5 cm çevre uzunluğuna sahip gâvurbaşı soğanlarından 4.96 ile 6.06 adet yavru soğan elde etmiştir. Bu çalışmada 3.5 cm çevre uzunluğundaki gâvurbaşı soğanlarından 1-1.4 adet yavru soğan alınmıştır. Kumar ve ark. (2012) 7.5, 10, 12.5 ve 15 cm derinliklerde yetiştirdikleri *Crocus sativus* bitkilerinde en yüksek korm çapı ve korm ağırlığını 15 cm derinlikte dikilen kormlardan elde etmişlerdir. Han ve ark. (1991) 10 cm dikim derinliğinin *Triteleia laxa* yetiştiriciliğinde korm ve kormel üretimini arttırdığını belirtmişlerdir. Gâvurbaşında yapılan bu çalışmada ise dikim derinliklerinin soğan çapı ve soğan ağırlığı üzerine etkisi önemsiz olmuştur. Ancak 4 cm derinlikte dikilen soğanların soğan çapı ve soğan ağırlığı değerleri sayısal olarak büyük gerçekleşmiştir.



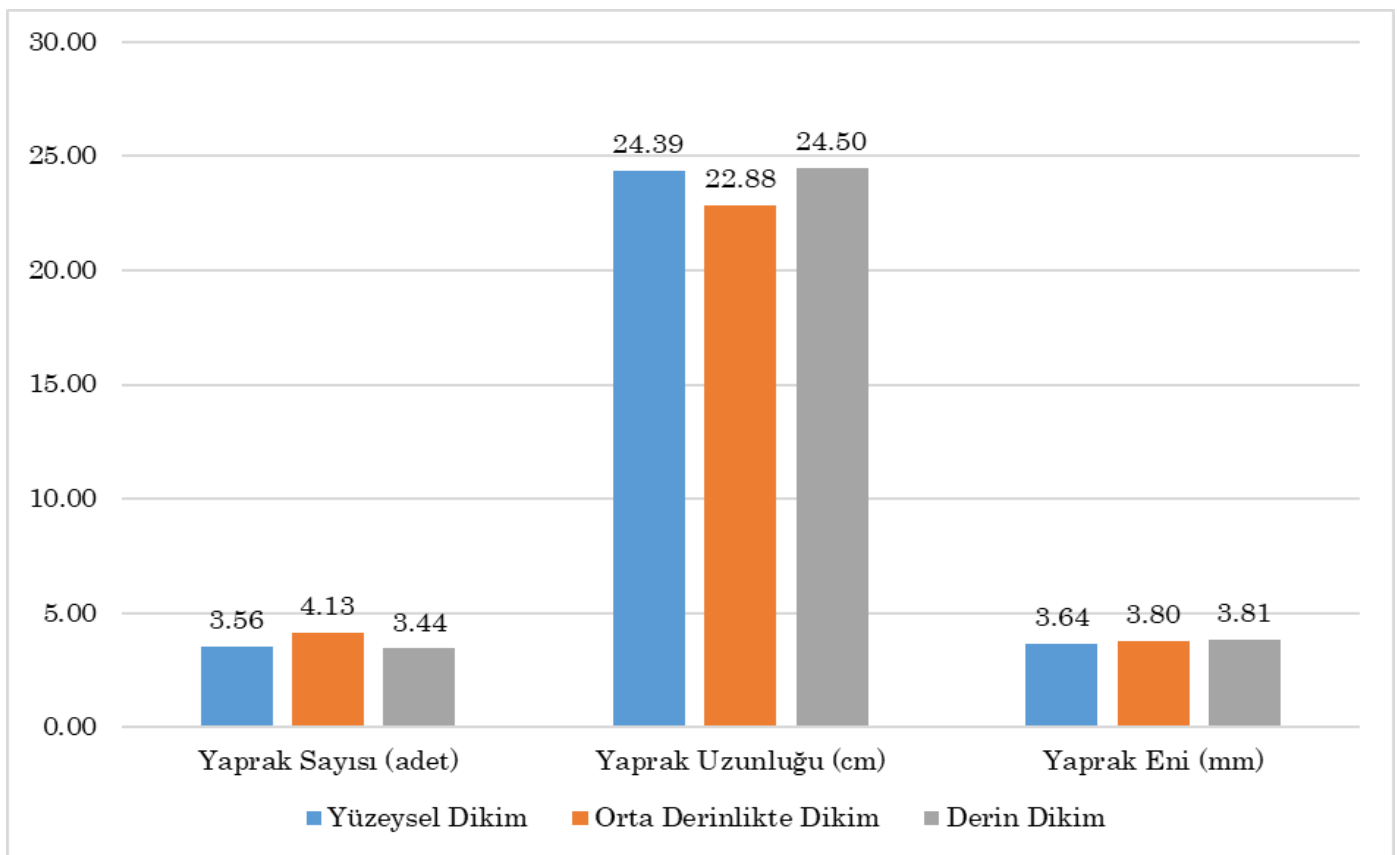
Şekil 5. Farklı dikim derinlerinin ağırlık parametrelerine etkisi  
Figure 5. The effect of different planting depths on weight parameters



Şekil 6. Farklı dikim derinlerinin soğan parametrelerine etkisi  
Figure 6. The effect of different planting depths on bulb parameters

Bitki başı yaprak sayısı, yaprak uzunluğu ve yaprak eni üzerine dikim derinliklerinin etkisi önemsiz tespit edilmiştir. Yaprak sayısı, yaprak uzunluğu ve yaprak eni değerleri dikim derinliklerine göre Şekil 7’de gösterilmiştir. Yaprak sayısı 3.44 adet ile 4.13 adet arasında, yaprak enide 3.64 mm ile 3.81 mm arasında değişmiştir. En yüksek yaprak sayısını İpek ve ark. (2009) *Crocus sativus*’da 5 cm yüzeysel dikimde, Tehranifar ve Akbari (2012) *Polianthes tuberosa*’da 4 ve 6 cm derinlikte belirlemişlerdir. Galavi ve ark. (2008) 10, 15 ve 20 cm dikim derinliklerinin *Crocus sativus* yetiştiriciliğinde yaprak sayısı ve yaprak uzunluğu üzerine etkili olduğunu, dikim derinliğinin artışı ile yaprak sayısında azalış, yaprak uzunluğunda ise artış olduğunu ifade etmişlerdir. En yüksek yaprak

sayısını 10 cm derinlikte, en uzun yaprakları 15 ve 20 cm derinliklerde elde etmişlerdir. Hussain ve Amin (2018) 2.5, 5, 7.5 ve 10 cm dikim derinliğinde yetiştirdikleri *Caladium hortulanum* yumrularında en yüksek bitki boyunu 7.5 cm derinlikte, en küçük bitki boyunu 2.5 cm derinlikte elde etmişlerdir. Besancon (2019) *Lachnanthes caroliniana* bitkisini 2, 4, 8, 12 ve 16 cm derinlikte diktikleri çalışmada en düşük bitki boyunu 16 cm de elde etmişlerdir. Kumar ve ark. (2012) *Crocus sativus* yetiştiriciliğinde farklı dikim derinliklerinin yaprak sayısı, yaprak eni ve yaprak uzunluğu üzerine etkisinin olmadığını belirtmişlerdir. Gâvurbaşında yapılan bu çalışmada da benzer olarak dikim derinliklerinin yaprak parametreleri üzerine etkisi istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur.



Şekil 7. Farklı dikim derinliklerinin yaprak parametrelerine etkisi

Figure 7. The effect of different planting depths on leaf parameters

## SONUÇ ve ÖNERİLER

Dikim derinliklerinin çıkış oranına etkisi ikinci hafta sonunda önemli bulunmuş, sonraki haftalarda dikim derinliklerinden kaynaklanan fark kapanmıştır. En yüksek bitki ağırlığı yüzeysel ve orta derinlikte yapılan soğan dikimlerinden alınmıştır. Soğan çapı, soğan ağırlığı, yavru soğan sayısı, kök sayısı, kök uzunluğu, yaprak sayısı, yaprak uzunluğu ve yaprak eni üzerine dikim derinliklerinin istatistiksel olarak etki yapmamıştır. Tüm sonuçlar birlikte değerlendirildiğinde; istatistiksel bir farklılık olmamasına karşın sayısal değer olarak orta derinlikte

dikim yapılan soğanların gelişim parametreleri yüksek bulunmuştur. İleriki çalışmaların dikim mesafesi, bitki besleme ve çoğaltma yöntemleri üzerine yapılması faydalı olacaktır.

## Teşekkür

Bu makale, 26-29 Nisan 2018’da Antalya’da gerçekleştirilen 2. International Vocational Science Symposium (IVSS 2018)’da sözlü bildiri olarak sunulmuş ve özet kitapçığında özet olarak basılmıştır

### 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

- Anonim 2018. Doğal Çiçek Soğanlarının 2019 Yılı İhracat Listesi Hakkında Tebliğ (Tebliğ No: 2018/49). Resmi Gazete Sayı:30623.
- Anonim 2020. Türkiye Bitkileri Veri Servisi (Tüvives) (<http://www.tuvives.com> Erişim Tarihi: 15.03.2020)
- Besañon T 2019. Carolina Redroot (*Lachnanthes caroliniana*) Vegetative Growth and Rhizome Production as Affected by Environmental Factors and Planting Depth. *Weed Science* 67(5): 572-579.
- Faruq MO, Shahinozzaman M, Azad MAK, Amin MN 2018. In Vitro Propagation of a Cut Flower Variety *Muscari armeniacum* Leichtlin Ex Baker through Direct Bulblet Proliferation Pathways. *GSC Biological and Pharmaceutical Sciences* 05(01): 067-075.
- Galavi M, Soloki M, Mousavi SR, Ziyaie M 2008. Effect of Planting Depth and Soil Summer Temperature Control on Growth and Yield of Saffron (*Crocus sativus* L.). *Asian Journal of Plant Sciences* 7 (8): 747-751.
- Güner A, Aslan S, Ekim T, Vural M, Babaç MT 2012. Türkiye Bitkileri Listesi (Damarlı Bitkiler). Nezahat Gökyiğit Botanik Bahçesi ve Flora Araştırmaları Derneği Yayını. İstanbul.
- Gürsoy M, Şık L 2010. Batı Anadolu'daki *Muscari armeniacum* Leichtlin Ex Baker ve *Muscari neglectum* Guss. Türleri Üzerinde Karşılaştırmalı Anatomik Araştırmalar. C.B.Ü. Fen Bilimleri Dergisi 6(1): 61-72.
- Han SS, Halevy AH, Sachs RM, Reid MS 1991. Flowering and Corm Yield of Brodiaea in Response to Temperature, Photoperiod, Corm Size, and Planting. *Journal of the American Society for Horticultural Science* 116(1): 19-22.
- Hussain I, Amin NU 2018. Caladium cv. Florida Sweetheart Production at Different Planting Depths and Sowing Dates. 24(4): 311-316.
- İpek A, Arslan N, Sarıhan AO 2009. Farklı Dikim Derinliklerinin ve Soğan Boylarının Safranın (*Crocus sativus* L.) Verim ve Verim Kriterlerine Etkisi. *Tarım Bilimleri Dergisi* 15(1): 38-46.

- Kahraman Ö 2019. Farklı Gelişim Dönemlerinde Çiçek Tomurcuğu Almanın *Muscari armeniacum* Leichtlin Ex Baker'in Soğan ve Bitki Gelişimi Üzerine Etkileri. *Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi* 34(1): 12-17.
- Kumar R, Singh MK, Ahuja P 2012. Effect of Planting Depth and Spacing on Dry Matter Accumulation, Size and Yield of Saffron (*Crocus sativus* L.) Corms in North Western Himalayas. *Progressive Horticulture* 44: 71-79.
- Lou Q, Liu Y, Qi Y, Jiao S, Tian F, Jiang L, Wang Y 2014. Transcriptome Sequencing and Metabolite Analysis Reveals the Role of Delphinidin Metabolism in Flower Colour in Grape Hyacinth. *Journal of Experimental Botany* 65(12): 3157-3164.
- Miura K, Nakada M, Kubota S, Sato S, Nagano S, Kobayashi A, Teranishi M, Nakano M, Kanno A 2019. Expression and Functional Analyses of Five B-class Genes in the Grape Hyacinth (*Muscari armeniacum*). *Horticulture Journal* 88(2): 284-292.
- Saniewski M, Góraj-Koniarska J, Węgrzynowicz-Lesiak E, Gabryszewska E 2016. Hormonal Regulation of the Growth of Leaves and Inflorescence Stalk in *Muscari armeniacum* Leichtl. *Acta Agrobot* 69(1): 1654.
- Suzuki S, Nakano M 2001. Organogenesis and Somatic Embryogenesis from Callus Cultures in *Muscari armeniacum* Leichtl. Ex Bak. In Vitro Cell. Dev. Biol.-Plant 37: 382-387.
- Tehraniifar A, Akbari R 2012. Effect of Planting Depth, Bulb Size and Their Interactions on Growth and Flowering of Tuberose (*Polianthes tuberosa* L.). *American-Eurasian J. Agric. & Environ. Sci.* 12(11): 1452-1456.
- Wang S, Yang F, Jiu L, Zhang W, Zhang W, Tian Z, Wang F 2013. Plant Regeneration Via Somatic Embryogenesis from Leaf Explants of *Muscari armeniacum*. *Biotechnology & Biotechnological Equipment* 27(6): 4243-4247.
- Wrąga K, Placek M 2009. Review of Taxons from Genus *Muscari* Cultivated in Department of Ornamental Plants in Szczecin. *Herba Polonica* 55(3): 348-353.
- Yücel E 2002. Çiçekler ve Yerörtücüler I. Etam Matbaa Tesisleri, Eskişehir. 357 sy.
- Yücesan BB, Çiçek F, Gürel E 2014. Somatic Embryogenesis and Encapsulation of Immature Bulblets of an Ornamental Species, Grape Hyacinths (*Muscari armeniacum* Leichtlin ex Baker). *Turkish Journal of Agriculture and Forestry* 38(5): 716-722.

## Ahlat ve Böcekte Kitosan ile Kaplamanın Etkisinin Belirlenmesi

Eda GÜNEŞ

Necmettin Erbakan Üniversitesi, Turizm Fakültesi, Gastronomi ve Mutfak Sanatları Bölümü, Meram, Konya, Türkiye.

<https://orcid.org/0000-0001-7422-9375>

✉: [egunes@erbakan.edu.tr](mailto:egunes@erbakan.edu.tr)

### ÖZET

Ahlat (*Pyrus elaeagnifolia*)'ın yüksek şeker oranına sahip olması, depo zararlıları ve böceklerin bu besine ilgisini arttırmaktadır. Kitosan gibi yenilebilir film ve kaplamalar, gıdaların bozulmasını önlemek ve raf ömrünü uzatmak için tercih edilmektedir. Bu amaçla Ahlat dilimleri kitosan ile kaplanmış (%0.2-2; KA) ve 30 gün boyunca *Drosophila melanogaster* erginlerinin bu armutlar ile beslenmeleri sağlanmıştır. Ergin bireyler ve Ahlat'larda tekstür analizi yapılmıştır. Artan oranlarda KA ile beslenme ergin bireylerin deri sertliğinin fazlalaşmasına neden olduğu belirlenmiştir. Sadece yenilebilir kaplama uygulanan Ahlat'larda kaplama oranının artmasıyla sertliğin azaldığı, üzerinde böcek beslenen Ahlat'larda ise sertliğin arttığı görülmektedir. %2'lik KA ile beslemenin böcekte sertlik oluşturup, yumurta oluşumunu engelleyen bir yöntem olarak belirlenmiştir.

### Araştırma Makalesi

#### Makale Tarihçesi

Geliş Tarihi : 23.03.2020

Kabul Tarihi : 16.05.2020

#### Anahtar Kelimeler

Kitosan

*Drosophila*

Yenilebilir kaplama

Ahlat

Tekstür

## Determination of the Effect of Coating with Chitosan on Ahlat and Insect

### ABSTRACT

Ahlat (*Pyrus elaeagnifolia*), a crop with high sugar content, increases the interest of warehouse pests and insects. Edible films and coatings such as chitosan are preferred to preserve food spoilage and shelf life. For this purpose, Ahlat (wild pear) slices were covered with chitosan (0.2-2%; KA) and *Drosophila melanogaster* adults were fed with these wild pears for 30 days. Texture analysis was made in adults and wild pears. Nutrition with increasing rates of KA were determined to cause an increase in skin stiffness of adults. It is observed that the hardness decreases with the increase of the coating rate in Ahlat, where only edible coating is applied, and the hardness increases in wild pears that feed insects. Feeding with 2% KA is determined as a method that creates stiffness in the insect and prevents the formation of eggs.

### Research Article

#### Article History

Received : 23.03.2020

Accepted : 16.05.2020

#### Keywords

Chitosan

*Drosophila*

Edible coating

Wild pear

Texture

**To Cite** : Güneş E 2020. Ahlat ve Böcekte Kitosan İle Kaplamanın Etkisinin Belirlenmesi. KSÜ Tarım ve Doğa Derg 23 (6): 1449-1455. DOI: 10.18016/ksutarimdog.vi.707642.

### GİRİŞ

Armut (*Pyrus*, Rosaceae) Türkiye'de 640 çeşidi yetişen; taze, kurutulularak, püre, konsantre, nektar, meyve suyu gibi bir çok çeşitle tüketilen bir meyvedir (Soylu, 2003; İtai, 2007; Pektaş, 2009). Tarımsal faaliyetlerde oluşun artış ve iyi türün seçilmesi yabancı meyve türünün yok olma ile karşı karşıya gelmesini sağlamakta, geleneksel meyve olarak tüketilen *Pyrus elaeagnifolia* Pall. (İğde yapraklı armut) yani "Ahlat" bu gruba girmektedir (Yılmaz ve ark., 2015a). Türkiye'de Ahlat; Amasya, Ankara, Antalya, Bolu, Kahramanmaraş, Kayseri, Konya, Mersin, Sivas, Van gibi şehirlerde yaygın olarak taze, konserve olarak, kurutulularak ve unu tüketilmekte olup fitopatogenlere karşı toksik olabileceği de bildirilmiştir (Baltas, 2017; İlhan ve ark., 2019).

Gıdalar hasat öncesi ve sonrasında, depolama, taşıma, işleme, pazarlama ve tüketim sürecinde zararlı bitkiler, hayvanlar ve mikroorganizmalar tarafından zarar görebilmektedir. Gıdaların raf ömrü uzatma çalışmalarında kullanılan çeşitli doğal-doğala özdeş ya da yapay maddeler bazen insan üzerinde etkili olmazken, çevre ve doğada yaşayan canlıları etkileyebilmektedir. Bu amaçla çoğunlukla doğala özdeş kaplamalar tercih edilerek hem ürün üzerinde herbisit/pestisit kullanımı azaltılmakta, hem de yenilebilir film ve kaplamalar ile gıdanın kalite özelliklerini iyileştirilmektedir (Tural ve ark., 2017). Böylece doğaya bırakılan plastik ambalaj atık miktarının da önüne geçilmesi planlanmaktadır. Nar, domates, şeftali, turuncgil, tatlı biber, armut ve kırmızı et gibi birçok üründe kaplama materyali olarak kullanılan ve yengeçten elde edilen hayvansal



bir polisakkarit olan kitosan, organik asitte çözünebilmektedir (Ghasemnezhad ve ark., 2013; Kou ve ark., 2014; Kahve, 2016; Şimşek ve Keyf, 2018). Kaplama materyali olarak Kitosan doğada selülozdan sonra en fazla kullanılan, antimikrobiyal etkisi kuvvetli olan meyve sertliğini koruyan, vitamin/mineral özelliklerini arttırdığı için tercih edilen bir madde haline gelmiştir (Oms-Oliu ve ark. 2008; Castro ve Paulin, 2012; Vargas ve ark., 2014; Tokatlı ve Demirdöven, 2015; Han ve ark., 2016).

Depolanmış gıdaları tüketen ve yapısını bozan sınıf, takım, familya ve türlerde birçok eklem bacaklı bulunmaktadır (Kumral ve Kovancı, 2007). Bunlardan en yaygın olanları; *Sitophilus granarius*, *Sitophilus oryzae*, *Trogoderma granarium*, *Cryptolestes ferrugineus*, *Oryzaephilus surinamensis*, *Lasioderma serricornis* gibi türlerdir (Çolak ve ark., 2018). Depolama sürecinde böcek ve diğer etmenler ile bulaşan ürün; böceğin beslenmesi ile doğrudan nicel kayıplara sebep olabilirken, kalitesini etkileyerek besin değeri ve diğer ticari özellikleri üzerinde de olumsuzluklara neden olabilmektedir (Boxall, 2001; Ferizli ve Emekci, 2010). Çalışmada hem depo zararlısı hem de gıda dokusunun algılanmasında *Drosophila* L. (1758) model olarak kullanılmaktadır (Liman ve ark., 2014 ; Zhang ve ark., 2016). Çünkü *D. melanogaster* Meigen (1830), memelilere benzer şekilde belirli sertlik veya viskoziteye sahip yiyecekleri tercih etmekte ve farklı beslenme davranışı geliştirebilmektedir (Zhang ve ark., 2016; Kudow ve ark., 2019). Sinekler gıdanın iki temel doku özelliğini ön-sindirimi yoluyla ayırt edebilmektedirler (Rajan ve Perrimon, 2011; Kim ve ark., 2012; Liman ve ark., 2014). Bu özellik sayesinde sinekler gıdanın sertliğine bağlı olarak beslenme davranışını değiştirebilmektedir. Sertlik ölçümünde yapılan tekstür analizinin böceklerde de aynı mekanizma ile olduğu kanıtlanmıştır (Ertaş ve Doğruer, 2010; Liman ve ark., 2014). Örneğin *Drosophila*'nın zararlı türleri olgunlaşma öncesinde ya da olgun meyveleri tercih ederken, zararsız türler ise çürüyen veya hasar görmüş gıdalar ile beslenmektedir (Batta, 2006; Walsh ve ark., 2011; Bellamy ve ark., 2013).

Çalışmada yenilebilir film oluşturularak kaplanmasında çokça kullanılan kitosanın, Ahlat'ın tekstür özelliği ve *Drosophila*'nın ürüne ilgisi belirlenerek, kaplamalı/kaplamasız Ahlat ile beslenmenin canlılık tekstür yapısındaki değişikliği belirlenmiştir. Böylece kitosan kaplamanın meyvede tekstür ve tat değişimine etkili olup olmadığı canlı ile tespit edilmiştir.

## MATERYAL ve YÖNTEM

Necmettin Erbakan Üniversitesi Gastronomi bölümü ve Gıda Mühendisliği laboratuvarlarında 2019 yılında gerçekleştirilen deneylerde; ticari olarak satın alınan Ahlat deney materyali olarak seçilmiştir. %1 asetik

asit ve film oluşturulması amacıyla gliserol (%0.5) ile çözelti haline getirilen %0.2-2 oranında ticari kitosan (Sigma-Aldrich) kaplama materyali olarak kullanılmıştır (Ghasemnezhad ve ark., 2013; Kou ve ark., 2014; Carbonell-Capella ve ark., 2015; Kahve, 2016; Şimşek ve Keyf, 2018). Eşit olarak kesilen Ahlat dilimleri immersiyon yöntemiyle kitosanlı çözeltilere 10'ar saniye daldırılarak kaplanmış (Candan ve Bağdatlı, 2018), her deney şişesine 10'ar adet aktarılmıştır.

Yapay diyetle (Rogina ve ark., 2000) beslenen kültür laboratuvarında bulunan inkubator de sabit koşullar altında (Nüve ES120, % 60-70 nem ve  $25 \pm 2^{\circ}\text{C}$ ) yetiştirilen *D. melanogaster* (W<sup>1118</sup>), model organizma olarak kullanılmıştır. Pupadan yeni çıkan eşit sayıda dişi ve erkek birey yeni kültür besinine aktararak olgunlaşmaları ve çiftleşmeleri için iki gün bekledikten sonra yumurtaları elde edilmiştir. Bu yumurtalardan elde edilen ergin böcekler 48 saat aç bırakıldıktan sonra (Masek ve Keene, 2013) deneme desenindeki (Çizelge 1) her şişe için 50'şer adet eşit eşey kullanılarak deneyler yapılmıştır. Deneme deseninde yenilebilir kaplamalı (KA) ve kaplamasız (KsA) Ahlat'lar bulunmaktadır.

Çizelge 1. Deneme deseni

Table 1. Trial pattern

Örnek	Gruplar
Böcek ve besini	Kontrol grupları
Kaplamasız Ahlat	
%0.2 kitosan kaplı Ahlat	
%1 kitosan kaplı Ahlat	
%2 kitosan kaplı Ahlat	
Kaplamasız Ahlat + böcek	Deney grupları
%0.2 kitosan kaplı Ahlat+böcek	
%1 kitosan kaplı Ahlat + böcek	
%2 kitosan kaplı Ahlat + böcek	

Böceklerin deney grupları ile 30 gün beslenmesi sağlanmış, ve günlük takipleri aynı saatte yapılmıştır. Ergin bireylerde deney şişelerinden (250 ml'lik) alınarak Ahlat'ların ve böceklerin tekstür analizi gerçekleştirilmiştir. Ahlat'ların tekstürü değerlendirilirken kontrol ve deney gruplarından en az 5'er örnek alınarak ölçüm yapılmıştır. Böceklerin tekstürü (Texture Analyzer TAXT2İ; stable micro systems) için beslenme sonrasında elde edilen en az 10'ar bireyin kullanılması sağlanmıştır. Tekstür Profil Analizi (TPA)'nde %10-50 strain penetrasyonu uygulanması sonucunda %10'un en uygun olduğuna karar verilmiştir (Güneş ve Sert, 2018). Her deney şişesinden alınarak meyvenin iki farklı noktasından TPA analizi yapılmış ve ortalaması alınmıştır. Meyve sertliğinin belirlenmesinde sıkıştırma programı ile 4 mm çapında silindirik propu kullanılarak 1 mm/s hız ve 7.5 mm penetrasyon mesafesi ile penetrasyon kuvveti (N) ölçülmüştür (Serçe ve ark., 2008).

Dört tekerrür halinde gerçekleştirilen deneylerde; uygulamalar arasındaki farklılığın saptanmasında Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi (Düzgüneş ve ark., 1987), tek yönlü varyans analizi (ANOVA) ile homojen ve normal dağılım gösteren grupların ortalamaları arasındaki farklılığın belirlenmesinde LSD testi (Paket programı kullanılarak) ile kullanılmıştır. Ortalamaların önem derecesi 0.05 olarak değerlendirilmiş ve çizelgede gösterilmesi sağlanmıştır (Güneş ve Sert, 2018).

## BULGULAR ve TARTIŞMA

Sertlik ve yumuşaklık katı gıdanın temel fiziksel özelliklerinden olup, tazelik ve sağlamlıkla ilişkilendirilerek gıdanın kalitesi hakkında bilgiler vermektedir (Zhang ve ark., 2016). Özellikle hayvanlar gıdaları tüketebilmeleri için belirli bir sertliğe sahip olanlarını tercih ederek, sindirim esnasında aşırı kuvvet uygulamaktan ya da ağız tahribatlarına sebep olmaması için besinden kaçma eğilimi gösterebilmektedirler (Koç ve ark., 2013). Çünkü hayvanlar hayatta kalmak için beslenmek zorundadırlar ve besleyici yiyecekleri tat alma duyularını kullanarak toksik maddelerden ayırmaktadırlar. Mekanik duyarlı hücreler tarafından gıdanın dokusunu tespit eder ve beslenmenin düzenlenmesine katkıda bulunmaktadırlar (Liman ve ark., 2014; Zhang ve ark., 2016). Bu süreçte yiyeceğin tadı tüketilebilirliğini sağlasa da görünüm, koku, sıcaklık ve dokusu da önem arz etmektedir. Çünkü gıdanın sertliği ve tatlılığı arasında negatif bir korelasyon bulunmaktadır (Hollowood ve ark., 2002). Sinekler, yiyecek ararken ya da tüketirken su/nem ve şekerin duyuşal tespiti ile doku tercihinde bulunmaktadırlar. Bu esnada iştah açıcı özellikte uyarıcılar yada gıda da bulunan yoğun sükröz da böceği etkileye bilmekteyken, böceğin gıda tercihinde en önemli unsur duyuşal özelliklerdir. Dokusal özellikler, beslenme kaynaklarının sindirilebilirliği, olgunluk durumu veya çürümesi hakkında bilgiyi, patojenik mikroplar tarafından ne kadar ayrışmaya yenik düşebileceği, çiğnenebilirliği hakkında bilgi vermektedir. Gıda dokusunun değerlendirilmesinde, tat ile ilgili besin tercihi araştırmalarında *Drosophila* çoğunlukla kullanılmaktadır (Liman ve ark., 2014; Jeong ve ark., 2016; Zhang ve ark., 2016; Sánchez-Alcaniz ve ark., 2017; Kaushik ve Kain, 2019). *D. melanogaster* iştah açımı ya da 48 saat aç bırakılma sonucu bir uyarana karşılaştığında besine yaklaşımı değişebilmesine rağmen, çok sert veya çok yumuşak alt tabakalardan kaçınarak gıda dokusunu ayırt edebilmektedir (Sánchez-Alcaniz ve ark., 2017). Bundan dolayı çalışmada benzer bir ölçek uygulanarak sinekler aç bırakılmıştır. Sinekler sert-tatlı bir gıdansa yumuşak-tatlıyı daha tercih edebilmektedirler. Kaplama materyalleri ürüne sertlik kattığı gibi yenilebilir/çiğnenebilir yapıda

olanları da bulunmaktadır. Bu yüzden sinekler ile yapılan denemelerin memelilere benzer şekilde belirli sertlik veya viskoziteye sahip yiyecekleri tercih etmeleri, gıdanın iki temel doku özelliğine bağlı olarak ön-sindirim yoluyla ayırt edebilme mekanizması açısından önemlidir (Kim ve ark., 2012; Liman ve ark., 2014). *Drosophila*'da dış (bacak, kanat, ovopozitor) ve iç (ağız parçaları, farink) tat organları bulunmaktadır (Liman ve ark., 2014). Meyve sineği tatlı, acı, tuz, su ve karbonasyonun tadını içeren beş ayrı tadı algulamakta, tatlıyı besin açısından zengin gıdaların tespitinde beslenmeyi arttırarak cevap verirken acı tadı ise gıdada toksisiteyi işaret ederek besinden kaçınma/kaçma eğilimi göstermektedir (Masek ve Keene, 2013). Bu açıdan meyvelerin şeker yoğunluğuna bağlı olarak depo zararlısı modeli olarak sineklerin kaplama oluşturulan ürünlerde besin tercihinin belirlenmesi sağlanabilir. Böylece böceklerde beslenme ve besin sertliği ilişkisi yenilebilir ve toksik maddeler arasında ayırım yapılmasında en önemli unsur tadım (Gustasyon) olarak görülmektedir.

Çalışmada Ahlat'larda uygulanan analize göre: Üzerinde böcek beslenmesine izin verilen KsA'nın sertliğinin yaklaşık 1.2 kat arttığı görülmektedir. Artan kitosan oranına bağlı olarak meyvede sertlik azalmış, ergin sineklerin beslenmesine izin verilen gruplarda ise önce sertlik azalmış, en yüksek kitosan oranında ise en yüksek değere sahip olduğu belirlenmiştir. Yüzdeler kaplamalar böcek bulunan ve bulunmayan gruplar kendi aralarında kıyaslandığında: %0.2 KA'ların sineklerin etkisi ile tekstürünün azalmasına rağmen KsA ve diğer yüzdeler kaplamalara kıyasla daha sert bir dokuya sahip olduğu, %1 KA'nın böceğin etkisi ile sertliğinde 1.5 kat bir fazlalaşma olduğu, %2 KA'larda ise yaklaşık 3 kat sertleştiği belirlenmiştir (Çizelge 2, p<0.05). Sertliği artan gıdaya karşı sineklerin istekleri/tercihleri azalmaktadır (Zhang ve ark., 2016). Yabani tip sineklerde ise tersi görülmektedir. Çalışmada Ahlat'ın %2 KA ile kaplanması böceğin enzimleri besini sindiremediği için sertliğinin artmış olabileceği düşünülmektedir. Çünkü meyve kaplama materyali ile canlılığı korunarak böcek üstünde etkisi olmayacakken, böceğin kaplama materyaline etki etmiş olması muhtemeldir.

Böceklerin beslenme sonrası tekstürlerine bakıldığında: KsA'nın beslenme ile böcek üzerinde etkili olmadığı, fakat artan oranda kaplama materyali ile beslenen sineğin sertliğinin önce aynı kalmasına rağmen yenilebilir kaplama oranının %1 ve 2'ye çıkması ile canlıda sertliğinin yaklaşık 3.5 kat fazlalaştığı görülmektedir (Çizelge 3; p<0.05). Bitki ekstraktları; potansiyel antimikrobiyal ve antioksidan özelliklere sahip olmaları yanında ambalaj malzemesine dahil edilmek üzere "genel olarak güvenli" olarak tanımlanmaları gıda endüstrisinde büyük bir ilgi

kazanmalarını sağlamıştır (Kavak ve Keçeci, 2019).

**Çizelge 2.** Deneme deseninde yer alan Ahlat'lar üzerinde uygulanan tekstür analizi

**Table 2.** Texture analysis applied on wild pears in the trial design

Örnek	Sertlik (Hardness, N)±S <sub>x</sub> *	Örnek	Sertlik (Hardness, N)±S <sub>x</sub> *
Kaplamasız Ahlat (kontrol)	70.174 ± 0.31cd	Kaplamasız Ahlat + böcek	86.444 ± 0.86d
%0.2 kitosan kaplı Ahlat	88.184 ± 0.48d	%0.2 kitosan kaplı Ahlat + böcek	61.560 ± 0.62c
%1 kitosan kaplı Ahlat	43.734 ± 0.11b	%1 kitosan kaplı Ahlat + böcek	65.772 ± 0.61c
%2 kitosan kaplı Ahlat	34.184 ± 0.15a	%2 kitosan kaplı Ahlat + böcek	101.629 ± 1.20e

\*Aynı satır ve sütunda aynı küçük harfi içeren değerler birbirinden farklı değildir, p<0.05 (LSD Testi),

\* Values containing the same lowercase in the same row and column are not different from each other, p <0.05 (LSD Test)

**Çizelge 3.** Deneme deseninde yer alan böcekler üzerinde uygulanan tekstür analizi

**Table 3.** Texture analysis applied on insects in the trial design

Örnek	Sertlik (Hardness, g) ± S.H.
Böcek (kontrol)	18.773 ± 0.12 b
Kaplamasız Ahlat + böcek	17.977 ± 0.18ab
%0.2 kitosan kaplı Ahlat + böcek	17.126 ± 0.22 a
%1 kitosan kaplı Ahlat + böcek	24.378 ± 0.25 c
%2 kitosan kaplı Ahlat + böcek	24.673 ± 0.36 c

\*Aynı sütunda aynı harfi içeren değerler birbirinden farklı değildir, p <0.05 (LSD Testi),

\* Values containing the same letter in the same column are not different from each other, p <0.05 (LSD Test)

Armut türlerinde bulunan fenolik bileşikler (29-47 mg/100 g; Yılmaz ve ark., 2015b), antioksidan, antimikrobiyal ve sitotoksik özellikler gibi biyoaktivitelere katkı sağlayan içeriği ile *Pyrus* türleri iyi bir C vitamini ve diyet lifi kaynağıdır (Kundaković ve ark., 2014). Sinekler C vitaminine ilgileri fazla olmakla birlikte kesilen meyvelerde C vitamini oranı giderek azalmaktadır (Bahadorani ve ark., 2008; Bilişli, 2015). KsA ile beslenen böcek sertliğinin değişmemesinin vitamin ve şeker oranından kaynaklandığı düşünülmektedir. Çünkü Ahlat %2.63 sükröz, %18.32 früktoz, %6.52 glikoz, toplam %27.46 şeker oranına (Kalkisim ve ark., 2018) sahip olması, *Drosophila*'nın hayatta kalması için şeker metabolizması göz önüne alındığında, böcek beslenmesi için cezbedici hale gelmesine neden olmaktadır. Besinsel karbonhidrat alımında görülen değişiklikler böceklerde beslenememe ya da yüksek alım ile toksik etki gösterebilmektedir (Andersen ve ark., 2010). Kaplamada kullanılan kitosan ve gliserol birer karbonhidrat olup; %0.1 gibi düşük miktarda kitinin böceğin gelişiminde olumsuz etki göstermediği, %20'lik miktarda ise total oksidasyonda artış gösterirken obezite, malnütrisyon gibi nedenlerle strese neden olduğu bilinmektedir (Güneş ve ark., 2018). Çalışmada olduğu gibi %2 KA ile besleme sonrası böcek sertliğinde görülen artışın kendini olumsuz koşullardan korumak amaçlı olabileceği gibi sindirimde yaşadığı güçlükten kaynaklı bir tahribattan da olması muhtemeldir. Böceğin kitin iskeleti canlıyı dış etkilere karşı korurken ortama karşı göstermiş olduğu bir nevi direnç mekanizmasının sonucu sertleşmekte ya da yumuşamaktadır (Tellam, 1996). Bu KA (%2) oranında

Ahlat'da sertliğin artması (Çizelge 2) ile böcek kendini koruma altına almış, total oksidasyonunda artış olmuş ya da beslenememiş olabilir. Çünkü sinekler beslendiği gıdanın sertliği ile ilişki kurarak sıkışık kalma ihtimalini değerlendirir, boğulma riskine karşı aşırı sıvı-aşırı sert ortamlardan kaçınmakta ve yumurtlama için elverişli yüzeyleri tercih etmektedirler (Sánchez-Alcaniz ve ark., 2017).

Böceklerde kitin sentezi beslenme ile ilişkilendirilmektedir (Moussian ve ark., 2005). Yapılan çalışma ile böceklerde ve gıdada uygulanan tekstür analizi ile beslenmeye bağlı sertlik oranları belirlendiği gibi, gıdanın depolanma sürecinde böcek için cezbedici olup olmadığı da ortaya koyulmuştur. Çünkü gıda maddelerinin bir kısmı üretildikleri yerde kısa süre içerisinde tüketilebilirken bir kısmı ise üretimden aylar-yıllar sonra tüketilebilmektedir (Güneş ve ark., 2018). Meyvede bulunan hastalıklar, yüzey çatlakları, böceklere karşı ürünü cazip hale getirirken meyvenin kalitesini ve verimini azaltmaktadır. Ayrıca dünya çapında ürünlere saldırarak meyvelerde kalite ve verimi etkileyen sirke sineği türleri bulunmaktadır (Rezazadeh ve ark., 2018). Çalışmada kullandığımız model bu açıdan önemlidir. Bu düşünce ile ürünün kullanılabilirliği arttırılırken doğal türlere de zarar verilmemesi açısından yenilebilir film ve kaplamalar gibi yeni yöntemlerin kullanımı yaygınlaşmaktadır. Bitkiler tarafından üretilen acı tat zararlı/zararsız toksinler ile hayvanlar uzaklaştırmaya çalışılırken (Kavak ve Keçeci, 2019); kalori açısından zengin (tatlı) veya protein açısından zengin (umami) tatlar ile gıda cezbedici hale getirilmekte böceğin beslenmesine engel olunmaktadır. Çünkü sineklerin beslenmelerini acı

bileşikler ve yüksek tuz konsantrasyonları baskılamaktadır (Hiroi ve ark., 2004). Yetişkin meyve sineklerinin düşük tuzlu yiyecekleri tercih etmeleri memelilere benzemektedir (Liman ve ark., 2014). Ahlat ise iyi bir protein ve mineral kaynağı (demir 17.34, bakır 4.19, manganez 3.99, magnezyum 693.21, çinko 14.26, sodyum 3.21, potasyum 7772.27, kalsiyum 2424.94, fosfor 1591.28 mg/kg, azot % 0.81; Kalkisim ve ark., 2018) olarak bilinmektedir. Böceğin düşük miktarda KA ve KsA ile beslenmesi Ahlat içeriğinde bulunan tuz konsantrasyonundan kaynaklanabileceği gibi, kitosan çözeltisi hazırlanırken kullanılan asitten de etkilenebileceğini, böylece kontrole kıyasla görülen istatistiksel dalgalanma nedeni olabileceği tahmin edilmektedir. Öyleki *Drosophila* karbonatlı su gibi hafif asidik yiyecekleri tercih ederken, çok asidik yiyecekleri reddetmektedir. Fakat çalışmada sabit oranda asit ile kaplama materyali kullanılması bu düşüncenin çok etkili olmadığını göstermektedir.

Ahlat'ta sinekler için ortalama yaşam döngüsü süresi 28.7 gün olduğu bilinirken (Batta, 2006), çalışmada bireylerin ortalama ergin dönemde 30 gün yaşadığı, %2 KA ile beslenen dişilerin daha büyük olduğu da görülmüştür. Bu dişilerin yumurtlamadıkları belirlenmiş olup, düşük KA (%0.2-1) ile kaplanan ve böceğin yemesi için uygun ortama bırakılan Ahlat'ın sertliğiyle bağlantılıdır. Çünkü yumurtalardan çıkan larvalar meyvelerin hızla yumuşamasına ve çürümmesine neden olabilmekte, mahsul veriminde azalma ve önemli mali kayıplara neden olmaktadır (Walsh ve ark., 2001). Benzer çalışmalar ile gıdalarda kayıplara neden olduğu bilinmektedir (Bellamy ve ark., 2013; Lee ve ark., 2016).

## SONUÇ

Armut gibi gıdalarda artan oranlarda KA ile kaplama sertliği azaltarak meyvenin yumuşamasına neden olurken, depo zararlısı gibi kullanılan böceklerin ve meyvenin sertliğini arttırarak ürünün korunması açısından etkili olduğu çalışma ile belirlenmiştir. Kitosan ile hazırlanan yenilebilir kaplamanın Ahlat gibi şekerli meyvelerin uzun süreli tüketimi ve doğal düşman/doğada bulunan canlılar açısından katma değere sahip olduğu belirlenmiştir.

## TEŞEKKÜR

Çalışmanın gerçekleştirilmesinde tekstür cihazının kullanımı için izin veren Necmettin Erbakan Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Gıda Mühendisliği bölümü Dr. Öğretim üyesi Durmuş Sert ve ekibine 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

- Andersen LH, Kristensen TN, Loescheke V, Toft S, Mayntz D 2010. Protein and Carbohydrate Composition of Larval Food Affects Tolerance to Thermal Stress and Desiccation in Adult *Drosophila Melanogaster*. *Journal of insect physiology* 56(4): 336-340.
- Bahadorani S, Bahadorani P, Phillips JP, Hilliker AJ 2008. The Effects of Vitamin Supplementation on *Drosophila* Life Span Under Normoxia and Under Oxidative Stress. *The Journals of Gerontology Series A: Biological Sciences and Medical Sciences* 63 (1): 35-42.
- Baltas N 2017. Investigation of a Wild Pear Species (*Pyrus elaeagnifolia* subsp. *elaeagnifolia* pallas) from Antalya, Turkey: Polyphenol Oxidase Properties and Anti-xanthine Oxidase, Anti-urease, and Antioxidant Activity. *International Journal of Food Properties* 20(3): 585-595.
- Batta YA 2006. Quantitative Postharvest Contamination and Transmission of *Penicillium Expansum* (Link) *Conidia* to Nectarine and Pear Fruit by *Drosophila melanogaster* (Meig.) Adults. *Postharvest Biology and Technology* 40(2): 190-196.
- Bellamy DE, Sisterson MS, Walse SS 2013. Quantifying Host Potentials: Indexing Postharvest Fresh Fruits for Spotted Wing *Drosophila*, *Drosophila suzukii*. *PLOS One* 8(4).
- Bilişli A 2015. Gıda Kimyası (Sidas Yayınları, No: 005, İzmir-Türkiye) 188.
- Boxall RA 2001. Post-harvest Losses To Insects - A World Overview. *International Biodeterioration and Biodegradation* 48: 137-152.
- Candan T, Bağdatlı A 2018. Gıda Ürünlerinde Yenilebilir Film ve Kaplama Uygulamaları. *El-Cezeri Journal of Science and Engineering* 5(2): 645-655.
- Carbonell-Capella JM, Buniowska M, Esteve MJ, Frigola A 2015. Effect of *Stevia rebaudiana* Addition on Bioaccessibility of Bioactive Compounds and Antioxidant Activity of Beverages Based on Exotic Fruits Mixed With Oat Following Simulated Human Digestion. *Food Chemistry* 184: 122-130.
- Castro SPM, Paulín EGL 2012. Is Chitosan A New Panacea? Areas of Application (In The Complex World of Polysaccharides, IntechOpen) 1-46.
- Çolak EŞ, Canhilal R, Yüksel E 2018. Depolanmış Ürün Zararlılarıyla Mücadelede Rezidüyel Pestisit Uygulamaları. *Erciyes Tarım ve Hayvan Bilimleri Derg* 1(1): 8-18.
- Düzgüneş O, Kesici T, Gürbüz F 1983. İstatistik Metodları. AÜZF Yayınları 861, Ankara.

- Ertaş N, Doğruer Y 2010. Besinlerde Tekstür. Erciyes Üniversitesi Veteriner Fakültesi Derg 7 (1): 35-42.
- Ferizli AG, Emekci M 2010. Depolanmış Ürün Zararlılarıyla Savaşım, Sorunlar ve Çözüm Yolları. TMMOB Ziraat Mühendisleri Odası Ziraat Mühendisliği VII. Teknik Kongresi, 11-15 Ocak 2010 Ankara, Bildiriler Kitabı 2: 579-587.
- Ghasemnezhad M, Zareh S, Rassa M, Sajedi RH 2013. Effect Of Chitosan Coating On Maintenance of Aril Quality, Microbial Population and PPO Activity of Pomegranate (*Punica granatum L. cv. Tarom*) at Cold Storage Temperature. Journal of Science and Food Agric 93: 368-374.
- Güneş E, Nizamlioglu HF, Aydın H 2018. Antioxidant Activity Of Chitin Obtained From The Insect. Journal of International Environmental Application and Science 13(4): 213-216.
- Güneş E, Sert D 2018. Borik Asit'in Farklı Gelişim Evrelerindeki *Drosophila melanogaster*'in Dış İskeleti Üzerine Etkisi. Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Tarım ve Doğa Derg 21(2): 126-130.
- Han C, Zuoa J, Wang Q, Xua L, Zhaia B, Wang Z, Dong H, Gao L 2014. Effects Of Chitosan Coating on Postharvest Quality and Shelf Life of Sponge Gourd (*Luffa cylindrica*) During Storage. Scientia Horticulturae 166: 1-8.
- Hiroi M, Meunier N, Marion-Poll F, Tanimura T 2004. Two Antagonistic Gustatory Receptor Neurons Responding to Sweet-Salty and Bitter Taste in *Drosophila*. Journal of Neurobiology 61(3): 333-342.
- Hollowood TA, Linforth RST, Taylor AJ 2002. The Effect of Viscosity on The Perception of Flavour. Chemical Senses 27(7): 583-591.
- Ilhan M, Akkol EK, Taştan H, Dereli FTG, Tümen I 2019. Efficacy of *Pyrus elaeagnifolia* subsp. *elaeagnifolia* in Acetic Acid-Induced Colitis Model. Open Chemistry 17(1): 13-22.
- Itai A 2007. Pear Genome Mapping and Molecular Breeding in Plants. Fruit and Nuts, 4: 157-170.
- Jeong YT, Oh SM, Shim J, Seo JT, Kwon JY, Moon SJ 2016. Mechanosensory Neurons Control Sweet Sensing in *Drosophila*. Nature Communications 7(1): 1-9.
- Kahve Hİ 2016. Kitosanın Kaplama Materyali Olarak Et Endüstrisinde Kullanımı. Aksaray Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda mühendisliği Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, 82 sy.
- Kalkisim O, Okcu Z, Karabulut B, Ozdes D, Duran C 2018. Evaluation of Pomological and Morphological Characteristics and Chemical Compositions of Local Pear Varieties (*Pyrus communis L.*) Grown in Gumushane, Turkey. Erwerbs-Obstbau 60(2): 173-181.
- Kaushik S, Kain P 2019. Understanding Taste Using *Drosophila melanogaster* (In *Drosophila*-Little, but Powerful Tool for Discovery IntechOpen) <https://www.intechopen.com/online-first/under-standing-taste-using-drosophila-melanogaster>
- Kavak DD, Kececi S 2019. Extraction of Phenolic Antioxidants From *Pyrus elaeagrifolia* Pallas: Process Optimization, Investigation of The Bioactivity and  $\beta$ -glucuronidase Inhibitory Potential. Journal of Food Measurement and Characterization 13(4): 2894-2902.
- Kim SE, Coste B, Chadha A, Cook B, Patapoutian A 2012. The Role of *Drosophila* Piezo in Mechanical Nociception. Nature 483(7388): 209-212.
- Koç H, Vinyard CJ, Essick GK, Foegeding EA 2013. Food oral processing: conversion of food structure to textural perception. Annual Review of Food Science And Technology 4: 237-266.
- Kou XH, Guo W, Guo R, Li X, Xue Z 2014. Effects of Chitosan, Calcium Chloride, And Pullulan Coating Treatments on Antioxidant Activity in Pear cv. Huang Guan During Storage. Food Bioprocess Technol 7: 671-681.
- Kudow N, Kamikouchi A, Tanimura T 2019. Softness Sensing and Learning in *Drosophila* larvae. Journal of Experimental Biology 222(7): jeb196329.
- Kumral NA, Kovancı B 2007. The Diversity And Abundance of Mites In Agrochemical-Free and Conventional Deciduous Fruit Orchards of Bursa, Turkey. Türkiye Entomoloji Derg 31(2): 83-95.
- Kundaković T, Ćirić A, Stanojković T, Soković M, Kovačević N 2014. Cytotoxicity and Antimicrobial Activity of *Pyrus pyraeaster* Burgsd. and *Pyrus spinosa* Forssk.(Rosaceae). African Journal Of Microbiology Research 8(6): 511-518.
- Lee JC, Dalton DT, Swoboda-Bhattarai KA, Bruck DJ, Burrack HJ, Strik BC, Walton VM 2016. Characterization and Manipulation of Fruit Susceptibility to *Drosophila suzukii*. Journal of Pest Science 89(3): 771-780.
- Liman ER, Zhang YV, Montell C 2014. Peripheral Coding Of Taste. Neuron 81(5): 984-1000.
- Masek P, Keene AC 2013. *Drosophila* Fatty Acid Taste Signals Through The PLC PATHWAY in Sugar-Sensing Neurons. PLoS Genet 9(9): e1003710.
- Moussian B, Schwarz H, Bartoszewski S, Nüsslein Volhard C 2005. Involvement of Chitin in Exoskeleton Morphogenesis in *Drosophila melanogaster*. Journal of Morphology 264 (1): 117-130.
- Oms-Oliu G, Soliva-Fortuny R, Martín-Belloso O 2008. Using Polysaccharide-Based Edible Coatings to Enhance Quality and Antioxidant Properties Of Fresh-Cut Melon. LWT-Food Science and Technology 41: 1862-1870.
- Pektaş M 2009. Hasat Öncesi Bazı Bitki Büyümeyi Düzenleyici Madde (BBDM) uygulamaları'nın 'Akça' ve 'B. P. Morettini' Armutlarında (*Pyrus communis L.*) Meyve Kalitesi Üzerine Etkileri. Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bahçe bitkileri Ana Bilim Dalı Yüksek

- Lisans Tezi, Isparta, 58 sy.
- Rajan A, Perrimon N 2011. Drosophila as a Model For Interorgan Communication: Lessons From Studies on Energy Homeostasis. *Developmental Cell* 21(1): 29-31.
- Rezazadeh A, Sampson BJ, Stafne ET, Marshall-Shaw D, Stringer SJ, Hummer K 2018. Susceptibility of Bunch Grape and Muscadine Cultivars to Berry Splitting and Spotted-Wing Drosophila Oviposition. *American Journal of Enology and Viticulture* 69(3): 258-265.
- Rogina B, Reenan RA, Nilsen SP, Helfand SL 2000. Extended Life-Span Conferred by Cotransporter Gene Mutations in Drosophila. *Biogerontology Science* 290: 2137-2140.
- Sánchez-Alcaniz JA, Zappia G, Marion-Poll F, Benton R 2017. A Mechanosensory Receptor Required for Food Texture Detection in Drosophila. *Nature Communications* 8(1): 1-9.
- Serçe S, Gündüz K, Özdemir E, Kıyga Y, Orhan E, Ercişli S 2008. Farklı Sistemlerde Yetiştirilen Çileklerin (*Fragaria x ananassa* Duch.) Meyve Eti Sertlik Ölçümleri Arasındaki İlişkiler. *Bahçe* 37(1): 9-16.
- Soylu A 2003. Ilıman İklim Meyveleri – II, Uludağ Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Ders Notları, Bursa.
- Şimşek T, Keyf S 2018. Alginat-Kitosan Bazlı Biofilm Sentezi İçin Deneysel Tasarım Uygulaması. *Karaelmas Fen ve Mühendislik Derg* 8(2): 482-490.
- Tellam RL 1996. The Peritrophic Matrix, *Biology of the Insect Midgut* (Springer, Dordrecht) 86-114.
- Tokatlı K, Demirdöven A 2018. Optimization of Chitin and Chitosan Production From Shrimp Wastes and Characterization. *Journal of Food Processing and Preservation* 42(2): e13494.
- Toshima N, Tanimura T 2012. Taste Preference For Amino Acids Is Dependent on Internal Nutritional State in Drosophila melanogaster. *Journal of Experimental Biology* 215(16): 2827-2832.
- Tural S, Sarıcaoğlu FT, Turhan S 2017. Yenilebilir Film ve Kaplamalar: Üretimleri Uygulama Yöntemleri Fonksiyonları ve Kaslı Gıdalarda Kullanımları. *Akademik Gıda* 15(1): 84-94.
- Vargas M, Albors A, Chiralt A, Gonzalezmartinez C 2006. Quality of Cold-Stored Strawberries as Affected By Chitosan–Oleic Acid Edible Coatings. *Postharvest Biology and Technology* 41: 164–171.
- Walsh DB, Bolda MP, Goodhue RE, Dreves AJ, Lee J, Bruck DJ, Zalom FG 2011. Drosophila suzukii (Diptera: Drosophilidae): Invasive Pest of Ripening Soft Fruit Expanding Geographic Range and Damage Potential. *Journal of Integrated Pest Management* 2(1): G1-G7.
- Yılmaz KU, Ercişli S, Cam M, Uzun A, Yilmaztekin M, Kafkas E, Pinar H 2015b. Fruit Weight, Total Phenolics, Acidity and Sugar Content of Edible Wild Pear (*Pyrus elaeagnifolia* Pall.) Fruits. *Erwerbs-Obstbau* 57(4): 179-184.
- Yılmaz KU, Uzun A, Cam M, Ercişli S 2015a. Some Morphological and Fruit Characteristics of Naturally Grown *Pyrus elaeagnifolia* Pall. of Kayseri Province (Central Anatolia, Turkey). *Genetic Resources and Crop Evolution* 62(5): 711-720.
- Zhang YV, Aikin TJ, Li Z, Montell C 2016. The Basis of Food Texture Sensation in Drosophila. *Neuron* 91(4): 863-877.



## Diyarbakır ve Mardin İllerinde *Monosteira lobulifera* Reuter ve *Monosteira unicostata* (Mulsant & Rey) (Hemiptera: Tingidae)'nın Badem, Kavak ve Söğüt Ağaçları Üzerindeki Ergin Popülasyon Gelişimi

Hasan-MARAL<sup>1\*</sup>, M. Rifat-ULUSOY<sup>2</sup>, Halil-BOLU<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Karacadağ Kalkınma Ajansı, 21080, Bağlar, Diyarbakır, <sup>2</sup>Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, 01330, Sarıçam, Adana, <sup>3</sup>Dicle Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, 21280, Diyarbakır, Türkiye

<sup>1</sup><https://orcid.org/0000-0001-9201-8758>, <sup>2</sup><https://orcid.org/0000-0001-6610-1398>, <sup>3</sup><https://orcid.org/0000-0001-5488-0056>

✉: hasanmaral@hotmail.com

### ÖZET

Bu çalışma ile 2009-2011 yılları arasında Diyarbakır ve Mardin illerinde badem ağaçlarında önemli zararlara yol açan *Monosteira lobulifera* Reuter (Hemiptera: Tingidae) ile kavak ve söğüt ağaçlarında önemli zararlara yol açan *M. unicostata* (Mulsant & Rey)'nin (Hemiptera: Tingidae) ergin popülasyon gelişimi belirlenmiştir. Popülasyon gelişiminin takibi için gözle kontrol ve darbe yöntemi uygulanmıştır. Çalışma sonucunda, *M. lobulifera*'nın badem ağaçları üzerindeki ergin popülasyon yoğunluğu Çermik (Diyarbakır) ilçesinde 2010 yılında 31 Temmuz (131 ergin), 2011 yılında 13 Ağustos (130 ergin); Artuklu (Mardin) ilçesinde 2010 yılında 22 Ağustos (579 ergin), 2011 yılında 17 Eylül (498 ergin); Yeşilli (Mardin) ilçesinde 2010 yılında 15 Ağustos (550 ergin) ve 2011 yılında 21 Ağustos (556 ergin) tarihinde tepe noktasına ulaşmıştır. *Monosteira unicostata*'nın kavak üzerindeki ergin popülasyon yoğunluğu Mazıdağı (Mardin) ilçesinde 2010 yılında 4 Eylül (360 ergin), 2011 yılında 5 Eylül (400 ergin); Artuklu (Mardin) ilçesinde 2010 yılında 4 Eylül (161 ergin) ve 2011 yılında 5 Eylül (158 ergin) tarihinde tepe noktasına ulaşmıştır. *M. unicostata*'nın söğüt ağaçlarındaki ergin popülasyon yoğunluğu Mazıdağı (Mardin) ilçesinde 2010 yılında 4 Eylül (326 ergin), 2011 yılında 17 Eylül (450 ergin); Artuklu (Mardin) ilçesinde 2010 yılında 4 Eylül (106 ergin) ve 2011 yılında 17 Eylül (98 ergin) tarihinde tepe noktasına ulaşmıştır.

### Araştırma Makalesi

### Makale Tarihi

Geliş Tarihi : 22.08.2019

Kabul Tarihi : 02.04.2020

### Anahtar Kelimeler

Tingidae

*Monosteira lobulifera*

*Monosteira unicostata*

Popülasyon gelişimi

## The Adult Population Development of *Monosteira lobulifera* Reuter and *Monosteira unicostata* (Mulsant & Rey) (Hemiptera: Tingidae) on Almond, Poplar and Willow Trees in Diyarbakır and Mardin

### ABSTRACT

In this study, the adult population development of *Monosteira lobulifera* Reuter (Hemiptera: Tingidae) which causes serious damage on almond and *M. unicostata* (Mulsant & Rey) (Hemiptera: Tingidae) which causes serious damage on poplar and willow trees was determined in Diyarbakır and Mardin provinces between 2009 and 2011. In the study, visual inspection and shaking method were used to monitor the population development of two pests. As a result of the study, the adult population density of *M. lobulifera* on almond trees reached peak level on July 31, 2010 (131 adults) and on August 13, 2011 (130 adults) in Çermik (Diyarbakır) district; on August 22, 2010 (579 adults) and on September 17, 2011 (498 adults) in Artuklu (Mardin) district; on August 15, 2010 (550 adults) and on August 21, 2011 (556 adults) in Yeşilli (Mardin) district. The adult population density of *M. unicostata* on poplar trees reached peak level on September 4, 2010 (360 adults) and on September 5, 2011 (400 adults) in Mazıdağı (Mardin) district; on September 4, 2010 (161 adults) and on September 5, 2011 (158 adults) in Artuklu (Mardin)

### Research Article

### Article History

Received : 22.08.2019

Accepted : 02.04.2020

### Keywords

Tingidae

*Monosteira lobulifera*

*Monosteira unicostata*

Population development

district. The adult population density of *M. unicastata* on willow trees reached peak level on September 4, 2010 (326 adults) and on September 17, 2011 (450 adults) in Mazıdağı (Mardin) district; on September 4, 2010 (106) and on September 17, 2011 (98 adults) in Artuklu (Mardin) district.

**To Cite :** Maral H, Ulusoy M.R., Bolu H 2020. Diyarbakır ve Mardin İllerinde *Monosteira lobulifera* Reuter ve *Monosteira unicastata* (Mulsant & Rey) (Hemiptera: Tingidae)'nın Badem, Kavak ve Söğüt Ağaçları Üzerindeki Ergin Popülasyon Gelişimi. KSÜ Tarım ve Doğa Derg 23 (6): 1456-1465. DOI: 10.18016/ksutarimdog.vi.609565.

## GİRİŞ

Zengin besin içeriği nedeniyle insan sağlığına önemli faydaları olan badem (*Prunus amygdalus* L.), sanayide birçok gıda ürününün ana hammaddelerinden biridir (Anonim, 2018). Dünyada yaklaşık 3,18 milyon ton civarında badem üretilmekte olup Amerika Birleşik Devletleri 1,8 milyon ton üretimle birinci sırada yer almakta ve onu sırasıyla İspanya, İran ve Fas takip etmektedir. Türkiye 100 bin ton üretimle beşinci sırada yer almaktadır (FAO, 2018).

Dünyanın önemli entegre kalkınma projelerinden biri olan Güneydoğu Anadolu Projesi (GAP)'nin uygulandığı Güneydoğu Anadolu bölgesinde sulama olanaklarının artması ve kapama bahçe kurmaya yönelik verilen destekler sayesinde son yıllarda badem üretiminde kayda değer artışlar meydana gelmiştir. Güneydoğu Anadolu Bölgesinde 2010 yılında ülkemiz badem üretiminin %10,9'u gerçekleşirken, 2018 yılında bu oran iki kattan daha fazla artarak %24,7'ye yükselmiştir (TÜİK, 2019).

Badem alanlarında ekonomik anlamda zarar yapan birçok böcek türü mevcut olup bu zararlı türler arasında Tingidae (Hemiptera) familyası önemli bir yer tutmaktadır. Dünyada Tingidae familyasına ait 250 cinse bağlı yaklaşık 2600 civarında tür tespit edilmiştir (Guilbert, 2001; Bison et al., 2003). Bu türler narın yapılı ve kanatları ağ şeklinde özel desenlere sahip olup, boyları genellikle 4 mm'den küçüktür. Ergin ve nimfleri fitofagdır. Yabani bitkilerden kültür bitkilerine, orman ağaçlarından meyve ağaçlarına ve hatta süs bitkilerine kadar uzanan geniş bir konukçu dizisinin olması ve geniş bir yelpazede bitki üzerinde beslenmeleri nedeniyle büyük ekonomik önem taşırlar. Yaprakların alt yüzeylerinde yaşar ve parankima dokusuna stiletlerini batırmak suretiyle bitki öz suyunu emerek beslenirler. Sokulup emilen yerlerde beyazımsı lekeler oluşur, zarara uğrayan yapraklar vaktinden önce dökülür ve böylece bitkileri zayıf düşürerek önemli derecede verim kayıplarına neden olurlar (Bodenheimer, 1958; Nizamlıoğlu, 1961; Göksu, 1964; Drake ve Ruhoff, 1965; Lodos, 1982; Péricart, 1983; Lodos ve Önder, 1983; Gülperçin ve Önder, 1999; Schaefer ve Panizzi, 2000; Guilbert, 2001; Demirsoy, 2006).

Tingidae familyasına bağlı *Monosteira unicastata* (Mulsant & Rey) ve *Monosteira lobulifera* Reuter özellikle Akdeniz bölgesinde yer alan ülkelerde bademde ekonomik anlamda zarar yapan önemli türlerdir (Lodos, 1982; Maçan, 1986; Russo ve ark., 1994; Schaefer ve Panizzi, 2000; Bolu, 2007; Pereira ve ark., 2008; Maral ve ark., 2013; Sánchez-Ramos ve ark., 2017). Bu türlerden *M. unicastata* Güneydoğu Anadolu Bölgesinde yaygın olarak doğal formda yetişen söğüt türleri (*Salix* spp.) ile bazı bölgelerde doğal yetiştiği gibi kısmen kereste üretimi amacıyla da yetiştirilen kavak türlerinde (*Populus* spp.) de önemli zararlara yol açmaktadır (Lodos ve Önder, 1983; Schaefer ve Panizzi, 2000; Sadeghi ve ark., 2001; Babmorad ve ark., 2012).

*Monosteira unicastata* ve *M. lobulifera*'nın yol açtığı ekonomik kayıpları azaltmak ve uygun mücadele yöntemini belirlemek amacıyla bu iki türün popülasyon gelişimini bilmek büyük önem taşımaktadır. Bu çalışmada Güneydoğu Anadolu Bölgesindeki bademlerde önemli zararlar yaptığı ön sürveylerde tespit edilen *M. lobulifera* ile badem, kavak ve söğütlerde önemli zararlara yol açan *M. unicastata*'nın Diyarbakır ve Mardin illerindeki ergin popülasyon gelişimleri incelenmiştir.

## MATERYAL ve METOT

### Materyal

Çalışmanın ana materyalini Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde Diyarbakır ve Mardin illerinde yetiştiriciliği yapılan meyve ağaçlarından badem ile tarım dışı alanlarda doğal olarak yetişen kavak ve söğüt ağaçları; badem üzerinden alınan *M. lobulifera* ile kavak ve söğütler üzerinden alınan *M. unicastata* oluşturmıştır.

Stereo binoküler mikroskop, Steiner hunisi, öldürme şişeleri, ağız aspiratörü, etil asetat, böcek iğneleri, fotoğraf makinesi, yumuşak uçlu fırçalar (00, 0, 1, 2 ve 3 numara), şeffaf polietilen torbalar, kese kâğıtları ve el GPS'i kullanılan diğer materyallerdir.

### Metot

2009 yılında yapılan sürveylerde *M. lobulifera*'nın Diyarbakır ve Mardin illerindeki badem ağaçlarında, *M. unicastata*'nın ise çalışma alanlarındaki kavak ve söğüt ağaçlarında önemli zararlara neden olduğu



tespit edilmiştir. Bu nedenle 2010 ve 2011 yıllarında Mardin Artuklu ile Mardin Yeşilli ve Diyarbakır Çermik ilçelerinde birer badem bahçesinde *M. lobulifera*'nın; Mardin ili Mazıdağı ilçesinde bir kavak bahçesi ve bir söğüt plantasyonu, Mardin ili Artuklu

ilçesinde de yine bir kavak bahçesi ve bir söğüt plantasyonunda *M. uncostata*'nın ergin popülasyon gelişiminin takip edilmesine karar verilmiştir (Çizelge 1).

Çizelge 1. Popülasyon gelişiminin takip edildiği bahçelerin koordinatları

Table 1. The Coordinates of orchards where population development is followed

Lokasyon (Location)	Konukçu (Host)	Koordinat (Coordinates)
Mardin Artuklu	<i>Prunus amygdalus</i>	372329K-403854D Yükseklik: 1071 m
Mardin Yeşilli	<i>Prunus amygdalus</i>	372138K-0404754D Yükseklik: 890 m
Diyarbakır Çermik	<i>Prunus amygdalus</i>	380713K-392324D Yükseklik: 904 m
Mardin Artuklu	<i>Populus sp.</i>	372844K-403658D Yükseklik: 949 m
Mardin Artuklu	<i>Salix sp.</i>	372650K-403758D Yükseklik: 981 m
Mardin Mazıdağı	<i>Salix sp.</i>	373210K-403130D Yükseklik: 890 m
Mardin Mazıdağı	<i>Populus sp.</i>	373050K-403123D Yükseklik: 894 m

Popülasyon takibi nisan ayı başından ekim ayı sonuna kadar haftalık olarak gerçekleştirilmiştir. Ergin popülasyon gelişiminin takibi için her bahçede/plantasyonda 10 ağaç seçilmiş, her ağaçta ağaçların her birinin farklı dört yönünden seçilen birer dalına, ucuna lastik hortum parçası geçirilmiş bir sopa ile 3'er defa vurularak böceklerin Steiner hunisine düşmesi sağlanmıştır. Ağaçların her bir dalına yapılan 3 vuruş 1 darbe kabul edilmiştir. Toplamda her bir bahçeye/plantasyona bu şekilde 40 darbe uygulanmıştır. Steiner hunisine düşen böcekler ağız aspiratörü ya da elle toplanarak etil asetat içeren öldürme şişelerine aktarılmış ve sayımları gerçekleştirilmiştir (Steiner, 1962). Bulgular bölümünde analize daha kolay imkan vermek amacıyla veriler 10 darbe üzerinden toplanan birey sayısı toplamı şeklinde verilmiştir.

### İstatistiksel Analizler

Çalışmada elde edilen verilerin istatistiksel analizi için *PASW Statistics 18* paket programı kullanılmıştır. Gözlemlerin normal dağılımını test etmek için Kolmogorov-Smirnov Testi uygulanmış, test sonuçları gözlemlerin normal dağılmadığını göstermiştir. Gözlemler normal dağılmadığı için non-parametrik testler uygulanmıştır. İstatistiki testler ve kullanış amaçları aşağıda açıklanmıştır.

**Mann-Whitney U Testi:** Popülasyon takibi yapılan her lokasyonun popülasyon yoğunluğunu kendi içinde yıllar itibariyle karşılaştırmak veya iki lokasyonun popülasyon yoğunluğunu birbiri ile karşılaştırmak için Bağımsız Örneklem t-Testi'nin non-parametrik

karşılığı olan *Mann-Whitney U* Testi uygulanmıştır.

**Kruskal Wallis H Testi:** 2010 ve 2011 yıllarında Artuklu, Yeşilli (Mardin) ve Çermik (Diyarbakır) ilçelerinde *M. lobulifera*'nın badem ağaçları üzerindeki popülasyon yoğunluğu bakımından her üç lokasyon arasında fark olup olmadığını tespit etmek amacıyla Anova Testi'nin non-parametrik karşılığı olan *Kruskal Wallis H Testi* uygulanmıştır.

**Spearman Korelasyon Testi:** Her lokasyon için yıllar itibariyle sıcaklık ve nem değerleri ile popülasyon yoğunluğu arasında bir ilişki olup olmadığını saptamak amacıyla, gözlemlerimiz normal dağılmadığı için Pearson Korelasyon Testi'nin non-parametrik karşılığı olan *Spearman Korelasyon Testi* uygulanmıştır.  $-1 < r < +1$  arasında bir değer alan korelasyon katsayısı bize ilişkiler hakkında bilgi vermiştir.

### BULGULAR ve TARTIŞMA

Diyarbakır (Çermik) ve Mardin (Artuklu ve Yeşilli) illerinde 2010 ve 2011 yıllarında *M. lobulifera*'nın badem ağaçları üzerindeki popülasyon yoğunluğuna ilişkin veriler Şekil 1'de verilmiştir.

Çermik ilçesinde (Diyarbakır) 2010 yılında popülasyon 31 Temmuz (131 ergin) ve 12 Eylül (129 ergin) tarihlerinde (Şekil 1A); 2011 yılında ise 13 Ağustos (130 ergin) ve 20 Ağustos (128 ergin) tarihlerinde tepe noktasına ulaşmıştır (Şekil 1B).

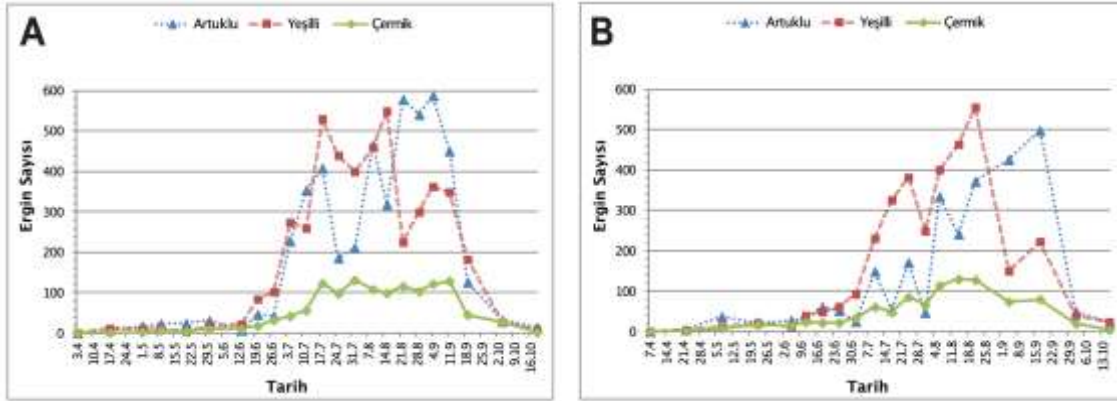
Popülasyon Artuklu ilçesinde (Mardin) 2010 yılında 22 Ağustos (579 ergin) ve 4 Eylül (588 ergin) tarihlerinde (Şekil 1A); 2011 yılında ise 4 Eylül (426 ergin) ve 17 Eylül (498 ergin) tarihlerinde tepe

noktasına ulaşmıştır (Şekil 1B).

Yeşilli ilçesinde (Mardin) popülasyon 2010 yılında 18 Temmuz (531 ergin) ve 15 Ağustos (550 ergin) tarihlerinde (Şekil 1A); 2011 yılında ise 14 Ağustos (464 ergin) ve 21 Ağustos (556 ergin) tarihlerinde tepe

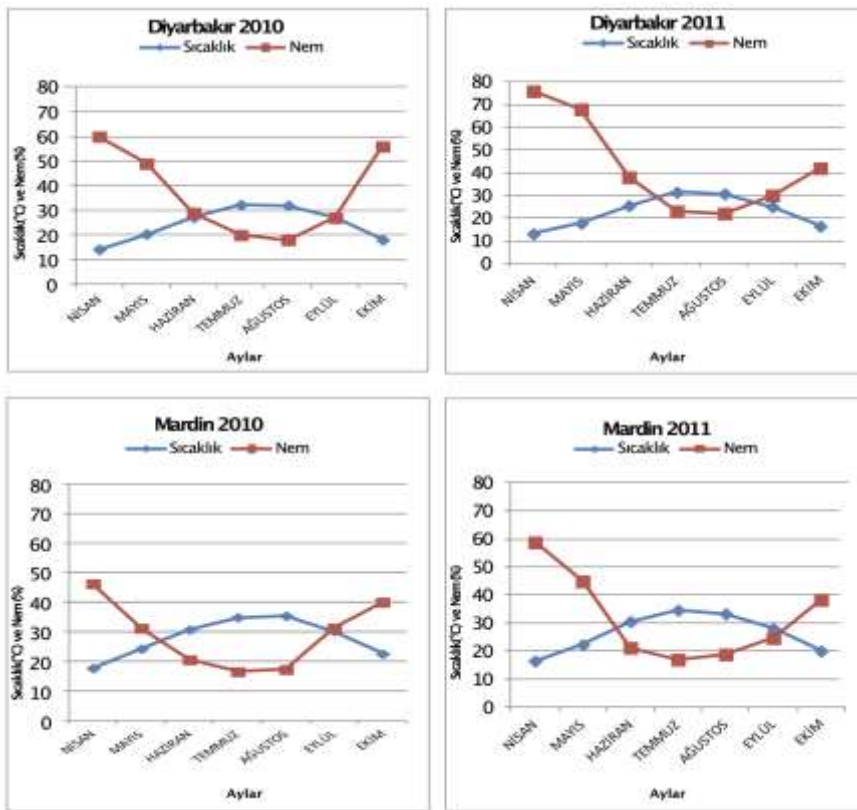
noktasına ulaşmıştır (Şekil 1B).

Diyarbakır ve Mardin'de çalışmanın yapıldığı yıllara ait aylık ortalama sıcaklık ve nem değerleri Şekil 2'de verilmiştir (MEVBİS, 2019).



Şekil 1. *Monosteira lobulifera*'nın (A) 2010 yılında, (B) 2011 yılında Diyarbakır (Çermik) ve Mardin (Artuklu ve Yeşilli) İllerinde badem ağaçları (*Prunus amygdalus*) üzerindeki ergin popülasyon gelişimi.

Figure 1. The adult population development of *Monosteira lobulifera* on almond (*Prunus amygdalus*) in Diyarbakır (Çermik) and Mardin (Artuklu and Yeşilli) provinces in (A) 2010, (B) 2011.



Şekil 2. Diyarbakır ve Mardin illerinde 2010 ve 2011 yıllarına ait aylık ortalama sıcaklık (°C) ve nem (%) değerleri.

Figure 2. Monthly average temperature (°C) and humidity (%) values of Diyarbakır and Mardin for 2010 and 2011.

Mardin ili badem bahçelerinde 2010 ve 2011 yıllarında her iki lokasyonda da *M. lobulifera*'nın yüksek yoğunluğundan dolayı ağustos ayı başından itibaren badem yapraklarının emgi zararından dolayı kuruyup döküldüğü görülmüştür. Özellikle eylül ayı

başında tüm ağaçlarda emgi zararının bariz bir şekilde kendini gösterdiği gözlenmiştir.

*Monosteira lobulifera*'nın badem ağaçları üzerindeki popülasyon yoğunluklarına ilişkin karşılaştırmalı istatistiki veriler Çizelge 2'de sunulmuştur.

Çizelge 2’de görüldüğü üzere *M. lobulifera*’nın badem ağaçları üzerinde 2010 yılında Yeşilli (Mardin) ile Çermik (Diyarbakır) İlçelerinde popülasyon yoğunlukları arasındaki fark ve Artuklu (Mardin) ile

Çermik (Diyarbakır) ilçelerinde popülasyon yoğunlukları arasındaki fark istatistiki açıdan önemli bulunmuştur.

Çizelge 2. *Monosteira lobulifera*’nın 2010 ve 2011 yıllarında Diyarbakır (Çermik) ve Mardin (Artuklu ve Yeşilli) illerinde badem ağaçları (*Prunus amygdalus*) üzerindeki ergin popülasyon gelişimine ilişkin istatistiki veriler

Table 2. The statistical data regarding The adult population development of *Monosteira lobulifera* on almond (*Prunus amygdalus*) trees in Diyarbakır (Çermik) and Mardin (Artuklu and Yeşilli) provinces in 2010 and 2011

Karşılaştırılan Lokasyonlar (Compared Locations)	Karşılaştırılan Yıllar (Compared Years)	Karşılaştırma Yapılan Konu (Compared Topic)	p Değeri (p Value)	r <sub>s</sub> Değeri (r <sub>s</sub> Value)	Sonuç (Result)
Diyarbakır Çermik Diyarbakır Çermik	2010-2011	Popülasyon yoğunluğu Popülasyon yoğunluğu	0,817	-	İstatistiki açıdan önemli bir fark yok
Diyarbakır Çermik Diyarbakır Çermik	2010-2011	Popülasyon yoğunluğu Sıcaklık	-	2010=0,837; 2011=0,763	Pozitif düzeyde korelasyon
Diyarbakır Çermik Diyarbakır Çermik	2010-2011	Popülasyon yoğunluğu Nem	-	2010=-0,757; 2011=-0,750	Negatif düzeyde korelasyon
Mardin Artuklu Mardin Artuklu	2010-2011	Popülasyon yoğunluğu Popülasyon yoğunluğu	0,817	-	İstatistiki açıdan önemli bir fark yok
Mardin Artuklu Mardin Artuklu	2010-2011	Popülasyon yoğunluğu Sıcaklık	-	2010=0,759; 2011=0,570	Pozitif düzeyde korelasyon
Mardin Artuklu Mardin Artuklu	2010-2011	Popülasyon yoğunluğu Nem	-	2010=-0,209; 2011=-0,522	2010: Önemli düzeyde bir korelasyon yok 2011: Negatif düzeyde korelasyon
Mardin Yeşilli Mardin Yeşilli	2010-2011	Popülasyon yoğunluğu Popülasyon yoğunluğu	0,584	-	İstatistiki açıdan önemli bir fark yok
Mardin Yeşilli Mardin Yeşilli	2010-2011	Popülasyon yoğunluğu Sıcaklık	-	2010=0,780; 2011=0,813	Pozitif düzeyde korelasyon
Mardin Yeşilli Mardin Yeşilli	2010-2011	Popülasyon yoğunluğu Nem	-	2010=-0,269; 2011=-0,570	2010: Önemli düzeyde bir korelasyon yok 2011: Negatif düzeyde korelasyon
Mardin Artuklu Mardin Yeşilli	2010-2011	Popülasyon yoğunluğu Popülasyon yoğunluğu	2010=0,767 2011=0,112	-	İstatistiki açıdan önemli bir fark yok
Mardin Yeşilli Diyarbakır Çermik	2010	Popülasyon yoğunluğu Popülasyon yoğunluğu	0,02	-	İstatistiki açıdan önemli bir fark var
Mardin Artuklu Diyarbakır Çermik	2010	Popülasyon yoğunluğu Popülasyon yoğunluğu	0,02	-	İstatistiki açıdan önemli bir fark var

Lodos (1982) ve Maçan (1986) *M. lobulifera*’nın Güneydoğu Anadolu Bölgesi’nin bazı kesimlerinde bademlerde mücadeleyi gerektirecek kadar yoğun popülasyonlar oluşturduğunu, zararlının en yüksek popülasyon yoğunluğuna temmuz ve ağustos aylarında ulaştığını; Bolu (2007), *M. lobulifera*’nın Mardin ili badem ağaçları üzerinde tespit edilen

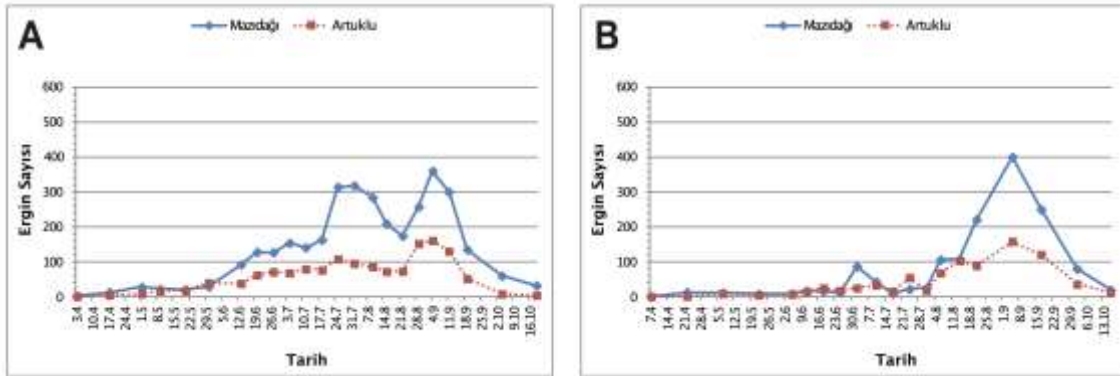
tingidler arasında %85,57 bulunma oranı ile en yüksek yoğunluğa sahip tür olduğunu, Diyarbakır ilinde ise %42,72 bulunma oranı ile yüksek yoğunluğa sahip türlerden biri olduğunu ve bademlerde önemli zararlara yol açtığını bildirmiştir.

Gerek Diyarbakır gerekse Mardin ilinde *M. lobulifera*’nın badem ağaçları üzerindeki popülasyon

yoğunluğunu belirlemeye yönelik yapılan bu çalışma ile literatür bilgilerinin çoğunlukla uyduğu görülmektedir. Ancak bu çalışmada literatür bilgilerinden farklı olarak *M. lobulifera*'nın eylül ayında da yoğun popülasyonlar oluşturduğu ilk defa

tespit edilmiştir.

Mardin ili Artuklu ve Mazıdağı ilçelerinde 2010 ve 2011 yıllarında *M. unicostata*'nın kavak ağaçları üzerindeki ergin popülasyon yoğunluğuna ilişkin veriler Şekil 3'te verilmiştir.



Şekil 3. *Monosteira unicostata*'nın (A) 2010 yılında, (B) 2011 yılında Artuklu ve Mazıdağı (Mardin) ilçelerinde kavak ağaçları (*Populus sp.*) üzerindeki ergin popülasyon gelişimi.

Figure 3. The adult population development of *Monosteira unicostata* on poplar trees (*Populus sp.*) in Artuklu and Mazıdağı (Mardin) districts in (A) 2010, (B) 2011.

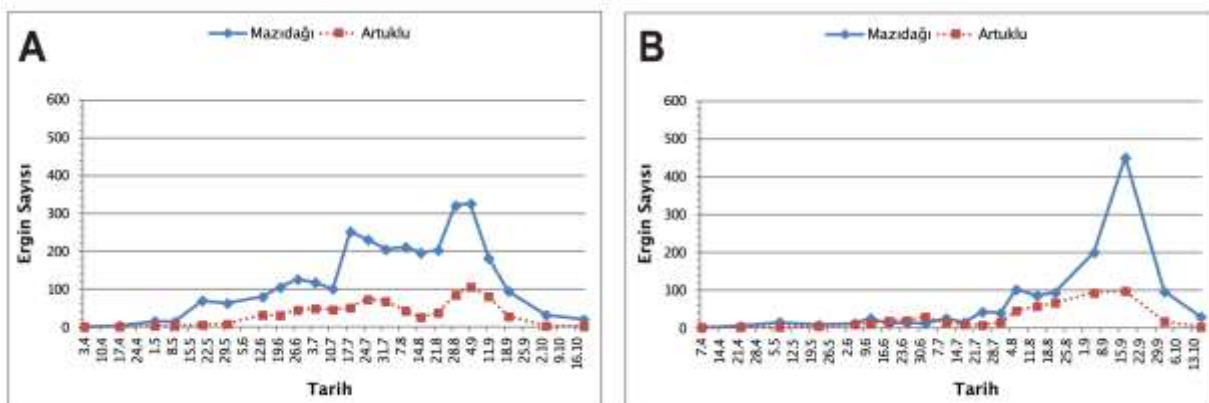
Mardin İli Mazıdağı ilçesinde popülasyon 2010 yılında 4 Eylül (360 ergin) (Şekil 3A); 2011 yılında ise 5 Eylül tarihinde (400 ergin) tepe noktasına ulaşmıştır. Yoğunluk ağustos ayı başı ile eylül ayı ortasındaki dönemde yükselmiştir (Şekil 3B).

Mardin Artuklu ilçesinde popülasyon 4 Eylül tarihinde (161 ergin) (Şekil 3A); 2011 yılında ise 5 Eylül tarihinde (158 ergin) tepe noktasına ulaşmıştır (Şekil 3B).

Mardin ilinde *M. lobulifera*'ya benzer şekilde *M. unicostata*'nın kavak ağaçları üzerindeki popülasyon yoğunluğu ile sıcaklık arasında bir ilişki olduğu ve sıcaklığın zararlının gelişimi üzerine nispeten önemli

etkilerde bulunduğu tespit edilmiştir. Nitekim Braman ve ark. (1992), Shahin ve Almaroof (2002), Aysal ve Kıvan (2008), Ju ve ark. (2011) ve Sánchez-Ramos ve ark. (2017) sıcaklığın zararlının gelişimi üzerine olan etkilerini laboratuvar çalışmalarıyla da doğrulamışlardır. *M. unicostata*'nın kavak ağaçları üzerindeki popülasyon yoğunluğu ile nem arasında her iki yılda da genel itibariyle önemli bir ilişki tespit edilememiştir.

Mardin ili Artuklu ve Mazıdağı ilçesinde 2010 ve 2011 yıllarında *M. unicostata*'nın söğüt ağaçları üzerindeki ergin popülasyon yoğunluğuna ilişkin veriler Şekil 4'te verilmiştir.



Şekil 4. *Monosteira unicostata*'nın (A) 2010 yılında, (B) 2011 Artuklu ve Mazıdağı (Mardin) ilçelerinde söğüt ağaçları (*Salix sp.*) üzerindeki ergin popülasyon gelişimi.

Figure 4. The adult population development of *Monosteira unicostata* on willow trees (*Salix sp.*) in Artuklu and Mazıdağı (Mardin) districts in (A) 2010, (B) 2011.

Çizelge 3. *Monosteira unicastata*'nın 2010 ve 2011 yıllarında Artuklu ve Mazıdağı (Mardin) ilçelerinde kavak (*Populus sp.*) ve söğüt (*Salix sp.*) ağaçları üzerindeki ergin popülasyon gelişimine ilişkin istatistiksel veriler  
Table 3. The statistical data regarding The adult population development of *Monosteira unicastata* on poplar (*Populus sp.*) and willow (*Salix sp.*) trees in Artuklu and Mazıdağı (Mardin) districts in 2010 and 2011

Konukçu (Host)	Karşılaştırılan Lokasyonlar (Compared Locations)	Karşılaştırılan Yıllar (Compared Years)	Karşılaştırma Yapılan Konu (Compared Topic)	p Değeri (p Value)	r <sub>s</sub> Değeri (r <sub>s</sub> Value)	Sonuç (Result)
<i>Populus sp.</i>	Mardin Mazıdağı Mardin Mazıdağı	2010-2011	Popülasyon yoğunluğu Popülasyon yoğunluğu	0,006	-	İstatistiksel açıdan önemli bir fark var
<i>Populus sp.</i>	Mardin Mazıdağı Mardin Mazıdağı	2010-2011	Popülasyon yoğunluğu Sıcaklık	-	2010=0,766 2011=0,346	2010: Pozitif düzeyde korelasyon 2011: Önemli düzeyde bir korelasyon yok
<i>Populus sp.</i>	Mardin Artuklu Mardin Artuklu	2010-2011	Popülasyon yoğunluğu Popülasyon yoğunluğu	0,134	-	İstatistiksel açıdan önemli bir fark yok
<i>Populus sp.</i>	Mardin Artuklu Mardin Artuklu	2010-2011	Popülasyon yoğunluğu Sıcaklık	-	2010=0,742 2011=0,516	Pozitif düzeyde korelasyon
<i>Populus sp.</i>	Mardin Artuklu Mardin Artuklu	2010-2011	Popülasyon yoğunluğu Nem	-	2010=-0,236 2011=-0,508	2010: Önemli düzeyde bir korelasyon yok 2011: Negatif düzeyde korelasyon
<i>Salix sp.</i>	Mardin Mazıdağı Mardin Mazıdağı	2010-2011	Popülasyon yoğunluğu Popülasyon yoğunluğu	0,01	-	İstatistiksel açıdan önemli bir fark var
<i>Salix sp.</i>	Mardin Mazıdağı Mardin Mazıdağı	2010-2011	Popülasyon yoğunluğu Sıcaklık	-	2010=0,729 2011=0,336	2010: Pozitif düzeyde korelasyon 2011: Önemli düzeyde bir korelasyon yok
<i>Salix sp.</i>	Mardin Artuklu Mardin Artuklu	2010-2011	Popülasyon yoğunluğu Popülasyon yoğunluğu	0,42	-	İstatistiksel açıdan önemli bir fark yok
<i>Salix sp.</i>	Mardin Artuklu Mardin Artuklu	2010-2011	Popülasyon yoğunluğu Sıcaklık	-	2010=0,689 2011=0,462	2010: Pozitif düzeyde bir korelasyon 2011: Önemli düzeyde bir korelasyon yok
<i>Salix sp.</i>	Mardin Artuklu Mardin Artuklu	2010-2011	Popülasyon yoğunluğu nem	-	2010=-0,201 2011=-0,579	2010: Önemli düzeyde bir korelasyon yok 2011: Negatif düzeyde korelasyon
<i>Salix sp.</i>	Mardin Mazıdağı Mardin Artuklu	2010-2011	Popülasyon yoğunluğu Popülasyon yoğunluğu	2010=0,01 2011=0,137	-	2010: İstatistiksel açıdan önemli bir fark var 2011: İstatistiksel açıdan önemli bir fark yok

Mardin ili Mazıdağı ilçesinde *M. unicastata*'nın söğüt ağaçları üzerindeki popülasyonu 2010 yılında 4 Eylül tarihinde (326 ergin) (Şekil 4A); 2011 yılında ise 17 Eylül tarihinde (450 ergin) tepe noktasına ulaşmıştır (Şekil 4B).

Mardin ili Artuklu ilçesinde popülasyon 2010 yılında 4 Eylül tarihinde (106 ergin) (Şekil 4A); 2011 yılında ise 17 Eylül tarihinde (98 ergin) tepe noktasına ulaşmıştır (Şekil 4B).

*Monosteira unicastata*'nın kavak ve söğüt ağaçları

üzerindeki popülasyon yoğunluklarına ilişkin karşılaştırmalı istatistikî veriler Çizelge 3'te sunulmuştur.

Çizelge 3'te görüldüğü üzere Mazıdağı İlçesinde 2010 ve 2011 yıllarında *M. uncostata*'nın kavak ağaçları ve yine aynı yıllarda söğüt ağaçları üzerindeki popülasyon yoğunlukları arasındaki fark; yine Mazıdağı ile Artuklu (Mardin) ilçelerinde *M. uncostata*'nın söğüt ağaçları üzerindeki popülasyon yoğunlukları arasındaki fark 2010 yılında istatistikî açıdan önemli bulunmuştur.

Lodos (1982), *M. uncostata*'nın kavak yetiştirilen alanlara önemli zararlara yol açtığını, ağustos ve eylül aylarında en yüksek popülasyon yoğunluğuna ulaştığını belirtmiştir. İran'da yapılan çalışmalarda *M. uncostata*'nın kavaklarda önemli zararlara yol açtığı, ağustos ayı sonuna kadar zarar yaptığı ve yılda 4 döl verdiği tespit edilmiştir (Babmorad ve ark., 1998; Sadeghi ve ark., 2001; Babmorad ve ark., 2007). Literatür bilgileri incelendiğinde *M. uncostata*'nın kavak ağaçlarındaki zararına ilişkin çalışmaların var olduğu, *M. uncostata*'nın söğüt ağaçlarındaki zararına ilişkin ise detaylı bir çalışma yapılmadığı görülmüştür. *M. uncostata*'nın bademlerde yaptığı zarara ilişkin de bir dizi çalışma mevcuttur. İtalya'da yürütülen çalışmalarda *M. uncostata*'nın bademlerde önemli zararlara neden olan türlerden biri olduğu, yılda üç döl verdiği, ikinci ve üçüncü dölün yoğunluğunun çok yüksek olduğu tespit edilmiştir (Moleas, 1985; Russo ve ark., 1994). Pereira ve ark. (2008), Portekiz'de bademlerde önemli zararlara neden olan *M. uncostata*'nın en yüksek ergin yoğunluğuna temmuz ayı sonu ile ağustos ayı başında ulaştığını ve badem yapraklarının yaklaşık %60'ının *M. uncostata*'nın zararından etkilendiğini tespit etmiştir.

*Monosteira uncostata*'nın kavak ağaçlarında çok önemli zararlara neden olduğu bu çalışma ile de belirlenmiştir. *M. uncostata*'nın kavaklar üzerindeki popülasyon yoğunluğu seyrinin Lodos (1982)'un çalışması ile örtüştüğü, İran'da yapılan çalışmalardan farklı olarak zararının eylül ayındaki popülasyon yoğunluğunun da çok yüksek olduğu tespit edilmiştir. İtalya ve Portekiz'de *M. uncostata*'nın bademler üzerindeki popülasyon yoğunluğunun yüksek olduğu dönemlerin (Moleas, 1985; Russo ve ark., 1994; Pereira ve ark., 2008) bu çalışmada kavak ve söğüt ağaçları üzerindeki yoğunluktan yaklaşık bir ay daha erken olduğu tespit edilmiştir. *M. uncostata*'nın popülasyon yoğunluğuna ilişkin çalışmaların farklı ülkelerde ve farklı konukçular üzerinde yapılmış olmasının bu farka yol açtığı tahmin edilmektedir. Küresel iklim değişikliği de çalışmaların yapıldığı tarih göz önüne alındığında popülasyon yoğunluğunu etkileyen bir diğer faktör olarak değerlendirilebilir.

Bu çalışma *M. uncostata*'nın söğüt ağaçlarındaki popülasyon gelişimine ilişkin yapılmış ilk detaylı çalışmadır. Zararının kavak ağaçlarında olduğu gibi söğütlere de önemli zararlar verdiği ancak popülasyon yoğunluğunun söğütlerde daha düşük olduğu ve popülasyon gelişiminin kavak ağaçları üzerindeki gelişimle benzerlik gösterdiği tespit edilmiştir.

## SONUÇ

Diyarbakır ve Mardin illerinde badem bahçesi tesis ederken *M. lobulifera*'nın bademlerde ciddi zararlar yaptığı göz önünde bulundurulmalıdır. Yapılan gözlemlerde doğal düşman kompleksi yoğunluğunun hava şartlarının optimum olduğu mart-temmuz ayları arasındaki süreçte yüksek olduğu, aksine *M. lobulifera*'nın yoğunluğunun söz konusu dönemde düşük olduğu tespit edilmiştir. Bu durum göz önünde bulundurularak mart- haziran ayları arasındaki dönemde gereksiz pestisid kullanımından kaçınılması gerekmektedir.

*M. uncostata*'nın kavak ve söğüt ağaçlarındaki en önemli zararlılardan biri olduğu bu çalışma ile tespit edilmiştir. Literatür bilgileri ve çalışma esnasındaki gözlemler neticesinde *M. uncostata*'nın badem ve diğer bazı meyve ağaçlarında da zarar yaptığı tespit edilmiştir. İleride yapılacak çalışmalarda her iki tingid türünün farklı konukçulardaki biyolojisi ve ekolojisinin ayrıntılı incelenmesi gerektiği düşünülmektedir.

## TEŞEKKÜR

*Monosteira lobulifera* ve *Monosteira uncostata*'nın (Tingidae; Hemiptera) teşhisini yapan Dr. Eric GUILBERT'e (Muséum National d'Histoire Naturelle Département Systématique et Evolution, Paris, France) teşekkür ederiz.

## Çıkar Çatışması Beyanı

Makale yazarları aralarında herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan ederler.

## Araştırmacıların Katkı Oranı Beyan Özeti

Yazarlar makaleye eşit oranda katkı sağlamış olduklarını beyan ederler.

## KAYNAKLAR

- Anonim 2018. United States Department of Agriculture, National nutrient database. <https://ndb.nal.usda.gov/ndb/foods/show/12061>, Erişim Tarihi: 02.08.2019.
- Aysal T, Kıvanç M 2008. Development and Population Growth of *Stephanitis pyri* (F.) (Heteroptera: Tingidae) at Five Temperatures. Journal of Pest Science 81:135–141.

- Babmorad M, Hejazi SMH, Bagheri R, Sadeghi SE, Zeinali S 2012. Comparing the Opposition Rate of *Monosteira unicastata* (Mulsant & Rey) on Poplar Clones in Karaj. Iranian Journal of Forest and Poplar Research 20 (4): 669-678.
- Babmorad M, Bagheri-Zenouz E, Yarmand H 1998. Life-history Study of Poplar Lace Bug, *Monosteira unicastata* (Muls.&Rey) Het.: Tingidae in Karaj. Pajouesh&Sazandegi 62: 71-82.
- Babmorad M, Azizkhani E, Omid R, Farashiani ME 2007. Poplar Lace Bug (*Monosteira unicastata*) Damage on Different Poplar Species and Clones in Karaj. Iranian Journal of Forest and Range Protection Research 4 (2): 103-112.
- Bodenheimer FS 1958. Türkiye'de Ziraate ve Ağaçlara Zararlı Olan Böcekler ve Bunlarla Savaş Hakkında Bir Etüt. Bayur Matbaası, Ankara, 346 sy.
- Bisson A, Clark S, Lehnert M, Stein R 2003. Key to Tingidae of Florida Lace Bugs. In: Insect Classification. Spring, Florida, 15 pp.
- Bolu H 2007. Population Dynamics of Lacebugs (Heteroptera: Tingidae) and Its Natural Enemies in Almond Orchards of Turkey. Journal of the Entomological Research Society 9(1): 33-37.
- Braman SK, Pendley AF, Sparks B, Hudson WG 1992. Thermal Requirements for Development, Population Trends, and Parasitism of Azalea Lace Bug (Heteroptera: Tingidae). Journal of Economic Entomology 85 (3): 870-877.
- Demirsoy A 2006. Yaşamın Temel Kuralları–Entomoloji (Omurgasızlar-Böcekler). Meteksan Yayınları Cilt- II /Kısım- II, Ankara, 945 sy.
- Drake CJ, Ruhoff FA 1965. Lacebugs of the World, A Catalog (Hemiptera: Tingidae). Smithsonian Institution, Washington, 710 pp.
- FAO 2018. Crop Statistics. <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC>, Erişim Tarihi: 11.03.2020.
- Göksu ME 1964. Sakarya ve Kocaeli Bölgeleri Meyve Ağaçlarında Zarar Yapan Armut Kaplanının (*Stephanitis pyri* Fabr.) Biyolojisi ve Mücadelesi Üzerinde Araştırmalar. T.C. Tarım Bakanlığı Göztepe Zirai Mücadele Enstitüsü Yayınları, İstanbul, 58 sy.
- Guilbert E 2001. Phylogeny and Evolution of Exaggerated Traits Among the Tingidae (Cimicomorpha, Heteroptera). Zoologica Scripta 30: 313–324.
- Gülperçin N, Önder F 1999. Bornova Koşullarında *Stephanitis pyri* (F.)'nin Biyolojisi ve Doğal Düşmanları Üzerinde Çalışmalar. Türkiye Entomoloji Dergisi 23(1): 51-56.
- Ju RT, Wang F, Li B 2011. Effects of Temperature on The Development And Population Growth of The Sycamore Lacebug, *Corythucha ciliata*. Journal of Insect Science 11 (16):1-12.
- Lodos N 1982. Türkiye Entomolojisi II, Genel Uygulamalı ve Faunistik. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No: 429, Bornova İzmir, Sayfa: 483–490.
- Lodos N, Önder F 1983. Preliminary List of Tingidae with Notes on Distribution and Importance of Species in Turkey. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, İzmir, 51 sy.
- Maçan G 1986. Güneydoğu Anadolu Bölgesinde Bademlerde Zarar Yapan Böcek Türleri, Önemlilerinin Tanınmaları, Yayılışları ve Ekonomik Önemleri Üzerinde Araştırmalar. Tarım Orman ve Köyişleri Bakanlığı Diyarbakır Bölge Zirai Mücadele Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Araştırma Eserleri Serisi No:5, Ankara, 82 sy.
- Maral H, Ulusoy MR, Bolu H 2013. Diyarbakır, Mardin ve Elazığ İllerinde Bulunan Tingidae (Hemiptera:Heteroptera) Türleri Üzerine Faunistik Çalışmalar. Türkiye Entomoloji Bülteni 3 (4): 139-155.
- MEVBİS 2019. Tarım ve Orman Bakanlığı, Meteorolojik Veri Bilgi Sunum ve Satış Sistemi. <https://mevbis.mgm.gov.tr/mevbis/ui/index.html#/Workspace>, Erişim Tarihi: 02.08.2019.
- Moleas T 1985. Ecology and Ethology of *Monosteira unicastata* Muls. & Rey in Apulia. XIV Italian National Congress of Entomology 06 Ocak 1985, Palermo, Italy.
- Nizamhoğlu K 1961. Türkiye Ziraatında Zararlı Olan Böcekler ve Mücadelesi. Zirai Mücadele Enstitüsü, İstanbul, 1–11, 510 sy.
- Pereira JA, Pereira S, Armendariz I, Bento AA 2008. Ciclo Biológico e Estragos Associados a *Monosteira unicastata* (Mulsant & Rey, 1852), 225-231. I Congresso Nacional de Produção Integrada/VIII Encontro Nacional de Produção Integrada 20-21 Kasım 2008, Portugal.
- Péricart J 1983. Hémiptères Tingidae Euro-Méditerranéens. Fédération Française des Sociétés de Sciences Naturelles, Faune de France, V. 69: 626 pp.
- Russo A, Siscaro G, Spampinato RG 1994. Almond Pests In Sicily. Acta Horticulture (ISHS) 373:309-316.
- Sadeghi SE, Mansour S, Askari H 2001. Poplar Pest Management in Northern Provinces of Iran. Iranian Journal of Forest and Poplar Research (7): 1-34.
- Sánchez-Ramos I, Pascual S, Fernández CE, González-Núñez M 2017. Reproduction, Longevity and Life Table Parameters of *Monosteira unicastata* (Hemiptera: Tingidae) at Constant Temperatures. Spanish Journal of Agricultural Research 15(4): 12.

- Schaefer WC, Panizzi AR 2000: Heteroptera of Economic importance. CRC Press, Washington D.C., 824pp.
- Shahin M, Almaroof I 2002. The Effect of Temperature on the Biological Characteristics of Poplar Bug. *Dirasat, Agricultural Sciences* 29 (3): 202-208.
- Steiner H 1962. Methoden zur untersuchung des population dynamik in Obstenlagen. *Entomophaga*, 7:207-214
- TÜİK 2019. Türkiye İstatistik Kurumu, Bitkisel üretim istatistikleri. <https://biruni.tuik.gov.tr/me-das/?kn=92&locale=tr>, Erişim Tarihi: 30.07.2019 .



## Orta Anadolu Bölgesi'nde Yaprığı Yenen Sebzelerde Görülen Zararlı Türlerin Belirlenmesi

Aydemir BARIŞ<sup>1</sup>, Mustafa ALKAN<sup>2</sup>, Cenk YÜCEL<sup>3</sup>, Narin GÖK<sup>4</sup>

Zirai Mücadele Merkez Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, ANKARA

<sup>1</sup><https://orcid.org/0000-0003-3509-5700>, <sup>2</sup><https://orcid.org/0000-0001-7125-2270>, <sup>3</sup><https://orcid.org/0000-0001-5223-9257>,

<sup>4</sup><https://orcid.org/0000-0003-1889-5896>

✉: aydemirbaris01@gmail.com

### ÖZET

Sebzeler tüm yıl taze olarak tüketilen önemli besin grupları arasında yer almaktadır. Son yıllarda yaprağı yenen sebzelerde bazı zararlılar önemli sorun olarak ortaya çıkmıştır. Bu sorunların tespit edilmesi amacı ile Orta Anadolu Bölgesi'nde yaprağı yenen sebzelerin yoğun olarak üretiminin yapıldığı Ankara, Eskişehir ve Konya illerinde marul, maydanoz, nane, dereotu, tere, roka ve ıspanakta üretimi kısıtlayan zararlıların tespit edilmesi amacıyla çalışmalar 2015 ve 2017 yılları arasında yürütülmüştür. Bu amaçla surveyler belirlenen illerde tarla döneminde zararlıların bulunduğu bitkilerden uygun yöntemlerle toplanmıştır. Yapılan çalışmalar sonucunda toplanan böceklerin Coleoptera, Hemiptera, Lepidoptera, Thysanoptera ve Diptera takımına ait zararlılar olduğu saptanmıştır. Roka ve terede zararlı olan Toprak pireleri *Phyllotreta atra* ve *Phyllotreta cruciferae* ve marulda ise *Nasonovia ribisnigri*, *Aphis gossypii*, *Helicoverpa armigera* tespit edilen zararlılar arasından önemli türler olarak yer aldığı belirlenmiştir.

### Araştırma Makalesi

#### Makale Tarihi

Geliş Tarihi : 20.03.2020

Kabul Tarihi : 04.06.2020

#### Anahtar Kelimeler

Coleoptera

Marul

Sebze

Survey

Zararlı

## Determination of Harmful Pest Species of Leafy Vegetables in Middle Anatolia Region

### ABSTRACT

The vegetables are one of the major food groups which are consumed fresh throughout the year. Some pests have become a major problem in leaf vegetables in recent years. In order to identify these problems, the some studies were conducted between 2015 and 2017 in lettuce, parsley, mint, dill, cress, arugula and spinach growing areas of Ankara, Eskişehir and Konya provinces of the Central Anatolia Region, where the leafy vegetables are intensely produced. For this purpose, insects pest problems in the regions were managed using appropriate methods. The results indicated that the insects collected from the study belonged to the Coleoptera, Hemiptera, Lepidoptera, Thysanoptera and Diptera. The identified important harmful species were *Phyllotreta atra* and *Phyllotreta cruciferae*, on arugula and cress, and *Nasonovia ribisnigri*, *Aphis gossypii* and *Helicoverpa armigera*, on lettuce.

### Research Article

#### Article History

Received : 20.03.2020

Accepted : 04.06.2020

#### Keywords

Coleoptera

Lettuce

Vegatable

Survey

Pest

**To Cite** : Barış A, Alkan M, Yücel C, Gök N 2020. Orta Anadolu Bölgesi'nde yaprağı yenen sebzelerde görülen zararlı türlerin belirlenmesi. KSÜ Tarım ve Doğa Derg 23 (6): 1466-1473. DOI: 10.18016/ksutarimdog.vi.705894.

### GİRİŞ

Sebze yetiştiriciliği yaklaşık 8.947.266 da alanda yapılmakta ve bu alanda 37.522.194 ton üretim gerçekleştirilmektedir (Tuik 2018). Türkiye'de 2018 yılında 753.314 da ekiliş alanında 1.654.899 ton yaprağı yenen sebze (lahana, marul, enginar, kereviz (sap), ıspanak, pazı, semizotu, maydanoz, roka, tere, nane ve dereotu) üretilmiştir. Sebzeler içerisinde ilk üç sırada ıspanak, lahana ve marul yer almaktadır. Yaprığı yenen sebzelerin Ankara, Eskişehir ve Konya illerinde toplam ekiliş alanları sırasıyla 42.876, 19.249

ve 7.822 da ve üretim miktarı sırasıyla 111.893, 40.220 ve 21.922 tondur. Ankara ilinde yaprağı yenen sebzeler arasında en çok üretimi yapılan marul (kıvrıkcık, göbekli ve iceberg), Eskişehir ilinde roka ve Konya ilinde ise lahanadır. Türkiye yaklaşık 214.000 tonluk üretimi ile dünyada ıspanak üreten ülkeler arasında 4. sırada yer almaktadır (Anonim 2018). Ayrıca 490.000 tonluk marul üretimi ile en çok marul üreten ülkeler arasında yer almaktadır (Fao 2017). Ekonomik olarak sebze yetiştiriciliğinde üretimi sınırlayan faktörlerin başında zararlılar ve hastalıklarla mücadele gelmektedir. Yaprığı yenen

sebzelede önemli olan sebzenin yaprağı olduğu için zararlı ve hastalıklardan dolayı yaprağın zarar görmesi hem verim hem de pazarlama açısından negatif bir durum olarak ön plana çıkmaktadır.

Yaprağı yenen sebzelede önemli zararlı türler arasında yaprakbitleri, tripsler, toprak pireleri, yaprak galeri sinekleri, yeşilkurt ve bozkurt yer almaktadır. Bu zararlılar yaprağı yenen sebzelede kaliteyi olumsuz yönde etkilemektedir. Bu türler sebzelede yaygın olarak görülmektedirler. Tespit edilen bu türler daha önce farklı araştırmacılar tarafından hem yaprağı yenen sebzelede hem de diğer bazı kültür bitkilerinde tespit edilmişlerdir (Akyürek ve ark. 2012; Çıraklı ve ark. 2008; Görür 2008; Blackman and Eastop, 2019; Nuessly and Webb 2019).

Orta Anadolu Bölgesi'nde Eskişehir, Ankara ve Konya illeri yaprağı yenen sebzelede ürün çeşitliliğinin fazla olmasından dolayı çalışma alanı olarak seçilmiştir. Bu çalışmada ilk defa yoğun yetiştiricilik yapılan üç ilde marul, maydanoz, dereotu, roka, tere ve ıspanakta zararlıların tespit edilmesi amacı ile surveyler yapılmıştır. Bölge koşullarında ilk defa yaprağı yenen sebzelede zararlıların tespit edilmesi amacı ile yürütülen bu çalışma bundan sonraki yapılacak çalışmalara katkı sağlayacaktır.

## MATERYAL ve METOD

### Arazi çalışmaları

Ankara, Eskişehir ve Konya illerinde 2015-2017 yıllarında yetiştirme sezonu boyunca yaprağı yenen sebzelede görülen zararlıların belirlenmesi amacıyla marul, maydanoz, dereotu, roka, ıspanak ve tere bitkilerinin üretildiği alanlarda survey çalışmaları yürütülmüştür. Surveyler Bora ve Karaca (1970)'ya göre basit tesadüfi örnekleme yöntemi göre yetiştirilen alanın en az % 1'i esas alınarak sayımlar yapılmıştır. Arazi çıkışları vejetasyon süresi boyunca 2-4 haftalık periyotlarla gerçekleştirilmiştir. Marulda en az 20 adet bitki/da önce yerinde incelenerek üzerinde

bulunan böcek türleri toplanmış, daha sonra kökleriyle birlikte topraktan çıkarılıp buz kutusu içerisinde laboratuvara getirilmiştir. Maydanoz, roka, tere, dereotu, nane ve semizotunda ise dekarda 20 noktada 30 cm'lik mesafedeki bitkiler incelenerek, bu bitkilerin üzerinde bulunan zararlı türler toplanmış, ayrıca her noktadan köklenerek alınan 1-3 bitki (toplam 20-60 adet) örneği, yukarıda belirtildiği gibi laboratuvara getirilip stereomikroskop altında incelenmiştir. Toprakaltı zararlılarının belirlenmesi için bitkiler incelenirken 1 dekarda 10 noktada 10-30 bitkinin 5 cm derinlikteki kök kısmı ve çevresi açılarak bulunan böcek türleri örnek kutuları içinde laboratuvara getirilmiştir. Survey yapılan alanlara ait veriler Çizelge 1-3'te verilmiştir.

### Laboratuvar Çalışmaları

Zararlıların tespiti için laboratuvarında stereobinokuler mikroskop altında incelenen bitkilerde böceklerin ergin öncesi dönemleri bulunduğu, iklim odasında 25±1°C'de, % 60±10 orantılı nem, 16 saat aydınlık ve 8 saat karanlık koşullarda kültüre alınarak ergin olmaları sağlanmıştır. İncelemeler sonucunda arazide bulunan ve kültüre alınarak elde edilen zararlı türler uygun saklama ortamlarına alınmıştır. Yaprakbiti, akar ve thrips gibi preparasyon gerektiren böceklerin preparatları yapılmıştır. Tanınan zararlı türler sayılıp kaydedilmiş, tanınmayan türler teşhise hazır hale getirilip teşhis için konu uzmanına gönderilmiştir. Çalışmada bulunan türlerin saklanması, preparasyonu Düzgüneş (1980)'e göre yapılmış ve teşhise gönderilmiştir.

### BULGULAR ve TARTIŞMA

Konya ve Eskişehir illerinde 2015 yılında yetiştirme sezonu boyunca yaprağı yenen sebzelede görülen zararlıların belirlenmesi amacıyla survey çalışmaları yapılmış olup, çalışma sonucunda saptanan türlere ait veriler Çizelge 4'te verilmiştir.

Çizelge 1. Konya ve Eskişehir illerinde 2015 yılında yaprağı yenen sebzelede yapılan survey çalışmalarında incelenen tarla sayısı ve survey alanları (da)

Table 1. Number of fields and survey areas in which surveys carried out in leafy vegetables in Konya and Eskişehir in 2015 (da)

Konya/İlçeler (District)	Marul Lettuce		Maydanoz Parsley		Dereotu Dill		Roka Arugula		Tere Cress	
	İ.T.S	İ.T.A	İ.T.S	İ.T.A	İ.T.S	İ.T.A	İ.T.S	İ.T.A	İ.T.S	İ.T.A
Çumra	11	110	--	--	-	-	-	-	-	-
Meram	20	170	6	9	-	-	-	-	-	-
Ereğli	-	-	1	94	-	-	-	-	-	-
Toplam	31	280	7	103						
Eskişehir/İlçeler (District)	Marul (Lettuce)		Maydanoz (Parsley)		Dereotu (Dill)		Roka (Arugula)		Tere (Cress)	
	İ.T.S	İ.T.A	İ.T.S	İ.T.A	İ.T.S	İ.T.A	İ.T.S	İ.T.A	İ.T.S	İ.T.A
Tepebaşı	18	65	12	18	5	7	13	24	5	8
Sarıcakaya	-	-	-	-	-	-	10	30	-	-
Toplam	18	65	12	18	5	7	23	54	5	8

İTS: İncelenen tarla sayısı; İTA: İncelenen tarlanın alanı (da)

Çizelge 2. Ankara ve Eskişehir illerinde 2016 yılında yaprağı yenen sebzelerde yapılan sürvey çalışmalarında incelenen tarla sayısı ve sürvey alanları (da)

Table 2. Number of fields and survey areas in which surveys carried out in leafy vegetables in Konya and Eskişehir in 2016 (da)

Ankara/ İlçeler District	Marul Lettuce		Maydanoz Parsley		Dereotu Dill		Roka Arugula		Tere Cress		Ispanak Spinach	
	İ.T.S	İ.T.A	İ.T.S	İ.T.A	İ.T.S	İ.T.A	İ.T.S	İ.T.A	İ.T.S	İ.T.A	İ.T.S	İ.T.A
Yenimahalle	3	16	2	6	-	-	4	12	4	12	4	15
Sincan	10	120	4	12	-	-	3	16	4	10	3	11
Beyazarı	15	150	6	24	3	3	10	28	8	18	22	280
Kazan	-	-	-	-	-	-	2	8	3	9	--	--
Toplam	28	286	12	42	3	3	19	64	19	49	29	306
Eskişehir/İlçeler District	Marul		Maydanoz		Dereotu		Roka		Tere		Ispanak	
	İ.T.S	İ.T.A	İ.T.S	İ.T.A	İ.T.S	İ.T.A	İ.T.S	İ.T.A	İ.T.S	İ.T.A	İ.T.S	İ.T.A
Sarıcakaya	-	-	-	-	-	-	12	34	-	-	-	-
Toplam							12	34				

İTS: İncelenen tarla sayısı; İTA: İncelenen tarlanın alanı (da)

Çizelge 3. Ankara ili 2017 yılında yaprağı yenen sebzelerde yapılan sürvey çalışmalarında incelenen tarla sayısı ve sürvey alanları (da)

Table 3. Number of fields and survey areas in which surveys carried out in leafy vegetables in Ankara province 2017 (da)

Ankara/İlçeler District	Marul Lettuce		Maydanoz Parsley		Ispanak Spinach		Roka Arugula		Tere Cress	
	İ.T.S	İ.T.A	İ.T.S	İ.T.A	İ.T.S	İ.T.A	İ.T.S	İ.T.A	İ.T.S	İ.T.A
Yenimahalle	2	13	2	5	-	-	2	6	2	6
Sincan	6	80	2	8	-	-	4	10	3	8
Beyazarı	16	160	4	12	22	226	6	22	6	14
Kazan	-	-	-	-	-	-	-	-	1	3
Toplam	24	253	8	25	22	226	12	38	12	31

İTS: İncelenen tarla sayısı; İTA: İncelenen tarlanın alanı (da)

Çizelge 4. Konya ve Eskişehir illerinde 2015 yılında yaprağı yenen sebzelerde yapılan sürvey çalışmalarında tespit edilen zararlı türler

Table 4. Harmful species detected in the surveys carried out in leafy vegetables in Konya and Eskişehir in 2015

Bitki (Plant)	Zararlı -Takım-Familya Insect- Order-Familya
Tere (Cress)	<i>Phyllotreta atra</i> (Fabricius, 1775) (Col:Chrysomelidae)
Marul (Lettuce)	<i>Liriomyza</i> spp (Diptera:Agromyzidae)
	<i>Nasonovia ribisnigri</i> (Mosley, 1841)
	<i>Aphis gossypii</i> Glover, 1877 (Hemiptera:Aphididae)
Roka (Arugula)	<i>Helicoverpa armigera</i> (Hübner, 1805) (Lep.Noctuidae)
	<i>Agrotis</i> spp. (Lepidoptera: Noctuidae)
	<i>Thysanoplusia orichalceae</i> (Fabricius, 1775) (Lepidoptera: Noctuidae)
Maydanoz (Parsley)	<i>Liriomyza</i> spp (Diptera:Agromyzidae)
	<i>Lygus rugulipennis</i> (Hemiptera: Miridae)
	<i>Phyllotreta cruciferae</i> (Goeze) (Col:Chrysomelidae)
Dereotu (Dill)	<i>Agriotes</i> spp. (Coleoptera: Elateridae)
	<i>Cavariella aegopodii</i> (Scopoli, 1763)
	<i>Brachycaudus helichrysi</i> (Kaltenbach, 1843) (Hemiptera:Aphididae)

Eskişehir ili tere ve roka alanlarında yürütülen çalışmalar sonucunda Toprak piresi türlerinin yaygın olduğu belirlenmiştir. Özellikle Eskişehir ili Sarıcakaya ilçesi mikroklima özelliğinde olup, bütün yıl boyunca roka yaygın olarak yetiştirilmektedir. Konya ilinde yapılan çalışmalar sonucunda marul ve maydonozun yaygın olarak yetiştirildiği saptanmıştır.

Özellikle marulda Yaprakbiti zararlı olduğu görülmekle birlikte, marulda ruhsatlı zirai mücadele ilaçları bulunmaktadır. Marul alanlarında *Agrotis* spp. yaygın olmamakla beraber özellikle fide döneminde zararlı olduğu tespit edilmiştir.

Ankara ve Eskişehir illerinde 2016 yılında yetiştirme sezonu boyunca yaprağı yenen sebzelerde görülen

zararlıların belirlenmesi amacıyla sörvey çalışmalarını yapılmış olup sörvey sonucunda belirlenen zararlı türler Çizelge 5'de verilmiştir.

Orta Anadolu Bölgesi'nde Ankara, Eskişehir ve Konya illeri ve ilçelerinde yaprağı yenen sebzelerde sörvey

çalışmaları 2015 ve 2017 yılları arasında yürütülmüştür. Çalışmalar Orta Anadolu Bölgesi yaprağı yenen sebzelerinden marul, maydanoz, dereotu, tere, roka ve ıspanak alanlarında ilk defa yapılmıştır.

Çizelge 5. Ankara ve Eskişehir illerinde 2016 yılında yaprağı yenen sebzelerde yapılan sörvey çalışmalarında tespit edilen zararlılar

*Table 5. Pests detected in the surveys carried out on leafy vegetables in 2016 in Ankara and Eskişehir provinces*

Bitki (Plant)	Zararlı Takım-Familya İnsect- Order-Familya
Tere (Cress)	<i>Phyllotreta atra</i> (Fabricius, 1775) (Col:Chrysomelidae)
Marul (Lettuce)	<i>Nasonovia ribisnigri</i> (Mosley, 1841) <i>Aphis gossypii</i> Glover, 1877 (Hemiptera:Aphididae)
Roka (Arugula)	<i>Helicoverpa armigera</i> (Hübner, 1805) (Lep.Noctuidae) <i>Phyllotreta cruciferae</i> (Goeze) (Col:Chrysomelidae) <i>Phyllotreta atra</i> (Fabricius, 1775) (Col:Chrysomelidae) <i>Lygus rugulipennis</i> (Hemiptera: Miridae) <i>Plutella xylostella</i> (L.) (Lepidoptera:Plutellidae) <i>Meligethes spp.</i> (Col: Nitidulidae)
Maydanoz (Parsley)	<i>Agriotes spp</i> (Col:Elateridae)
Dereotu (Dill)	<i>Cavariella aegopodii</i> (Scopoli, 1763) <i>Brachycaudus helichrysi</i> (Kaltenbach, 1843) (Hemiptera:Aphididae)
Ispanak (Spinach)	<i>Aphis craccivora</i> Koch, 1854 (Hemiptera:Aphididae) <i>Aphis fabae</i> Scopoli, 1763 (Hemiptera:Aphididae) <i>Helicoverpa armigera</i> (Hübner, 1805) (Lep:Noctuidae) <i>Frankliniella occidentalis</i> Pergande (Thysanoptera:Thripidae)

Ankara ili 2017 yılında yetiştirme yetiştirme sezonu boyunca yaprağı yenen sebzelerde görülen zararlıların belirlenmesi amacıyla sörvey çalışmalarını yapılmış

olup sörvey sonucunda belirlenen zararlı türler Çizelge 6'da verilmiştir.

Çizelge 6. Ankara ilinde 2017 yılında yaprağı yenen sebzelerde yapılan sörvey çalışmalarında tespit edilen zararlılar

*Table 6. Pests detected in the survey studies carried out on leafy vegetables in Ankara in 2017*

Bitki (Plant)	Zararlı Takım-Familya İnsect- Order-Familya
Tere (Cress)	<i>Phyllotreta atra</i> (Fabricius, 1775) (Col:Chrysomelidae)
Marul (Lettuce)	<i>Nasonovia ribisnigri</i> (Mosley, 1841) <i>Aphis gossypii</i> Glover, 1877 (Hemiptera:Aphididae)
Roka (Arugula)	<i>Helicoverpa armigera</i> (Hübner, 1805) (Lep.Noctuidae) <i>Phyllotreta cruciferae</i> (Goeze) (Col:Chrysomelidae) <i>Phyllotreta atra</i> (Fabricius, 1775) (Col:Chrysomelidae) <i>Lygus rugulipennis</i> (Hemiptera: Miridae) <i>Plutella xylostella</i> (L.) (Lepidoptera:Plutellidae)
Ispanak (Spinach)	<i>Aphis craccivora</i> Koch, 1854 (Hemiptera:Aphididae) <i>Helicoverpa armigera</i> (Hübner, 1805) (Lep.Noctuidae) <i>Frankliniella occidentalis</i> Pergande (Thysanoptera:Thripidae) <i>Pemgomya hyoscyami</i> (Diptera:Anthomyiidae)

Marulda tespit edilen türlerin *Liriomyza* spp. (Diptera: Agromyzidae), *Nasonovia ribisnigri* (Mosley, 1841), *Aphis gossypii* Glover, 1877 (Hemiptera: Aphididae), *Helicoverpa armigera* (Hübner, 1805), *Agrotis* spp. (Lepidoptera: Noctuidae), *Thysanoplusia orichalceae* (Fabricius, 1775) (Lep: Noctuidae) olduğu tespit edilmiştir.

Marul alanlarında yapılan survey çalışmaları sonucunda özellikle Yaprakbiti türlerin yaygın olduğu tespit edilmiştir. Yaprakbitlerinin ilk bulaşmalarda özellikle tarla kenarlarında bulunan yabancı otlardan marul alanlarına geçtiği belirlenmiştir. Yaprakbitine karşı ruhsatlı zirai mücadele ilaçları bulunmakta ve mücadelesinde de yaygın olarak kullanılmaktadır. Özellikle marul alanlarında zararlıya karşı kullanılan ilaçların sistemik yapıda olması nedeni ile marulda beslenen diğer zararlıları baskıladığı düşünülmektedir. Bu sebeple Yaprakbiti popülasyonunun marul alanlarında yoğun olmadığı saptanmıştır. Tespit edilen Yaprakbiti türleri sebze başta olmak üzere diğer birçok bitkide yaygın olarak saptanan türlerdir. Bu çalışmada marul bitkisinde tespit edilen tür veya türler daha önce farklı araştırmacılar tarafından hem marul hem de diğer bazı kültür bitkilerinde tespit edilmişlerdir (Morales ve ark. 2013; Akyürek ve ark. 2012; Çıraklı ve ark. 2008; Görür 2008; Nebreda ve ark. 2005; Palumbo 2000; Stufkens and Teulon 2003; Barber ve ark. 1999).

Marulda saptanan diğer bir zararlı tür *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae)'dir. Bu tür özellikle sebzelerden domates ve biber başta olmak üzere diğer birçok üründe zararlı olduğu bilinmektedir (Soylu ve ark. 2017; Yel 2000; Öztemiz ve ark. 2008). Zararlı 2017 yılında Ankara ili marul alanlarında yaygın olarak saptanmıştır. Diğer yıllarda zararlının, marul alanlarında çok düşük popülasyonda devam ettiği, ekonomik olarak bir zarara neden olmadığı belirlenmiştir. Marul alanlarında özellikle popülasyon yoğunluğu izlenmesi gereken zararlılardan bir tanesi olduğu düşünülmektedir.

Marul alanlarında saptanan diğer bir zararlı tür ise *Agrotis* spp. (Lepidoptera: Noctuidae)'dir. Bozkurt zararı tüm sebzelerde yaygın olarak görülmektedir. Bozkurt larvaları birinci ve ikinci dönemlerinde bitkilerin taze yaprak ve sürgünlerini yemek suretiyle zarar yapmaktadır. İleriki dönemlerde ise yalnız geceleri beslenirler ve toprak sathına yakın yerden, kök boğazından kesmek veya kemirmek suretiyle bitkinin kırılıp kurummasına neden olurlar. Özellikle marulun fide döneminde kök ve kök boğazına yakın kısımlarında zararlı olduğu belirlenmiştir.

Marul alanlarında saptanan diğer bir zararlı tür ise *Thysanoplusia orichalceae* (Fabricius, 1775) (Lepidoptera: Noctuidae)'dir. Bu tür sadece Konya ilinde saptanmış olup, marul alanlarında popülasyon yoğunluğu oluşturmadığı belirlenmiştir. Bu türün

Hatay ilinde sebze alanlarında saptandığı ve çalışılan yıllarda herhangi bir ekonomik öneme sahip olmadığı bildirmiştir (Kaya ve Kornoşor 2008).

Dereotunda yapılan çalışmalarda *Cavariella aegopodii* (Scopoli, 1763), *Brachycaudus helichrysi* (Kaltenbach, 1843) (Hemiptera:Aphididae) Yaprakbiti türleri tespit edilmiştir. *C. aegopodii* Düzgünes ve Tuatay (1956) tarafından, *Brachycaudus helichrysi* ilk defa Tuatay ve Remaudiere (1964) tarafından saptanmıştır. Çalışmalar sırasında tespit edilen türler daha öncesinde farklı araştırmacılar tarafından tespit edilen Yaprakbiti türleridir (Kaygın ve ark. 2008; Giray 1980; Güçlü ve ark. 2015; Görür ve ark. 2012; Aslan ve Uygun 2005; Aslan ve Uygun 2004; Ölmez ve Ulusoy 2002; Bolu ve ark. 2005).

Maydanozda yapılan çalışmalar sonucunda sadece *Agriotes* spp. (Coleoptera: Elateridae) tespit edilmiştir. Telkurdu polifag bir zararlı olup, çok sayıda kültür bitkisinde zarar yapmaktadır. Yapılan çalışmalar sonucunda zararlının maydanoz bitkisinde yaygın olmadığı, özellikle maydanoz bitkisine yakın alanlarda yetiştirilen yumrulu bitkiler başta olmak üzere bu alanlardan maydanoz alanlarına geçtiği düşünülmektedir. Ayrıca Telkurdu larvalarının toprakta uzun yıllar kalabilmesi ve maydanozdan önce yetiştirilen bitkilerde zararlı olması, maydanozun bu alanlara ekilmesi ile birlikte görüldüğü düşünülmektedir. Ancak ekonomik önemde bir zarara neden olmadığı belirlenmiştir. Bu cinse ait pek çok kayıt mevcuttur (Kabalak ve Sert 2009; Gülperçin ve Tezcan 2016; Kabalak ve Osman 2005; Kabalak ve Sert 2012; Kovancı ve ark. 2004; Sert ve Kabalak 2017).

Ispanak özellikle Ankara ili Beypazarı ilçesinde çok yaygın olarak yetiştirilmektedir. Yapılan kontrollerde ıspanakta *Aphis craccivora* Koch, 1854, *A. fabae* Scopoli, 1763 (Hemiptera:Aphididae), *Helicoverpa armigera* (Hübner, 1805) (Lep.Noctuidae) ve *Frankliniella occidentalis* Pergande (Thysanoptera:Thripidae) türleri saptanmıştır. Ispanakta tespit edilen Yaprakbiti türlerinden *A. craccivora* ilk defa Düzgünes ve Tuatay (1956) tarafından tespit edilmiştir. *A. fabae* fasulye, domates, bakla, hıyar, kabak, karpuz, bezelye, patates ve tüm sebze alanlarındaki yabancı otlarda yaygındır. *A. fabae* ıspanakta zararlı görülmekle birlikte yaygın olmadığı belirlenmiştir. Ispanak yetiştirilen alanlarda zararlı, hastalık ve yabancı otlara karşı mücadele yapılmakta ve özellikle mücadelesinde insektisitlerde yer almaktadır. Bu sebeple zararlıların yoğunluğunun baskılandığı düşünülmektedir. Ispanakta zararlı olan *H. armigera* için de benzer bir durum olduğu ve zararlının yaygın olmadığı saptanmıştır. Ispanakta tespit edilen diğer bir tür ise *F. occidentalis*'tir. Bu tür polifag bir zararlıdır. Bu çalışmada özellikle soğan alanları ile ıspanak yetiştiriciliği yapılan alanların birbirine yakın olduğu durumlarda zararlının daha

yoğun görüldüğü belirlenmiştir.

Terede yapılan çalışmalar sonucunda *Phyllotreta atra* (Fabricius, 1775) (Col:Chrysomelidae) tespit edilmiştir. Rokada ise *Liriomyza* spp. (Diptera: Agromyzidae), *L. rugulipennis* (Hemiptera: Miridae), *P. cruciferae* (Goeze), *P. atra*, *L. rugulipennis*, *Plutella xylostella* (L.) (Lepidoptera:Plutellidae) ve *Meligethes* spp.(Col: Nitidulidae) türleri tespit edilmiştir.

Eskişehir ve Ankara illeri tere yetiştiriciliği yapılan alanlarda Toprak piresi olarak *P. atra* tespit edilmiştir. Bu türün, roka alanlarında da belirlenmiş olup, hem terede hem rokada önemli bir zararlı olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca rokada diğer bir Toprak piresi türü olan *P. cruciferae* da belirlenmiştir. Toprak piresinin asıl zararını erginler yapmaktadır. Larvaları bitkilerin kılcal köklerinde galeriler açarak beslenirlerse de zararı önemsizdir. Tere ve rokada erginlerin 1-2 mm çapında delikler açarak zararlı olduğu saptanmıştır. Tere ve rokada Ankara ve Eskişehir illerinde survey yapılan tüm alanlarda yaygın olduğu ve bu türlerin bitki üzerinde beslenerek zarara neden olduğu saptanmıştır. Bu türler daha öncesinde Türkiye faunasında varlığı bilinen türlerdir.

Bunun yanında rokada *Lygus rugulipennis*, *Plutella xylostella*, *Meligethes* spp. (Col: Nitidulidae) türleri de tespit edilmiştir. *Meligethes* spp. özellikle Toprak pirelerine benzediği görülmüş olup, bu türün sadece Eskişehir ili Sarıcakaya roka alanlarından örneklemesi yapılmıştır. Bu cinsin varlığına dair kayıtlar Audisio ve ark. (2002) tarafından tespit edilmiştir.

## SONUÇ ve ÖNERİLER

Bu çalışma, Orta Anadolu Bölgesi Eskişehir, Konya ve Ankara illerinde yaprağı yenen sebzelerden marul, maydanoz, dereotu, tere, roka ve ıspanakta zarar yapan türlerin belirlenmesi amacı ile ilk kez yürütülmüştür. Tespit edilen türler arasında, tere ve rokada Toprak pireleri, marulda Yaprakbitleri ve Yeşilkurt, ıspanakta Yaprakbitleri, Yeşilkurt ve Thrips spp., dereotunda Yaprakbiti türlerinin yaygın türler olduğu tespit edilmiştir. Buna ilave olarak marul alanlarında Yeşilkurt Ankara ilinde sadece 2017 yılında ekonomik önemde bir zarara neden olduğu, diğer yıllarda marulda görülmekle beraber yoğunluğun düşük kaldığı tespit edilmiştir. Survey yapılan alanlarda (dereotu marul, maydanoz, ıspanak) zararlıların popülasyonun çok düşük kaldığı belirlenmiştir. Bunun nedenleri olarak üreticilerin tarım alanlarında yaptığı pestisit uygulamaları, yaprağı yenen ürünlerin vegetasyonun kısa sürmesi (genellikle 1-1.5 ayda hasata gelmesi), tespit edilen zararlıların konukçuya has olmaması veya diğer konukçular da zarar yapması, iklim ve zararlılar üzerinde diğer bazı faktörlerin de etkili olduğu düşünülmektedir. Sonuç olarak yaprağı yenen sebzelerde ki türlerin

yıllara bağlı olarak gerek popülasyon yoğunlukları gerekse buna bağlı olarak zarar durumları takip edilmelidir. Bu çerçeveden belirlenen zararlı türlerin popülasyon yoğunlukları düzenli olarak izlenmeli ve gerektiği taktirde mücadeleleri yapılmalıdır.

## TEŞEKKÜR

Bu makalenin bir bölümü “Determination of Flea Beetle Species Which is Harmful on Arugula and Cress in Ankara, Konya and Eskişehir Province of Turkey” Kastamonu’da düzenlenen International Ecology 2018’de sözlü sunu olarak sunulmuştur. Bu proje Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü tarafından desteklenen “Orta Anadolu Bölgesi’nde Yaprığı Yenen Sebzelerde Görülen Hastalık, Zararlı ve Yabancı Otların Belirlenmesi ve Mücadelesi Üzerinde Araştırmalar” isimli ve BS-15/09-10/02-08 (3) numaralı projenin bir bölümünü oluşturmaktadır. Hemiptera Dr. Işıl ÖZDEMİR ve Dr. Gülten YAZICI, Lepidoptera Dr. Mustafa ÖZDEMİR, Coleoptera Diğdem Coral ŞAHİN, Thsanoptera Prof. Dr. Ekrem ATAKAN’a zararlı türlerin teşhisleri için 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

- Anonim 2018. Dünya Tarımsal İstatistikleri. Agristat. <http://www.tarimsalstatistik.com/tr-TR/Sayfa/ıspanak-spinach> (Erişim tarihi: 10.01.2020).
- Akyürek B, Zeybekoğlu Ü, Görür G 2012. Ondokuz Mayıs Üniversitesi Kurupelit Kampüs Alanının Afıt (Hemiptera: Aphididae) Türleri ve Konak Bitkileri. Türkiye Entomoloji Bülteni, 2(2): 91-108.
- Aslan MM, Uygun N, Starý P 2004. A Survey Of Aphid Parasitoids in Kahramanmaraş, Turkey (Hymenoptera: Braconidae, Aphidiinae; and Hymenoptera: Aphelinidae). Phytoparasitica, 32(3): 255-263.
- Aslan MM, Uygun N 2005. The Aphidophagus Coccinellid (Coleoptera: Coccinellidae) Species in Kahramanmaraş, Turkey. Turkish Journal of Zoology, 29(1): 1-8.
- Audisio P, Özbek H, Antonini G, Aslan İ 2002. New Data On Distribution and Host Plants of Some Turkish Nitidulidae and Kateretidae (Coleoptera). Türk. Entomology. Derg, 26 (4) : 243-250.
- Barber MD, Moores GD, Tatchell GM, Vice WE, Denholm I 1999. Insecticide Resistance in The Currant-Lettuce Aphid Of *Nasonovia Ribisnigri*

- (Homoptera:Aphididae) İnu.K. Bull. Entomol. Res. 89: 17-23.
- Blackman RL, Eastop VF 2019. Aphids of The World's Plants. An Online Identification and Information Guide. <http://www.aphidsonworldsplants.info/Introduction.htm> (Access date 15.09.2019).
- Bolu H, Özgen İ, Çınar M 2005. Dominancy of Insect Families and Species Recorded in Almond Orchards of Turkey. Acta Phytopathologica Et Entomologica Hungarica, 40(1-2): 145-157.
- Bora T, Karaca İ 1970. Kültür Bitkilerinde Hastalığın ve Zararın Ölçülmesi. Ege Üniversitesi Ziraat Fak. Yardımcı Ders Kitabı, No:167, Ege Üniversitesi Matbaası, Bornova, 43 s.
- Çıraklı A, Görür G, Işık M 2008. Denizli İl Merkezinde Belirlenen Afit (Hemiptera: Aphididae) Türleri. Selçuk Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi, 22(44): 12-18.
- Düzgüneş Z 1980. Küçük arthropodların toplanması, saklanması ve mikroskopik preparatlarının hazırlanması. Zirai Mücadele ve Zirai Karantina Genel Müdürlüğü, Ankara.
- Düzgüneş Z, Tuatay N 1956. Türkiye Aphidleri. Ziraat Vekaleti, Ankara Zirai Mücadele Enstitüsü Müdürlüğü, Ankara.
- Fao 2017. <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC> (Erişim tarihi: 16.01.2020).
- Giray H 1980. A List of The Injurious Insects On Anise (*Pirripinella Anisum* L.) in The Aegean Region (Turkey). Türkiye Entomoloji Dergisi, 4(1): 49-57.
- Görür G 2008. Türkiye Afit Faunasının Son Durumu ve Afidlerin Ekonomik Önemi. Türk Bilimsel Derlemeler Dergisi, (1): 17-22.
- Görür G, Akyıldırım H, Olcabey G, Akyürek B 2012. The Aphid Fauna of Turkey: An Updated Checklist. Arch. Biol. Sci., Belgrade, 64(2): 675-692.
- Güçlü Ş, Kavaz H, Güçlü C, Özdemir I 2015. Aphids (Hemiptera: Aphididae) and their parasitoids on ornamental trees and shrubs in Erzurum, Turkey. Turkish Journal of Entomology, 39(1): 3-9.
- Gülperçin N, Tezcan S 2016. Türkiye Orman Ekosistemlerinin Elateridae (Insecta: Coleoptera) Faunası Üzerinde Bir Değerlendirme. Journal of Bartın Faculty of Forestry, 18(1): 132-144.
- Kabalak M, Sert O 2005. Ankara İli Elateridae (Coleoptera) familyası türleri üzerinde faunistik çalışmalar. Türkiye entomoloji dergisi, 29(1): 49-60.
- Kabalak M, Sert O 2009. A new Agriotes species (Coleoptera: Elateridae) from Turkey. Turkish Journal of Zoology, 33(4): 451-455.
- Kabalak M, Sert O 2012. Research on Three Click Beetles Species from Turkey (Coleoptera: Elateridae). Turkish Journal of Entomology, 36(4): 501-505.
- Kaya K, Kornoşor S 2008. The Lepidopterous Pest Species, Their Parasitoids and Population Dynamics of The Important Ones in Winter Vegetables Areas in Hatay Province. Turkish Journal of Entomology, 32(3): 195-210.
- Kaygın AT, Görür G, Çota F 2008. Contribution to the Aphid (Homoptera: Aphididae) Species Damaging on Woody Plants in Bartın, Türkiye. International Journal of Natural and Engineering Sciences, 2: 83-86.
- Kovancı B, Gençer NS, Kovancı OB, Akgül HC 2004. Bursa İli Çilek Alanlarında Bulunan Melolonthidae, Cetoniidae, Buprestidae ve Elateridae (Coleoptera) Familyalarına Bağlı Türler. Türkiye Entomoloji Dergisi, 28(2): 141-150.
- Morales I, María Diaz B, Hermoso De Mendoza A, Nebreda M, Fereres A 2013. The Development of An Economic Threshold for *Nasonovia Ribisnigri* (Hemiptera: Aphididae) On Lettuce in Central Spain. Journal of Economic Entomology, 106: 891-898. <https://doi.org/10.1603/EC12275>.
- Nebreda M, Michelena JM, Fereres A 2005. Sea-Sonal Abundance of Aphid Species on Lettuce Crops in Central Spain and Identification of Their Main Parasitoids. J. Plant Dis. Protect. 112: 405-415.
- Nuessly GS, Webb SE 2019. Insect Management for Leafy Vegetables. An Online Identification and Information Guide. <http://edis.ifas.ufl.edu/pdf/IG/IG16100.pdf> (Access date 11.01.2020)
- Ölmez S, Ulusoy MR 2002. Diyarbakır İlinde Aphidoidea Üst Familyasına Bağlı Türlerin Predatörlerinin Belirlenmesi, 463 S. Türkiye V. Biyolojik Mücadele Kongresi Bildirileri (4-7 Eylül, 2002, Erzurum), 237-246 s.
- Öztemiz S, Ercan FS, Tunçbilek AŞ 2008. Türkiye'de Trichogramma (Hymenoptera:Trichogrammatidae) Türleri, Konukçuları ve Sistematiğindeki Son Gelişmeler. Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Fen Bilimleri Dergisi, 29(3):1-7.
- Palumbo JC 2000. Seasonal Abundance and Control of The Lettuce Aphid, *Nasonovia Ribisnigri*, on Head Lettuce in Arizona. Vegetable Report, University of Arizona College of Agriculture, Yuma, Usa.
- Sert O, Kabalak M 2017. Contributions to the Fauna of Elateridae (Coleoptera) of Turkey with Adescription of A New Species and Two New Records. Turkish Journal of Entomology, 41(1): 87-93.
- Soylu S, Sertkaya E, Üremiş İ, Bozkurt A, Kurt Ş, 2017. Hatay İli Marul (*Lactuca sativa* L.) Ekim Alanlarında Görülen Önemli Hastalık Etmenleri, Zararlı ve Yabancı Ot Türleri ve Yaygınlık Durumları. Mustafa Kemal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Dergisi, 22(1): 23-33.
- Stufkens MAW, Teulon DAJ 2003. Distribution, Host Range and Flight Pattern of the Lettuce Aphid in New Zealand. N.Z. Plant Prot. 56: 27-32.
- Tuatay N, Remaudiere G 1964. Premiere Contribution Au Catalogue Des Aphidida (Hom.) De La Turquie. Rev. Pathol. Vég. Ento. Agric. Fr. 43(4): 243-27.
- Tuik 2018. Bitkisel Üretim İstatistikleri. T.C. Başbakanlık Devlet İstatistik Enstitüsü,

<https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?kn=92&locale=tr>  
(Erişim tarihi: 10.01.2020).  
Yel M 2000. *Pieris rapae* (L.) (Lepidoptera: Pieridae)

nin Erkek Üreme Sisteminin Anatomik Histolojik Yapısı. Türk Hijyen ve Deneysel Biyoloji Dergisi, 57(2): 87-94.



## Chemical Composition and Antibacterial Activity of Essential Oils Isolated from Medicinal Plants against Gall Forming Plant Pathogenic Bacterial Disease Agents

İ. Adem BOZKURT<sup>1</sup>, Soner SOYLU<sup>2</sup>, Merve KARA<sup>3</sup>, E. Mine SOYLU<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü 31034 Antakya-HATAY

<sup>2</sup><https://orcid.org/0000-0002-4826-0317>, <sup>3</sup><https://orcid.org/0000-0003-1002-8958>, <sup>4</sup><https://orcid.org/0000-0001-7320-3376>,

<sup>4</sup><https://orcid.org/0000-0001-5961-0848>,

✉: [soylu@mku.edu.tr](mailto:soylu@mku.edu.tr)

### ABSTRACT

The aims of this study were to determine chemical composition of essential oils from different plant species and their antibacterial activities against gall-forming plant pathogenic bacterial disease agents *Rhizobium radiobacter*, *Pseudomonas savastanoi* pv. *savastanoi* and *P.savastanoi* pv. *nerii*. The chemical compositions of the essential oils were identified by GC/MS. The major constituents of the essential oils were carvacrol in *Thymbra spicata* var. *spicata* (66.88%) and *Origanum syriacum* (79.8%), thymol in *Thymus serpyllum* (41.03%), geranial in *Thymus sipyleus* (13.72%) and *Melissa officinalis* (30.4), 4-terpineol in *Origanum majorana* (31.67%), linalool in *Ocimum basilicum* (30.23%), carvone in *Mentha spicata* (55.58%), 1,8 cineole in *Lavandula stoechas* var. *stoechas* (35.5%), *Laurus nobilis* (35.5%) and *Rosmarinus officinalis* (18.47%), camphor in *Salvia officinalis* (24.59%) and *trans*-anethole in *Foeniculum vulgare* (82.8%) essential oils, respectively. Based on inhibition zone diameter values, essential oils showed very strong antibacterial activities against *P.savastanoi* pv. *savastanoi* (7.0-44.67 mm), followed by *R.radiobacter* (9.6-37.67 mm) and *P.savastanoi* pv. *nerii* (6.33-18.33 mm). Essential oils of plants belong to Lamiaceae family were generally found to be more efficient than those belong to Lauraceae and Apiaceae families. The essential oils of *O.syriacum*, *T.serpyllum* and *T.spicata* var. *spicata* were found to be the most promising essential oils displaying the highest antibacterial activities against all tested bacterial species. The findings of the present study revealed that essential oils have a potential to be used as antibacterial agents against gall forming bacterial disease agents.

### Research Article

#### Article History

Received : 20.04.2020

Accepted : 04.06.2020

#### Keywords

Antibacterial  
Essential oil  
Gall forming bacteria  
*Pseudomonas*  
*Agrobacterium*

## Tıbbi Bitkilerden Elde Edilen Uçucu Yağların Kimyasal Bileşimi ve Gal Oluşturan Bitki Patojeni Bakteriyel Hastalık Etmenlerine Karşı Antibakteriyel Etkinlikleri

### ÖZET

Bu çalışmanın amacı, farklı bitki türlerinden elde edilen uçucu yağların kimyasal bileşimini ve gal (ur) oluşturan bitki patojenik bakteriyel hastalık etmeni *Rhizobium radiobacter*, *Pseudomonas savastanoi* pv. *savastanoi* ve *P.savastanoi* pv. *nerii*'ye karşı antibakteriyel etkinlerini belirlemektir. *Thymbra spicata* var. *spicata*, *Thymus serpyllum*, *Thymus sipyleus*, *Origanum syriacum*, *Origanum majorana*, *Ocimum basilicum*, *Mentha spicata*, *Melissa officinalis*, *Lavandula stoechas* var. *stoechas*, *Rosmarinus officinalis*, *Salvia officinalis*, *Laurus nobilis* ve *Foeniculum vulgare* uçucu yağlarının kimyasal bileşenleri GC/MS ile tanımlanmıştır. Carvacrol *Thymbra spicata* var. *spicata* (% 66.88) ve *Origanum syriacum* (% 79.8), thymol *Thymus serpyllum* (% 41.03), geranial *Thymus sipyleus* (% 13.72) ve *Melissa officinalis* (30.4), 4-terpineol *Origanum majorana* (31.67 %), linalool *Ocimum basilicum* (% 30.23), carvone *Mentha spicata* (% 55.58), 1,8 cineole *Lavandula stoechas* var. *stoechas* (% 35.5), *Laurus nobilis* (% 35.5) ve *Rosmarinus officinalis* (% 18.47), camphor *Salvia officinalis* (% 24.59) ve *trans*-anethole ise *Foeniculum vulgare* (% 82.8)

### Araştırma Makalesi

#### Makale Tarihiçesi

Geliş Tarihi : 20.04.2020

Kabul Tarihi : 04.06.2020

#### Anahtar Kelimeler

Antibakteriyel  
Uçucu yağ  
Gall oluşturan bakteriler  
*Pseudomonas*  
*Agrobacterium*

uçucu yağlarının ana bileşenleri olarak belirlenmiştir. Engelleme zon çapı değerlerine dayanarak, uçucu yağları *P.savastanoi* pv. *savastanoi* (7.0-44.67 mm), ardından *R.radiobacter* (9.6-37.67 mm) ve *P.savastanoi* pv. *nerii* (6.33-18.33 mm) ye karşı oldukça güçlü antibakteriyel etkinlik göstermiştir. Lamiaceae familyasına ait bitkilerin uçucu yağlarının genellikle Lauraceae ve Apiaceae familyalarına göre daha etkili olduğu bulunmuştur. *O.syriacum*, *T.serpyllum* ve *T.spicata* var. *spicata*, test edilen tüm bakteri türlerine karşı en yüksek antibakteriyel aktiviteleri gösteren umut verici uçucu yağlar olarak belirlenmiştir. Bu çalışmanın bulguları uçucu yağların gal oluşturan bakteriyel hastalık etmenlerine karşı antibakteriyel ajan olarak kullanılma potansiyeline sahip olduğunu göstermiştir.

**To Cite :** Bozkurt İA, Soylu S, Kara M, Soylu EM 2020. Chemical Composition and Antibacterial Activity of Essential Oils Isolated from Medicinal Plants against Gall Forming Plant Pathogenic Bacterial Disease Agents. KSU J. Agric Nat 23 (6): 1474-1482. DOI: 10.18016/ksutarimdog.vi.723544.

## INTRODUCTION

Bacterial disease caused by different disease agents are responsible for huge economic losses in variety agriculturally important crop species in several agricultural commodities worldwide. Major diseases caused by different bacterial species are soft rots, wilts, galls and overgrowths, leaf spots and blights, scabs and cankers. Bacterial galls, also known as knots, are characterized by tumorous overgrowths produced on the stems, leaves, and roots of diverse economically relevant trees and shrubs infected with certain bacterial phytopathogens and constitute an important group of plant diseases that cause serious reductions in crop yields and considerable economic losses in nurseries and orchards such as stone-fruits, pome fruits, olive and oleander in several countries (Agrios, 2005). Formations of galls and knots on stems, twigs and leaves were incited by phytohormones produced by these bacterial isolates (Caballo-Ponce et al., 2017). Bacterial crown gall disease caused by *Rhizobium radiobacter* (Syn. *Agrobacterium tumefaciens*) is considered as the main bacterial disease of fruit rootstocks worldwide (Pulawska, 2010; Li et al., 2019). The olive knot disease caused by *Pseudomonas savastanoi* pv. *savastanoi* and the oleander knot disease caused by *Pseudomonas savastanoi* pv. *nerii* are one of the most widespread bacterial diseases of olive, pomegranate, myrtle, jasmine, Fontanesia and oleander plants worldwide (Young, 2004; Bella et al., 2006; Mirik et al., 2011; Mirik and Aysan, 2011; Ramos et al., 2012; Bozkurt et al., 2014). The bacterium also cause considerable deformations on the inflorescences and seed pods, and/or reduces blooming and eventual death of the plant (Caballo-Ponce et al., 2017). Olive knot disease is considered as an economically important problem for olive crops because of its effect on vegetative growth, olive yield, and olive oil qualities such as an unpleasant smell and a bitter, rancid taste (Godena et al., 2012; Mirik and Aysan, 2011).

Control of plant bacterial disease is generally preferred by the use of copper based synthetic pesticides and

antibiotics (such as streptomycin). The use of copper compounds prevent bacterial multiplication but not always adequate control of bacterial disease (Nguyen et al., 2018). Disease control is difficult because of a copper resistance to the pathogens and lack of commercially acceptable resistant fruit cultivars (Rhouma et al., 2008). Frequent use of copper compounds and antibiotics against plant pathogenic bacteria has also led to the selection of resistant bacterial population against to chemicals used (Duman and Soylu, 2019). The high cost of frequent use of pesticides, development of pesticides/antibiotic resistant bacterial isolates, official restriction on the use of antibiotics against bacterial pathogens in European countries, including Turkey, and the public interest of environmental consideration raise the need to find environmentally friendly method(s) as novel alternative approaches to prevent tumor formation caused by these disease agents. Recent studies focused on plant-derived natural bactericides and their possible applications in agriculture to control plant bacterial diseases are being recently intensified. The antimicrobial activities of essential oils, extracts and their major constituents from a wide range of aromatic plants species have been investigated against the comprehensive range of microorganisms including bacteria, fungi and viruses (Burt, 2004; Bakkali et al., 2008).

The most important major essential oil bearing plant are usually dominated within the certain plant families such as Lamiaceae, Apiaceae, Lauraceae. Lamiaceae. Lamiaceae family comprises very diverse group of aromatic herbs and shrubs including lavender, oregano, thyme, peppermint, sage, and marjoram (Nieto, 2017; Mamadalieva et al., 2017). Apiaceae family contains a widely distributed group of annual, biennial and perennial plants, including dill, caraway and anise (Pannek et al., 2018). The Lauraceae family hosts over 2500 species such as bay leaf, cinnamon, avocado and sassafras (Rohwer, 1993). Observations in the eastern Mediterranean region of

Hatay province, Turkey indicate that there exist veld types with a rich composition of indigenous aromatic and medicinal plant species belonging Lamiaceae, Lauraceae and Apiaceae families. Although, very few studies were conducted to assess efficacy of essential oils from the medicinal plants, including those used in this study against crown gall disease agent *R. radiobacter* (Basim et al., 2000; Ateeq-ur-Rehman et al., 2009; Schollenberger et al., 2018), to the best of our knowledge there is no research has been conducted on antibacterial activities of essential oils from aromatic plants used in this study against the gall forming bacterial species causing bacterial knot, gall and tumor by *P. savastanoi* pv. *savastanoi* and *P. savastanoi* pv. *nerii* on woody plants.

This research was conducted to evaluate chemical compositions and the antibacterial potential of essential oils from different medicinal plant species, belonging to Lamiaceae (such as *Thymbra spicata* var. *spicata*, *Thymus serpyllum*, *Thymus sipyleus*, *Origanum syriacum*, *Origanum majorana*, *Ocimum basilicum*, *Mentha spicata*, *Melissa officinalis*, *Lavandula stoechas* var. *stoechas*, *Rosmarinus officinalis*, *Salvia officinalis*), Lauraceae (*Laurus nobilis*) and Apiaceae (*Foeniculum vulgare*) families growing in the region, against gall forming bacterial disease agents *R. radiobacter*, *P. savastanoi* pv. *savastanoi* and *P. savastanoi* pv. *nerii*.

## MATERIAL and METHODS

### Plant Material and Isolation of Essential Oils

All plant materials used in this study were collected from the wild populations of each plant species growing in Hatay Province of Turkey and identified by Prof. Dr. I. Uremis. Voucher specimens of all plant species have been deposited in the herbarium of the MKU BİSAK. Essential oils from seeds of *F. vulgare* and air dried leaves of the rest of the plant species were ground to fine powder for essential oil extractions by steam distillation through Clevenger's apparatus for 2.5 h. After extraction, all essential oils were dried over anhydrous sodium sulphate and stored in amber glass bottles at 4°C until required.

### Determination of Chemical Compositions of the Essential oils

The chemical compositions of the essential oils was analyzed using GC-MS (Thermo Scientific Trace Ultra) linked to a Thermo Scientific ISQ mass selective detector equipped with a TR-FAME MS (Crosslinked 5% Phenyl Methyl Siloxane) capillary column (60 m x 0.25 mm i.d., 0.25 µm film thickness). Helium (99.9%) was used as the carrier gas at a flow rate of 1 mL / min. The ionization 22 energy was set at 70 eV, the mass range m/z was 1.2-1200 amu. Scan Mode was used for data collection. The MS transfer line temperature was

250°C, the MS ionization temperature was 220°C, the injection port temperature was 220°C, the column temperature was initially 50°C and the temperature was increased to 220°C with a rate of heat increase of 3°C/min. Identification of the spectra of major components of essential oils were determined by comparing their retention indices and mass spectra with authentic spectra present in the library (Wiley 9) by using Xcalibur program (Adams, 2001).

### Isolation, Identification and Culture of Bacterial Isolates

The bacterial isolates of *R. radiobacter*, *P. savastanoi* pv. *savastanoi* and *P. savastanoi* pv. *nerii* were isolated from their respective infected host plants plum, olive and oleander growing in nurseries in Hatay province of Turkey (Figure 1). Bacterial isolates were identified by MALDI-TOF (Bruker Daltonics GmbH, Bremen, Germany) analysis as described by Aktan and Soyulu (2020). All isolates were preserved on King Medium B Agar at 4°C. Inoculum suspensions were prepared by transferring a loopful of cells from the stock cultures to 10 mL flasks of Nutrient Broth which were incubated for 24 h at 26°C. The cultures were diluted with fresh appropriate broth to adjust concentration to 10<sup>8</sup> cfu ml<sup>-1</sup> by dilution to give OD<sub>640</sub> of 0.12. These suspensions were used as required.

### Determination of Antibacterial Activity of the Essential oil

The *in vitro* antibacterial activity of the each essential oils was determined by using the disc diffusion technique in Petri dishes. The surface of Petri dishes with King Medium B (Merck, Darmstadt, Germany) was inoculated with 200 µL of bacterial suspension prepared as described previously. Sterile filter paper (Whatman No.1) discs (6 mm in diameter) containing 10 µl of the tested essential oils were placed on the centre of the agar surface. Disc containing the 10 µl sterile broth media was used as negative control. The lid of each individual Petri dish was replaced immediately to prevent eventual evaporation. After allowing 1 h at room temperatures for the essential oils to diffuse across the surface, the plates were sealed with sterile parafilm and incubated at 25°C for 48 hr. The antibacterial activity of oils and antibiotics was demonstrated by a clear zone of inhibition around the disc (Figure 2). The zone of inhibition was measured with the help of Vernier calipers.

### Statistical Analysis

All *in vitro* antibacterial experiments were performed twice with five replicate plates of each essential oil for each bacterium. The data were subjected to analysis of variance (ANOVA) by using SPSS statistic program (Version 17.0) and the significant differences between concentrations were determined by means of Duncan's



Figure 1. Typical disease symptoms, shown as galls and knots (arrows), caused by *R. radiobacter* on plum and apple crown (A, B), *P. savastanoi* pv. *savastanoi* on olive (C) and *P. savastanoi* pv. *nerri* on oleander (D) branches.

Şekil 1. *R. radiobacter* tarafından erik (A) ve elma (B) fidanlarının kök boğazında, *P. savastanoi* pv. *savastanoi* tarafından zeytin (C) ve *P. savastanoi* pv. *nerri* tarafından zakkum (D) dalları üzerinde oluşturduğu tipik gal ve ur (ok) şeklindeki hastalık belirtileri.

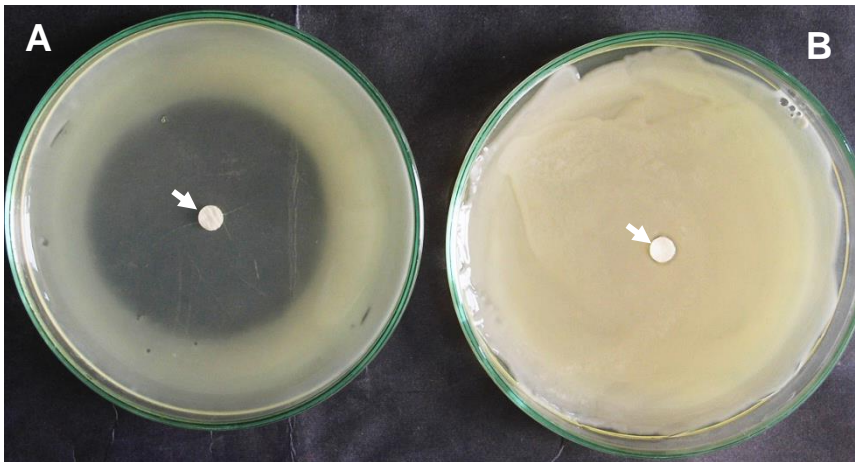


Figure 2. Inhibitory effect of the most potent plant essential oil of oregano (A) on the growth of *R. radiobacter*. Note clear zone of inhibition around the filter disc (arrow) containing 10 µl of the essential oils. (B) shows no inhibition caused by filter disc containing sterile broth medium.

Şekil 2. Test edilen uçucu yağlar arasında en etkili olan *Origanum* uçucu yağının (A) *R. radiobacter* gelişiminin engelleme etkisi. 10 µl uçucu yağı içeren filtre kağıt diskinin etrafında ortaya çıkan şeffaf engelleme bölgesi (ok) açıkça görülmektedir. (B) Steril besi yeri içeren diskin herhangi bir engelleme etkinliğinin olmadığını gösterir.

Multiple Range Test ( $P \leq 0.05$ ).

## RESULTS and DISCUSSIONS

The essential oil of medicinal and aromatics plants has been reported to contain a wide variety of compounds, such as phenolics, nitrogen compounds, vitamins, terpenoids, and some other endogenous metabolites, which possess antimicrobial and antioxidant activities (Burt, 2004; Bakkali et al., 2008).

The chemical compositions of essential oils from seeds and leaves of each plant species were identified by gas chromatograph/mass spectrometer (GC/MS). Based on GC-MS analysis, total numbers of compounds determined in *T. sipyleus*, *R. officinalis*, *M. spicata*, *L. nobilis*, *O. basilicum*, *O. majorana*, *M. officinalis*,

*S. officinalis*, *T. spicata* var. *spicata*, *L. stoechas* var. *stoechas*, *O. syriacum*, *T. serpyllum* and *F. vulgare* essential oils were 53, 43, 39, 39, 37, 37, 33, 32, 25, 25, 24, 17, 17, respectively (Table 1). Among the determined components, carvacrol was determined as the most abundant compound for *T. spicata* var. *spicata* (66.88%) and *O. syriacum* (79.8%), thymol for *T. serpyllum* (41.03%), geranial for *T. sipyleus* (13.72%) and *M. officinalis* (30.4%), 4-terpineol for *O. majorana* (31.67%), linalool for *O. basilicum* (30.23%), carvone for *M. spicata* (55.58%), 1,8-cineole (eucalyptol) for *L. stoechas* var. *stoechas* (35.5%), *L. nobilis* (35.5%) and *R. officinalis* (18.47%), camphor for *S. officinalis* (24.59%) and *trans*-anethole for *F. vulgare* (82.8%) essential oils, respectively (Table 1).

Table 1. Major chemical compounds detected in the essential oils used in this study.

Çizelge 1. Çalışmada kullanılan uçucu yağlarda belirlenen ana kimyasal bileşenler

Essential oils (Uçucu yağlar)	No. of compound identified (Belirlenen bileşen sayısı)	Major compounds <sup>a</sup> identified (Belirlenen ana bileşenler <sup>a</sup> )
<i>Thymus sipyleus</i> Boiss.	53	geranial (13.72%), carvacrol (11.06%), thymol (10.17%)
<i>Rosmarinus officinalis</i> L.	43	1,8 cineole (18.47%), camphor (17.55%), $\alpha$ -pinene (16.38%)
<i>Mentha spicata</i> L.	39	carvone (55.58%), limonene (10.22%), dihydrocarveol (6.52%)
<i>Laurus nobilis</i> L.	39	1,8-cineole (35.5%), sabinene (15.0%), $\alpha$ -terpineyl acetate (14.2%),
<i>Origanum majorana</i> L.	37	4-terpineol (31.67%), $\gamma$ -terpinene, (14.74%), $\alpha$ -terpinene (9.18%)
<i>Ocimum basilicum</i> L.	37	linalool (30.23%), cinnamic acid methyl ester (20.47%), 1,8-cineole (15.21%)
<i>Melissa officinalis</i> L.	33	geranial (30.4%), z-citral (23.58%), citronella (18.48%)
<i>Salvia officinalis</i> L.	32	Camphor (24.59%), Thujone (21.14%), 1,8 cineole (19.38%)
<i>Thymbra spicata</i> var. <i>spicata</i> L.	25	carvacrol (66.88%), cymol (12.18%), $\gamma$ -terpinene (10.73%)
<i>Lavandula stoechas</i> L. var. <i>stoechas</i>	25	1,8-cineole (35.5%), camphor (20.2%), $\alpha$ -thujone (15.9%)
<i>Origanum syriacum</i> Ietswaart	24	carvacrol (79.8%), <i>p</i> -cymene (8.15%), $\gamma$ -terpinene (4.7%)
<i>Thymus serpyllum</i> L.	17	thymol (41.03%), carvacrol (33.59%), $\gamma$ -terpinene (12.08%)
<i>Foeniculum vulgare</i> Mill.	17	<i>trans</i> -anethole (82.8%), 4-allyl-anisole (6.5%), limonene (5.8%)

<sup>a</sup> Components showing a peak area of more than 5% relative to the total peak area on gas chromatography (GC) are listed in order of their highest relative peak area. Numbers are percentage of compound relative to total essential oil

The antibacterial activities of essential oils from each plant species were estimated by using the disc diffusion technique (Figure 2) and diameters of inhibition zones caused by each essential oils against bacterial disease agents were given in Table 2. The essential oils of different plant species displayed significantly varying levels of antibacterial activities. Significant differences in antibacterial susceptibility

for each bacterial isolates were recorded depending on the plant species. Essential oils of plants belong to Lamiaceae family were found to be more efficient than those belong to Lauraceae and Apiaceae families. Based on inhibition zone diameter values, *P. savastanoi* pv. *savastanoi* was recorded as the most sensitive and *P. savastanoi* pv. *nerii* was the most resistant bacterial species against the majority of the

tested essential oils, respectively. In general, essential oils of *T. serpyllum*, *T. spicata* var. *spicata* and *O. syriacum* showed the highest antibacterial activities against all tested bacterial species (Table 2). In the case for *P. savastanoi* pv. *savastanoi*, the highest inhibitory activities were also shown by *O. syriacum* (44.67 mm) and *T. serpyllum* (42.33 mm). The lowest inhibitory activity was shown by *F. vulgare* (7.0 mm). For *R. radiobacter*, the highest inhibitory activities were displayed by *O. syriacum* (37.67 mm) and *T. serpyllum* (36.33 mm). The lowest inhibitory activity was shown by *R. officinalis* (9.67 mm). The sizes of

inhibition zones caused by each essential oils recorded for the most resistant disease agent *P. savastanoi* pv. *nerii* were significantly lower than that those recorded for *R. radiobacter* and *P. savastanoi* pv. *savastanoi* in essential oil amended petri dishes (Table 2). The highest size of inhibition zone recorded for *P. savastanoi* pv. *nerii* was recorded in *O. syriacum* essential oil added petri dishes (16.67 mm) which was significantly weaker than those recorded for *R. radiobacter* and *P. savastanoi* pv. *savastanoi* inoculated petri dishes.

Table 2. Antibacterial activities of plant essential oils on the growth of gall forming bacterial disease agents *P. savastanoi* pv. *savastanoi*, *R. radiobacter* and *P. savastanoi* pv. *nerii*.

Çizelge 2. Bitki uçucu yağlarının bakteriyel gal ve ur oluşturan hastalık etmenleri *P. savastanoi* pv. *savastanoi*, *R. radiobacter* ve *P. savastanoi* pv. *nerii* gelişimi üzerine olan antibakteriyel etkinlikleri

Essential oils (Uçucu yağlar)	Inhibition zone (mm) <sup>a</sup> (Engelleme zonu (mm) <sup>a</sup> )		
	<i>P.s. pv. savastanoi</i>	<i>R. radiobacter</i>	<i>P.s. pv. nerii</i>
<i>Mentha spicata</i> L.	12.00abB	20.00gC	10.00dA
<i>Melissa officinalis</i> L.	35.33dC	14.67deB	7.33abcA
<i>Thymus serpyllum</i> L.	42.33eB	36.33iB	18.33fA
<i>Ocimum basilicum</i> L.	11.33abA	17.33fB	9.67dA
<i>Thymbra spicata</i> var. <i>spicata</i> L.	32.33dB	32.33hB	16.33eA
<i>Thymus sipyleus</i> Boiss.	16.67bcC	13.33cdeB	8.33bcdA
<i>Laurus nobilis</i> L.	13.00abB	13.33cdeB	8.67cdA
<i>Lavandula stoechas</i> L. var. <i>stoechas</i>	13.67abC	10.33abB	7.00abcA
<i>Foeniculum vulgare</i> Mill.	7.00aA	12.00bcB	6.33aA
<i>Rosmarinus officinalis</i> L.	13.33abC	9.67aB	6.67abA
<i>Salvia officinalis</i> L.	9.67aB	13.00cdC	7.00abcA
<i>Origanum majorana</i> L.	21.33cC	15.33eB	8.67cdA
<i>Origanum syriacum</i> L.	44.67eC	37.67iB	16.67eA

<sup>a</sup>Inhibition zone includes diameter of disc (6 mm). ± indicates standard deviations of means. Means in the columns and rows followed by different small and capital letters are significantly different according to Duncan's Multiple Range Test ( $P \leq 0.05$ ).

The findings of the present study clearly revealed that essential oils have a great potential to be used as antibacterial agents against gall forming bacterial disease agents. Antibacterial activities of essential oils have been mainly investigated against human and food spoilage microorganisms. A relatively limited number of studies were, however, available in the literatures plant extracts or/and essential oils against phytopathogenic bacteria. Although, very few studies were conducted to assess efficacy of essential oils from the medicinal plants, including those used in this study (such as *M. spicata*, *T. spicata* var. *spicata* and *T. serpyllum*) against crown gall disease agent *R. radiobacter* (Basim et al., 2000; Ateeq-ur-Rehman et al., 2009; Schollenberger et al., 2018), to the best of our knowledge there is no research on the evaluation of the efficacy of essential oils used in the present study against gall forming bacterial species such as *P. savastanoi* pv. *savastanoi* and *P. savastanoi* pv. *nerii*.

Earlier studies have demonstrated the antibacterial activities of essential oils obtained from different plant

species to retard and inhibit not only the growth of gall forming bacterial disease agent *R. radiobacter* (Basim et al., 2000; Iacobellis et al., 2005; Ateeq-ur-Rehman et al., 2009; Mohan et al., 2011; Melkani et al., 2011; Moghaddam et al., 2014; Badawy and Abdelgaleil, 2014; Schollenberger et al., 2018; Turker et al., 2018; Ben Hsouna et al., 2019) but also other plant pathogenic bacterial disease agents such as *Pseudomonas syringae* pv. *syringae* (Schollenberger et al., 2018; Moghaddam et al., 2014), *Xanthomonas arboricola* pv. *corylina* (Schollenberger et al., 2018), *Ralstonia solanacearum* (Moghaddam et al., 2014), *Pseudomonas syringae* pv. *lachrymans* (Moghaddam et al., 2014), *Pseudomonas tolaasii* (Moghaddam et al., 2014), *Xanthomonas oryzae* pv. *oryzae* (Moghaddam et al., 2014), *Xanthomonas citri* (Moghaddam et al., 2014), *Brenneria nigrifluens* (Moghaddam et al., 2014), *Pantoea stewartii* subsp. *indologenes* (Moghaddam et al., 2014), *Agrobacterium vitis* (Moghaddam et al., 2014), *Rhodococcus fascians* (Moghaddam et al., 2014), *Erwinia carotovora* var. *carotovora* (Basim et al., 2000;

Badawy and Abdelgaleil, 2014), *Erwinia chrysanthemi* (Mohan et al., 2011), *Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis* (Iacobellis et al., 2005; Soylu et al., 2009), *Erwinia amylovora* (Basim et al., 2000), *Pseudomonas viridiflava* (Basim et al., 2000), *Xanthomonas axonopodis* pv. *vesicatoria* (Basim et al., 2000), *Pseudomonas syringae* pv. *tomato* (Soylu et al., 2009), *Acidovorax citrulli* (Mengulluoglu and Soylu, 2012). The results of this investigation clearly showed that essential oils obtained from medicinal plants growing in the region have the antibacterial potential against all gall forming bacterial species. To the best of our knowledge this is the first research on the evaluation of the efficacies of essential oils used in this study against gall forming bacterial species such as *P. savastanoi* pv. *savastanoi* and *P. savastanoi* pv. *nerii*.

Recently, *Pteridium aquilinum* essential oil was reported to contain 32.86% of oxygenated monoterpenes, which are known for their very powerful antimicrobial activities against *E. amylovora*, *P. carotovorum* subsp. *carotovorum* and *P. savastanoi* pv. *savastanoi* (Boucekouk et al., 2019). Furthermore, essential oils from *Verbena officinalis*, *Majorana hortensis* and *Salvia officinalis* plants were found to inhibit the growth of Gram positive and Gram negative plant pathogenic bacterial disease agents *Clavibacter michiganensis*, *Xanthomonas campestris*, *Pseudomonas savastanoi* and *P. syringae* pv. *phaseolicola* in a dose-dependent manner (Elshafie et al., 2016). Öksel and Mirik (2015) also tested the antibacterial effect of essential oils of thyme (*Thymus vulgaris*), bergamot (*Citrus bergamia*), garlic (*Allium sativum*), french lavender (*Lavandula stoechas*), clove (*Caryophyllus aromaticum*), eucalyptus (*Eucalyptus globus*) against *Pseudomonas savastanoi* pv. *savastanoi*. According to their results, essential oil of thyme was determined as the most effective essential oil which was followed by bergamot, lavender and eucalyptus essential oils respectively.

Essential oils of plants belonging Lamiaceae family were rich in phenolic compounds, which are believed to be responsible for the marked insecticidal, herbicidal and antimicrobial activity (Kordali et al., 2008; Jovanka et al., 2011; Mamadalieva et al., 2017; Kaya et al., 2018; Kachur and Suntres, 2019). The antimicrobial activities of the essential oils could be attributed to their hydrophobic nature that allows these compounds to penetrate microbial cells and cause alterations in its structure and functionality as reported (Yong et al., 2015; Kachur et al., 2019; da Silva et al., 2019; Lucas et al., 2012). Although the mode of action of essential oils used in this study against bacterial isolates is not studied, however the involvement of essential oil components may disrupt the cell membrane of the bacterium and change its permeability as reported by Lucas et al. (2012). Essential oils and their major components of oregano,

thyme and thymus have been reported to induce rapid cell lysis of certain fungal and bacterial disease agents (da Silva et al., 2019; Kachur et al., 2019; Liu et al., 2019; Churklam et al., 2020). Because of essential oils and/or their main components such as carvacrol, thymol and linalool have been reported to possess fungicidal and bactericidal activities (Liu et al., 2019), essential oils or their component could serve as a bacterial disinfectant.

## CONCLUSION

The possibility of controlling gall forming bacterial diseases with plant essential oils appears of particular interest considering the unavailability of commercial plant cultivars resistant to these disease agents. Findings of the present study suggest that the essential oils especially from thyme-like medicinal plants such as *Origanum*, *Thymbra* and *Thymus* spp. have a promising potential to be used as antibacterial agents and could be used to control plant bacterial disease caused by tumor-forming bacterial isolates of *R. radiobacter*, *P. savastanoi* pv. *savastanoi* and *P. savastanoi* pv. *nerii*. However further experiments are needed to obtain information regarding the economic aspects and antibacterial activities of essential oils *in vivo* without phytotoxic effects.

## ACKNOWLEDGEMENTS

This article was presented as a poster abstract in the 1<sup>st</sup> International Gap Agriculture and Livestock Congress (UGAP 2018, 25/27 April 2018, Şanlıurfa, Turkey).

## Statement of Conflict of Interest

Authors have declared no conflict of interest.

## Author's Contributions

The contribution of the authors is equal.

## REFERENCES

- Adams R 2001. Essential Oil Components by Quadrupole GC/MS. Allured Publishing Corp. Carol Stream, IL
- Agrios G 2005. Plant Pathology. San Diego, CA: Elsevier.
- 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.
- Ateq-ur-Rehman, Mannan A, Inayatullah S, Akhtar MZ, Qayyum M, Mirza B 2009. Biological Evaluation of Wild Thyme (*Thymus serpyllum*). Pharm Biol 47(7): 628-633.
- Badawy MEI, Abdelgaleil SAM 2014. Composition and Antimicrobial Activity of Essential Oils Isolated

- from Egyptian Plants against Plant Pathogenic Bacteria and Fungi. *Ind Crops Prod* 52: 776-782.
- Bakkali F, Averbek S, Averbek D, Waoum M 2008. Biological Effects of Essential Oils-A Review. *Food Chem Toxicol* 46: 446.
- Basim H, Yegen O, Zeller W 2000. Antibacterial Effect of Essential Oil of *Thymbra spicata* L. var. *spicata* on Some Plant Pathogenic Bacteria. *Journal of Plant Diseases and Protection* 107(3): 279-284.
- Bella P, Catara V, Guarino C, Cirvilleri G 2006. Evaluation of Oleander Accessions for Resistance to *Pseudomonas savastanoi* pv. *nerii*. *J Plant Pathol* 88: 273-278.
- Ben Hsouna A, Touj N, Hammami I, Dridi K, Al-Ayed AS, Hamdi N 2019. Chemical Composition and *In vivo* Efficacy of The Essential Oil of *Mentha piperita* L. in The Suppression of Crown Gall Disease on Tomato Plants. *J Oleo Sci* 68(5): 419-426.
- Bliss FA, Almedhi AA, Dandekar AM, Schuerman PL, Bellaloui NI 1999. Crown Gall Resistance in Accessions of Prunus species. *HortScience* 34: 326-330.
- Boucekouk C, Kara FZ, Tail G, Saidi F, Benabdelkader T 2019. Essential Oil Composition and Antibacterial Activity of *Pteridium aquilinum* (L.) Kuhn. *Biologia Futura* 70(1): 56-61.
- Bozkurt İA, Soyulu S, Mirik M, Serçe ÇU, Baysal Ö 2014. Characterization of Bacterial Knot Disease Caused by *Pseudomonas savastanoi* pv *savastanoi* on Pomegranate *Punica granatum* L Trees a New Host of the Pathogen. *Lett Applied Microbiol* 59: 520-527.
- Burt S 2004. Essential Oils: Their Antibacterial Properties and Potential Applications in Foods-A Review. *Int J Food Microbiol* 94: 223.
- Caballo-Ponce E, Murillo J, Martínez-Gil M, Moreno-Pérez A, Pintado A, Ramos C 2017. Knots Untie: Molecular Determinants Involved in Knot Formation Induced by *Pseudomonas savastanoi* in Woody Hosts. *Front Plant Sci* 8: 1089.
- Churklam W, Chaturongakul S, Ngamwongsatit B, Aunpad R 2020. The Mechanisms of Action of Carvacrol and Its Synergism with Nisin against *Listeria monocytogenes* on Sliced Bologna Sausage. *Food Control* 108: 106864.
- da Silva RS, de Oliveira MMG, de Melo JO, Blank AF, Correa CB, Scher R, Fernandes RPM 2019. Antimicrobial Activity of *Lippia gracilis* Essential Oils on The Plant Pathogen *Xanthomonas campestris* pv. *campestris* and Their Effect on Membrane Integrity. *Pestic Biochem Phys* 160: 40-48.
- Duman K, Soyulu S 2019. Characterization of Antagonistic and Plant Growth-Promoting Traits of Endophytic Bacteria Isolated from Bean Plants against *Pseudomonas syringae* pv. *phaseolicola*. *Plant Protection Bulletin* 59(3): 59-69.
- Elshafie HS, Sakr S, Mang SM, Belviso S, De Feo V, Camele I 2016. Antimicrobial Activity and Chemical Composition of Three Essential Oils Extracted from Mediterranean Aromatic Plants. *J Med Food* 19(11): 1096-1103.
- Godena S, Dminić I, Đermić E 2012. Differential Susceptibility of Olive Varieties to Olive Knot Disease in Istria. *J Cent Eur Agric* 13(1): 85-94.
- Iacobellis NS, Lo Cantore P, Capasso F, Senatore F 2005. Antibacterial Activity of *Cuminum cyminum* L. and *Carum carvi* L. Essential Oils. *J Agric Food Chem* 53(1): 57-61.
- Jovanka L, Ivana C, Goran T, Sava P, Slavica S, Tamara CG, Ljiljana K 2011. *In vitro* Antibacterial Activity of Essential Oils from Plant Family Lamiaceae. *Rom Biotech Lett* 16(2): 6034-6041.
- Kachur K, Suntres Z 2019. The Antibacterial Properties of Phenolic Isomers, Carvacrol and Thymol. *Crit Rev Food Sci Nutr* doi:10.1080/10408398.2019.1675585
- Kaya K, Sertkaya E, Üremiş İ, Soyulu S 2018. Determination of Chemical Composition and Fumigant Insecticidal Activities of Essential Oils of Some Medicinal Plants Against the Adults of Cowpea Weevil, *Callosobruchus maculatus*. *KSU J. Agric. Nat.* 21:708-714.
- Kordali S, Cakir A, Ozer H, Cakmakci R, Kesdek M, Mete E 2008. Antifungal, Phytotoxic and Insecticidal Properties of Essential Oil Isolated From Turkish *Origanum acutidens* and Its Three Components, Carvacrol, Thymol and p-Cymene. *Bioresource Technology* 99: 8788-8795.
- Li Q, Guo R, Li Y, Hartman WH, Li S, Zhang Z, Tringe SG, Wang H 2019. Insight into The Bacterial Endophytic Communities of Peach Cultivars Related to Crown Gall Disease Resistance. *Appl Environ Microbiol* 85: e02931-18.
- Liu QC, Qiao K, Zhang SA 2019. Potential of A Small Molecule Carvacrol in Management of Vegetable Diseases. *Molecules* 24(10): 1932.
- Lucas GC, Alves E, Pereira RB, Perina FJ, de Souza RM 2012. Antibacterial Activity of Essential Oils on *Xanthomonas vesicatoria* and Control of Bacterial Spot in Tomato. *Pesqui Agropecu Bras* 47(39): 351-359.
- Mamadaliyeva NZ, Akramov DK, Ovidi E, Tiezzi A, Nahar L, Azimova SS, Sarker SD 2017. Aromatic Medicinal Plants of the Lamiaceae family from Uzbekistan: Ethnopharmacology, Essential Oils Composition, and Biological Activities. *Medicines (Basel)* 4(1): 8.
- Mansfield J, Genin S, Magori S, Citovsky V, Sriariyanum M, Ronald P, Dow M, Verdier V, Beer SV, Machado MA, Toth I, Salmond G, Foster GD 2012. Top 10 Plant Pathogenic Bacteria in Molecular Plant Pathology. *Mol Plant Pathol* 13(6): 614-629.



- Melkani AB, Mohan L, Pant CC, Negi A, Dev V 2011. Terpenoid Composition and Antibacterial Activity of Essential Oil from *Salvia hians* Royle ex. Benth. J Essent Oil Bear Pl 14(6): 667-672.
- Mengulluoglu M, Soylu S 2012. Antibacterial Activities of Essential Oils from Several Medicinal Plants against The Seed-Borne Bacterial Disease Agent *Acidovorax avenae* subsp. *citrulli*. Res Crop 13: 641-646.
- Mirik M, Aysan Y 2011. Marmara Bölgesinde Zeytin Dal Kanseri Hastalığının Yaygınlığı ve *Pseudomonas savastanoi* pv *savastanoi* İzolatlarının Fenotipik ve Genotipik Karakterizasyonu. J Agric Sci 17: 279-290.
- Mirik M, Aysan Y, Şahin F 2011. Characterization of *Pseudomonas savastanoi* pv *savastanoi* Strains Isolated From Several Host Plants in Turkey and Report of Fontanesia as a New Host. J Plant Pathol 93: 263-270.
- Moghaddam M, Alymanesh, MR, Mehdizadeh L, Mirzaei H, Pirbalouti AG 2014. Chemical Composition and Antibacterial Activity of Essential Oil of *Ocimum ciliatum*, as A New Source of Methyl Chavicol, against Ten Phytopathogens. Ind Crops Prod 59: 144-148.
- Mohan L, Negi A, Melkani AB, Dev V 2011. Chemical Composition and Antibacterial Activity of Essential Oil from *Salvia mukerjeei*. Nat Prod Commun 6(12): 1949-1952.
- Nguyen KA, Förster H, Adaskaveg JE 2018. Efficacy of Copper and New Bactericides for Managing Olive Knot in California. Plant Dis 102: 892-898.
- Nieto G 2017. Biological Activities of Three Essential Oils of the Lamiaceae Family. Medicines (Basel) 4(3): E63.
- Öksel C, Mirik M 2015. Zeytin Dal Kanseri Etmeni *Pseudomonas savastanoi* pv *savastanoi*'ye Karşı *in vitro* Koşullarda Farklı Bitkilerin Uçucu Yağlarının Etkisi. Bitki Koruma Bülteni 55: 265-275.
- Pannek J, Gach J, Boratynski F, Olejniczak T 2018. Antimicrobial Activity of Extracts and Phthalides Occurring in Apiaceae Plants. Phytother Res 32(8): 1459-87.
- Pulawska J 2010. Crown Gall of Stone Fruits and Nuts, Economic Significance and Diversity of Its Causal Agents: Tumorigenic *Agrobacterium* spp. J Plant Pathol 92: 87-98.
- Ramos C, Matas İM, Bardaji L, Aragón İM, Murillo J 2012. *Pseudomonas savastanoi* pv. *savastanoi*: Some Like It Knot. Mol Plant Pathol 13(9): 998-1009.
- Rhouma A, Bouri M, Boubaker A, Nesme X 2008. Potential Effect of Rhizobacteria in The Management of Crown Gall Disease Caused by *Agrobacterium tumefaciens* Biovar 1. J Plant Pathol 90: 517-526.
- Rohwer J 1993. Lauraceae. Kubitzki K, Rohwer JG, Bittrich V (eds). The Families and Genera of Vascular Plants Springer:Berlin 2: 366-391.
- Schollenberger M, Staniek TM, Paduch-Cichal E, Dasiewicz B, Gadomska-Gajadhur A, Mirzwa-Mroz E 2018. The Activity of Essential Oils Obtained from Species and Interspecies Hybrids of the Mentha Genus against Selected Plant Pathogenic Bacteria. Acta Sci Pol-Hortoru 17(6): 167-174.
- Soylu S, Evrendilek GA, Soylu EM 2009. Chemical Compositions and Antibacterial Activities of Bitter Fennel (*Foeniculum vulgare* Mill. var. *vulgare*) and Dill (*Anethum graveolens* L.) Essential Oils against the Growth of Food-Borne and Seed-Borne Plant Pathogenic Bacteria. Ital J Food Sci 21: 347-355.
- Turker AU, Yildirim AB, Karakas FP, Turker H 2018. *In vitro* Antibacterial and Antitumor Efficiency of Some Traditional Plants from Turkey. Indian J Tradit Know 17(1): 50-58.
- Yong AL, Ooh KF, Ong HC, Chai TT, Wong FC 2015. Investigation of Antibacterial Mechanism and Identification of Bacterial Protein Targets Mediated by Antibacterial Medicinal Plant Extracts. Food Chem 186: 32-36.
- Young JM 2004. Olive Knot and Its Pathogens. Australasian Plant Pathol 33: 33-39

## The Effect of *Cuscuta babylonica* Aucher on Chemical Compounds of Lice Tomato

Hasan Çetin ÖZEN<sup>1</sup>, Servan SAVAŞÇI<sup>2</sup>, Hilal SURMUŞ ASAN<sup>3</sup>, Veysi KIZMAZ<sup>4</sup>

<sup>1,2,3</sup>Dicle Üniversitesi, Fen Fakültesi, Biyoloji Bölümü, 21280, Diyarbakır, <sup>4</sup>Mardin Artuklu Üniversitesi, Mardin-TÜRKİYE

<sup>1</sup><https://orcid.org/0000-0001-6670-6469>, <sup>2</sup><https://orcid.org/0000-0002-8139-0260>, <sup>3</sup><https://orcid.org/0000-0001-5336-974X>

<sup>4</sup><https://orcid.org/0000-0002-7864-5912>

✉: hilalsuran@gmail.com

### ABSTRACT

Tomato (*Lycopersicon esculentum* L.) is one of the most widely used products in nutrition. But this plant suffers significant loss of yield due to parasitic plant infection. *Dodder* (*Cuscuta* spp.), a flowering plant belonging to the *Convolvulaceae* family, is one of the most harmful parasites for tomatoes. Although some tomato varieties have developed resistance to this, *Cuscuta* is the most important disease that has a negative impact on tomato yield. In this study, it was investigated that how Lice tomato is affected by *Cuscuta babylonica* Aucher infection and whether it develops resistance to it. For this purpose, following *Cuscuta* infection, the amount of fatty acids, calcium (Ca<sup>2+</sup>) and some phenolic compounds in the leaves of the tomatoes were investigated. The results of the study showed that the *Cuscuta* infection increased the amount of 16:1, 18:0 and 18:1 fatty acids, Ca<sup>2+</sup> and some phenolics such as chlorogenic acid, rutin, quercetin and salicylic acid which are effective in defense against pathogens.

### Research Article

#### Article History

Received : 02.11.2019

Accepted : 17.01.2020

#### Keywords

Calcium

*Cuscuta babylonica*

Fatty acids

Phenolic compounds

*Lycopersicon esculentum*

## *Cuscuta babylonica* Aucher'in Lice Domates Genotipinin Kimyasal Bileşiklerine Etkisi

### ÖZET

Domates (*Lycopersicon esculentum* L.) beslenmede en çok kullanılan ürünlerden biridir. Fakat, parazit bitki saldırısına bağlı olarak önemli verim kaybına uğramaktadır. *Convolvulaceae* familyasına ait çiçekli bir bitki olan küsküt (*Cuscuta*), domates için en zararlı parazitlerden biridir. Her ne kadar bazı domates çeşitleri buna karşı direnç geliştirmiş olsalar da küsküt, domates verimi üzerinde olumsuz etkisi olan en önemli zararlıdır. Bu çalışmada, Lice domates genotipinin *Cuscuta babylonica* Aucher enfeksiyonundan nasıl etkilendiği ve buna karşı bir direnç geliştirip geliştirmediği araştırılmıştır. Bunun için enfeksiyondan sonra bitkinin yapraklarında bulunan yağ asitleri, kalsiyum (Ca<sup>2+</sup>) ve bazı fenolik bileşiklerin miktarları araştırılmıştır. Çalışmanın sonuçları, küsküt enfeksiyonunun patojenlere karşı savunmada etkili olan; 16:1, 18:0 ve 18:1 yağ asitleri, kalsiyum (Ca<sup>2+</sup>) ve klorojenik asit, rutin, kuersetin ve salisilik asit gibi fenolik bileşiklerin miktarının arttığını göstermiştir.

### Araştırma Makalesi

#### Makale Tarihi

Geliş Tarihi : 02.11.2019

Kabul Tarihi : 17.01.2020

#### Anahtar Kelimeler

*Cuscuta babylonica*

Fenolik bileşik

Kalsiyum

*Lycopersicon esculentum*

Yağ asidi

**To Cite :** Özen HÇ, Savaşçı S, Surmuş Asan H, Kızmaz V 2020. The Effect of *Cuscuta babylonica* Aucher on Chemical Compounds of Lice Tomato. KSU J. Agric Nat 23 (6): 1483-1488. DOI: 10.18016/ksutarimdog.vi.641796

### INTRODUCTION

Tomato (*Lycopersicon esculentum* L.) is the second most consumed vegetable in the world after potatoes. Tomatoes are rich in vitamins like A, C, K, B6 and folate and thiamine and minerals like potassium, manganese, magnesium, phosphorus and copper. It also contains dietary fiber, protein and organic components such as lycopene, polyphenolic compounds and phenolic acid which are very important for human health (Bergougnoux 2014; Dūma et al., 2018). Due to

the above mentioned features, tomato consumption continues to increase every year. In fact, global tomato production has increased by about 300% in the last forty years.

Despite some diseases, pests and parasitic plants occurring at different stages of vegetation cause significant losses in crops. Parasitic plants have immense negative effects on the yield of tomatoes. One of the most well-known and agriculturally damaging parasitic plants is the genus *Cuscuta* belonging to the

*Convolvulaceae* family. For example, this parasitic plant can cause yield loss of up to 72% in tomatoes (Marambe et al., 2002). *Cuscuta* species, which are common in almost all over the world, do not have roots and leaves. The physical connection between the parasite and the host plant is established through an organ called the haustorium, which connects the vascular system of both plants. *Cuscuta* is connected to the xylem and phloem of host plants and absorbed organic nutrients, water and minerals via its haustorium (Marvier, 1996).

Research has shown that plants have two important signaling pathways in their defense systems. Systemic resistance due to salicylic acid (SA) which is the path of resistance to pathogen attacks and resistance pathway due to jasmonic acid (JA) which is effective against herbivores (Jones and Dangl, 2006; Palmer et al., 2017).

Tomato is one of the few plants with active resistance to dodder. A hypersensitivity like response occurs in response to dodder, resulting in an increase in calcium ( $Ca^{2+}$ ), salicylic acid (SA) and jasmonic acid (JA) contents (Jones and Dangl, 2006; Kaiser et al., 2015). Calcium acts as an active second messenger for plants to respond to biotic and abiotic stress.

The amount of SA synthesized in response to pathogen attack is regulated by a mechanism directed by the calcium-calmodulin complex (Seybold et al., 2014; Aldon et al., 2018). It has long been known that salicylic acid plays a central role in plant pathogen interactions. Genetic studies have shown that some resistance genes involved in defense require SA to activate. In addition, it has been reported that SA, which plays a central role in the resistance mechanism of tomato against pathogens, suppresses the synthesis of jasmonic acid and suspends the associated reactions (Pena-Cortés et al., 1993; Runyon et al., 2010). Foliar application of SA has been reported to stimulate the synthesis of many proteins. The accumulation of SA is essential for both local defense responses to the pathogen in plant tissues and for the establishment of systemic acquired resistance (SAR) (Koç and As, 2008).

Lice tomato is one of important genotypes which is consumed fondly in Southeast Anatolia Region. As a result of ecological conditions and production method, one of the most important plant protection problems seen in Lice tomato plantation areas is weeds, including dodder (Özaslan and Kendal, 2014).

Previous studies have shown that some tomato varieties develop resistance to dodder and thus prevent some of the yield loss.

In this study, it investigated that how Lice tomato cultivar acts against *C. babylonica* infection and whether it develops a certain resistance and how fatty acids, calcium and phenolic compounds which are involved in resistance formation mechanism are

affected by *Cuscuta* infection.

## MATERIAL and METHOD

### Materials

In this study, the seed of tomato (*Lycopersicon esculentum* L.) that collected from Lice district and *Cuscuta* plants (*Cuscuta babylonica* Aucher) that collected from Dicle University vicinity were used. The study was conducted at August 2018, in a growth room of Biotechnology Laboratory, Dicle University.

### Method

#### Germination of seeds

The tomato seeds were soaked in water for one day and they were planted in pots filled with soil, fertilizer and sand mixture. The seeds were germinated on 5-6 days. When seedlings were grown at about 4-5 cm height, they were transferred to separate pots and kept in growth room with light intensity of 3000 lux for 16 hours day (25-27 ° C) and 8 hours dark (16-18 ° C).

The *Cuscuta* seeds were left in concentrated sulfuric acid for 30 minutes for hard seed coat weakens. It was then washed with tap water and placed in a container of moist filter paper and stored in a refrigerator at 4 ° C for 15 days. At the end of this period, they were removed from the refrigerator and germinated in damp filter papers on 5-6 days at room temperature.

#### Infection of Tomato Plants with *Cuscuta*

The germinated dodder was brought into contact with the leaves of the tomato plant and wrapped. The attacked tomato leaves were harvested 10 days after the start of the infection, dried at room temperature and stored in the refrigerator.

#### Fatty Acid Analysis

Chloroform/methanol (2:1) was added to the milled plant samples and kept in the dark for three days and the lipids were extracted. The solvent in the filtered samples was evaporated in the evaporator until 1 ml remained. Overall, 4 ml of methanol and 4-5 drops of sulfuric acid were added to the homogenate and methylated in the reflux system for two hours. After methylation, the homogenate was extracted three times with 5 ml of hexane. The hexane was evaporated to 1 ml thick and transferred to brown vials to prevent light exposure and stored in the refrigerator.

#### Gas Chromatography Conditions

Fatty acid methyl esters of Lice tomato leaves were analyzed by gas chromatography (AtiUnicam 610) with a flame ionization detector (FID) and capillary column (Quqdrex, 007-23 (78% cyanopropyl) methyl polysiloxan capillary column [column length, 30 m; inner diameter, 0.25m). Fatty acid methyl esters

analyzed using a temperature program. Fatty acid methyl esters were chromatographed using a temperature program. It was set Column starting temperature 100 °C, final temperature 260 °C, ramp 5

°C min<sup>-1</sup>. The exit rate of gases; nitrogen + makeup, 30 ml min<sup>-1</sup>; dry air, 330 ml min<sup>-1</sup>. Injection was performed with split (40: 1), 1 µg. nitrogen was used as the carrier gas.



Şekil 1. Domates bitkisinin Kusküt ile enfeksiyonu  
Figure 1. Infection of Tomato plants with *Cuscuta*

### Calcium (Ca<sup>2+</sup>) Analysis

Dried leaf samples (0.5 g) were placed in Berghof MWS-3 microwave tubes. Then 6 ml HNO<sub>3</sub>(65%) and 4 ml H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> were left on. The gas was allowed to stand until exhaustion was concluded. The lids of the containers were closed and left to microwave resolution device and worked according to the program given below. Samples were completed to 50 ml and measured in atomic absorption device.

Unicam 929 atomic absorption device was used for calcium analysis. The standard solutions (2 ppm, 4 ppm, 8 ppm and 16 ppm) were prepared from 1000 ppm (mg ml<sup>-1</sup>) Ca stock solution and measurements were taken at 422.7 nm. The calibration curve against absorption was plotted and the samples were read.

### Phenolic Compound Analysis

#### Extraction of phenolic compounds

The dried leaf samples (200 mg) were taken to 10 mL of methanol (80% v:v) and then sonicated for 20 min (Sanyo MSE-Soniprep 150, UK). Sonicated samples were centrifuged for 5 min. (Thermo Scientific Labofuge, 200). The supernatant fraction (100 µL) was taken from and completed to 1000 µL with methanol and filtered through a 0.22 µm nylon filter and delivered to LC-MS/MS.

#### LC-MS / MS device

On the phenolic compound analysis, the LC-MS/MS system consists of Shimadzu Nexera model UHPLC and Shimadzu LCMS 8040 triple quadrupole mass spectrometer was used. It consists of LC-30 AD model gradient pump, DGU-20A3R model degaser, CTO-10ASvp model column furnace and SIL-30AC model auto sampler. Chromatographic separation was

performed on the Agilent Poroshell 120 (EC-C18 2.7 µm, 4.6 mm × 150 mm) column. The triple quadrupole mass spectrometer is equipped with an electrospray ionization (ESI) source operating in both negative and positive mode. LC-ESI-MS / MS data were collected and processed with LabSolutions (Shimadzu, Kyoto, Japan) software registered on the instrument (Akdeniz, 2018).

### Statistical Analyses

The percentages of fatty acid were compared by one-way ANOVA. Differences between means were assessed by Tukey HSD test (p < 0.05). Each treatment contained three independent replicates. For the phenolic compound analysis, to evaluate and quantify the uncertainty sources of the applied LC-MS/MS method were performed according to earlier reports (Akdeniz, 2018; Ertas et al., 2014).

## RESULTS and DISCUSSION

### Effects of *Cuscuta* Infection on The Fatty Acid Components of Tomato

The leaves of the Lice tomato were harvested to determine the effect of infection on the fatty acid components, after 10 days. Fatty acid content of infected and control group tomato plants are given in Table 1.

The abundant fatty acids in both control and infected plants were linolenic acid (48.86%), palmitic acid (23.12%) and linoleic acid (13.14%). The results of the present study demonstrate that, statistically increases were observed in palmitoleic, heptadecanoic, stearic and oleic acids compared to control (Table 1.).

Increases in the amounts of some free fatty acids in plants are observed in response to various stress

factors. It was found that the cuticle layer in the area of infection was strengthened after the *Cuscuta* infection. Since the cuticle layer originates from the

fatty acids of sixteen and eighteen carbons, the increase in the amount of these fatty acids seems to be a natural result (Kachroo et al., 2005).

Tablo 1. Küsküt Enfeksiyonu sonrası Lice domatesi yapraklarındaki yağ asidi bileşenleri  
*Table 1. Fatty acid components of Lice tomato leaves after Cuscuta infection.*

Fatty Acid%	Miktar(%) Quantity(%)	
	Control	Infected
14:0 (Myristic acid)	0.74±0.02 <sup>a</sup>	0.73±0.02 <sup>a</sup>
15:0(Pentadecanoic acid)	0.88±0.03 <sup>a</sup>	0.58±0.02 <sup>b</sup>
16:0 (Palmitic acid)	23.12±0.67 <sup>a</sup>	23.67±0.68 <sup>a</sup>
16:1(Palmitoleic acid)	1.01±0.03 <sup>a</sup>	1.38±0.04 <sup>b</sup>
17:0 (Heptadecanoic acid)	4.42±0.13 <sup>a</sup>	4.88±0.14 <sup>b</sup>
18:0 (Stearic acid)	5.08±0.15 <sup>a</sup>	5.56±0.16 <sup>b</sup>
18:1 (Oleic acid)	1.29±0.04 <sup>a</sup>	2.91±0.08 <sup>b</sup>
18:2 (Linoleic acid)	13.14±0.38 <sup>a</sup>	12.14±0.35 <sup>b</sup>
18:3 (Linolenic acid)	48.86±1.41 <sup>a</sup>	46.69±1.34 <sup>b</sup>
20:1 (Eicosenoic acid)	1.44±0.04 <sup>a</sup>	1.43±0.04 <sup>a</sup>

Each data is the average of three replicates. Differences between the means indicated by different letters in the same line are significant (P <0.05).

Results of this study indicated that the amounts of oleic acid increased on the infected tomato plants after dodder infection. It is known that the oleic (18:1), linoleic (18:2) and linolenic (18:3) acids are also fatty acids involved in defense against pathogens (Walley et al., 2013; Furuhashi et al., 2014). In particular, oleic acid (18: 1) levels regulate plant defense response to pathogens, including programmed cell death and systemic defense mechanisms (Upchurch, 2008). Similarly, in a study conducted with tomato plants, after the bacteria attack, an increase in oleic (18:1) and linoleic (18:2) acid amounts was observed in these plants (Kolomiets et al., 2016). According to this result, it can be said that Lice tomato cultivar developed a resistance mechanism against *C. babylonica*.

Our study showed that the amount of linolenic acid (the precursor of JA) was not increased, this result may be explained by the absence of JA.

### The Effect of *Cuscuta* Infection on the Calcium (Ca<sup>2+</sup>) contents of Tomato

Calcium is an important secondary precursor that serves as signal transduction. For this reason, the amount of calcium in tomato during *Cuscuta* infection was also measured (Table 2).

Based on results, the amount of Ca<sup>2+</sup> also increased on the 10th day (44.47ppm) of the *Cuscuta* infection compared to the control (31.91ppm). Similarly, increases in the amount of free calcium after the attack have been observed in studies conducted with tomato and *Cuscuta* (Albert et al., 2010; Lecourieux et al., 2006). It is known that the Ca<sup>2+</sup>, acts as a secondary messenger in the synthesis of defense compounds and increased Ca<sup>2+</sup> content has been suggested to activate the SA synthesis pathway (Albert et al., 2010; Li and Zou, 2017). Therefore, increasing the amount of Ca<sup>2+</sup>

during infection in plants containing SA resistance pathway is a naturally expected outcome and seems to be in agreement with our findings. It has also been reported that calcium in tomato leaves may be increased since it is used to strengthen the cell wall after infection (Albert et al., 2004; Goldwasser et al., 2001).

Tablo 2. Küsküt enfeksiyonu sonrası Lice domatesi yapraklarındaki Ca<sup>2+</sup> içeriği  
*Table 2. Ca<sup>2+</sup> content of Lice tomato leaves after Cuscuta infection*

Ca <sup>2+</sup> (ppm)	Miktar (ppm) Quantity (ppm)	
	Control	Infected
	31.91±0.92 <sup>a</sup>	44.47±1.28 <sup>c</sup>

Each data is the average of 3 replicates. Differences between the means indicated by different letters in the same line are significant (P <0.05).

### The Effects of *Cuscuta* Infection on Phenolic Compounds of Tomato

The effect of *Cuscuta* infection on phenolic contents of Lice tomato leaves was also determined on 10th day (Table 3).

The chlorogenic acid and rutin were the quantitatively dominant compounds in the both plant groups. Besides, significant increases in chlorogenic acid, hyperoside, rutin, quercetin, and salicylic acid amounts in tomato plant were observed on the 10th day of the attack compared to control. The amount of hesperidin compound was lower than control.

It is observed that the 9-11 days after dodder infection, browning was observed in the area where the haustorium infected to the tomato stem. Additionally, the amount of phenolic compounds especially chlorogenic acid was also increased in this period.

Tablo 3. Küsküt Enfeksiyonu sonrası Lice domatesi yapraklarındaki fenolik bileşik içerikleri

Table 3. Phenolic compound contents of Lice tomato leaves after *Cuscuta* infection

Phenolic compounds	Miktar ( $\mu\text{g kg}^{-1}$ )	
	Quantity ( $\mu\text{g kg}^{-1}$ )	
	Control	Infected
Hesperidine	3.41±0.10 <sup>a</sup>	3.27±0.09 <sup>c</sup>
Chlorogenic acid	7.32±0.21 <sup>a</sup>	10.36±0.30 <sup>b</sup>
Hyperoside	1.57±0.05 <sup>a</sup>	2.69±0.08 <sup>c</sup>
Rutin	14.04±0.40 <sup>a</sup>	14.67±0.42 <sup>a</sup>
Quercetin	0.04±0.00 <sup>a</sup>	0.13±0.01 <sup>c</sup>
JA	ND	ND
SA	0.13±0.01 <sup>a</sup>	0.31±0.01 <sup>cc</sup>

ND: Not detected. Each data is the average of three replicates. Differences between the means indicated by different letters in the same line are significant ( $P < 0.05$ ).

Studies have shown that compounds that increase the synthesis of tomato plants against various pathogens help to defend (Beimen et al., 1992). Quercetin, rutin and campferol are some phenolic compounds commonly found in tomatoes (Stewart et al., 2000; Barros et al., 2012). It has been reported that the amount of chlorogenic acid is widely increased in tomato plants against dodder and other biotic pest infections (Sahm et al., 1995; Wojciechowska et al., 2014).

SA is an important component of the resistance mechanism developed by plants and tomato in particular. The results of the LC-MS/MS analysis showed that the amount of SA increased (2.3-fold), but JA was not detected in infected plants. SA and JA serve as defense compounds against parasitic plant infection (Lattanzio et al., 2006; Runyon et al., 2010). SA and JA are antagonistic to each other and one suppresses the synthesis of the other. Therefore, it is considered normal that JA could not be detected (Thaler et al., 2002). In some studies, examining the effects of dodder attack on tomato, resistance pathways related to SA have been developed (Jones and Dangel, 2006; Kaiser et al., 2015).

## CONCLUSION

The studies have shown that the increase of some compounds on the infection time was helpful to defend systems. Data of this study revealed that the amount of fatty acids,  $\text{Ca}^{2+}$ , and phenolic compounds chlorogenic acid, hyperoside, rutin, quercetin and SA increased in tomato leaves that infected with dodder on the 10th day.

According to the results of this study, it can be said that Lice tomato genotype has developed resistance against *C. babylonica* by means of these compounds and SA-linked resistance pathway.

## Acknowledgement

The authors would like to thank Dicle University research fund (DUBAP, project no: FEN.17.033) for financial supports.

## Statement of Conflict of Interest

Authors have declared no conflict of interest.

## Author's Contributions

The contribution of the authors is equal.

## REFERENCES

- Akdeniz M 2018. Türkiyenin Çeşitli Bölgelerinde Yetişen *Hypericum* Türlerine Özgü Bileşikler Açısından Kimyasal İçeriğinin LC-MS/MS ile Miktar Tayini ve Metot Validasyonu; Biyolojik Aktivitelerinin Araştırılması ve Kemometrik Değerlendirilmesi. Dicle Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Kimya Anabilim Dalı, Doktora Tezi, 341 sy.
- Albert M, Kaiser B, Van Der Krol S, Kaldenhoff R 2010. Calcium Signaling During the Plant-Plant Interaction of Parasitic *Cuscuta Reflexa* With Its Hosts. *Plant Signaling & Behavior*, 5(9): 1144-1146.
- Albert M, Werner M, Proksch P, Fry S C, Kaldenhoff R 2004. The Cell Wall-Modifying Xyloglucan Endo trans glycosylase/Hydrolase Lxth1 Is Expressed During the Defence Reaction of Tomato Against the Plant Parasite *Cuscuta Reflexa*. *Plant Biology*, 6(04): 402-407.
- Aldon D, Bengue M, Mazars C, Galaud JP 2018. Calcium Signalling In Plant Biotic Interactions. *International Journal of Molecular Sciences*, 19(3): 665.
- Barros L, Dueñas M, Pinela J, Carvalho A M, Buelga C S, Ferreira I C 2012. Characterization and Quantification of Phenolic Compounds in Four Tomato (*Lycopersicon esculentum* L.) Farmers Varieties In Northeastern Portugal Homegardens. *Plant Foods for Human Nutrition*, 67(3): 229-234.
- Beimen A, Bermpohl A, Meletzus D, Eichenlaub R, Barz W 1992. Accumulation of Phenolic Compounds in Leaves of Tomato Plants After Infection with *Clavi bactermichiganense* subsp. *michiganense* strains differing in virulence. *Zeitschrift für Naturforschung C*, 47(11-12): 898-909.
- Bergougnoux V 2014. The history of tomato: from domestication to biopharming. *Biotechnology advances*, 32(1): 170-189.
- Dūma M, Alsina I, Dubova L, Erdberga I 2018. Bioactive Compounds in Tomatoes at Different Stages of Maturity. In *Proceedings of the Latvian Academy of Sciences. Section B. Natural, Exact, and Applied Sciences*, 72 (2): 85-90.
- Ertas A, Boga M, Yılmaz MA, Yesil Y, Hasimi N, Kaya MS, Temel H, Kolak U 2014. Chemical Compositions by Using LC-MS/MS and GC-MS and

- Biological Activities of *Sedum sediforme* (Jacq.) Pau. Journal of Agricultural Food Chemistry, 62: 4601-4609.
- Furuhashi T, Kojima M, Sakakibara H, Fukushima A, Hirai M Y, Furuhashi K 2014. Morphological and plant hormonal changes during parasitization by *Cuscuta japonica* on *Momordica charantia*. Journal of Plant Interactions, 9(1): 220-232.
- Goldwasser Y, Lanini WT, Wrobel RL 2001. Tolerance of Tomato Varieties to Lespedeza Dodder. Weed Science, 49(4): 520-523.
- Jones JD, Dangl JL 2006. The Plant Immune System. Nature, 444(7117): 323.
- Kachroo P, Venugopal SC, Navarre DA, Lapchyk L, Kachroo A 2005. Role of Salicylic Acid and Fatty Acid Desaturation Pathways in Ssi2-Mediated Signaling. Plant Physiology, 139(4): 1717-1735.
- Kaiser B, Vogg G, Fürst UB, Albert M 2015. Parasitic Plants of The Genus *Cuscuta* and Their Interaction With Susceptible and Resistant Host Plants. Frontiers in Plant Science, 6, 45.
- Koç Esra, As Üstün 2008. Patojenlere Karşı Bitkilerde Savunma ve Antioksidanlar. Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Fen Bilimleri Dergisi, 24(1): 82-100.
- Kolomiets JV, Grygoryuk IP, Butsenko LM 2016. A Comparative analysis of fatty acid composition of tomato callus lipids under bacterial stress. 1000 Kopii., 26.
- Lattanzio V, Lattanzio VM, Cardinali A 2006. Role of phenolics in the resistance mechanisms of plants against fungal pathogens and insects. Phytochemistry: Advances in Research, 66(2): 23-67.
- Lecourieux D, Ranjeva R, Pugin A 2006. Calcium in Plant Defence-Signalling Pathways. New Phytologist, 171(2): 249-269.
- Li L, Zou Y 2017. Induction of Disease Resistance by Salicylic Acid and Calcium Ion Against *Botrytis cinerea* in Tomato (*Lycopersicon Esculentum*). Emirates Journal of Food and Agriculture, 78-82.
- Marambe B, Wijesundara S, Tennakoon K, Pindeniya D, Jayasinghe C 2002. Growth and development of *Cuscuta chinensis* Lam. and Its Impact on Selected Crops. Weed Biology and Management, 2(2): 79-83.
- Marvier MA 1996. Parasitic Plant-Host Interactions: Plant Performance and Indirect Effects on Parasite-Feeding Herbivores. Ecology, 77(5): 1398-1409.
- Özaslan C, Kendal E 2014. Lice Domatesi Üretim Alanlarındaki Yabancı Otların Belirlenmesi. İğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 4(3): 29-34.
- Palmer IA, Shang Z, Fu ZQ 2017. Salicylic acid-mediated plant defense: Recent Developments, Missing Links, and Future Outlook. Frontiers in Biology, 12(4): 258-270.
- Pena-Cortés H, Albrecht T, Prat S, Weiler EW, Willmitzer L 1993. Aspirin Prevents Wound-Induced Gene Expression In Tomato Leaves by Blocking Jasmonic Acid Biosynthesis. Planta, 191(1): 123-128.
- Runyon JB, Mescher MC, De Moraes CM 2010. Plant Defenses Against Parasitic Plants Show Similarities To Those Induced by Herbivores and Pathogens. Plant Signaling & Behavior, 5(8): 929-931.
- Sahm A, Pfanz H, Grünsfelder M, Czygan FC, Proksch P 1995. Anatomy and Phenylpropanoid Metabolism In The Incompatible Interaction of *Lycopersicon Esculentum* and *Cuscuta Reflexa*. Botanica Acta, 108(4): 358-364.
- Seybold H, Trempel F, Ranf S, Scheel D, Romeis T, Lee J 2014. Ca<sup>2+</sup> Signalling In Plant Immune Response: From Pattern Recognition Receptors To Ca<sup>2+</sup> Decoding Mechanisms. New Phytologist, 204(4): 782-790.
- Stewart AJ, Bozonnet S, Mullen W, Jenkins GI, Lean ME, Crozier A 2000. Occurrence of Flavonols In Tomatoes and Tomato-Based Products. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 48(7): 2663-2669.
- Thaler JS, Karban R, Ullman DE, Boege K, Bostock RM 2002. Cross-Talk Between Jasmonate and Salicylate Plant Defense Pathways: Effects On Several Plant Parasites. Oecologia, 131(2): 227-235.
- Upchurch RG 2008. Fatty Acid Unsaturation, Mobilization, and Regulation In The Response of Plants To Stress. Biotechnology Letters, 30(6): 967-977.
- Walley JW, Kliebenstein DJ, Bostock RM, Dehesh K 2013. Fatty Acids and Early Detection of Pathogens. Current Opinion In Plant Biology, 16(4): 520-526.
- Wojciechowska E, Weinert CH, Egert B, Trierweiler B, Schmidt-Heydt M, Horneburg B, Geisen R 2014. Chlorogenic Acid, A Metabolite Identified By Untargeted Metabolome Analysis in Resistant Tomatoes, Inhibits The Colonization By *Alternaria alternata* By Inhibiting Alternariol Biosynthesis. European Journal of Plant Pathology, 139(4): 735-747.

## Selective Cytotoxic Effect of Astaxanthin on Human Lung and Colon Cancer Cells

Selim DEMİR<sup>1\*</sup>, Elif AYAZOGLU DEMİR<sup>2</sup>, Yüksel ALIYAZICIOGLU<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Department of Nutrition and Dietetics, Faculty of Health Sciences, Karadeniz Technical University, 61080 Trabzon, <sup>2</sup>Department of Chemistry, Faculty of Science, Karadeniz Technical University, 61080 Trabzon, <sup>3</sup>Department of Medical Biochemistry, Faculty of Medicine, Karadeniz Technical University, 61080 Trabzon, Turkey.

<sup>1</sup><https://orcid.org/0000-0002-1863-6280>, <sup>2</sup><https://orcid.org/0000-0001-9027-7633>, <sup>3</sup><https://orcid.org/0000-0001-9474-4307>

✉: selim-demir@hotmail.com

### ABSTRACT

Astaxanthin (ASX) is a red xanthophyll carotenoid found in various microorganisms and marine animals. ASX is also called the "super antioxidant" because it has the highest antioxidant activity among existing carotenoids. Studies have shown not only antioxidant properties but also antimicrobial, immunomodulatory, hepatoprotective, anticancer and antidiabetic properties of ASX. However, there is a limited number of studies examining the selective cytotoxic effects of ASX on cancer cells. The aim of this study was to determine the cytotoxic effects of ASX on cells representing common cancer types. For this, human breast (MCF-7), lung (A549), liver (HepG2), melanoma (VMM917), colon (WiDr) cancer and normal fibroblast cells were treated with different concentrations of ASX for 72 h and then the MTT assay protocol was applied. Cisplatin was used as a positive control in cytotoxicity experiments. The results showed that ASX had a dose-dependent cytotoxic effect on all studied cancer cell lines. However, the strongest selective cytotoxic effect of ASX was determined in A549 and WiDr cells compared to fibroblast cells. This study shows that selective cytotoxic effect of ASX should be investigated more extensively, especially in terms of lung and colon cancer.

### Research Article

#### Article History

Received : 01.04.2020

Accepted : 14.05.2020

#### Keywords

Astaxanthin

Cancer

Cell culture

Cytotoxicity

## Astaksantinin İnsan Akciğer ve Kolon Kanseri Hücrelerindeki Seçici Sitotoksik Etkisi

### ÖZET

Astaksantin (ASX), çeşitli mikroorganizmalarda ve deniz hayvanlarında bulunan kırmızı renkli bir ksantofil karotenoididir. ASX, mevcut karotenoidler arasında en yüksek antioksidan aktiviteye sahip olduğundan "süper antioksidan" olarak da adlandırılmaktadır. ASX'in antioksidan özelliğinin yanında, antimikrobiyal, immünomodülatör, hepatoprotektif, antikanser ve antidiyabetik özellikleri de yapılan çalışmalarla gösterilmiştir. Bununla birlikte, ASX'in kanser hücreleri üzerindeki seçici sitotoksik etkilerini inceleyen çalışmalar sınırlıdır. Bu çalışmanın amacı, ASX'in yaygın kanser türlerini temsil eden hücreler üzerindeki sitotoksik etkilerini belirlemektir. Bunun için insan meme (MCF-7), akciğer (A549), karaciğer (HepG2), melanoma (VMM917), kolon (WiDr) kanseri ve normal fibroblast hücreleri 72 saat boyunca farklı konsantrasyonlarda ASX ile muamele edildi ve ardından MTT protokolü uygulandı. Cisplatin sitotoksikite deneylerinde pozitif kontrol olarak kullanıldı. Sonuçlar, ASX'in incelenen tüm kanser hücre hatları üzerinde doza bağımlı bir sitotoksik etkiye sahip olduğunu gösterdi. Bununla birlikte, fibroblast hücreleri ile kıyaslandığından ASX'in en güçlü seçici sitotoksik etkisinin A549 ve WiDr hücrelerinde olduğu belirlendi. Bu çalışma ASX'in seçici sitotoksik etkisinin, özellikle akciğer ve kolon kanseri açısından daha kapsamlı şekilde araştırılması gerektiğini göstermektedir.

### Araştırma Makalesi

#### Makale Tarihi

Geliş Tarihi : 01.04.2020

Kabul Tarihi : 14.05.2020

#### Anahtar Kelimeler

Astaksantin

Hücre kültürü

Kanser

Sitotoksikite



## INTRODUCTION

Cancer is a multifactorial heterogeneous disease and cancer cells are characterized by basic distinctive abilities, such as uncontrolled cell proliferation, avoiding apoptosis, invasion, metastasis and angiogenesis (Kavitha et al., 2013). Proto-oncogenes becoming oncogenes and inactivation of tumor suppressor genes are the basic molecular mechanisms that cause the development of cancer (Kowshik et al., 2019). Today various methods, such as chemotherapeutic drugs, radiotherapy, immunotherapy and hormone therapy are used alone and/or with combination in cancer treatment (Shanmugapriya et al., 2019). The chemotherapy method, which uses traditional anticancer drugs in both clinical applications and cancer studies, has proven to be effective in the treatment of tumors (Chen et al., 2017). Although chemotherapy is frequently used in cancer therapies, some disadvantages, such as drug resistance, side effects, and nonspecific cytotoxic cellular damage reduce the its percentage of success (Nagendraprabhu and Sudhandiran, 2011; Chen et al., 2017). Various approaches are suggested to overcome these disadvantages of chemotherapy. One of these approaches is complementary and alternative medicine (CAM), which involves the use of compounds derived from natural products with high anticancer efficacy but low side effects (Chen et al., 2017). The demonstration of the ability of antioxidant phytochemicals to suppress intracellular signaling cascade has led them to be considered as a new generation anticancer agent in recent years (Kavitha et al., 2013). Researches in the field of cancer, focusing on energy metabolism and oxidative stress, draw attention to the anticancer properties of antioxidants. Emerging data show that antioxidant agents play an important role in cancer treatment with their pro-oxidant character (Li et al., 2015). Therefore, it is a popular area of research to investigate the possibility that compounds with strong antioxidant activity may be new and effective agents for cancer treatment (Yan et al., 2017).

Carotenoids are synthesized *de novo* by some microorganisms, plants and algae. In nature, there are more than 700 carotenoids and which are classified as carotenes and xanthophylls (Vijay et al., 2016). Astaxanthin (ASX), a xanthophyll carotenoid, is chemically defined as 3,3'-dihydroxy- $\beta,\beta'$ -carotene-4,4'-dion (Ekpe et al., 2018). ASX is the main carotenoid pigment found in aquatic animals and is found in most of the favorite seafood, such as salmon, trout, red sea bream, shrimp, lobster and fish roe. It is also found in some birds, such as flamingo and quail. ASX is involved in processes, such as protecting biomolecules against oxidation and UV light, regulating the immune response, pigmentation, communication and reproductive behavior in naturally produced organisms (Guerin et al., 2003). It is reported that the activity of

ASX to scavenge the reactive oxygen species is 10 times more than zeaxanthin, lutein, and canthaxanthin and 100 times more than  $\alpha$ -tocopherol (Ambati et al., 2014). Thus, ASX is known as the "king of carotenoids" due to its strong antioxidant properties (Hormozi et al., 2019). The super antioxidant property of ASX is attributed to the presence of hydroxyl and keto groups on each ionone ring in its structure (Guerin et al., 2003). It was firstly approved by the U.S. Food and Drug Administration (USFDA) as a feed additive for use in the aquaculture industry in 1987 and was subsequently approved by same council for use as a dietary supplement in 1999 (Zhang and Wang, 2015). ASX cannot be synthesized by animals and humans, it should be taken with a diet (Guerin et al., 2003). The use of ASX as a nutritional supplement in food, feed, nutraceuticals and pharmaceuticals is therefore growing rapidly (Ambati et al., 2014). Products containing ASX are becoming increasingly popular, with a market size of over US\$100 million in 2018 and double-digit annual growth rates (Brendler and Williamson, 2019). The fact that no side effects were reported even at high concentrations of ASX increases the interest in it day by day (Zhang and Wang, 2015; Hormozi et al., 2019). It has many beneficial biological activities, such as antioxidant, antidiabetic, anti-inflammatory, neuroprotective, hepatoprotective, skin protective, anti-ulcerative, immunomodulator, cardioprotective, and anticancer (Ambati et al., 2014; Ekpe et al., 2018; Fakhri et al., 2018). ASX is therefore seen as an important potential treatment tool for various diseases such as inflammatory, metabolic, neurodegenerative and cancer. Among these diseases, various studies have been carried out in recent years about ASX, especially in the field of cancer (Shao et al., 2016). It is reported that ASX exhibits anticancer and antimetastatic activity in many types of cancer, such as bladder (Tanaka et al., 1994), breast (Nakao et al., 2010), colon (Nagendraprabhu and Sudhandiran, 2011) and oral (Kavitha et al., 2013) carcinogenesis. However, there is no study investigating the selective cytotoxic effects of ASX on common cancer types. We therefore aimed to investigate the cytotoxic effect of ASX on five common cancer (melanoma, lung, breast, liver and colon) and one normal cell lines in this study.

## MATERIALS and METHOD

### Chemicals

Astaxanthin was purchased from Sigma-Aldrich (St. Louis, MO, USA) and dissolved in dimethyl sulfoxide (DMSO) solution. All other chemical and solutions used cytotoxicity experiments were purchased from Sigma-Aldrich (St. Louis, MO, USA), Lonza (Verviers, Belgium) and Biological Industries (Kibbutz Beit Haemek, Israel).

## Cell Culture

Human melanoma (VMM917), breast (MCF-7), colon (WiDr), lung (A549), liver (HepG2) cancer and normal fibroblast cells were purchased from American Type Culture Collection (Manassas, VA, USA). All cell lines were maintained in Eagle's minimum essential medium (EMEM) supplemented with 10% fetal bovine serum, 1% penicillin/streptomycin solution and with a 5% CO<sub>2</sub> supply at 37°C (Turan et al., 2018; Demir et al., 2018a).

## 3-(4,5-Dimethylthiazol-2-yl)-2,5-Diphenyl-Tetrazolium Bromide (MTT) Assay

Cytotoxic effect of ASX was examined on cancer and normal cells using MTT assay with slight modification (Mosmann, 1983; Demir et al., 2018b). Briefly, all cells were inoculated in 96-well plates at a density of 5×10<sup>3</sup> cells/well overnight prior to ASX and cisplatin (was used as a positive control) treatment. Fibroblast cells were inoculated in 96-well plates at a density of 2.5×10<sup>3</sup> cells/well (Demir et al., 2019a; Demir et al., 2019b). Then, after adding the agents in various concentrations (ASX: 1.25-250 µM; cisplatin: 0.3125-40 µM) incubation was performed at 37°C for 72 h (Li et al., 2015; Shao et al., 2016; Turan et al., 2017; Demir et al., 2018b). After the incubation, 10 µL of MTT solution dissolved in phosphate buffer saline were added to each well (0.25 mg mL<sup>-1</sup>) and further incubated at 37°C for 2 h. Then, the media were discarded and added 200 µL of DMSO in each well. The optical density (OD) of the purple color formed was measured using a microplate reader (Versamax Molecular Devices, CA, USA) at 570 nm (Aliyazicioglu et al., 2019). Cell viability (%) was calculated used with following formula (Shanmugapriya et al., 2019):

$$\text{Cell viability (\%)} = (\text{OD}_{\text{treatment group}} / \text{OD}_{\text{control group}}) \times 100$$

Dose-response curves were drawn using %logarithmic concentrations against cell viability and the IC<sub>50</sub> value of ASX and cisplatin were calculated for each cell line (Demir et al., 2020). IC<sub>50</sub> values calculated for ASX and cisplatin were used to determine the selectivity index (SI) value with the following formula (Turan et al., 2019):

$$\text{SI} = \text{Fibroblast cells IC}_{50} / \text{Cancer cells IC}_{50}$$

## Statistical Analysis

All cytotoxicity experiments were performed four times. The distribution of the data was examined with the Kolmogorov-Smirnov test. Data showing normal distribution were expressed as arithmetic mean±standard deviation. Statistical analyzes between the groups were revealed by ANOVA and post-hoc Tukey tests. p<0.01 was regarded as significant.

## RESULTS and DISCUSSION

The World Health Organization defines CAM as a large group of healthcare services implemented in a country

before being integrated into the traditional healthcare system and traditional medical practices (Chen et al., 2017). The use of natural product-derived compounds or extracts in cancer prevention and cancer treatment is increasingly accepted in the scientific community due to its cheap costs, easy accessibility and low toxicity (Kim et al., 2016). Increasing evidence suggests that natural agents destroy cancer development by preventing the onset of carcinogenesis, stopping tumor progression, or killing cancer cells. Studies in this area have become very popular in recent years and the anticancer activity of many natural compounds has been demonstrated by experimental studies (Jyonouchi et al., 2000). Dietary carotenoids have gained nutritional importance due to their important role in reducing cardiovascular disease, cancer, obesity and age-related degenerative diseases (Vijay et al., 2016). ASX is a ketocarotenoid red pigment commonly found in nature, especially in microalgae, red yeast and some marine animals, such as salmon, shrimp, lobster and crayfish, and has higher antioxidant activity than other carotenoids, vitamins and phytochemicals (Kavitha et al., 2013; Vijay et al., 2016). ASX is therefore seen as an important potential treatment tool for various chronic diseases, including cancer (Shao et al., 2016). Increasing evidence suggests that ASX may be a new and promising chemotherapeutic agent to inhibit proliferation of various cancer cells (Ambati et al., 2014). However, studies investigating the cytotoxic effects of ASX on common cancer types are limited (Tanaka et al., 1994; Nakao et al., 2010; Nagendraprabhu and Sudhandiran, 2011; Kavitha et al., 2013). Therefore, the cytotoxic effects of ASX on lung, liver, colon, breast and melanoma cancer cells, which are the common types of cancer in the world, were therefore determined using MTT assay and the growth curves of the cells were shown in Figure 1. Although, the growth curves showed that ASX exhibits cytotoxic effect in all studied cancer cells in a dose-dependent manner, the strongest cytotoxic effect was determined in A549 and WiDr cells. IC<sub>50</sub> values obtained as a result of analysis of growth curves were presented in Table 1. The data in Table 1 clearly show that the cell lines where ASX is most effective are A549 and WiDr.

Selectivity is a parameter that reveals the level of cytotoxic effect of a molecule on cancer cells compared to normal cells, and is one of the most important criteria for a compound to be evaluated as a chemotherapeutic (Demir et al., 2019b). For this reason, one normal fibroblast cell line was used along with five cancer cells in the study.

The SI of the ASX and cispatin for all studied cancer cells were calculated using the formula described in the "Materials and Method Section" of the IC<sub>50</sub> values obtained for each cell and results were presented in Table 2.

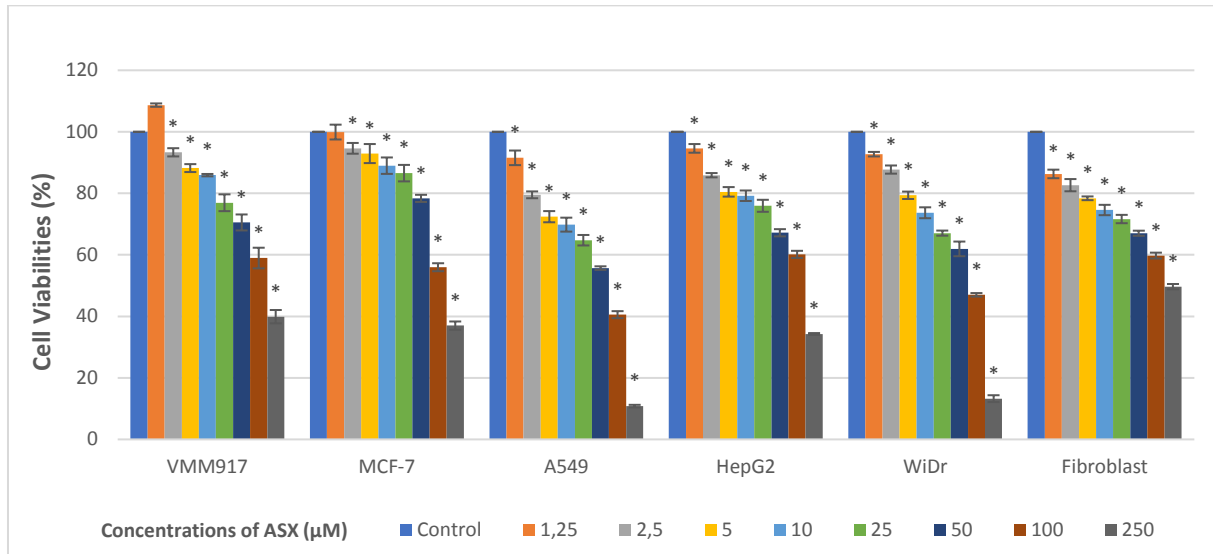


Figure 1. The cytotoxic effect of ASX on cancer and fibroblast cell lines. \*Denotes statically significant differences in comparison with control ( $p < 0.01$ ).

Şekil 1. ASX'in kanser ve fibroblast hücre hatlarındaki sitotoksik etkisi. \*Kontrol ile kıyaslandığında istatistiksel olarak anlamlı farkı belirtir ( $p < 0.01$ ).

Table 1. IC<sub>50</sub> values (µM) calculated for ASX and cisplatin (n=4)

Çizelge 1. ASX ve cisplatin için hesaplanan IC<sub>50</sub> değerleri (µM) (n=4)

Cell Line	ASX	Cisplatin
VMM917	156.1±9.1	2.32±0.03
MCF-7	158.5±2.7	3.63±0.21
A549	61.9±1.7	2.08±0.06
HepG2	143.2±3.7	9.21±0.10
WiDr	75.1±3.1	2.76±0.22
Fibroblast	209.1±4.4	12.22±0.17

Table 2. SI values of ASX and cisplatin

Çizelge 2. ASX ve cisplatinin SI değerleri

Cell Lines	Test Compounds	
	ASX	Cisplatin
VMM917	1.34	5.27
MCF-7	1.32	3.37
A549	3.38	5.88
HepG2	1.46	1.33
WiDr	2.78	4.43

The data in Table 2 showed that ASX exhibits a highly selective cytotoxic effect, especially in the A549 and WiDr cell lines.

Lung cancer is one of the deadliest malignancies in the world, and non-small cell lung cancer (NSCLC) accounts for more than 85% of all lung cancer cases (Liao et al., 2016). Colon cancer is the third most malignant neoplasm in the world and remains an important cause of mortality in Asian and Western countries (Nagendraprabhu and Sudhandiran, 2011). Traditional medical interventions such as surgical resection, radiotherapy, chemotherapy and

immunotherapy are generally used in the treatment of colon and lung cancer. Although chemotherapy is frequently used in the treatment of these cancers, some disadvantages, such as drug resistance and cytotoxicity in normal cells, of chemotherapy reduce the percentage of success. Scientists have therefore, turned to alternative or complementary strategies. In this sense, natural product-based compounds that have been used in traditional therapy for centuries are frequently researched for their anticancer activities (Nagendraprabhu and Sudhandiran, 2011; Liao et al., 2016). From this point of view, we think that the results of this study, which examined the selective cytotoxic effect of ASX on A549 and WiDr cells for the first time, are important.

In previous studies investigating the cytotoxic effect of ASX on various cancer cells, Anderson (2005) demonstrated that ASX decreases the growth of prostate cancer (LNCaP) cells through inhibited the activity of 5α-reductase, while Lim *et al.* (2011) reported that ASX inhibits the proliferation of esophageal cancer (TE-4) cells in a dose-dependent manner via induced caspase-dependent apoptosis and the cell cycle arrest. Li *et al.* (2015) demonstrated that ASX inhibits the proliferation of liver cancer (LM3 and SMMC-7721) cells in a concentration-dependent manner via enhanced apoptosis and inhibited nuclear factor kappa B (NF-κB) and Wnt/B-catenin signaling pathways, while Liu *et al.* (2016) reported that ASX exhibits antiproliferative effect on colon cancer (HCT116 and HT29) cells in a concentration-dependent manner through inducing cell cycle arrest at G<sub>2</sub>/M phase and apoptosis. Kim *et al.* (2016) demonstrated that ASX exhibits antiproliferative effect on various gastric adenocarcinoma (KATO-III, MKN-45 and SNU-1) cells

through arrested the cycle at G<sub>1</sub> phase, while Vijay *et al.* (2016) reported that ASX exhibits antiproliferative effect on human leukemia (HL-60) cells through inducing oxidative stress. Chen *et al.* (2017) demonstrated that ASX inhibits the growth and metastasis of human melanoma (A2058 and A375) cells through inducing apoptosis and cell cycle arrest, while Kowshik *et al.* (2019) reported that ASX shows cytotoxic effect on human oral squamous cell carcinoma (SCC131 and SCC4) cells through inducing ROS-independent mitochondrial apoptosis pathway.

Previous reviews have been suggesting that ASX can exhibit anticancer effects by regulating the nuclear factor erythroid 2-related factor 2 (Nrf2) pathway, inhibiting cell proliferation, inducing apoptosis, and modulating the immune response, oxidative stress and various cellular signaling pathways, such as NF- $\kappa$ B, Wnt/ $\beta$ -catenin, MAPK/ERK kinase kinase (MEKK) and phosphoinositide 3-kinases/protein kinase B (PI3K/Akt) (Kavitha *et al.*, 2013; Zhang and Wang, 2015; Kowshik *et al.*, 2019). We are speculated that the selective cytotoxic effect of ASX especially on lung and colon cancer cell lines is due to its ability of modulating these signaling pathways.

## CONCLUSION

This study is the first to reveal the selective cytotoxic effect of ASX in colon and lung cancer cells. However, more detailed studies including interrelated molecular pathways can provide more evidence.

## Researchers Contribution Rate Declaration Summary

The authors declare that they have contributed equally to the article.

## Conflicts of Interest Statement

None of the authors had any financial or personal relationships with other individuals or organizations that might inappropriately influence their work during the submission process.

## REFERENCES

- Aliyazicioglu Y, Demir S, Yaman SO, Sener SO, Demir EA, Aliyazicioglu R, Turan I 2019. Phytochemical analysis of *Dorycnium pentaphyllum* and its antiproliferative effect on cervix cancer cells. *KSU J Agric Nat*, 22(Suppl 2): 365-373.
- Ambati RR, Phang SM, Ravi S, Aswathanarayana RG 2014. Astaxanthin: Sources, extraction, stability, biological activities and its commercial applications- A review. *Mar Drugs*, 12: 128-152.
- Anderson ML 2005. A preliminary investigation of the enzymatic inhibition of 5 $\alpha$ -reductase and growth of prostatic carcinoma cell line LNCap-FGC by natural astaxanthin and saw palmetto lipid extract *in vitro*. *J Herb Pharmacother*, 5(1): 17-26.
- Brendler T, Williamson EM 2019. Astaxanthin: How much is too much? A safety reviews. *Phytother Res*, 33: 3090-3111.
- Chen YT, Kao CJ, Huang HY, Huang SY, Chen CY, Lin YS, Wenf ZH, Wang HMD 2017. Astaxanthin reduces MMP expressions, suppresses cancer cell migrations, and triggers apoptotic caspases of *in vitro* and *in vivo* models in melanoma. *J Funct Foods*, 31: 20-31.
- Demir S, Turan I, Aliyazicioglu Y 2018a. Cytotoxic effect of *Rhododendron luteum* leaf extract on human cancer cell lines. *KSU J Agric Nat*, 21(6): 950-956.
- Demir S, Turan I, Aliyazicioglu R, Ozer Yaman S, Aliyazicioglu Y 2018b. *Primula vulgaris* extract induces cell cycle arrest and apoptosis in human cervix cancer cells. *J Pharm Anal*, 8(5): 307-311.
- Demir S, Turan I, Aliyazicioglu Y 2019a. Antioxidant properties of *Primula vulgaris* flower extract and its cytotoxic effect on human cancer cell lines. *KSU J Agric Nat*, 22(1): 78-84.
- Demir S, Turan I, Misir S, Aliyazicioglu Y 2019b. Selective cytotoxic effect of *Dorycnium pentaphyllum* extract on human breast, liver, and lung cancer cells. *KSU J Agric Nat*, 22(3): 473-479.
- Demir S, Ozer Yaman S, Sener SO, Ayazoglu Demir E, Aliyazicioglu R, Ozgen U, Mentese A, Deger O, Aliyazicioglu Y 2020. *Dorycnium pentaphyllum* extract has antiproliferative effect on human cervix and colon cancer cells. *Nutr Cancer*, 72(3): 504-512.
- Ekpe L, Inaku K, Ekpe V 2018. Antioxidant effects of astaxanthin in various diseases-a review. *J Mol Pathophysiol*, 7(1): 1-6.
- Fakhri S, Abbaszadeh F, Dargahi L, Jorjani M 2018. Astaxanthin: A mechanistic review on its biological activities and health benefits. *Pharmacol Res*, 136: 1-20.
- Guerin M, Huntley ME, Olaizola M 2003. *Haematococcus* astaxanthin: applications for human health and nutrition. *Trends Biotechnol*, 21(5): 210-216.
- Hormozi M, Ghoreishi S, Baharvand P 2019. Astaxanthin induces apoptosis and increases activity of antioxidant enzymes in LS-180 cells. *Artif Cells Nanomed Biotechnol*, 47(1): 891-895.
- Jyonouchi H, Sun S, Iijima K, Gross MD 2000. Antitumor activity of astaxanthin and its mode of action. *Nutr Cancer*, 36(1): 59-65.
- Kavitha K, Kowshik J, Kishore TK, Baba AB, Nagini S 2013. Astaxanthin inhibits NF- $\kappa$ B and Wnt/ $\beta$ -catenin signaling pathways via inactivation of Erk/MAPK and PI3K/Akt to induce intrinsic apoptosis in a hamster model of oral cancer. *Biochim Biophys Acta*, 1830(10): 4433-4444.
- Kim JH, Park JJ, Lee BJ, Joo MK, Chun HJ, Lee SW, Bak YT 2016. Astaxanthin inhibits proliferation of human gastric cancer cell lines by interrupting cell cycle progression. *Gut and Liver*, 10(3): 369-374.

- Kowshik J, Nivetha R, Ranjani S, Venkatesan P, Selvamuthukumar S, Veeravarmal V, Nagini S 2019. Astaxanthin inhibits hallmarks of cancer by targeting the PI3K/NF- $\kappa$ B/STAT3 signalling axis in oral squamous cell carcinoma models. *IUBMB Life*, 71(10): 1595-1610.
- Li J, Dai W, Xia Y, Chen K, Li S, Liu T, Zhang R, Wang J, Lu W, Zhou Y, Yin Q, Abudumijiti H, Chen R, Zheng Y, Wang F, Lu J, Zhou Y, Guo C 2015. Astaxanthin inhibits proliferation and induces apoptosis of human hepatocellular carcinoma cells via inhibition of NF- $\kappa$ B, p65 and Wnt/B-catenin *in vitro*. *Mar Drugs*, 13: 6064-6081.
- Liao KS, Wei CL, Chen JC, Zheng HY, Chen WC, Wu CH, Wang TJ, Peng YS, Chang PY, Lin YW 2016. Astaxanthin enhances pemetrexed-induced cytotoxicity by downregulation of thymidylate synthase expression in human lung cancer cells. *Regul Toxicol Pharmacol*, 81: 353-361.
- Lim S, Lee JY, Jung WH, Lim EH, Joo MK, Lee BJ, Park JJ, Kim JS, Bak YT, Jung SW, Lee SW 2011. Anticancer effects of astaxanthin and  $\alpha$ -tocopherol in esophageal cancer cell lines. *Korean J Helicobacter Up Gastrointest Res*, 11(3): 170-175.
- Liu X, Song M, Gao Z, Cai X, Dixon W, Chen X, Cao Y, Xiao H 2016. Stereoisomers of astaxanthin inhibit human colon cancer cell growth by inducing G<sub>2</sub>/M cell cycle arrest and apoptosis. *J Agric Food Chem*, 64(41): 7750-7759.
- Mosmann T 1983. Rapid colorimetric assay for cellular growth and survival: application to proliferation and cytotoxicity assays. *J Immunol Methods*, 65: 55-63.
- Nagendraprabhu P, Sudhandiran G 2011. Astaxanthin inhibits tumor invasion by decreasing extracellular matrix production and induces apoptosis in experimental rat colon carcinogenesis by modulating the expressions of ERK-2, NF $\kappa$ B and COX-2. *Invest New Drugs*, 29: 207-224.
- Nakao R, Nelson OL, Park JS, Mathison BD, Thompson PA, Chew BP 2010. Effect of dietary astaxanthin at different stages of mammary tumor initiation in BALB/c mice. *Anticancer Res*, 30(6): 2171-2175.
- Shanmugapriya K, Kim H, Kang HW 2019. In vitro antitumor potential of astaxanthin nanoemulsion against cancer cells via mitochondrial mediated apoptosis. *Int J Pharm*, 560: 334-346.
- Shao Y, Ni Y, Yang J, Lin X, Li J, Zhang L 2016. Astaxanthin inhibits proliferation and induces apoptosis and cell cycle arrest of mice H22 hepatoma cells. *Med Sci Monit*, 22: 2152-2160.
- Tanaka T, Morishita Y, Suzui M, Kojima T, Okumura A, Mori H 1994. Chemoprevention of mouse urinary bladder carcinogenesis by the naturally occurring carotenoid astaxanthin. *Carcinogenesis*, 15(1): 15-19.
- Turan I, Demir S, Kilinc K, Aliyazicioglu Y, Alver A, Misir S, Ozer Yaman S, Akbulut K, Mentese A, Deger O 2017. *Morus rubra* extract induces G1 cell cycle arrest and apoptosis in human lung and prostate cancer cells. *IJPER*, 51(1): 51-58.
- Turan I, Demir S, Kilinc K, Yaman SO, Misir S, Kara H, Genc B, Mentese A, Aliyazicioglu Y, Deger O 2018. Cytotoxic effect of *Rosa canina* extract on human colon cancer cells through repression of telomerase expression. *J Pharm Anal*, 8(6): 394-399.
- Turan I, Demir S, Aliyazicioglu R, Kilinc K, Ozer Yaman S, Akbulut Cakiroglu K, Kanbolat S, Ayazoglu Demir E, Mentese A, Aliyazicioglu Y, Deger O 2019. Dimethyl sulfoxide extract of *Dianthus carmelitarum* induces S phase arrest and apoptosis in human colon cancer cells. *Nutr Cancer*, 71(7): 1181-1188.
- Vijay K, Sowmya PR, Arathi BP, Lakshminarayana R 2016. Evaluation of anti-inflammatory and anti-proliferative effect of hydroxy-, keto-, and epoxy-carotenoids in RAW 264.7 and HL-60 cells. *J Food Chem Nanotechnol*, 2(3): 153-161.
- Yan T, Li HY, Wu JS, Niu Q, Duan WH, Han QZ, Ji WM, Zhang T, Lv W 2017. Astaxanthin inhibits gemcitabine-resistant human pancreatic cancer progression through EMT inhibition and gemcitabine resensitization. *Oncol Lett*, 14(5): 5400-5408.
- Zhang L, Wang H 2015. Multiple mechanisms of anti-cancer effects exerted by astaxanthin. *Mar Drugs*, 13: 4310-4330.

## Diyabetik Ratlarda Zakkum (*Nerium oleander* L.) Çiçeği Etanolik Liyofilize Ekstresinin Eritrosit Frajilite, Hematolojik ve Antioksidan Etkilerinin Araştırılması

Abdulahad DOĞAN

Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Eczacılık Fakültesi, Biyokimya Anabilim Dalı, Van

<https://orcid.org/0000-0002-5438-8560>

✉: abduhaddogan@yyu.edu.tr

### ÖZET

Bu çalışma streptozotosin (50 mg kg<sup>-1</sup>) ile Tip 1 diyabet oluşturulan ratlarda zakkum (*N. oleander*) çiçeğinden elde edilen etanolik liyofilize ekstresinin eritrosit frajilite, hematolojik parametreler, total antioksidan kapasite (TAS), total oksidan kapasite (TOS) ve oksidatif stress indeksi (OSI) üzerine olan etkilerine odaklandı. Toksikite testi sonrası, 49 rat 7 gruba ayrıldı. Kontrol, *Nerium oleander* (NO) (50 mg kg<sup>-1</sup>), Diabetes mellitus (DM), DM+Gly-3 (3 mg kg<sup>-1</sup>), DM+NO-25 (25 mg kg<sup>-1</sup>), DM+NO-75 (75 mg kg<sup>-1</sup>) ve DM+NO-225 (225 mg kg<sup>-1</sup>). 21 günlük uygulamadan sonra elde edilen bulgulara göre, DM grubunda eritrosit hemolizi (%0.2-0.6 NaCl konsantrasyonlarda) kontrol gruplarına göre önemli artış gösterirken ( $P<0.05$ ); özellikle DM+NO-225 grubunda eritrosit hemolizi önemli oranda azaldı ( $P<0.05$ ). Hematolojik parametreler, bazı gruplarda dalgalanmalar göstermesine rağmen, DM+Gly grubunda eritrosit (RBC), hemoglobin (HGB) ve hematokrit (HCT) düzeyleri diğer gruplara göre önemli artış gösterdi ( $P<0.05$ ). Ayrıca, DM grubu lökosit (WBC), eritrosit dağılım genişliği (RDW) ve ortalama eritrosit hacmi (MCV) değerleri kontrol gruplarına göre önemli artış gösterirken, eritrosit ortalama hemoglobin konsantrasyonu (MCHC) ise önemli oranda azaldı ( $P<0.05$ ). DM grubunda plazma TAS seviyesindeki azalma, ile TOS ve OSI değerindeki artış kontrol ve uygulama gruplarına göre önemli bulundu. *N. oleander* çiçek liyofilize ekstresinin STZ ile diyabet oluşturulan ratlarda diyabetin sebep olduğu artan hemolizi önleyici/azaltıcı etkilere ve antioksidan özelliklere sahip olabileceği sonucuna varılmıştır.

### Araştırma Makalesi

#### Makale Tarihi

Geliş Tarihi : 31.03.2020

Kabul Tarihi : 14.04.2020

#### Anahtar Kelimeler

*Nerium oleander*

Frajilite

Hematolojik

Antioksidan

Diyabetik Rat

## Investigation of the Erythrocyte Fragility, Hematological and Antioxidant Effects of Oleander (*Nerium oleander* L.) Flower Ethanolic Lyophilized Extract in Diabetic Rats

### ABSTRACT

The present study was focused on the erythrocyte fragility, hematological parameters, total antioxidant capacity (TAS), total oxidant capacity (TOS) and oxidative stress index (OSI) of flower ethanolic lyophilized extract obtained from *N. oleander* plant on Streptozotocin (50 mg kg<sup>-1</sup>)-induced Type 1 diabetes in rats. After toxicity test, 49 rats were divided into 7 groups. Control, *Nerium oleander* (NO) (50 mg kg<sup>-1</sup>), Diabetes mellitus (DM), DM+Gly-3 (3 mg kg<sup>-1</sup>), DM+NO-25 (25 mg kg<sup>-1</sup>), DM+NO-75 (75 mg kg<sup>-1</sup>) and DM+NO-225 (225 mg kg<sup>-1</sup>). Based on the results, after 21 days of application, erythrocyte hemolysis of DM group was increased (at 0.2-0.6% NaCl concentrations) compared to Control groups whereas treatment groups significantly decreased ( $P<0.05$ ) erythrocyte hemolysis, especially in DM+NO-225 group. Although, hematological parameters showed some fluctuations in the groups, DM+Gly group showed significant increase ( $P<0.05$ ) in erythrocyte (RBCs), hemoglobin (HGB), hematocrit (HCT) levels compared to all other groups. In addition, leukocyte (WBC), red cell distribution width (RDWs) and mean corpuscular volume (MCV) values of DM group increased with respect to the control groups whereas mean cell corpuscular

### Research Article

#### Article History

Received : 31.03.2020

Accepted : 14.05.2020

#### Keywords

*Nerium oleander*

Fragility

Hematologic

Antioxidant

Diabetic Rat

hemoglobin concentration (MCHC) value significantly decreased ( $P<0.05$ ). The decrease in plasma TAS level and increase in TOS and OSI values in the DM group were found significant compared to control and application groups. It was concluded that ethanolic lyophilized extract of *N. oleander* flowers prevented/decreased increased hemolysis in STZ-induced diabetic rats and also it could possess antioxidant properties.

**To Cite :** Doğan A 2020. Diyabetik Ratlarda Zakkum (*Nerium oleander* L.) Çiçeği Etanolik Liyofilize Ekstresinin Eritrosit Frajilite, Hematolojik ve Antioksidan Etkilerinin Araştırılması. KSÜ Tarım ve Doğa Derg 23 (6): 1495-1502. DOI: 10.18016/ksutarimdoga.vi.712369.

## GİRİŞ

Zakkum (Oleander) bitkileri, sıcak ve subtropikal bölgelerde yayılış gösteren çalılar veya küçük ağaçlardır. *Nerium oleander* ve *Thevetia peruviana* olmak üzere iki ana türden oluşur (Boswell ve ark., 2013). Zakkum (*Nerium oleander* L.) Apocynaceae familyasında yer alan dünyanın pek çok bölgesinde yetişen çok yıllık zehirli bir bitkidir. Bahar ve yaz mevsimlerinde pembemsi çiçekler açan, mızraklı yapraklara ve bakla şeklinde meyvelere sahiptir (Baytop ve ark., 1989). Zakkum bitkisi çok zehirli olmasına rağmen yapılan çeşitli toksikolojik, farmakolojik, biyokimyasal ve etnobotanik çalışmalara göre önemli biyoaktif bileşiklere sahip olduğu rapor edilmiştir (Bavunoğlu ve ark., 2016; Farkhondeh ve ark., 2020; Abdou ve ark., 2019). *N. oleander* bitkisinin yaprak, çiçek ve köklerinden hazırlanan infüzyonlar kalp yetmezliği, sıtma, cüzzam, hazımsızlık, saçkıran, zihinsel hastalıklar ve düşük tedavisinde halk hekimliğinde yaygın olarak kullanılmaktadır (Bandara ve ark., 2010; Botelho ve ark., 2017). *N.oleander*'in çeşitli kısımlarında ana bileşik olan oleandrinin kardiyolojik ve diüretik etkili olduğu, neriin, oleandrin ve diğer digitoksin benzeri glikozitlerin kardiyak bozuklukların tedavisinde, digitalis ve oubain'in yerine başarıyla kullanılabileceği bildirilmiştir (Ergun, 1992). Ayrıca, *N.oleander* antinösetif, antiinflamatuar, antioksidan, antiastmatik, antikanser, antilösemi, antibakteriyel, antidiyareik, antimikrobiyal, antidiyabetik hepatoprotektif, diüretik, immünomodülatör ve larvisidal etkilere de sahiptir (Hase ve ark., 2016).

Diabetes mellitus (DM), insülin eksikliği ya da etkisindeki bozukluklar nedeniyle organizmanın karbonhidrat, yağ ve proteinlerden yeterince yararlanamadığı, hiperglisemi ile karakterize sürekli tıbbi bakım gerektiren, kronik metabolizma hastalığıdır (ADA, 2018). Diyabet ve komplikasyonların gelişiminde oksidatif stres ve serbest radikallerin rolü olduğu bilinmektedir. DM antioksidan enzim aktivitelerinin baskılanmasında, lipid peroksidasyonu artışında ve çeşitli hematolojik parametreler üzerinde olumsuz etkilere sahiptir (Dogan ve ark., 2015; Dalar ve ark., 2018). Eritrositler, zarlarındaki çoklu doymamış yağ asidi içeriğinden dolayı oksidatif hasara karşı oldukça

savunmasızdırlar. Çeşitli toksik maddeler eritrosit membranının zarar görmesine ve hemoliz olmasına sebep olmaktadır. Osmotik frajilite/eritrosit frajilitesi eritrositlerin parçalanmaksızın su alabilme yeteneğidir (Doğan, 2018). Eritrosit ve diğer hematolojik parametrelerin olumsuz etkilenmesi anemi, hücre döngüsü anemisi, kan trombosit bozuklukları, bağışıklık sistemi hastalıkları ve inflamasyon gibi çeşitli hastalıkların oluşmasına sebep olabilir.

Bu çalışmada *N.oleander* bitki çiçeği etanolik liyofilize ekstresinin üç farklı dozunun (25, 75 ve 225 mg kg<sup>-1</sup>) diyabetik ratlarda eritrosit frajilitesi, hematolojik parametreler ve antioksidan etkilerinin araştırılması amaçlanmıştır.

## MATERYAL ve METOT

### Deney hayvanı

Çalışmamızda Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Deney Hayvanları Ünitesinden temin edilen 2-5 aylık, 200-350 gr ağırlığındaki 49 adet erkek rat (*Wistar albino*) kullanıldı (Etik Kurul İzin Sayı No:27552122-421).

### Kimyasallar

Çalışmada kullanılan tüm kimyasallar Sigma ve Merk'ten temin edildi.

### Bitki teşhisi ve etanolik liyofilize ekstraktının hazırlanması

Zakkum bitki çiçekleri Mardin'nin Dargeçit ilçesi yöresinden 2016 Temmuz ayında Doç. Dr. Abdulhad DOĞAN tarafından toplandı. Güneşten korunarak gölgede kurutulmuş örneklerden bir tanesi Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Biyoloji Bölümü Botanik Anabilim Dalında Yrd. Doç. Dr. Süleyman Mesut PINAR tarafından teşhis edildi. Teşhis edilen bitki örneği (Hebaryum no: 164212) Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Herbaryum (VANF) da saklandı.

Etanolik liyofilize ekstre hazırlanması Dogan ve ark. (2015) metodunda yapılan bazı ufak değişikliklere göre hazırlandı. Özetle, öğütülmüş bitki numunesinden 100 gr tartılarak, bir cam behere konuldu üzerine %80 etanol + %20 saf su ile hazırlanan 1 L çözücüde ekstre edilerek, beherin üzeri alüminyum folyo ile kapatıldı.

+4 °C'de, 2 saat süreyle çalkalayıcıda homojenize edilen karışım, daha sonra santrifüj cihazına yerleştirildi. Homojenize karışım 20 dk. boyunca, 10 000 rpm'de santrifüj edildi. Elde edilen supernatant enjektör yardımı ile 0.45 µm'lik hidrofilik filtreden geçirilecek evaporatör yardımıyla +37 °C'de çözücünden arındırıldı. Supernatanttan arta kalan çökelti etanol kullanılarak aynı ekstraksiyon işlemlerine tekrar tabi tutuldu. Elde edilen yoğunlaştırılmış fraksiyonlar, -85 °C sıcaklık ve 50 millitor basınç altında liofilizatör cihazında kuruyana kadar bekletildi. Toplanan *N. oleander* liofilize ekstresi analiz işlemlerine başlanana kadar, -20 °C'de saklandı.

### Toksisite testi ve deney grupların oluşturulması

Deneye başlamadan önce saf su içinde çözdürülen ekstraktın olası toksik etkilerinin belirlenmesi için 18 adet rat toksisite testinde kullanılmıştır. 18 adet hayvan 6 grup (n=3) halinde (OECD guidelines, test 423: akut oral toksisite method; 2002) düşük dozdan 20, 100, 250, 500, 1000 ve 2000 mg kg<sup>-1</sup>e kadar gavaj ile verilerek 0.5, 2, 4, 8, 24, 48, 72, 96 ve 120 saat sonraki klinik ve toksikolojik semptomları gözlemlendi. 250 mg kg<sup>-1</sup> üstü dozlar toksik etkiye neden oldu ve ölümler gerçekleşti.

Toksisite testi sonrası çalışmada 25, 75 ve 225 mg kg<sup>-1</sup> dozlar ratlar üzerinde denendi. 49 adet rat her grupta 7 rat olacak şekilde gruplandırıldı.

**Kontrol grubu:** Ratlar *ad libitum* beslendi ek bir uygulama yapılmadı

***N. oleander* (NO) (50 mg kg<sup>-1</sup>, ekstre) grubu:** Ratların *ad libitum* beslenmelerine ek olarak günde tek doz NO (50 mg kg<sup>-1</sup>) ekstre gavaj ile verildi.

**Diabetes mellitus (DM) grubu:** Ratların *ad libitum* beslenmelerine ek olarak streptozotosin (STZ) [Belirlenen STZ miktarı 0.1 M soğuk sitrat tamponu (pH:4.5) içinde çözdürüldü] ile canlı ağırlıklarına göre tek doz (50 mg kg<sup>-1</sup>, intraperitoneal) yapıldı (Dogan ve ark., 2015). STZ verilen ratların açlık kan glukoz değerleri 72 saat sonra Accu-Chek Go (Roche) strip ile ölçüldü ve 200 mg/dL üzerindeki açlık kan glukoz değerleri diyabet olarak kabul edildi.

**DM + Glibenklamid (Gly) (3 mg kg<sup>-1</sup>) grubu:** Ratların *ad libitum* beslenmelerine ek olarak günde tek doz Gly (3 mg/kg) gavaj ile verildi (Rabbani ve ark., 2010)

**DM + NO-25 (25 mg kg<sup>-1</sup>, ekstre) grubu:** Ratların *ad libitum* beslenmelerine ek olarak günde tek doz NO-25 (25 mg/kg, ekstre) gavaj ile verildi.

**DM + NO-75 (75 mg kg<sup>-1</sup>, ekstre) grubu:** Ratların *ad libitum* beslenmelerine ek olarak günde tek doz NO-75 (75 mg/kg, ekstre) gavaj ile verildi.

**DM + NO-225 (225 mg kg<sup>-1</sup>, ekstre) grubu:** Ratların *ad libitum* beslenmelerine ek olarak günde tek doz NO-225 (225 mg/kg, ekstre) gavaj ile verildi.

21 gün boyunca devam ettirilen çalışmada, tüm gruplarda yem ve su kısıtlamasına gidilmeden *ad libitum* olarak beslenmeleri sağlandı.

### Kan ve doku örneklerinin alınması

21 günlük deneme sonunda ratlar %10'luk ketamin ile anestezide tutularak enjektörler yardımıyla kalplerinden kan alındı. Kanlar EDTA'lı ve biyokimya cam tüplere alındı. EDTA'lı kan hematolojik parametreler ve eritrosit fragilite testi için kullanılırken, biyokimya tüplerine alınan kan ise serumda bakılması gereken antioksidan testler için kullanıldı.

### Eritrosit fragilite testi

EDTA'lı kan örnekleri oda sıcaklığında 24 saat inkübe edildi. pH 7.4 fosfat tamponu ile %0.9 NaCl stok solüsyonu hazırlandı. Daha sonra stok solüsyondan %0.9 NaCl'dan %0.1'den %0.9'e değişen farklı konsantrasyondan 5 mL alınarak ayrı tüplere konuldu devamında inkübasyona bırakılan kandan 30 uL alınarak bu tüplere boşaltıldı. Tüpler oda sıcaklığında 30 dakika bekletildikten sonra, 3000 rpm'de 5 dakika boyunca santrifüj edildi. Tüplerdeki supernatantlar 540 nm'de spektrofotometrik olarak okundu (Doğan, 2018).

### Hematolojik parametreler

EDTA'lı tüplerdeki kan örneklerinden hematolojik otoanalizör cihazında (Coulter LH 780 Analyzer, ABD) eritrosit (RBC), hemoglobin (HGB), hematokrit (HCT), ortalama eritrosit hacmi (MCV), eritrositteki ortalama hemoglobin miktarı (MCH), eritrosit ortalama hemoglobin konsantrasyonu (MCHC), eritrosit dağılım genişliği (RDW) ve lökosit (WBC) değerleri okundu.

### Total oksidan/antioksidan kapasite

Serumdaki Total Oksidan Kapasite (TOS) Erel (2005) tarafından geliştirilen kitler kullanılarak 530 nm'de spektrofotometrik olarak okundu. Total Antioksidan Kapasite (TAS) Erel (2004) tarafından geliştirilen kitler kullanılarak 660 nm'de spektrofotometrik (AE-S90-MD UV / VIS) olarak okundu. Oksidatif Stres İndeksi (OSI) ise TOS/TAS'ın oranlamasıyla belirlendi.

### İstatistiksel analiz

Çalışmada elde edilen verilerin istatistik analizinde Minitab 14 paket programı kullanılmıştır. Gruplar arası farklılıkların belirlenmesinde tek yönlü varyans analizi (ANOVA) Tukey testi kullanıldı. Gruplar arasında yapılan karşılaştırmalarda  $P < 0.05$  değerleri istatistiki olarak anlamlı kabul edildi.



## BULGULAR ve TARTIŞMA

### Diyabetik ratlarda zakkum (*Nerium oleander* L.) çiçeği etanolik liyofilize ekstresinin osmotik frajilite üzerine etkisi

Eritrosit frajilitesi, eritrositlerin su alarak şişmesi ve bu şişmeye karşı membran dayanıklılığını ölçmeye yarayan standart testlerden biridir (Doğan, 2018). Artmış frajilite membran proteinlerinden ankyrin, alfa spectrin, band 3, beta spectrin ve protein 4.2 veya 4.1'den birinin kantitatif ya da kalitatif hasarına bağlı gelişmektedir. Oksidatif stres eritrosit frajilite artışında önemli rol oynar. Diyabet kaynaklı oksidatif stres membran hasarının artışında önemli rol oynadığı rapor edilmiştir (Kung ve ark., 2009).

Çizelge 1'de %0.6'dan %0.1 NaCl konsantrasyonuna doğru hemoliz olayının arttığı görülmektedir. %0.6'da DM grubu; Kontrol, NO, DM + NO-75 ve DM + NO-225 gruplarına göre önemli artış gösterdi ( $P<0.05$ ). Benzer şekilde genel olarak %0.5, 0.4, 0.3 ve 0.2 konsantrasyonlarda Kontrol ve NO grupları DM ve DM uygulama gruplarına göre hemolizde önemli azalma gözlenirken; DM grubunun %0.5 ve %0.4 konsantrasyonlarda DM + NO-225 grubuna ve %0.3 ve %0.2 konsantrasyonlarda ise tüm DM + uygulama gruplarına göre önemli oranda arttığı gözlemlendi ( $P<0.05$ ).

Çizelge 1'den elde edilen verilere göre %0.6-0.1 NaCl konsantrasyonlarda eritrosit hemolizinin artış gösterdiği ancak *N. oleander* dozlarının hemolizi önemli oranda düşürdüğü görülmüştür. *N. oleander* gruplarda hemoliz derecesinin düşmesi kesin olmamakla beraber bitki içinde bulunan fitokimyasal içeriklerin antioksidan ve membran koruyucu etkilerinin bir sonucu olabilir. Yapılan bir çalışmada *N. oleander* bitkisinin terpenoidler, kardiyak glikozitler, saponin glikozitler, steroller, fenoller, flavonoidler, tanenler, alkaloidler ve antrakinin bileşiklere sahip olduğu rapor edilmiştir (Kgosana, 2019). Kalp uyarıcı ve idrar söktürücü özelliği olan *N. oleander* bitkisinin C ve E vitaminleri ve mineral içeriği bakımından zengin olup, tohumları (oleandrin, odorosid, adigosid), kabukları çeşitli glikozitleri (rosaginosid, neriosid, kortenerosid) ve kökleri ise steroid içerir (Kumar ve ark., 2013). Zengin fenolik bileşiklere ve vitamin içeriğine sahip *N.oleander*'in yaprak ve çiçekleri serbest radikalleri süpürücü ve antioksidan rolü bulunmaktadır (Mohadjerani, 2012). Bitkinin E vitamini ve fenolik içeriği bakımından zengin oluşu hücre membranını lipid peroksidasyonu engellemesinde önemli rol oynamış olabilir. Daha önce yapılan çeşitli çalışmalarda fenolik içerik ve E vitamini bakımından zengin ekstrelerin diyabetik ratlarda osmotik frajilite üzerinde rol oynadığı ve hemolizi önemli oranda düşürdüğü rapor edilmiştir (Sureka ve ark., 2013; Pradeep ve Srinivasan, 2018).

### Diyabetik ratlarda zakkum (*Nerium oleander* L.) çiçeği etanolik liyofilize ekstresinin hematolojik parametrelere etkisi

Çizelge 2'de görüldüğü gibi RBC, HGB ve HCT düzeyleri DM + Gly grubunda diğer tüm gruplara göre önemli oranda arttığı ( $P<0.05$ ) gözlemlendi. DM grubu MCV düzeyi Kontrol, NO ve DM + Gly gruplarına göre önemli artış gösterdi ( $P<0.05$ ). DM grubu MCHC düzeyi Kontrol, NO, DM + Gly ve DM + NO-75 gruplarına göre önemli artış gösterdi ( $P<0.05$ ). DM, DM + Gly, DM + NO-75 ve DM + NO-225 grupları RDW değerleri Kontrol ve NO gruplarına göre önemli artış ( $P<0.05$ ) gösterirken, DM + Gly ve DM + NO-75 grupları RDW düzeylerinde ise DM grubuna göre önemli azalma gözlemlendi ( $P<0.05$ ). DM grubu WBC düzeyi Kontrol, NO, DM + Gly ve DM + NO-75 gruplarına göre önemli artma gözlemlendi ( $P<0.05$ ).

Diyabetik hastalarda kan glikoz düzeyinin sürekli yüksek kalması hematolojik değişiklikler yoluyla kalp hasarını ilerleterek eritrosit hemolizini artırdığı ve bunun sonucu olarak RBC ve HB düzeyinde azalmaya bağlı anemiye sebep olduğu ve kardiyovasküler komplikasyonların gelişmesine yol açtığı rapor edilmiştir (Thomas ve ark., 2003). Kardiyovasküler komplikasyonu olan diyabetik hastalarda eritrosit fonksiyonunda rolü olan hematolojik parametrelerden HGB, MCH ve MCHC konsantrasyonlarında azalma gözlenir (Miikue-Yobe, 2015). Elde ettiğimiz sonuçlara göre, DM grubunda RBC, HGB ve HCT düzeyleri diyabet tedavisinde kullanılan glibenklamid grubuna göre önemli azalma göstermesine rağmen bitki ekstrelerine göre önemli fark bulunmadı. Ancak, DM grubunda MCV, RDW ve WBC düzeyleri kontrol gruplarına göre önemli artış gösterirken, MCHC değeri ise önemli oranda azalma gösterdi. Bu bulgulardan kullanılan *N. oleander* bitki ekstresinin MCHC, RDW ve WBC parametreleri üzerinde önemli etkiye sahip olabileceği sonucuna varıldı. Diğer yandan, %10'luk *N.oleander* bitki yaprağının ilave edildiği yem ile beslenen ratların kontrol grubuna göre üç hafta sonunda HGB, RBC, MCV ve MCHC düzeylerinde önemli bir fark bulunmazken 6. haftanın sonunda ise HGB ve WBC düzeylerinde kontrol grubuna göre önemli bir azalma görüldüğü rapor edilmiştir (Al-Yahya ve ark., 2000).

### Diyabetik ratlarda zakkum (*Nerium oleander* L.) çiçeği etanolik liyofilize ekstresinin TOS, TAS ve TOS/TAS üzerine etkisi

Oksidatif stres olarak bilinen yetersiz antioksidan koruma veya aşırı reaktif oksijen türlerinin (ROS) üretimi, çeşitli kanser türlerinde, yaşlanmada ve DM gelişiminde önemli rol oynamaktadır. Oluşan oksidan dengeyi antioksidan duruma getirmek için çeşitli vitamin ve bitkisel ekstrelerden yararlanılmaktadır. *N.oleander*'in yaprak ve çiçeğinden farklı çözücülerle hazırlanan ekstraktları güçlü *in vitro*

Çizelge. Diyabetik ratlarda zakkum (*Nerium oleander* L.) çiçeği etanolik liyofilize ekstresinin osmotik fragilite üzerine etkisi

Table 1. Effect of oleander (*Nerium oleander* L.) flower ethanolic lyophilized extract on osmotic fragility in diabetic rats

Gruplar (Groups)	% NaCl konsantrasyonları (% NaCl Concentrations)								
	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9
Kontrol	100.00±0.00	47.05±7.80	24.10±4.53	9.57±2.11	3.66±0.97	2.06±0.04	2.18±0.21	2.96±0.11	2.77±0.21
NO <sup>1</sup>	100.00±0.00	45.74±9.12	20.93±5.67	10.70±3.42	4.18±0.89	3.23±0.12	3.39±0.75	3.14±0.43	2.81±0.32
DM <sup>2</sup>	100.00±0.00	96.51±11.7 <sup>ab</sup>	41.28±6.82 <sup>ab</sup>	23.95±4.54 <sup>ab</sup>	12.66±1.78 <sup>ab</sup>	7.79±1.23 <sup>ab</sup>	2.89±0.43	3.92±0.24	2.69±0.49
DM+Gly <sup>3</sup>	100.00±0.00	51.16±10.30 <sup>c</sup>	33.15±9.73 <sup>abc</sup>	22.16±4.23 <sup>ab</sup>	7.04±1.64 <sup>abc</sup>	4.74±1.03	3.41±0.23	2.72±0.32	2.07±0.25
DM+NO-25 <sup>4</sup>	100.00±0.00	82.64±6.92 <sup>abc</sup>	52.10±7.43 <sup>abc</sup>	25.32±3.32 <sup>ab</sup>	13.23±2.67 <sup>ab</sup>	4.54±0.99	2.71±0.52	2.36±0.24	2.03±0.18
DM+NO-75 <sup>5</sup>	100.00±0.00	72.44±11.40 <sup>abc</sup>	32.09±6.12 <sup>abc</sup>	18.66±2.89 <sup>ab</sup>	8.10±1.64 <sup>ab</sup>	3.34±0.75 <sup>c</sup>	3.61±0.19	2.86±0.13	2.08±0.31
DM+NO-225 <sup>6</sup>	100.00±0.00	54.16±8.43 <sup>c</sup>	23.44±4.89 <sup>abc</sup>	11.06±2.02 <sup>c</sup>	4.33±1.02 <sup>c</sup>	2.65±0.23 <sup>c</sup>	3.01±0.84	2.75±0.27	2.09±0.13

İstatistiki analizler Minitab 14 One-Way ANOVA Tukey testi kullanılarak yapılmıştır. Gruplar arasında yapılan karşılaştırmalarda  $P<0.05$  değerleri istatistiki olarak anlamlı değişiklikler olarak değerlendirilmiştir.

<sup>a</sup>Kontrol grubuna göre farklı ( $P<0.05$ ).

<sup>b</sup>NO grubuna göre farklı ( $P<0.05$ ).

<sup>c</sup>DM grubuna göre farklı ( $P<0.05$ ).

NO<sup>1</sup>:*Nerium oleander*; DM<sup>2</sup>: Diabetes mellitus; DM+Gly<sup>3</sup>: Diabetes mellitus + glibenklamid 3 mg kg<sup>-1</sup>; DM+NO-25<sup>4</sup>: Diabetes mellitus + *N.oleander* 25 mg kg<sup>-1</sup> ekstre; DM+NO-75<sup>5</sup>: Diabetes mellitus + *N.oleander* 75 mg kg<sup>-1</sup> ekstre; DM+NO-225<sup>6</sup>: Diabetes mellitus + *N.oleander* 225 mg kg<sup>-1</sup> ekstre.

Çizelge 2. Diyabetik ratlarda zakkum (*Nerium oleander* L.) çiçeği etanolik liyofilize ekstresinin hematolojik parametrelere etkisi

Table 1. Effect of oleander (*Nerium oleander* L.) flower ethanolic lyophilized extract on hematological parameters in diabetic rats

Gruplar (Groups)	Hematolojik parametreler (Hematologic parameters)							
	RBC (10 <sup>6</sup> /uL) <sup>7</sup>	HGB (g/dL) <sup>8</sup>	HCT (%) <sup>9</sup>	MCV (fL) <sup>10</sup>	MCH (pg) <sup>11</sup>	MCHC (g/dL) <sup>12</sup>	RDW (%) <sup>13</sup>	WBC (10 <sup>3</sup> /uL) <sup>14</sup>
Kontrol	7.95±0.65	14.57±1.09	45.60±3.52	57.46±0.47	18.32±0.24	32.13±0.62	13.77±0.53	3.17±0.76
NO <sup>1</sup>	8.20±0.57	15.05±1.14	46.38±3.65	56.53±1.40	18.37±0.38	32.47±0.28	13.53±.52	3.70±0.78
DM <sup>2</sup>	7.57±0.77	13.82±1.34	49.77±6.08	65.87±7.00 <sup>ab</sup>	18.23±0.29	27.92±3.48 <sup>ab</sup>	22.58±5.16 <sup>ab</sup>	6.07±1.65 <sup>ab</sup>
DM+Gly <sup>3</sup>	10.11±0.45 <sup>abc</sup>	18.53±1.02 <sup>abc</sup>	57.33±3.81 <sup>abc</sup>	56.68±1.97 <sup>c</sup>	18.33±0.49	32.35±0.48 <sup>c</sup>	16.35±.73 <sup>abc</sup>	4.18±0.78 <sup>c</sup>
DM+NO-25 <sup>4</sup>	8.17±0.64	14.82±1.49	47.18±3.28	58.33±7.50	18.15±0.56	31.55±3.99	16.92±5.14	3.80±2.25
DM+NO-75 <sup>5</sup>	7.82±1.00	14.78±2.09	44.33±6.40	58.23±5.54	18.98±0.76	32.82±0.89 <sup>c</sup>	15.98±2.20 <sup>abc</sup>	3.58±1.66 <sup>c</sup>
DM+NO-225 <sup>6</sup>	7.44±0.40	13.88±0.35	44.20±4.10	59.92±6.46	18.85±0.60	31.65±2.57	18.63±5.59 <sup>ab</sup>	4.62±1.00

İstatistiki analizler Minitab 14 One-Way ANOVA Tukey testi kullanılarak yapılmıştır. Gruplar arasında yapılan karşılaştırmalarda  $P<0.05$  değerleri istatistiki olarak anlamlı değişiklikler olarak değerlendirilmiştir.

<sup>a</sup>Kontrol grubuna göre farklı ( $P<0.05$ ).

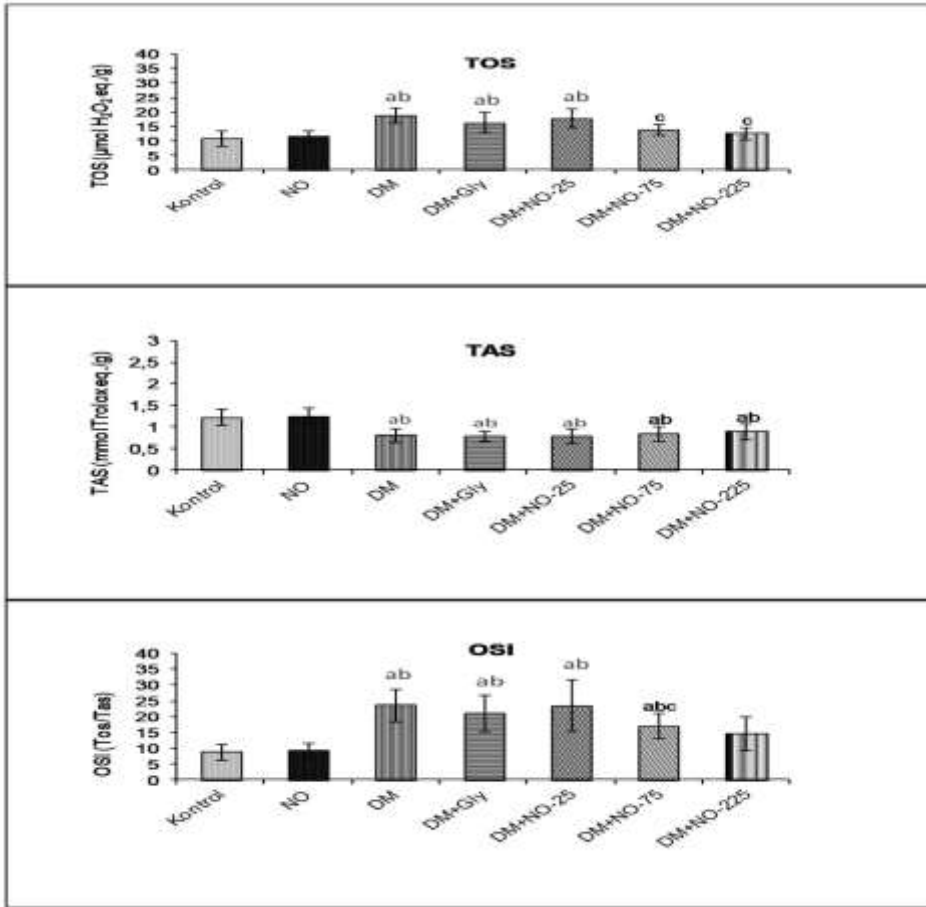
<sup>b</sup>NO grubuna göre farklı ( $P<0.05$ ).

<sup>c</sup>DM grubuna göre farklı ( $P<0.05$ ).

NO<sup>1</sup>:*Nerium oleander*; DM<sup>2</sup>: Diabetes mellitus; DM+Gly<sup>3</sup>: Diabetes mellitus + glibenklamid 3 mg kg<sup>-1</sup>; DM+NO-25<sup>4</sup>: Diabetes mellitus + *N.oleander* 25 mg kg<sup>-1</sup> ekstre; DM+NO-75<sup>5</sup>: Diabetes mellitus + *N.oleander* 75 mg kg<sup>-1</sup> ekstre; DM+NO-225<sup>6</sup>: Diabetes mellitus + *N.oleander* 225 mg kg<sup>-1</sup> ekstre; RBC<sup>7</sup>: eritrosit; HGB<sup>8</sup>: hemoglobin; HCT<sup>9</sup>: hematokrit; MCV<sup>10</sup>: ortalama eritrosit hacmi; MCH<sup>11</sup>: eritrositteki ortalama hemoglobin miktarı; MCHC<sup>12</sup>: eritrosit ortalama hemoglobin konsantrasyonu; RDW<sup>13</sup>: eritrosit dağılım genişliği; WBC<sup>14</sup>: lökosit.

antioksidan aktiviteye ve serbest radikal süpürücü etkiye sahiptir (Mohadjerani, 2012). *N. oleander* bitkisi üzerinde yapılan çeşitli çalışmalarda bitkinin sahip olduğu farklı biyoaktif bileşiklerin antioksidan etki göstererek lipidperoksidasyonunu, karaciğer/böbrek hasar biyomarkır düzeylerini azalttığı ve  $\beta$ -hücrelerinden insülin salınımını artırarak güçlü antidiyabetik aktiviteye sahip olduğu bildirilmiştir (Dey ve ark., 2015; Kumar ve ark., 2017). Diyabetik nefropatide kontrol grubuna göre TOS'da önemli artış görülürken; TAS'da ise önemli azalma olduğu tespit edilmiştir (Inci ve ark., 2016).

Şekil 1'de görüldüğü gibi TOS düzeyi DM, DM + Gly ve DM + NO-25 gruplarda kontrol ve NO gruplarına göre önemli artış ( $P<0.05$ ) gösterirken DM + NO-75 ve DM + NO-225 gruplarda ise kontrol gruplarına yakın değerlerde bulundu. TAS düzeyi ise tüm DM ve DM uygulama gruplarında kontrol ve NO gruplarına göre istatistiksel açıdan önemli azalma gösterdi ( $P<0.05$ ). OSI düzeyi ise DM, DM + Gly, DM + NO-25 ve DM + NO-75 gruplarda kontrol ve NO gruplarına göre önemli artış ( $P<0.05$ ) gösterirken DM + NO-225 grubu ise kontrol gruplarına yakın değerlerde bulundu..



Şekil 1. Diyabetik ratlarda zakkum (*Nerium oleander* L.) çiçeği etanolik liyofilize ekstresinin TOS/TAS parametrelere etkisi

Figure 1. Effect of oleander (*Nerium oleander* L.) flower ethanolic lyophilized extract on TOS / TAS parameters in diabetic rats

İstatistiksel analizler Minitab 14 One-Way ANOVA Tukey testi kullanılarak yapılmıştır. Gruplar arasında yapılan karşılaştırmalarda  $P<0.05$  değerleri istatistiksel olarak anlamlı değişiklikler olarak değerlendirilmiştir.

<sup>a</sup>Kontrol grubuna göre farklı ( $P<0.05$ ).

<sup>b</sup>NO grubuna göre farklı ( $P<0.05$ ).

<sup>c</sup>DM grubuna göre farklı ( $P<0.05$ ).

NO: *Nerium oleander*; DM: Diabetes mellitus; DM+Gly: Diabetes mellitus + glibenklamid 3 mg/kg; DM+NO-25: Diabetes mellitus + *N.oleander* 25 mg kg<sup>-1</sup> ekstre; DM+NO-75: Diabetes mellitus + *N.oleander* 75 mg kg<sup>-1</sup> ekstre; DM+NO-225: Diabetes mellitus + *N.oleander* 225 mg kg<sup>-1</sup> ekstre. TOS: Total oksidan kapasite; TAS: Total antioksidan kapasite; OSI: Oksidatif stres indeksi.

Bu verilere göre diyabet sonucu oluşan oksidatif stresin DM gruplarında total oksidan artışına ve antioksidan düşüşüne sebep olduğu; fakat kullanılan

bitki ekstresi dozlarından DM + NO-225'in muhtemelen antioksidan ve antidiyabetik etkisi sonucu koruyucu etki gösterdiği sonucuna varılmıştır.

## SONUÇ

Çalışmadan elde edilen veriler bir bütün olarak değerlendirildiğinde *N.oleander* çiçek etanolik liyofilize ekstresinin (özellikle 75 ve 225 mg kg<sup>-1</sup> ekstre) %0.6-0.2 NaCl konsantrasyon aralığında diyabetin sebep olduğu eritrosit hemolizini önemli oranda azaltarak değerleri kontrol değerlerine yaklaştırdığı görüldü. *N.oleander* ekstreleri hematolojik parametreler üzerine değişken etkiler gösterirken; yüksek dozunun DM grubuna göre (özellikle 225 mg kg<sup>-1</sup> ekstre) TOS düzeyini azalttığı ve TAS düzeyini artırarak antioksidan etkiye sahip olabileceği sonucuna varılmıştır. Bitkinin diyabetin sebep olduğu artan hemolizi önleyici/azaltıcı özelliği ve antioksidan etkinliği kesin olmamakla birlikte içermiş olduğu fenolik bileşikler, vitamin E ve glikozidlerin bir sonucu olabilir. Oldukça zehirli bir bitki olan *N.oleander*'in olumlu/olumsuz etkileri deney hayvanlarında ve *in vitro* çalışmalarda nispeten daha ayrıntılı çalışılmış olmasına rağmen insan çalışmalarının yetersiz olması sebebiyle tüketiminden kaçınılması gerekmektedir.

## TEŞEKKÜR

Bu araştırma Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Başkanlığı tarafından TAP-2018-7098 numaralı proje olarak desteklenmiştir. Ayrıca bitkiyi teşhis eden sayın Doç. Dr. Süleyman Mesut PINAR hocamıza teşekkürü bir borç bilirim.

## Çıkar Çatışması

Çalışmada herhangi bir çıkar çatışması yoktur.

## KAYNAKLAR

Abdou RH, Basha WA, Khalil WF 2019. Subacute Toxicity of *Nerium oleander* Ethanolic Extract in Mice. Toxicological research 35 (3): 233.

Al-Yahya MA, Al-Farhan AH, Adam SEI 2000. Preliminary toxicity study on the individual and combined effects of *Citrullus colocynthis* and *Nerium oleander* in rats. Fitoterapia 71(4): 385-391.

American Diabetes Association. 2018. 2. Classification and diagnosis of diabetes: standards of medical care in diabetes-2018. Diabetes care 41 (Supplement 1): S13-S27.

Bandara V, Weinstein SA, White J, Eddleston M 2010. A review of the natural history, toxinology, diagnosis and clinical management of *Nerium oleander* (common oleander) and *Thevetia peruviana* (yellow oleander) poisoning. Toxicon 56: 273-281.

Bavunoğlu I, Balta M, Türkmen Z 2016. Oleander poisoning as an example of self-medication attempt. Balkan medical journal 33 (5): 559.

Baytop T, Baytop A, Mat A, Sun S 1989. Türkiyede zehirli bitkiler, bitki zehirlenmeleri ve tedavi yöntemleri. İstanbul Üniversitesi Yayınları, 3560,

975- 404-111-3.

Boswell BR, Dorweiler MA, Erbs NC, Chm B, Caplan JP 2013. A case of *Nerium oleander* toxicity: a thorny predicament. Psychosomatics (Washington, DC) 54 (4): 379-381.

Botelho AFM, Santos-Miranda A, Joca HC, Mattoso CRS, de Oliveira MS, Pierezan F, Cruz JS, Soto-Blanco B, Melo MM 2017. Hydroalcoholic extract from *Nerium oleander* L. (Apocynaceae) elicits arrhythmogenic activity. Journal of ethnopharmacology 206: 170-177.

Dalar A, Dogan A, Bengu AS, Mukemre M, Celik I 2018. Screening in vivo antioxidant and haematological properties of sumac and acorn bioactive rich extracts. Industrial Crops and Products 124: 20-27.

Dey P, Saha MR, Chowdhuri SR, Sen A, Sarkar MP, Haldar B, Chaudhuri TK 2015. Assessment of anti-diabetic activity of an ethnopharmacological plant *Nerium oleander* through alloxan induced diabetes in mice. Journal of ethnopharmacology 161: 128-137.

Dogan A, Celik I, Kaya MS 2015. Antidiabetic properties of lyophilized extract of acorn (*Quercus brantii* Lindl.) on experimentally STZ-induced diabetic rats. Journal of ethnopharmacology 176: 243-251.

Doğan A 2018. CCl4 İle oksidatif stres oluşturulan sıçanlarda *Pholiota aurivella* liyofilize ekstrenin bazı biyokimyasal ve hematolojik parametrelere etkisi. Mantar Dergisi 9 (1): 58-66.

Erel O 2004. A novel automated direct measurement method for total antioxidant capacity using a new generation, more stable ABTS radical cation. Clinical Biochemistry 37(4): 277-285.

Erel O 2005. A new automated colorimetric method for measuring total oxidant status. Clinical Biochemistry 38(12): 1103-1111.

Ergun B 1992. *Nerium oleander*'in bazı suda çözünen bileşiklerinin *in vitro* biyolojik etkileri. Anadolu Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Farmakoloji Anabilim Dalı, Doktora Tezi, 56 sy.

Farkhondeh T, Kianmehr M, Kazemi T, Samarghandian S, Khazdair MR 2020. Toxicity effects of *Nerium oleander*, basic and clinical evidence: A comprehensive review. Human & Experimental Toxicology 0960327120901571.

Hase GJ, Deshmukh KK, Murade VD, Pokharkar RD, Phatanagre ND, Hase DP, Dichayal S, Gosavi AB 2016. Phytopharmacology of *Nerium oleander* L. A review. International Journal of Phytopharmacology 7 (2): 0975-9328.

Inci A, Olmaz R, Sarı F, Coban M, Ellidag HY, Sarıkaya M 2016. Increased oxidative stress in diabetic nephropathy and its relationship with soluble Klotho levels. Hippokratia 20 (3): 198.

Kgosana KG 2019. The effects of extraction techniques and quantitative determination of oxalates in

- Nerium oleander* and feeds. Onderstepoort Journal of Veterinary Research 86 (1): 1-9.
- Kumar A, De T, Mishra A, Mishra AK 2013. Oleandrin: A cardiac glycosides with potent cytotoxicity. Pharmacognosy reviews 7 (14): 131.
- Kumar D, Al Hassan M, Naranjo MA, Agrawal V, Boscaiu M, Vicente O 2017. Effects of salinity and drought on growth, ionic relations, compatible solutes and activation of antioxidant systems in oleander (*Nerium oleander* L.). Plos one 12 (9).
- Kung CM, Tseng ZL, Wang HL 2009. Erythrocyte fragility increases with level of glycosylated hemoglobin in type 2 diabetic patients. Clinical hemorheology and microcirculation 43 (4): 345-351.
- Miikue-Yobe TFB 2015. Effect of aqueous leaf extract of *Heinsia crinata* on haematological and some biochemical indices of toxicity in streptozotocin induced diabetic rats. International Journal for Innovative Research in Science & Technology 2: 116-126.
- Mohadjerani M 2012. Antioxidant activity and total phenolic content of *Nerium oleander* L. grown in North of Iran. Iranian journal of pharmaceutical research: IJPR 11(4): 1121.
- Pradeep SR, Srinivasan K 2018. Haemato-protective influence of dietary fenugreek (*Trigonella foenum-graecum* L.) seeds is potentiated by onion (*Allium cepa* L.) in streptozotocin-induced diabetic rats. Biomedicine & Pharmacotherapy 98: 372-381.
- Rabbani SI, Devi K, Khanam S 2010. Protective role of glibenclamide against nicotinamide-streptozotocin induced nuclear damage in diabetic Wistar rats. Journal of pharmacology & pharmacotherapeutics 1(1): 18-23.
- Sureka C, Ramesh T, Begum VH 2015. Attenuation of erythrocyte membrane oxidative stress by *Sesbania grandiflora* in streptozotocin-induced diabetic rats. Biochemistry and Cell Biology 93 (4): 385-395.
- Thomas MC, MacIsaac RJ, Tsalamandris C, Power D, Jerums G 2003. Unrecognized anemia in patients with diabetes: a cross-sectional survey. Diabetes care 26 (4): 1164-1169.

## Toros Göknarı (*Abies cilicica* (Antoine & Kotschy) Carrière) 'ndan Elde Edilen Reçinenin *In vitro* Antioksidan ve Sitotoksik Aktivitelerinin Belirlenmesi

Esra UÇAR<sup>1\*</sup>, Serap ŞAHİN-BÖLÜKBAŞI<sup>2</sup>, Mustafa ULU<sup>3</sup>, Hüseyin AŞKIN AKPULAT<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Sivas Cumhuriyet University, Vocational School, Medicinal and Aromatic Plant Department, 58140, Sivas, <sup>2,3</sup>Sivas Cumhuriyet University, Faculty of Pharmacy, Department of Biochemistry, 58140, Sivas, <sup>4</sup>Sivas Cumhuriyet University, Faculty of Education, Department of Biology, 58140, Sivas, Turkey

<sup>1</sup><https://orcid.org/0000-0001-6327-4779>, <sup>2</sup><https://orcid.org/0000-0003-1057-2558>, <sup>3</sup><https://orcid.org/0000-0003-4503-3036>,

<sup>4</sup><https://orcid.org/0000-0001-8394-2746>,

✉: eucar@cumhuriyet.edu.tr

### ÖZET

Bu çalışmada, Toros Göknarı bitkisinden elde edilen reçinenin antioksidan ve sitotoksik aktivite değerleri değerlendirilmiştir. Bu reçine, 2,2'-Azino-bis-(3-etilbenzotiazolin-6-sülfonik asit) (ABTS) radikal süpürme testine göre antioksidan aktiviteye sahiptir. Reçinenin *in vitro* sitotoksik aktivitesi, bir dizi insan kanser hücresine (MDA-MB-231, Hep G2, PC-3, U-87, MCF-7, HT-29) karşı MTT (3-(4,5-dimetiltiazol-2-il)-2,5-difeniltetrazolium bromid) analizi ile 48 saat boyunca araştırıldı. Sağlıklı hücreler olarak normal insan akciğer fibroblast hücreleri (WI-38) kullanıldı. Sonuçlar, reçinenin *in vitro* sitotoksik aktivitesinin hücre hattı tipine ve numunenin konsantrasyonuna bağlı olduğunu göstermiştir. IC<sub>50</sub> değerlerine göre, reçine diğer kanser hücrelerine kıyasla endometriyal adenokarsinom kanser hücreleri üzerinde en fazla sitotoksik aktiviteye sahiptir (IC<sub>50</sub> = 8.94 ± 0.03 µg mL<sup>-1</sup>). Sonuçlar ayrıca seçicilik indeks (SI) değeri > 2 olan Ishikawa endometriyal adenokarsinom hücrelerinin reçineye karşı en yüksek hassasiyete sahip olduğunu göstermiştir. Bu çalışma, reçinenin farklı kanser hücrelerinin büyümesini engellediğine dair ilk kanıtları sunmaktadır.

### Araştırma Makalesi

#### Makale Tarihi

Geliş Tarihi : 16.04.2020

Kabul Tarihi : 31.05.2020

#### Anahtar Kelimeler

Abies

Antioksidan

Antikanser

Toros Göknarı

Sitotoksikite

## The Determination of *In vitro* Antioxidant and Cytotoxic Activities of Resin Obtained from Cilician Fir (*Abies cilicica* (Antoine & Kotschy) Carrière)

### ABSTRACT

In this study, the antioxidant and cytotoxic activities of resin obtained from the Cilician Fir plant were evaluated. This resin has antioxidant activity according to 2,2'-Azino-bis-(3-ethylbenzothiazoline-6-sulphonic acid) (ABTS) radical scavenging assay. The *in vitro* cytotoxic activity of the resin was investigated against a panel of human cancer cells (MDA-MB-231, Hep G2, PC-3, U-87, MCF-7, HT-29) with the MTT (3-(4,5-dimethylthiazol-2-yl)-2,5-diphenyltetrazolium bromide) assay for 48 h. Normal human lung fibroblast cells (WI-38) were used as healthy cells. The results indicated that the *in vitro* cytotoxic activity of the resin depends on the cell line type and concentration of the resin. According to the IC<sub>50</sub> values, the resin has the most cytotoxic activity on endometrial adenocarcinoma cancer cells (IC<sub>50</sub>=8.94 ± 0.03 µg mL<sup>-1</sup>) compared to other cancer cells. The results also indicated that Ishikawa endometrial adenocarcinoma cells, which have Selectivity Index (SI) value >2, have the most sensitivity against the resin. This study provides the first evidence that the resin inhibits the different cancer cells' growth.

### Research Article

#### Article History

Received : 16.04.2020

Accepted : 31.05.2020

#### Keywords

Abies

Antioxidant

Anticancer

Cilician Fir

Cytotoxicity

**To Cite:** Ucar E, Şahin-Bölükbaşı S, Ulu M, Akpulat H A, 2020. Toros Göknar (*Abies cilicica* (Antoine & Kotschy) Carrière)'nın *in vitro* Antioksidan ve Antikanser Aktivitelerinin Belirlenmesi. KSÜ Tarım ve Doğa Derg 23 (6): 1503-1509. DOI: 10.18016/ksutarimdog.vi.720675.

### GİRİŞ

*Abies* belong to the Pinaceae family, and this genus has

approximately 50 species worldwide (Fujita et al. 1995, Singh et al. 2000). Some *Abies* species are used in folk

medicines such as colds, bronchitis, stomach-ache, dyspepsia, and tuberculosis (Fujita et al. 1995, Yeşilada et al. 1995, Singh et al. 2000, Wu et al. 2016). It is also known to have antioxidant, antibacterial and antitumor activities (Handa et al. 2013, Hasegawa et al. 1987, Lavoie et al. 2013, Li et al. 2015, Wang et al. 2015). *Abies cilicica* is one of the native fir species in Turkey, with two subspecies of *A. cilicia* subsp. *isaurica* and *A. cilicia* subsp. *cilicica*. *Abies cilicica* subsp. *cilicica* is known as Cilician Fir in the Mediterranean region of Turkey. *Abies cilicica* subsp. *cilicica* does not have resinous buds and has hairy young shoots (Davis 1967).

Plant medicines and natural products are currently widely used as traditional medicine, and because of the side-effects of some chemical drugs are increasing in importance and attracting more attention (Pohanka 2011). It has been known for decades that plant extracts obtained from medicinal and aromatic plants have antioxidant, antimicrobial and anticancer effects (Yeomans 1996, Do 2004, Kunyanga et al. 2012). Some active components of plant extracts can prevent oxidative tissue damage caused by oxygen free radicals (Waris and Ahsan 2006, Evans et al. 2004, Silva et al. 2006) and in this regard, the antioxidant uptake into the body plays an important role in preventing various diseases such as cancer and cardiovascular diseases and in delaying the aging process (Albayrak et al. 2010).

Plant chemicals have primary and secondary metabolites. Although primary metabolites are needed for plants because of their role in basic cell metabolism, secondary metabolites have no effect on the plant's primary metabolism. Secondary metabolites are generally produced for defense against ecological conditions. Medicinal and aromatic plants often have organic compounds such as oils, resins, tannins, natural rubbers, waxes and dyes (Camarda et al. 2011).

Currently and in the future, it is expected that there will be more research into the chemical or biologically active constituents. The aim of this study was to focus on the antioxidant and cytotoxic activities of the resin obtained from Cilician Fir (*Abies cilicica* (Antoine & Kotschy) Carrière) as a biologically active component to find a new active ingredient against cancer.

## MATERYAL ve METOD

This study was conducted in the laboratories of CUTAM (Cumhuriyet University Advanced Technology Research Center), Cumhuriyet University, Sivas in 2019. Fir plants were collected from the wild flora of Kahramanmaraş (Göksun district, Tekir plateau (1400m)) in Turkey. The experiments were carried out in completely randomized design with three replications.

## The Chemical Components and Determination of Biological Activity

### Preparation of Extracts

The resin that accumulating and collected on tree bark, was used as the study material (Figure 1). 10 gr resin was soaked in 20 mL ethanol for 24 h with intermittent agitation. At the end of this process, a uniform solution was obtained. The obtained extracts were analyzed by GC-MS



Figure 1. Image of resin accumulating on tree bark

Şekil 1. Ağaç kabuğu üzerinde biriken reçine görüntüsü

### Antioxidant Assay

#### DPPH radical scavenging activity

The DPPH radical scavenging activity of the extract was examined using the Clarke method (2013). This method was slightly modified as follows. 20 µL of test solution was mixed with 180 µL of DPPH solution and placed in a 96-well plate. The plates were left in the dark for 15 min, then absorbance was read with an ELISA reader at 540 nm. Gallic acid solution prepared with DMSO instead of test resin as standard and DMSO as the control were run in parallel. All the experiments were made in parallel in three groups and the results were evaluated. The standard average error (SEM) was calculated. The results are expressed as % DPPH sweeping effect using the following equation.

#### 2,2'-Azino-bis-(3-ethylbenzothiazoline-6-sulphonic acid) (ABTS) radical scavenging assay

The method of Chun et al. (2005) was used to determine the ABTS scavenging activity of the plant extract. On a 96-well plate, 50 µL resin solution was mixed with 100 µL ABTS solution. Then, the mix of ABTS solution and resin solution was kept for 10 minutes (room temperature), and absorbance was read at 734 nm.

#### Total phenol content

The total amount of phenol was performed according to Clarke method (2013). After experiment, the total phenol quantities were calculated from the absorbance values of the samples (Clarke et al. 2013).

### Total flavonoid content

The aluminum chloride colorimetric method was used to determine total flavonoid content in the extract. The quantities of total flavonoids were calculated as mg equivalent of quercetin over dry weight of extract (Yang et al. 2011).

### Cell culture

The MTT assay was done against MDA-MB-231 and MCF-7 breast, HepG2 liver, Ishikawa endometrial, PC-3 prostate, U-87 glioblastoma, HT-29 colon cancer cells to determine the *in vitro* cytotoxic activity of the resin. The resin was also applied to WI-38 healthy cells to investigate selectivity of the resin between cancer cells and healthy cells. MDA-MB-231, MCF-7, HT-29 and PC-3, cells were cultured in the DMEM medium. HepG2, Ishikawa, U-87, and WI-38 cell lines were cultured in EMEM medium. 10% FBS and 1% antibiotics solution were added in DMEM and EMEM medium. All cells were plated of  $1 \times 10^5$  cells  $\text{mL}^{-1}$  (each well 100  $\mu\text{L}$ ) in 96-well plates and incubated one day. The resin was dissolved in DMSO and 1  $\mu\text{L}$  of the different concentration ( $1-10\ 000\ \mu\text{g}\ \text{mL}^{-1}$ ) of the resin was added and the incubated of 48 h of incubation. Culture medium and sterile DMSO (0.5% v/v) were added controls and negative control wells. After 48 hrs, 10  $\mu\text{L}$  of MTT (5 mg  $\text{mL}^{-1}$  in PBS) in PBS was added and the plates were incubated for 2-3 h. After, 100  $\mu\text{L}$  of DMSO was added to each well and the plates were incubated for 15 min at RT with agitation. The

absorbance values were at 570 nm on an ELISA reader (Biotek, Epoch, USA).

### Statistical analysis

All *in vitro* cytotoxic activity experiments were carried out in triplicate (n=9) and the results were expressed as mean  $\pm$  SEM. Data were analyzed using one-way analysis of variance and Dunnett's multiple comparisons test. Differences were considered statistically significant at \*p < 0.05, \*\*p < 0.005, \*\*\*p < 0.0005, \*\*\*\*p < 0.0001. The IC<sub>50</sub> were determined by statistical software, GraphPad Prism7 (GraphPad Software, San Diego, CA, USA).

## BULGULAR ve TARTIŞMA

### Chemical composition

The Cilician fir ethanol extracts were analyzed with GC-MS and the chemical composition of the plant was evaluated. According to the data obtained, the major component of the Cilician fir was determined to be  $\alpha$ -pinene (50.43%). The other components determined were 2- $\beta$ -pinene (20.17%), 1-limonene (11.53%), 3,4-Dihydrothenyl-[3,4,B]-5-Carboxythiol (9.22%) and Butanoic acid, 3,7-dimethyl-2,6-octadienyl ester (8.64%) (Table 1). Other researchers have also determined  $\alpha$ -pinene to be the major component (Kilic Pekközlü and Ceylan 2018, Dayısoylı and Mehmet 2009).

**Table 1.** The chemical composition of ethanol extract of resin from Cilician Fir

**Tablo 1.** Toros Göknarı'ndan elde edilen etanol reçine ekstraktının kimyasal kompozisyonu

No	Chemical components	RT	Ethanol extract (%)
1	Alpha pinene	9.08	50.43
2	2- $\beta$ pinene	10.53	20.17
3	3,4-Dihydrothenyl-[3,4,B]-5-Carboxythiol	1.94	9.22
4	1-limonene	12.32	11.53
5	Butanoic acid, 3,7-dimethyl-2,6-octadienyl ester	11.09	8.64
<b>Total</b>			<b>99.99</b>

### Antioxidant activity

#### DPPH and ABTS radical scavenging activity

The *in vitro* antioxidant activities such as DPPH and ABTS radical scavenging activities of Cilician fir in ethanol extract were determined and the results were compared with the standard antioxidants. The percentage DPPH and ABTS radical scavenging capabilities of the Cilician fir resin extract are illustrated in Figure 2. According to the data obtained, the scavenging effect of the extract on ABTS radical increased linearly with increasing concentration from 0.1 to 2.0 mg  $\text{ml}^{-1}$ , although lower than the gallic acid that was the standard. According to Broznic et al. (2018) and Albanese et al. (2019) *Abies alba* Mill. plant has antiradical activity. Vasincu et al. (2013) reported that the antioxidant activity of *Abies alba* were

investigation with different radical *scavenging* activity methods. They obtained that in the DPPH method showed lower effect than other methods. In this study, DPPH method showed lower activity compared to ABTS method.

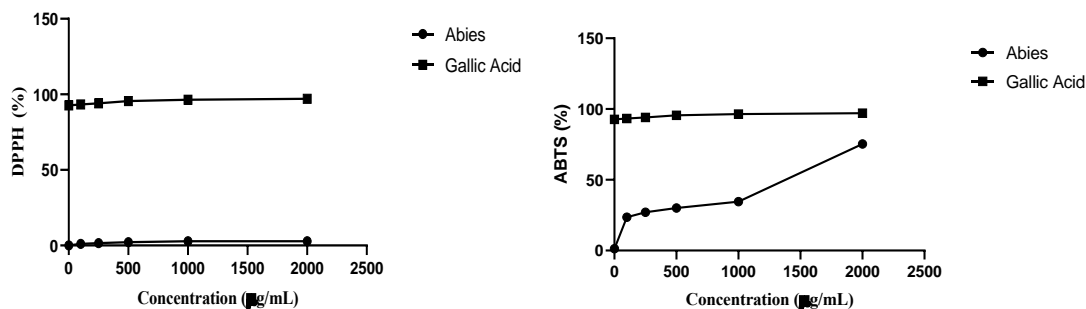
### Total phenol and flavonoid content

Phenolic compounds are generally used for protection from oxidative damage for living creatures (Duthie et al., 1997; Skaper et al., 1997). There is a relationship between antioxidants and flavonoids/phenolic acids. In this respect, these components are important for antioxidant activity properties (Saddiqe et al. 2010). In this study, flavonoids and phenolic acids were examined and the results are given in Figure 3. According to the results obtained from the ethanol extract of Cilician fir, while the total flavonoid content



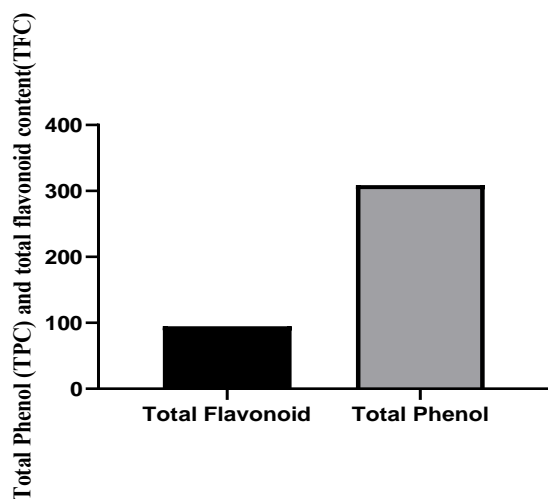
was determined as  $94,85054 \pm 4.67 \mu\text{g}$ , the total phenolic content was found to be  $308,8282 \pm 4.83 \mu\text{g}$ .

The results showed that the ethanol extract of the resin of Cilician fir has phenolic substances.



**Figure 2.** *In vitro* antioxidant activities (DPPH and ABTS radical scavenging activity (%)) of ethanol extracts of resin from Cilician Fir

**Şekil 2.** *Toros Göknarı'ndan elde edilen reçinenin etanol ekstraktının (DPPH ve ABTS radikal süpürücü aktivitesi (%)) in vitro antioksidan aktivitesi*



**Figure 3.** *In vitro* total phenol and flavonoid content of ethanol extracts of resin from Cilician Fir

**Şekil 3.** *Toros Göknarı'ndan elde edilen reçinenin etanol ekstraktının in vitro toplam fenol ve flavonoid aktivitesi*

### Cell culture

The *in vitro* cytotoxicity of the resin on MDA-MB-231, Hep G2, Ishikawa, PC-3, U-87, MCF-7, and HT-29 cancer cells and WI-38 human healthy cells was assessed by the ability to alter MTT assay for 48 h. Figures 4a-h show the cell type and dose-dependent *in vitro* cytotoxic activities of the resin on MDA-MB-231, Hep G2, Ishikawa, PC-3, U-87, MCF-7, and HT-29 cancer cells, respectively. WI-38 cells were used as for the toxicity of the compound against healthy cells. The  $IC_{50}$  values (concentration that causes a 50% reduction in cell viability) of the resin for 48 h against all cell lines are listed in Table 2. The  $IC_{50}$  values of the resin varied among different cell-lines. The  $IC_{50}$  values of the resin changed from 18.32 to  $430.1 \mu\text{g mL}^{-1}$  in the human cell line series for 48 h. Lower  $IC_{50}$  values indicate higher cytotoxic activity. As the resin had the highest  $IC_{50}$  value ( $430.1 \pm 0.06 \mu\text{g mL}^{-1}$ ) against

HepG2 cell line, this demonstrated that it had the lowest cytotoxic activity against Hep G2 cell lines.

According to Table 2, the resin had similar cytotoxic activity toward PC-3, U-87 and MCF-7 cancer cells with  $IC_{50}$  values of  $23.0 \pm 0.05$ ,  $30.6 \pm 0.02$ , and  $38.4 \pm 0.02 \mu\text{g mL}^{-1}$ , respectively. The results also indicated that the resin was more cytotoxic on HT-29 colorectal adenocarcinoma cells than on MDA-MB-231 breast cancer cells.

3 These results also showed that Ishikawa endometrial  
4 adenocarcinoma cells had the lowest  $IC_{50}$  value ( $8.94 \pm$   
5  $0.03 \mu\text{g mL}^{-1}$ ). As the resin did have larger  $IC_{50}$  values  
6 for healthy cells ( $18.32 \pm 0.03 \mu\text{g mL}^{-1}$ ) compared to the  
7 Ishikawa endometrial adenocarcinoma cells ( $8.94 \pm$   
8  $0.03 \mu\text{g mL}^{-1}$ ), the resin was seen to be more effective  
9 on endometrial adenocarcinoma cancer cells.

In order to select the most sensitive cancer cell line, the selectivity index (SI) of the resin was calculated. The calculated SI value for the resin was found to be  $>2$  toward endometrial adenocarcinoma cancer cells,

Table 2. Cytotoxic activities<sup>a</sup> of the resin against cancer cells<sup>b</sup> and WI-38 healthy cells<sup>c</sup>

Tablo 2. *WI-38 sağlıklı hücreler ve kanser hücrelerine karşı reçinenin sitotoksik aktiviteleri*

Cell lines	$IC_{50} (\mu\text{g mL}^{-1})^a$
MDA-MB-231 <sup>b</sup>	$82.8 \pm 0.03$
Hep G2 <sup>b</sup>	$430.1 \pm 0.06$
Ishikawa <sup>b</sup>	$8.94 \pm 0.03$
PC-3 <sup>b</sup>	$23.0 \pm 0.05$
U-87 <sup>b</sup>	$30.6 \pm 0.02$
MCF-7 <sup>b</sup>	$38.4 \pm 0.02$
HT-29 <sup>b</sup>	$62.8 \pm 0.01$
WI-38 <sup>c</sup>	$18.32 \pm 0.03$

<sup>a</sup>Cell viability after treatment for 48 h were determined by MTT assay as described in the Experimental section ( $\mu\text{g mL}^{-1}$ ). <sup>b</sup>Cancer cells, <sup>c</sup>Healthy cells. Each  $IC_{50}$  value represents the mean  $\pm$  SEM of three independent experiments (n=9).

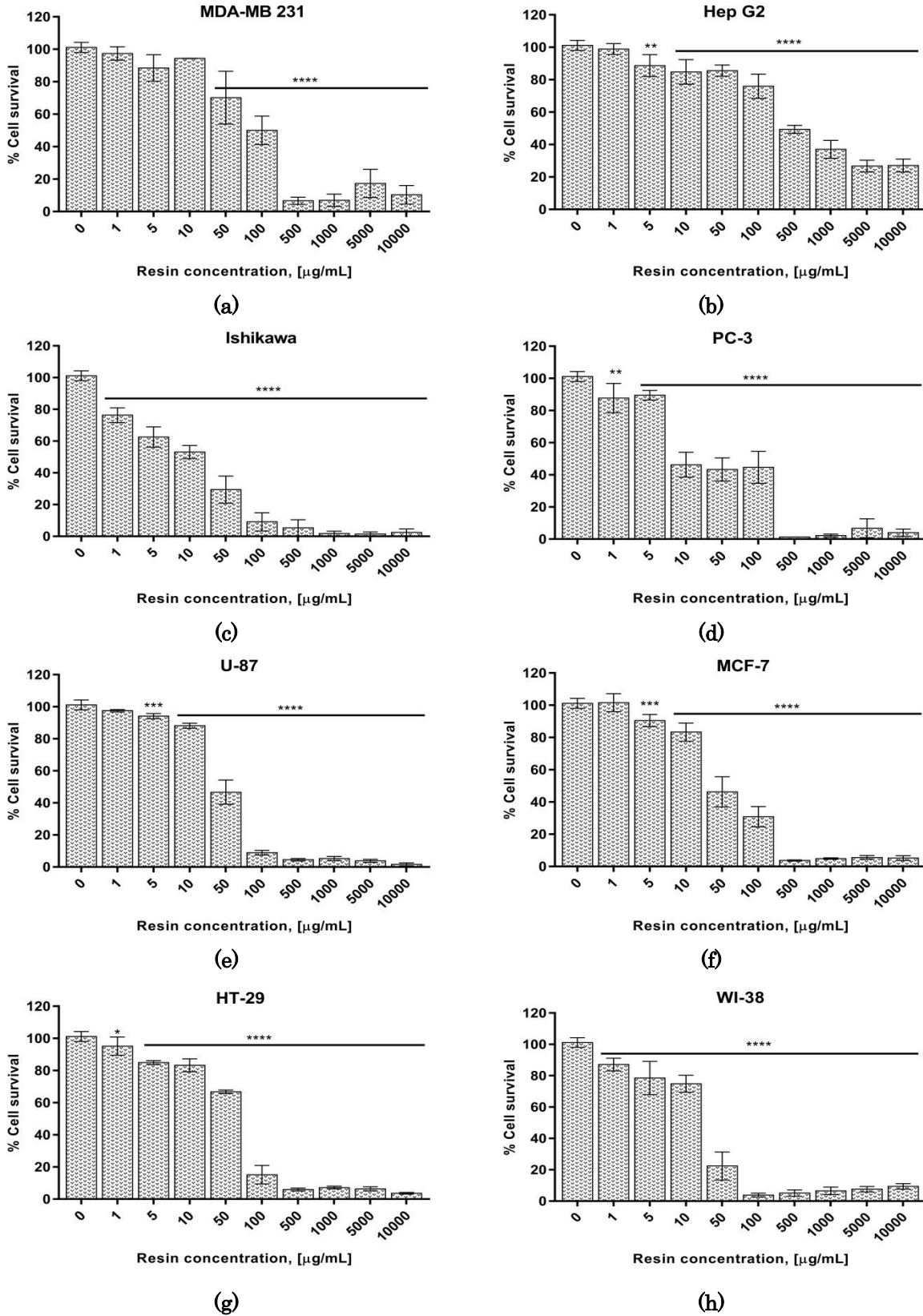


Figure 4. The *in vitro* cytotoxic activities of the resin against MDA-MB-231, Hep G2, Ishikawa, PC-3, U-87, MCF-7, HT-29 cancer cells and WI-38 healthy cells at 48 h (a-h). (n=9 with  $\pm$ SEM) (\*p < 0.05, \*\*p < 0.005, \*\*\*p < 0.0005, \*\*\*\*p < 0.0001 kontrole göre)

Şekil 4. Reçinenin Hep G2, Ishikawa, PC-3, U-87, MCF-7, HT-29 kanser hücreleri ve WI-38 sağlıklı hücrelere (a-h) karşı 48 saat için *in vitro* sitotoksik aktiviteleri (n=9,  $\pm$ SEM) (\*p < 0.05, \*\*p < 0.005, \*\*\*p < 0.0005, \*\*\*\*p < 0.0001 vs kontrol)

indicating that Ishikawa endometrial adenocarcinoma cells were the most susceptible to the resin. The results showed that the *in vitro* cytotoxic activity of the resin changed according to the cell line type and concentration of the resin.

There are very few studies on Cilician Fir (*Abies cilicica* subsp. *cilicica*). Tümen et al., investigated the anti-inflammatory and *in vivo* wound healing activities essential oil from four different fir species, *Picea orientalis* and *Cedrus libani* (Tümen et al., 2011).. They were found that the essential oils from *Abies cilicica* subsp. *cilicica* and *Cedrus libani* demonstrated the anti-inflammatory activities and also has highest activities on the wound models. It has been investigated that the anti-inflammatory capacity of resin extract of *Abies cilicica* tumor necrosis factor alpha (TNF- $\alpha$ ) induced inflammation models and in glucose dependent inflammation (Arslan et al., 2019). It has been measured that the effects on gene expression levels of ICAM-1, P-selectin, VCAM1, monocyte adhesion, and trans endothelial migration for the two *in vitro* models. They were also determined the total phenolic and total flavonoid contents of the extract. Another study, researchers found to be essential oil of the resin from *Abies cilicica* subsp. *cilicica* effective the inhibition of different bacteria growth with MICs at 0.5 g mL<sup>-1</sup> (Dayisoglou et al. 2009). Kızıl et al., evaluated the antimicrobial capacity of *Abies cilicica* resin obtained from stems and roots. and against a few bacteria and fungi and found encouraging results (Kızıl et al., 2001).

## CONCLUSION

Despite many researches on cancer, which is one of the deadliest diseases of today, there is still no complete treatment method. For these reasons, the antioxidant and cytotoxic activity values of resin obtained from the Cilician Fir plant were evaluated. According to obtained data, the resin has been found to have cytotoxic activity on endometrial adenocarcinoma cancer cells (IC<sub>50</sub>=8.94  $\pm$  0.03  $\mu$ g mL<sup>-1</sup>) and antioxidant activity.

## ACKNOWLEDGEMENTS

The authors would like to acknowledge the contribution of the late Hanife Öğütlü for plant resin support in the realization of these studies. We hope that she rests in peace. Cytotoxic activity studies were conducted at Sivas Cumhuriyet University Advanced Technology Application and Research Center (CUTAM).

## Author contributions

Concept – E.U., S.Ş.B., H.A.A.; Design – E.U., S.Ş.B., Supervision – E.U., S.Ş.B.; Resources – E.U., S.Ş.B. H.A.A; Materials – H.A.A.; Data Collection and/or

Processing – E.U., S.Ş.B.; Analysis and/or Interpretation – E.U., S.Ş.B., M.U.; Literature Search – E.U., S.Ş.B., M.U., H.A.A.; Writing – E.U., S.Ş.B.; Critical Reviews – E.U., S.Ş.B., H.A.A., M.U.

## Conflict of interest statement

The authors declared no conflict of interest.

## KAYNAKLAR

- Albanese L, Bonetti A, D'Acqui LP, Meneguzzo F, Zabini F 2019. Affordable Production of Antioxidant Aqueous Solutions by Hydrodynamic Cavitation Processing of Silver Fir (*Abies alba* Mill.) Needles. *Foods*. 18(2): pii: E65.
- Albayrak S, Sağdıç O, Aksoy A 2010. Bitkisel ürünlerin ve gıdaların antioksidan kapasitelerinin belirlenmesinde kullanılan yöntemler. *Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 26(4): 401-409.
- Arslan BA, Ozen F, Catal T, Akalin E 2019. Resin extract obtained from Cilician fir (*Abies Cilicica*) inhibits glucose dependent inflammation *in vitro*. *J Exp Ther Oncol*,13(1):23-31.
- Broznić D, Ratkaj I, Staver MM, Pavelić SK, Žurga P, Bubalo D, Gobin I 2018. Evaluation of the Antioxidant Capacity, Antimicrobial and Antiproliferative Potential of Fir (*Abies alba* Mill.) Honeydew Honey Collected from Gorski kotar (Croatia). *Food Technology and Biotechnology*, 56(4): 533-545.
- Camarda L, Stefano VD, Pitonzo R 2011. Natural resins: Chemical constituents and medicinal uses. Book Chapter, *Natural Resins, Chemical constituents and medicinal uses nova science in resin composites properties, production and applications*, 1-27.
- Chun SS, Vattem DA, Lin YT, Shetty K 2005. Phenolic antioxidants from clonal oregano (*Origanum vulgare*) with antimicrobial activity against *Helicobacter pylori*. *Process Biochem*, 40, 809-816.
- Clarke G, Ting KN, Wiart C, Fry J 2013. High correlation of 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH) radical scavenging, ferric reducing activity potential and total phenolics content indicates redundancy in use of all three assays to screen for antioxidant activity of extracts of plants from the Malaysian rainforest. *Antioxidants (Basel)*, 2:1-10.
- Davis PH 1967. *Flora of Turkey and The Esat Aegean Islands*, Vol 9, Edinburg University Press, Edinburg.
- Dayısoylu KS, Mehmet HA 2009. Chemical analysis of essential oils from cone's rosin of Cilician fir (*Abies cilicica* subsp. *cilicica*). *African Journal of Biotechnology*, 8 (15): 3502-3505.
- Dayısoylu SK, Duman AD, Hakki Alma M, Digrak M 2009. Antimicrobial activity of the essential oils of

- rosin from cones of *Abies cilicica* subsp. *cilicica*. *Afr J Biotechnol*, 8: 5021-24.
- Do JR, Kang SN, Kim K.J, Jo JH, Lee SW 2004. Antimicrobial and antioxidant activities and phenolic contents in the water extract of medicinal plants. *Food Sci. Biotechnol*, 13: 640-645.
- Duthie SJ, Collins AR, Duthie GG, Dobson VL 1997. Quercetin and myricetin protect against hydrogen peroxide-induced DNA damage (strand breaks and oxidised pyrimidines) in human lymphocytes. *Mutat Res*, 393:223-331.
- Evans MD, Dizdaroglu M, Cooke MS 2004. Oxidative DNA damage and disease: induction, repair and significance. *Mutation Research*, 567(1): 1-61.
- Fujita T, Sezik E, Tabata M, Yesilada E, Honda G, Takeda Y, Tanaka T, Takaishi Y 1995. Traditional medicine in Turkey. VII. Folk medicine in middle and west Black Sea regions. *Econ. Bot*, 4: 406-422.
- Handa M, Murata T, Kobayashi K, Selenge E, Miyase T, Batkhuu J, Yoshizaki F 2013. Lipase inhibitory and LDL anti-oxidative triterpenes from *Abies sibirica*. *Phytochemistry*, 86: 168-175.
- Hasegawa S, Miura T, Hirose Y, Iitaka Y 1985. A new rearranged lanostanoid, mariesiic acid A, from the seed of *Abies mariesii*. *Chem. Lett*, 14(10): 1589-1592.
- Kilic Pekgözlü A, Ceylan E 2018. Chemical Composition of Taurus Fir (*Abies cilicica* subsp. *isaurica*) Oleoresin. *Revista Árvores*, 42(1): e420115. <http://dx.doi.org/10.1590/1806-90882018000100015>.
- Kizil M, Kizil G, Yavuz M, Aytekin C 2002. Antimicrobial Activity of Resins Obtained from the Roots and Stems of *Cedrus libani* and *Abies Cilicia*. *Appl Biochem Microbiol*, 38: 144-6.
- Kunyanga CN, Imungi JK, Okoth MW, Biesalski HK, Vadivel V 2012. Total Phenolic Content, Antioxidant and Antidiabetic Properties of Methanolic Extract of Raw and Traditionally Processed Kenyan Indigenous Food Ingredients. *LWT - Food Sci. Technol*, 45: 269-276.
- Lavoie S, Gauthier C, Legault J, Mercier S, Mshvildadze V, Pichette A 2013. Lanostane- and cycloartane-type triterpenoids from *Abies balsamea* oleoresin. *Beilstein J. Org. Chem*, 9: 1333-1339.
- Li YL, Gao YX, Jin HZ, Shan L, Chang WL, Yang XW, Zeng HW, Wang N, Steinmetz A, Zhang WD 2015. Chemical constituents of *Abies fabri*. *Phytochemistry*, 117: 135-143.
- Pohanka M 2011. Cholinesterases, A Target of Pharmacology and Toxicology. *Biomed Pap Med Fac Univ Palacky Olomouc Czech Rep*. 155(3): 219-230.
- Saddiqe Z, Naeem I, Maimoona A 2010. A review of the antibacterial activity of *Hypericum perforatum* L. *J Ethnopharmacol*, 131(3): 511-521.
- Singh RK, Bhattacharya SK, Acharya SB 2000. Pharmacological activity of *Abies pindrow*. *J Ethnopharmacol*, 73(1-2): 47-51.
- Silva S, Gomes L, Leitão F, Coelho AV, Vilas Boas, L 2006. Phenolic compounds and antioxidant activity of *Olea europaea* L. fruit and leaves. *Food Sci Technol Int*, 12: 385- 396.
- Skaper SD, Fabris M, Ferrari V, DalleCarbonare M, Leon A 1997. Quercetin protects cutaneous tissue-associated cell types including sensory neurons from oxidative stress induced by glutathione depletion: cooperative effects of ascorbic acid. *Free Radic Biol Med*, 22:669-678.
- Skehan P, Storeng R, Scudiero D, Monks A, McMahon J, Vistica D, Warren JT, Bokesch H, Kenney S, Boyd MR 1990. New colorimetric cytotoxicity assay for anticancer-drug screening. *J Natl Cancer Inst*, 82(13): 1107-1112.
- Tumen I, Akkol EK, Süntar I, Keleş H 2011. Wound repair and anti-inflammatory potential of essential oils from cones of Pinaceae: preclinical experimental research in animal models. *J Ethnopharmacol*, 137(3):1215-20.
- Wang GW, Lv C, Fang X, Tian XH, Ye J, Li HL, Shan L, Shen YH, Zhang WD 2015. Eight pairs of epimeric triterpenoids involving a characteristic spiro-E/F ring from *Abies faxoniana*. *J. Nat. Prod*, 78(1): 50-60.
- Waris G, Ahsan H 2006. Reactive oxygen species: role in the development of cancer and various chronic conditions. *J Carcinog*, 5: 14.
- Vasincu A, Crețu E, Geangalău I, Mihăilescu Amalinei RL, Miron A, 2013. Polyphenolic Content And Antioxidant Activity Of An Extractive Fraction From *Abies Alba* Bark. *Rev. Med. Chir. Soc. Med. Nat.*, Iași, 117(2):545-50.
- Wu W, Chen X, Liu Y, Wang Y, Tian T, Zhao X, Li J, Ruan H 2016. Triterpenoids from the branch and leaf of *Abies fargesii*. *Phytochemistry*, 130: 301-312.
- Yang H, Dong Y, Du H, Shi H, Peng Y, Li X 2011. Antioxidant compounds from propolis collected in Anhui, China. *Molecules*, 16:3444-3455.
- Yeşilada E, Honda G, Sezik E, Tabata M, Fujita T, Tanaka T, Takeda Y, Takaishi Y 1995. Traditional medicine in Turkey. V. Folk medicine in the inner Taurus Mountains. *J Ethnopharmacol*, 46(3): 133-152.
- Yeomans MR 1996. Palatability and The Micro-Structure of Feeding in Humans: The Appetizer Effect. *Appetite*, 27(2): 119-133.

## Asi Havzasında Hidrometeorolojik Faktörler ve Akım Arasındaki İlişkinin Modellenmesi

Alişan NALCIOĞLU<sup>1</sup>, Mehmet ÜNSAL<sup>2</sup>, Burcu ERCAN<sup>3</sup>, Ayşe Ece YAĞCI<sup>4</sup>

<sup>1,2,4</sup>Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, Kahramanmaraş

<sup>3</sup>Kilis 7 Aralık Üniversitesi, Mühendislik-Mimarlık Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, Kilis

<sup>1</sup><https://orcid.org/0000-0001-7655-4307>, <sup>2</sup><https://orcid.org/0000-0001-5864-7040>, <sup>3</sup><https://orcid.org/0000-0002-3185-1831>,

<sup>4</sup><https://orcid.org/0000-0001-6973-9995>,

✉: ayseeceyagci@ksu.edu.tr

### ÖZET

Dünya üzerinde birçok hava olayları, iklimsel değişiklikler ve su kullanımının planlanması hidrolojik döngüden etkilenirler. Su döngüsünün modellenmesi yağış değişkenliği ve taşkın için çok önemlidir. Bu çalışmada Asi Havzasına ait istasyonların 1962-2011 yılları arasındaki hidrometeorolojik parametreleri kullanılarak regresyon analizi yapılmıştır. Havzaya ait parametrelerin birbiriyle oluşturulan kombinasyonları ve akım ile ilişkileri DataFit programı aracılığı ile analiz edilmiştir. Analiz sonucunda en yüksek R<sup>2</sup>, OKH ve KOKH (hata oranları) değerleri incelendiğinde yağış-buharlaşma-akım modeli önerilmiştir. Ayrıca bu parametrelerin trend analizleri parametrik olmayan Mann Kendall Testi ile analiz edilmiştir. Asi Havzasını etkileyen 6 parametre için parametrelerin %85 ve %95 güven aralıklarındaki eğilimleri incelenmiştir.

### Araştırma Makalesi

### Makale Tarihi

Geliş Tarihi : 24.09.2019

Kabul Tarihi : 21.02.2020

### Anahtar Kelimeler

Datafit

Mann Kendall

Regresyon Analizi

## Modeling of Hydrometeorological Factors With Discharge in Asi Basin

### ABSTRACT

Many weather events on the world, climatic changes and water use planning are affected by the hydrological cycle. The modeling of water cycle is very important for rainfall variability and flood. In this study, regression analysis was performed by using hydrometeorological parameters of Asi basin stations between 1962 and 2011. The relationship between the combinations of basin parameters with each other and relation with flood was analyzed by Datafit. As a result of the analysis, when the highest values of R<sup>2</sup>, MSE and RMSE (error rates) were examined, the rainfall - evapotranspiration - flow was determined to be the suggested model. In addition, trend analyses of these parameters were analyzed with the nonparametric Mann Kendall Test. The trends were examined in 85% and 95% confidence intervals for 6 parameters affecting the Asi Basin.

### Research Article

### Article History

Received : 24.09.2019

Accepted : 21.02.2020

### Keywords

Datafit

Mann Kendall

Regresyon Analysis

**To Cite** : Nalcioğlu A, Ünsal M, Ercan B, Yağcı A. E 2020. Asi Havzasında Hidrometeorolojik Faktörler ve Akım Arasındaki İlişkinin Modellenmesi. KSÜ Tarım ve Doğa Derg 23 (6): 1510-1517. DOI: 10.18016/ksutarimdog.vi.623770.

### GİRİŞ

İnsan yaşamının sürekliliği için su en temel kavramlardandır. İçilebilir su oranı tüm kaynakların %1 i kadardır. Su kaynağının sürekliliğinin sağlanmasında, planlanmasında ve işletilmesinde havza bazında çalışmak zorunludur (Göl, 2008).

Havza, bir akarsu tarafından parçalanan, etrafı dağ ve tepelerle çevrili olan, yüzeye geçen akımların bir yerde toplandığı ve aynı denize, ırmağa ve göle akan belirli bir arazi parçasıdır.

Ülkemiz su kaynaklarının planlanması açısından 26 adet havzaya ayrılmıştır. Su ile ilgili projelerin planlama, işletme ve bakım çalışmalarının en iyi şekilde yapılması için bu havzalarda hidrometeorolojik

ölçüm ağı ve akım ölçümleri için çeşitli gözlem istasyonları kurulmuştur (Gencer ve ark., 2005).

Havzalarda nehrin akımını etkileyen birçok hidrometeorolojik parametre vardır. Yağış, Buharlaşma, Nem ve Rüzgar hızı bu parametrelerdendir. Havzada yağış ve akış sıkı bir ilişki içerisindedir. Yeraltı suları da havzada meydana gelen yağış ve akım ile ilişki içerisindedir. Havzalarda yağışın azalması feyzan akışlarını anında etkiler (Yurdakul, 1998). Buharlaşma havza yüzeyinde bulunan suyu sıvı halden gaz hale gelmesidir. Buharlaşmanın ne derece olduğu havzada gerçekleşen ve gerçekleşecek olan akıma direkt olarak etkisi vardır. Buharlaşan su atmosfere döner ve tekrar yağış olarak havzaya ulaşır bu da havzadaki akımın direkt

olarak etkilemektedir. Akış halinde bulunan nehir yatağında fazla sıcaklık etkisi altında buharlaşma ve bu buharlaşmanın devamında hidrometeorolojik denge gereği yoğunlaşması sonucu yağış olarak yeryüzüne düşer.

Asi Nehri Havzası son yıllarda hidrolojik karakteristik değişimlere sebep olmuştur. Bu değişimlerin sebebi havzadaki sanayi tesislerinin artması, yapılan barajlar ve arazi kullanım çeşitliliğidir. Ayrıca bölgenin iklim özelliğinden kaynaklı bol yağış meydana gelmektedir. Bu durum bölgenin bozuk drenajı ve eğim düşüklüğünden dolayı taşkın tehlikesi oluşturur. Meydana gelen sel sularından oluşan taneli malzeme tarım alanlarında verimi azaltmıştır.

Bu çalışmada Asi Havzasını etkileyen hidrometeorolojik parametrelerin çeşitli kombinasyonlarla havza üzerindeki etkisi araştırılmıştır ve havzayı etkileyen hidrometeorolojik parametrelerin veri kombinasyonlarının Mann Kendall test yöntemi ile belirlenen güven aralıklarında eğilimleri kontrol edilmiştir.

## MATERYAL ve METOT

### Regresyon Analizi

İki veya daha çok değişken arasındaki ilişkiyi ölçmek için kullanılan regresyon analizi yöntemi mevcut değerlerle ileriye yönelik bilinmeyen verileri tahmin etmeye yardımcı olur. Regresyon analizleri değişken sayısına göre tekli ve çoklu regresyon olarak ikiye ayrılır. Tek değişkenli regresyon analizi ile bağımlı ve bağımsız değişkenler arasındaki doğrusal ilişkiyi temsil eden bir doğrunun denklemi formüle edilir. Çok değişkenli regresyon analizleri içinde bir adet bağımlı değişken ve birden fazla bağımsız değişkenin bulunduğu regresyon modelleri olarak tanımlanır.

Bu çalışmada, regresyon analizini, istatistiksel analizi ve grafik çizmeyi basitleştiren ve kullanımı kolay bir program olan Datafit kullanılmıştır. Regresyon modelleri, çözülürken belirtilen uygunluk kriterlerinin (Kalan Kareler Toplamı, Korelasyon Katsayısı, Düzeltmiş Korelasyon Katsayısı veya Standart Hata) (datafit web sitesi) uygunluğuna göre otomatik olarak sıralanırlar. Birçok alt havza karakteristik özelliği (yağış, buharlaşma ve rüzgar) bağımsız değişkenler olarak analiz edilirken, yıllık akış miktarı çoklu regresyon denklemlerinde bağımlı değişkendir. Çoklu regresyon denklemlerinde bağımlı değişkenin en iyi tahminini sağlayan bağımsız değişkenlerin kombinasyonunu belirlemeye yardımcı olmak için değişken seçim algoritması da gereklidir (Flynn, 2003).

### Model Doğrulaması İçin Seçilen Deneysel Çalışma

Mann Kendall verilerin istatistiksel analizinde trendlerini tamamlamak için kullanılan parametrik olmayan bir test metotudur. Mann Kendall testinin

çözümleme sırasında verilerin sabit bir dağılımla örtüşmesinin beklenmemesi yapılan çalışma için bir kolaylıktır. Testte parametrelere ait verilerde eksik veri olursa mevcut en küçük veri değeri ile eş tutulur ve çalışma kümesi içerisine dahil edilir (Gilbert, 1978). Bu test yönteminde parametrelere ait verilerin sıralamaları sayısal değer büyüklüklerinden daha önemlidir (Karabulut ve Cosun, 2009).

Mann Kendall testi kullanılan parametrelere ait verilerin trendlerini saptamak için istatistiksel anlamda artış veya azalış eğilimi olup olmadığını tespit etmek amacıyla kullanılmıştır (Büyükyıldız, 2004).

Non-parametrik bir test olan Mann Kendall testi Kendall's Tau olarak bilinen testin özel uygulamasıdır. Hidrometeorolojik zaman serilerinin trendlerinin belirlenmesinde yaygın olarak kullanılan bir metottur (Hirsch ve ark., 1982). Testte zamana göre sıralanmış  $X_1, X_2, \dots, X_n$  serileri  $H_0$  hipotezine göre zamandan bağımsız ve lineer dağıtılmış rastgele değişkenlerdir. Alternatif  $H_1$  hipotezine göre ise  $k$  eşit değildir  $j$  olmak üzere  $k * j < n$  için seride  $X_k$  ve  $X_j$  değerlerinin dağılımı benzer değildir. Bu durum seride lineer bir durum olmadığını açıklar. Mann Kendall testinin istatistiksel ifadesi  $S$  aşağıdaki ifade ile açıklanır. Bu varyans değerinin de eşitlik değeri de gösterilmiştir.

$$S = \sum_{k=1}^{n-1} \sum_{j=k+1}^n \text{sgn}(x_j - x_k) = \begin{cases} +1 & (x_j - x_k) > 0 \\ 0 & (x_j - x_k) = 0 \\ -1 & (x_j - x_k) < 0 \end{cases} \quad (1)$$

Asimptotik olarak normal bir dağılıma sahip ve ortalaması sıfır olan test istatistikliği  $S$ 'in varyansı

$$\text{Var}(S) = \frac{n*(n-1)*(2n+5)}{18} \quad (2) \text{ eşitliği ile hesaplanır.}$$

Eğer zaman serisinde benzer değerler (bağ durumu) varsa varyans hesabı;

$$\text{Var}(S) = \frac{n*(n-1)*(2n+5) - \sum t*(t-1)*(2t+5)}{18} \quad (3)$$

şeklinde hesaplanır.

Süreklilik düzeltme birimi kullanılırsa  $n < 10$  olmak üzere  $S$  istatistikliğinin teorik olasılık dağılımı için normal dağılım oldukça uygundur. Varyansı belirlenen Mann Kendall testinin önemli olup olmadığı standart normal değişken  $Z$ 'nin aşağıdaki eşitlikle hesaplanıp kritik  $z$  değeriyle karşılaştırılmasıyla belirlenir.

Eğer seçilen  $\alpha$  önem seviyesinde  $z < Z_{\alpha^2}$  ise  $H_0$  hipotezi kabul edilir aksi halde reddedilir. Hesaplama  $S$  değeri pozitif artan değeri negatif ise azalan bir trendin varlığı söz konusudur. Bu metot eksik verilen varlığa müsaade ettiği ve verilerin belirli bir dağılıma uyma zorunluluğu olmadığı için kullanışlıdır (Yu ve ark., 1993).

$$Z = \begin{cases} \frac{s-1}{\sqrt{\text{var}(s)}} & \text{eğer } s > 0 \\ 0 & \text{eğer } s = 0 \\ \frac{s+1}{\sqrt{\text{var}(s)}} & \text{eğer } s < 0 \end{cases} \quad (4)$$

Normal dağılıma sahip bir fonksiyonun olasılığı 0 ve standart sapma değeri de 1 alınarak denklem (5)'deki eşitlik kullanılarak anlamlılık derecesine göre değerlendirmeler yapılır.

$$F(z) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{z^2}{2}} \quad (5)$$

Yapılan çalışmada kullanılan parametreler için trend eğilimini belirlerken z ve f(z) değerlerini dikkate almaktayız. Burada z değeri negatif olursa ve  $-1.96 < z < 1.96$  şartı göz önünde bulundurulursa -1.96 dan küçük ise azalan bir eğilim göstermektedir. 1.96 dan büyük ise artan bir eğilim göstermektedir. Yine aynı z değeri eşitsizliğin içerisinde bir değere denk geliyor ise herhangi bir trend gözlenemez yorumunu yapmaktayız. Bu çalışmada giriş olarak kullanılan parametrelerden buharlaşma parametresinin z değeri -1.47221 olarak bulunmuştur. Bu parametre %85 güven aralığı için azalan eğilim gösterirken %95 güven aralığında ise herhangi bir eğilim göstermemektedir.

#### Asi Havzası

Asi Nehri Havzası 24.660 km<sup>2</sup> alan ile (%69'u Suriye'de, %23'ü Türkiye'de, %8'i Lübnan'da) sınır oluşturan ve sınır aşan bir havza konumundadır. Asi nehrinin havzasında son yıllarda sanayi tesislerinin artması, yapılan barajlar ve arazi kullanım çeşitliliği, hidrolojik karakteristik değişimlere sebep olmuştur. Ayrıca bölgenin iklim özelliğinden kaynaklı bol yağış meydana gelmektedir. Bu durum bölgenin bozuk drenajı ve eğim düşüklüğünden dolayı taşkın tehlikesi oluşturmaktadır. Meydana gelen sel sularından oluşan taneli malzeme tarım alanlarında verimi azaltmıştır.

Asi Havzasının yıllık yağış ortalaması 836.9 mm'dir. Havzanın yıllık sıcaklık değeri 18.7 °C olarak ölçülmüştür. Havzanın yıllık buharlaşma değeri 1488.6 mm'dir. Havzanın su potansiyel değeri 2.23 milyar m<sup>3</sup>/yıl olarak belirtilmiştir (Avcı ve Yanık 1997).

#### Data Fit

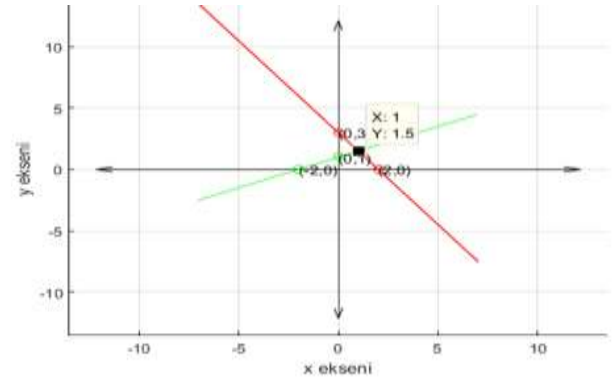
Bu çalışmada kullanılan DataFit 7.1 programı çalışma yapılacak alana ait parametrelerin değerlerini uyumlu halde çalıştırmak üzere çeşitli modeller oluşturmaktadır. Bu modeller; grafikler ve denklemlerden oluşmaktadır. Bu grafik ve denklemlerden yola çıkarak yapılan tüm modellemeler arasında en uyumlu model belirlenmek amaçlanmaktadır.

Programda çalışma yapılırken giriş verisi ve çıkış

verisi olmak üzere iki ana veri girişi vardır. Çalışmada yapılan kombinasyonlar doğrultusunda giriş verileri birden fazla olabilmektedir.

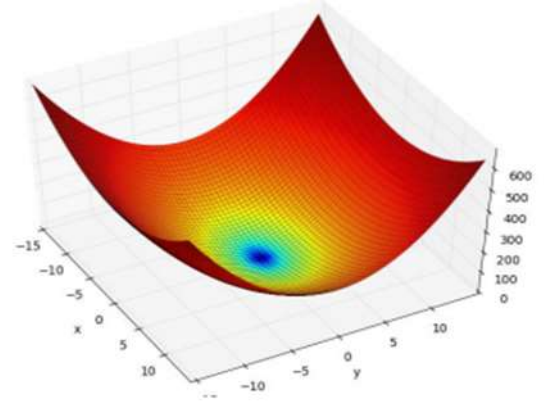
Program girilen verileri baz alarak analiz yaparken Lineer analiz ve Nonlineer analiz yöntemlerini kullanır. Yapılacak olan analizlerde yine temelinde o analize ait denklemler vardır.

Lineer Denklem: Denklem terimleri 1. Dereceden veya sabit olan denklemlerdir. Bu denklemlere içerdikleri terim ve değişkenlerin düzlemde veya uzayda bir doğru ifade etmesinden dolayı doğrusal denklemde denilmektedir (Şekil 1.).



Şekil 1. Lineer Denklem Grafiği (Cömert 2020)  
Figure 1. Linear Equation Graph (Cömert 2020)

Nonlineer Denklem: İki veya daha yüksek dereceden polinomlar veya trigonometrik, logaritmik, üstel gibi lineer olmayan terimler içeren denklemlere non-linear denklem denir (Şekil 2.).



Şekil 2. Nonlineer Denklem Grafiği (URL 1)  
Figure 2. Nonlinear Equation Graph (URL 1)

#### BULGULAR ve TARTIŞMA

Bu çalışmanın ilk bölümünde Asi Havzasını etkileyen hidrometeorolojik parametrelerin çeşitli kombinasyonlarla havza üzerindeki etkisi çalışılmıştır. Çalışmanın sonucunda elde edilen R<sup>2</sup>, OKH (Ortalama Karesel Hata) ve KOKH (Kök Ortalama Karesel Hata) değerleri karşılaştırılarak en uygun modelin hangi parametreler arasında olduğu

belirlenmiştir. İkinci bölümünde ise Asi Havzasını etkileyen hidrometeorolojik parametrelerin veri kombinasyonlarının Mann Kendall test yöntemi ile belirlenen güven aralıklarında eğilimleri kontrol edilmiştir. Her iki bölümde çalışma yapılırken istasyon verileri kümülatif olarak alınmıştır.

### Regresyon Analizi

Analiz parametrelerine ait değerler Asi Havzasında bulunan istasyonlardan alınmış, çalışma yıl aralığı veri uygunluğu göz önüne alındığında 1962 – 2011 yılları arası olarak belirlenmiştir. Bu yıllar arasında bulunan verileri DataFit programına giriş yaparak parametrelerin arasındaki ilişki gözlemlenmiştir.

Çalışmada yağış, sıcaklık, nem, rüzgar ve buharlaşma gibi hidrometeorolojik veriler göz önüne alınmıştır. Bu parametrelerden yağış parametresi ilk baz alınan parametre olmuştur bunun nedeni ise yağışın akımı direkt olarak etkilemesidir.

Bu model çalışmasında çeşitli kombinasyonlar oluşturulmuştur. Bu kombinasyonların akım değeri ile ilişkisi incelenmiştir. (Çizelge 1.)

DataFit 7.1 kullanılarak yapılan analiz çalışmasında hangi modelin diğerlerine göre daha uyumlu ve kullanılabilir olduğu modele ait  $R^2$  veya grafiksel ifadelerden belirlenebilir. Bu  $R^2$  değeri ve grafiksel ifadeler ise programın çözümlendiği denklemlerden yola çıkarak belirlenir. Çalışmada yapılan 4 adet modele ait

en uygun denklemler aşağıda verilmiştir (Çizelge 2.). Bu çalışmada, A = Akım, Y = Yağış, N = Nem, B = Buharlaşma ve R = Rüzgar parametrelerini ifade etmektedir.

Çizelge 1. Programda kullanılan giriş ve çıkış parametreleri

Table 1. Input and output parameters used in program

Model No (Model No)	Giriş Verileri (Input Data)	Çıkış Verileri (Output Data)
Model - 1	Yağış	Akım
Model - 2	Yağış, Nem	Akım
Model - 3	Yağış, Buharlaşma	Akım
Model - 4	Yağış, Rüzgar	Akım

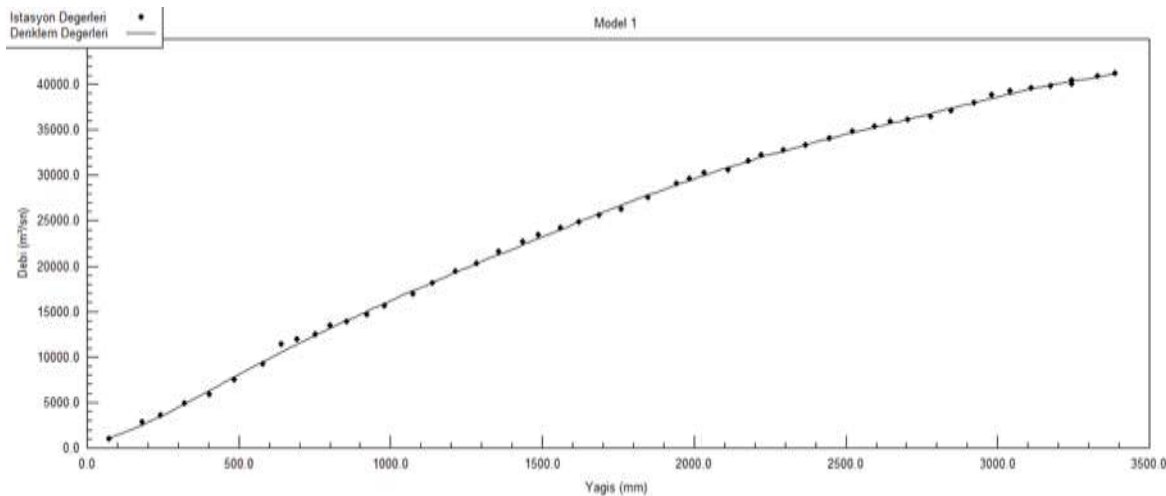
Şekil 3' de Model 1'e ait grafik verilmektedir. Grafikten görüleceği üzere yağış ile akım arasında çok yüksek bir uyum görülmektedir. Ayrıca  $R^2 = 0.9994$  olarak elde edilmiştir. Bu modele ait OKH değeri 72034.95, KOKH değeri de 268.39 olarak bulunmuştur.

Şekil 4'de Model 2'ye ait grafik verilmektedir. Grafik incelendiğinde giriş verileri olan yağış – nem parametrelerinin çıkış verisi olan akım parametresi ile yüksek oranda uyum gösterdiği tespit edilmiştir. Bu parametreler sonucunda ortaya çıkan denkleme göre  $R^2 = 0.9996$  olarak bulunmuş ve  $OKH = 48988.58$  iken  $KOKH = 221.33$  dir.

Çizelge 2. Modellere ait denklemler

Table 2. Equations for models

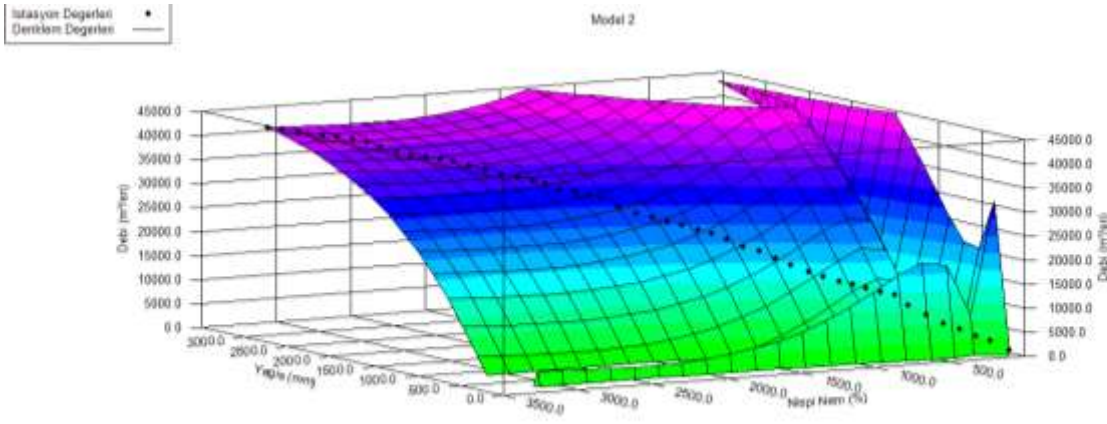
Model No	Denklem (Equation)	$R^2$
Model - 1	$A = a * Y^{10} + b * Y^9 + c * Y^8 + d * Y^7 + e * Y^6 + f * Y^5 + g * Y^4 + h * Y^3 + i * Y^2 + j * Y + k$	0.9994
Model - 2	$A = a + b * \log(Y) + c * \log(Y^2) + d * \log(Y^3) + e * \log(Y^4) + f * \log(Y^5) + g * \log(N) + h * \log(N^2) + l * \log(N^3) + j * \log(N^4) + k * \log(N^5)$	0.9996
Model - 3	$A = a + b/Y + c/Y^2 + d/Y^3 + e/Y^4 + f/Y^5 + g/B + h/B^2 + i/B^3 + j/B^4 + k/B^5$	0.9996
Model - 4	$A = a + b/Y + c/Y^2 + d/Y^3 + e/Y^4 + f/Y^5 + g * \log(R) + h * \log(R^2) + l * \log(R^3) + j * \log(R^4) + k * \log(R^5)$	0.9996



Şekil 3. Yağış ve Akım İlişkisi (Model 1)

Figure 3. Relationship between Rainfall and Flow (Model 1)



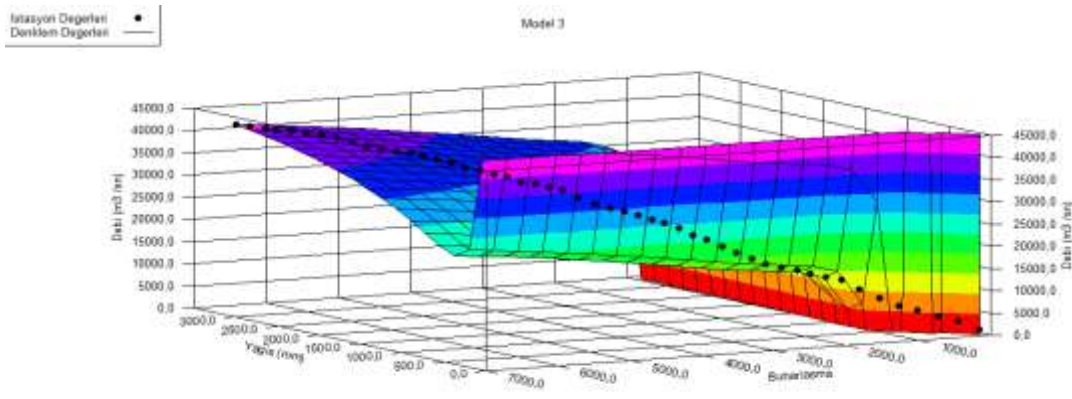


Şekil 4. Yağış, Nem ve Akım İlişkisi (Model 2)

Figure 4. Relationship between Rainfall, Humidity and Flow (Model 2)

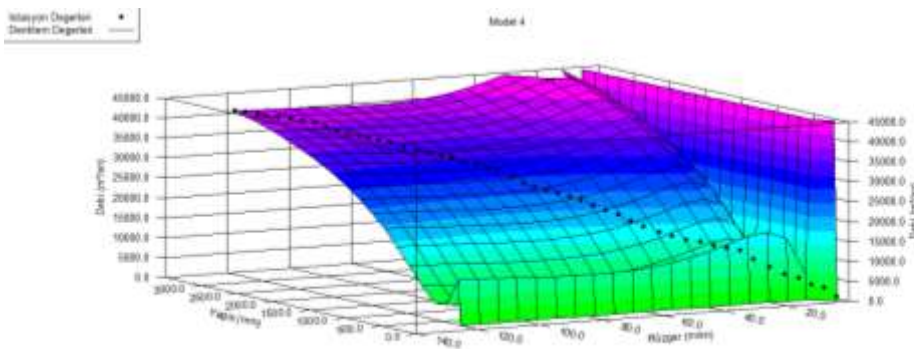
Şekil 5'te Model 3'ün uyumunu gösteren üç boyutlu grafik verilmiştir. Şekil 5'e bakıldığında giriş parametrelerinin oluşturduğu yüzeyel alan ile çıkış parametresi akımı simgeleyen noktasal veriler arası uyum gösterilmektedir. Bu kombinasyon çözümlendiğinde  $R^2 = 0.9996$  olarak bulunmuştur. Yine kombinasyondan elde edilen diğer değerler  $OKH = 44386.76$  ve  $KOKH = 210.68$  dir.

Model4'e ait parametreler arası uyumu gösteren grafik yukarıda Şekil 6'da gösterilmiştir. Bu grafik incelendiğinde giriş ve çıkış parametreleri arasında oluşan uyum  $R^2 = 0.9996$  ile diğer tüm modeller içerisinde en yüksek değerdedir. Bu modellemenin hata oranları olan  $OKH = 43026.02$  ve  $KOKH = 207.42$  olarak bulunmuştur.



Şekil 5. Yağış, Buharlaştırma ve Akım İlişkisi (Model 3)

Figure 5. Relationship between Rainfall, Evaporation and Flow (Model 3)



Şekil 6. Yağış, Rüzgar ve Akım İlişkisi (Model 4)

Figure 6. Relationship between Rainfall, Wind and Flow (Model 4)

Çizelge 3. DATA FIT Programında Kullanılan Parametreler ve Sonuç Değerleri

Table 3. Parameters and Result Values Used in DATA FIT Program

Model No <i>Model No</i>	Giriş Verileri <i>Input Data</i>	Çıkış Verileri <i>Output Data</i>	R <sup>2</sup>	Ra <sup>2</sup>	OKH <i>MSE</i>	KOKH <i>RMSE</i>
Model – 1	Yağış	Akım	0.9994	0.9993	72.034,95	268.39
Model – 2	Yağış - Nem	Akım	0.9996	0.9995	48.988,58	221.33
Model – 3	Yağış - Buharlaştırma	Akım	0.9996	0.9996	44.386,76	210.68
Model – 4	Yağış - Rüzgar	Akım	0.9996	0.9996	43.026,02	207.42

R<sup>2</sup> değeri regresyon analizinde yapılan kombinasyonları oluşturan parametrelerin nasıl bir uyum içerisinde çalıştığını gösterir.

Bu çalışmada kullandığımız veriler ve kombinasyonlar genel tabloda gösterilmiştir (Çizelge 3.). Ön çalışmada Havzaya ait istasyonların verileri kümülatif olarak programa giriş yapılmıştır. Regresyon analizinde kullandığımız DATA FIT programına giriş-çıkış verileri ve analiz sonucu ortaya çıkan regresyon katsayısı ve hata katsayıları gibi yorumlamaya yardımcı olacak verilere yer verilmiştir.

Ra<sup>2</sup> değeri ise R<sup>2</sup>'yi elde ettiğimiz formülde bulunan terimlere ait karmaşıklığı en aza indirmek için sonuca etki etmeyen modelleri formülden çıkartarak yeni ve daha uygun bir uyum değeridir.

OKH (Ortalama karasel hata) değeri ortalama karesel hata olarak adlandırılır. Regresyon eğrisinin noktasal

verilere olan yakınlığını gösterir. OKH hesap yapacak modelin tahmin performansı olup, her zaman pozitif değerdedir. OKH değeri sıfıra ne kadar yakınsa tahmin performansı o kadar iyi olur.

KOKH ( Kök ortalama karesel hata) değeri kök ortalama karesel hata olarak adlandırılır. Hesap yapan modelin tahmin değeri ile gerçek değer arasındaki uzaklığı belirlerken oluşan hata büyüklüğünü ölçen kuadratik bir metriktir. Burada oluşan hatalar regresyon hattının veri noktalarından ne kadar uzakta olduğunu ölçtü olup değeri sıfırdan sonsuza kadar gidebilen bir metriktir. KOKH değeri ne kadar negatif yönelimli olursa o kadar iyi bir tahmin performansı var demektir.

$$R^2 = 1 - \frac{(y_i - y_i^n)^2}{(y_i - y')^2} \quad (6)$$

$$Ra^2 = 1 - (1 - R^2) * \frac{n - 1}{n - p - 1} \quad (7)$$

$$OKH = \frac{1}{n} * \sum_{j=1}^n e_j^2 \quad (8)$$

$$KOKH = \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^n e_j^2}{n}} \quad (9)$$

$$e_j^2 = (A_j - P_j)^2 \quad (10)$$

Burada  $(y_i - y_i^n)^2$  = atıkların kareler toplamı (AKT),  $(y_i - y')^2$  = her bir noktanın ortalamaya olan uzaklığı (OUKT),  $A_j$  = gösterme biçimi,  $P_j$  = gerçek değerlerin ortalaması,  $n$  = hata değeridir. Çizelge 3. incelendiğinde R<sup>2</sup> değerleri tüm modeller için 0.9996 – 0.9938 arasındadır. Bu değerler tüm modeller için çok yüksek uyum olduğunu göstermektedir. Ancak OKH ve KOKH değerleri incelendiğinde modeller arası çok farklı değerler çıktığı görülmüştür. Çizelge 3 genel olarak değerlendirildiğinde R<sup>2</sup> = 0.9996 ve OKH = 43.026,02 , KOKH = 207.42 olan model – 4 en iyi sonucu vermektedir. Analiz sonucu incelendiğinde en iyi sonucu model – 4 vermiş olsa da havzaya ait akım modellenmesinde model – 4'e en yakın ve akım parametresi üzerinde önemli etkisi bulunan buharlaştırma parametresi ile oluşturulan Yağış, Buharlaştırma yani Model – 3 ün tercih edilmesi

önerilmektedir.

Bu program kullanılarak, Kahramanmaraş Aksu Nehri'nin akım verileri modellenmiştir. Model sonucu akış tahmini için formülasyon üretilmiştir. R<sup>2</sup> değeri 0.9878 elde edilmiştir. MSE 0.115752, RMSE 0.340223 ve AdjR<sup>2</sup> 0.9874 elde edilmiştir. Yapılan çalışmada, Datafit kullanılarak elde edilen model formülü ile Kahramanmaraş Aksu Nehri'nin yağışını tahmin etmek için uygulanabilir bir yaklaşım sunduğu ifade edilmiştir. (Ercan ve ark., 2019)

Literatürde yapılan çalışma ile mevcut çalışma benzerlik göstermekte ve desteklenmektedir. Ayrıca, Datafit yöntemi ile geliştirilen modellerin matematiksel formüllerinin elde edilebiliyor olması, yeni veriler eklenmesi durumunda akım tahmininde kolaylık sağlayacaktır.

### Mann-Kendall Testi

Bu çalışmada havzaya ait istasyon verileri tek bir veri olarak çalışılmış ve havzanın bütünü yansıtacak şekilde analiz edilmiştir. Asi Havzasını etkileyen parametrelerin %85 ve %95 güven aralıklarında eğilimleri incelendiğinde; %85 güven aralığında yağış parametresinde bir trend gözlemlenmemiştir. Bu iki parametre dışında diğer tüm parametrelerde azalan bir eğim mevcuttur. %95 güven aralığı incelendiğinde akım, nem ve rüzgâr parametrelerinde azalan eğim gözlemlenmiştir. Buharlaşma ve yağış parametrelerinde bir trend gözlemlenmemiştir (Çizelge 4.).

Çizelge 4. Asi Havzası Hidrometeorolojik Parametrelerin Eğilim Analizleri Sonuçları  
Table 4. Trend Analysis Results of Hydrometeorological Parameters in Asi Basin

Parametreler <i>Parameters</i>	z değeri <i>z value</i>	Güven aralığı <i>Confidence Interval</i>	Eğilim <i>Trend</i>
Akım	-5.11929	%85	Azalan
		%95	Azalan
Buharlaşma	-1.47221	%85	Azalan
		%95	Trend yok
Nem	-2.05776	%85	Azalan
		%95	Azalan
Yağış	-1.07070	%85	Trend yok
		%95	Trend yok
Rüzgâr	-2.97789	%85	Azalan
		%95	Azalan

### SONUÇLAR

Bu çalışmanın ilk kısmında Asi Havzasını etkileyen hidrometeorolojik parametrelerden yağış, buharlaşma, rüzgâr, nem ve akımın birbirleriyle oluşturulmuş kombinasyonlarının uyumları incelenmiştir. Oluşturulan modellerde genel olarak  $R^2$  değeri çok yüksek çıkmıştır. Bu modeller arasında Uyumluluk indeksi  $R^2$  değeri ve hata oranını gösteren  $OKH$  ve  $KOKH$  değerleri göz önüne alındığında 4. Model olan Akım-Rüzgâr-Yağış modeli en yüksek uyum katsayısını ve en düşük hata değerini vermiştir. Analiz sonucu Model-4'e en yakın Model-3 gözlemlenmiştir. Model-3, akımın üzerinde önemli etkisi bulunan buharlaşma parametresini de içerisinde bulundurmaktadır. Bu sebeplerle havza akımı modellenirken Model-3'ün tercih edilmesi önerilmiştir.

Çalışmanın ikinci kısmında ise yine aynı parametrelerin trend analizleri yapılmış ve bu analizler yapılırken Mann-Kendall testi kullanılmıştır. Analizler % 85 ve % 95 güven aralığında yapılmıştır.

Analiz sonuçlarına bakıldığında % 85 güven aralığında akım, buharlaşma, nem ve rüzgâr parametrelerinde

azalan trend gözlemlenmiştir. Yağış parametresi için herhangi bir trend meydana gelmemiştir. % 95 güven aralığına bakıldığında akım, nem ve rüzgâr parametreleri için azalan bir trend meydana gelmiştir. Buharlaşma ve yağış parametreleri için herhangi bir trend meydana gelmemiştir.

1962 – 2011 yılları arasındaki veriler dikkate alındığında % 85 güven aralığında akım, buharlaşma, nem ve rüzgâr parametrelerinde, % 95 güven aralığında akım, nem ve rüzgâr parametrelerinde düşüşler meydana gelmiştir.

### Çıkar Çatışması Beyanı

Makale yazarları aralarında herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan ederler.

### Araştırmacıların Katkı Oranı Beyan Özeti

Yazarlar makaleye eşit oranda katkı sağlamış olduklarını beyan ederler.

### KAYNAKLAR

- Anonim 2010. Mak 210 Sayısal Analiz Bölüm 4- Lineer Olmayan Denklemlerin Çözümü. [https://sayfam.btu.edu.tr/upload/dosyalar/1427102727\\_bolum%204-%20lineer%20olmayan%20denklemlerin%20cozumu.pdf](https://sayfam.btu.edu.tr/upload/dosyalar/1427102727_bolum%204-%20lineer%20olmayan%20denklemlerin%20cozumu.pdf) (Erişim Tarihi: 20.09.2019)
- Avcı İ, Yanık B 1997. Sınırı Aşan ve Sınır Oluşturan Su Kaynaklarımız; Potansiyel Su Talepleri ve Sorunları. Makine Mühendisleri Odası ve 15 Diğer Meslek Odası İstanbul Şubeleri, Su Kongre ve Sergisi 97, İstanbul Sy: 7-15.
- Büyükyıldız M 2004. Sakarya Havzası Yağışlarının Trend Analizi ve Stokastik Modellemesi. Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İnşaat Mühendisliği Ana Bilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, 172 Sy.
- Cömert Z, 2020. Lineer Denklem Sistemlerinin Analitik Çözümü. <http://www.zafercomert.com/IcerikDetay.aspx?zcms=106> (Erişim Tarihi: 20.09.2019)
- Ercan B, Yağcı A E, Ünsal M 2019. Regresyon Analizi Yöntemi İle Kahramanmaraş Aksu Nehri'nin Akım Tahmini, International Symposium on Advanced Engineering Technologies İSADET, 2-4 May 2019, Kahramanmaraş/Turkey.
- Flynn R H 2003. Development of Regression Equations to Estimate Flow Durations and Low-Flow-Frequency Statistics in New Hampshire Streams, Water-Resources Investigations Report 02-4298, Pembroke, New Hampshire.
- Gencer M, Uğurlu A, Kacar M, Özcan H, Kesim A, Aydın B 2005. Hidrometeoroloji Ders Notu. <https://www.mgm.gov.tr/FILES/genel/kitaplar/hidrometeoroloji.pdf>
- Gilbert R O 1978. Statistical Methods for Enviromental Pollution Monitoring, Van Nostrand,

- New York
- Göl C 2008. Kentsel Su İhtiyacının Karşılmasında Sürdürülebilir Havza Yönetimi, TMMOB 2. Su Politikası Kongresi, 20-22 Mart 2008. S.175.
- Hirsch R M, Slack J R, Smith R A 1982. Technigues of Trend Analysis for Monthly Water Quality Data, Water Resources Research 18 (1) : 107 – 121.
- Karabulut M, Cosun F 2009. Kahramanmaraş İlinde Yağışların Trend Analizi. Coğrafi Bilimler Dergisi CBD 7(1): 65 – 83.
- Yu Y. S, Zou S, Whittmore D 1993. Non-parametric Trend Analysis of Water Quality Data of Rivers in Kansas. Journal of Hydrology, 150 (1): 61-80.
- Yurdakul M 1998. Bir Havzada Yağış, Akış ve Yeraltı Suyu Seviye Değişiminin İrdelenmesi. Jeoloji Mühendisliği Dergisi. 52: 50-56

## Menengiç Meyve ve Tohumlarının Fiziksel, Mekanik ve Kimyasal Özelliklerinin Belirlenmesi

Ebubekir ALTUNTAŞ<sup>1\*</sup>, Esra Nur GÜL<sup>2</sup>, Hüsne GÖK<sup>3</sup>

Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Biyosistem Mühendisliği Bölümü, 60250, Tokat

<sup>1</sup><https://orcid.org/0000-0003-3835-1538>, <sup>2</sup><https://orcid.org/0000-0003-0615-9613>, <sup>3</sup><https://orcid.org/0000-0003-3120-8480>

✉: ebubekir.altuntas@gop.edu.tr

### ÖZET

Çalışmada, menengiç meyve ve tohumlarının fiziksel, mekanik ve kimyasal özellikleri belirlenmiştir. Menengiç meyveleri, Tokat ilindeki sadece bitkisel ürünlerin satıldığı bir marketten temin edilmiş, denemeler ise Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Biyosistem Mühendisliği Bölümü, Biyolojik Malzeme Laboratuvarında yürütülmüştür. Meyve ve tohumların hacim değerleri sırasıyla 0.08 cm<sup>3</sup> ile 0.043 cm<sup>3</sup>, 100 adet meyve ağırlığı ve 1000 tohum ağırlığı 9.25 g ile 0.442 g, boşluk (porozite) oranları ise %51.33 ile %21.73 olarak bulunmuştur. Renk karakteristiklerinden Kroma ve hue açısı değerleri meyvede sırasıyla, 2.51 ve -1.17 tohumda ve 9.39 ve 0.75 değerleri olarak tespit edilmiştir. Meyveler için kırılma kuvveti değerleri *Y*-ve *Z*-eksenlerinde yükleme hızlarına göre artışlar gösterirken, tohumlarda ise *X*-, *Y*- ve *Z*- eksenlerinde azalışlar görülmüştür. Sürtünme katsayısı değerleri menengiç meyvesi için en yüksek 0.514 değeriyle kontrplak yüzeyde çıkarken, tohum için en düşük değer ise 0.314 ile laminant yüzeyde bulunmuştur. Kimyasal özelliklerden pH, titre edilebilir asitlik ve suda çözünebilir kuru madde miktarı, meyvede sırasıyla 5.70, 1.61 g 100 g<sup>-1</sup> ve %3.14 olarak bulunurken, tohumlar için 6.49, 1.84 g 100 g<sup>-1</sup> ve %3.60 olarak belirlenmiştir. Menengiç meyvesi ve tohumlarına ait fiziksel, mekanik ve kimyasal özellikleri, hasat sonrası üretim teknolojilerinde makine ve sistemlerin tasarım ve işletim aşamalarında dikkate alınabilir.

### Araştırma Makalesi

#### Makale Tarihiçesi

Geliş Tarihi : 18.04.2020

Kabul Tarihi : 18.06.2020

#### Anahtar Kelimeler

Hacim

Hue Açısı

Deformasyon

Titre Edilebilir Asitlik

## Physical, Mechanical and Chemical Properties of Terebinth Fruit and Seeds

### ABSTRACT

In this study, the physical, mechanical, and chemical properties of terebinth fruits and seeds were determined. The fruits were obtained from a herbal market locating in Tokat, The experiments conducted in Tokat Gaziosmanpaşa University, Agriculture Faculty, Department of Biological Engineering, Biological Materials Laboratory. The volume of terebinth fruit and seeds were measured 0.08 cm<sup>3</sup> and 0.043 cm<sup>3</sup>, 100 fruit weight and 1000 seed weight were determined as 9.25 g and 0.442 g, respectively. The porosity rates of fruit and seeds were found as 51.33% and 21.73%, respectively. The color characteristics such as chroma and hue angle of the fruits were found with 2.51 and -1.17 and for terebinth seeds chroma and hue angle were as 9.39 and 0.75, respectively. For terebinth fruits, the rupture force increased in *Y*- and *Z*- axes compared to the compression speeds, while for the seeds, the rupture force decreased in the *X*-, *Y*- and *Z*- axes. While the friction coefficient was found on the plywood surface with the highest value of 0.514 for the fruit, the lowest value for the seed was found as 0.314 on the laminate surface. Among the chemical properties, pH, titratable acidity and water-soluble solid content were found as 5.70, 1.61 g 100 g<sup>-1</sup>, 3.14%, respectively for fruit, while the values for seeds pH, titratable acidity and water soluble solid content was determined as 6.49, 1.84 g 100 g<sup>-1</sup>, 3.60%, respectively. The physical, mechanical, and chemical properties of the terebinth fruit and seeds can be taken into account during the design,

### Research Article

#### Article History

Received : 18.04.2020

Accepted : 18.06.2020

#### Keywords

Volume

Hue Angle

Deformation

Titrateable Acidity

and operation stages of machinery and systems used in post-harvest production technologies.

**To Cite :** Altuntaş E, Gül EN, Gök H 2020. Menengiç Meyve ve Tohumlarının Fiziksel, Mekanikve Kimyasal Özelliklerinin Belirlenmesi. . KSÜ Tarım ve Doğa Derg 23 (6): 1518-1528. DOI: 10.18016/ksutarimdoga.v23i54846.722274.

## GİRİŞ

Menengiç (*Pistacia terebinthus* L.); İtalya, Yunanistan, Suriye, Türkiye, Tunus gibi birçok Akdeniz ülkesinde yaygın olarak bulunan yabancı bir tür bitkidir (Gercheva ve ark., 2008). Reçine bileşenleri ve tanen bakımından zengin olmasından dolayı, menengiç bitkisinin antik çağlardan beri tıbbi bir bitki sınıfında olduğu bilinmektedir. Genel olarak bitkinin kullanılan kısımları kökleri, genç sürgünleri ve meyvesidir. Olgunlaşmış meyvesi; protein, yağ, lif, doymamış yağ asitleri ve minerallerce (Na, K, P, Ca, Fe, Mg, Zn, Cu, Se, vb.) zengin bir gıda maddesidir. Meyvelerinin %9.7 ham protein, %10.9 ham lif ve %3.1 kül içerdiği belirlenmiştir. Menengicin gaz kromatografisi ile bulunan yağ asidi kompozisyonu %52.3 oleik asit, %21.3 palmitik asit ve %19.7 linoleik asit şeklindedir. Sodyum ve fosfor içeriği; zeytin ve muz gibi birçok gıda maddesinden daha fazladır. Ayrıca potasyum, fosfor, kalsiyum ve demir içeriğinin ise patatese göre daha yüksek olduğu bulunmuştur. Menengiç; protein, oleik asit ve linoleik asit içeriğinin yüksekliği nedeniyle beslenme için sağlıklı bir gıda maddesi olma özelliğindedir (Ünüvar, 2013; Özcan, 2004).

*Pistacia* sınıfına ait 11 farklı türden sadece antep fıstığı olarak bilinen *Pistacio vera* L. adlı tür ticari öneme sahiptir. Antep fıstığı dışında yabancı olarak yetişen ağaçların arasında Türkiye’de en fazla miktarda bulunan ağaç menengiç (*Pistacia terebinthus* L.)’tir. Ülkemizde 70 milyona yakın yabancı olarak yetişen *Pistacia* türü ağaç bulunmaktadır (Sidar, 2011). Türkiye’de, menengiç, Kuzey ve Güney Anadolu, Marmara ve Akdeniz bölgelerinde yetişmektedir (Baytop, 1999; Özcan, 2009). *Pistacia terebinthus* L. yaprak dökken 2-3 m boyunda çalı ve 6 metreye kadar boylanabilen bir ağaçtır (Özslu ve ark.,2009). Türkiye’de menengiç ağacı, kıyı kesimlerdeki kayalık ve tepelik yerlerde veya Toros dağlarındaki çam ormanlarında da yaklaşık 1600 m yükseklikte yetişir (Baytop, 1984). Orman vejetasyonu içinde bilhassa maki formasyonunda 10 m’ye kadar boylanabilen, yuvarlak geniş taçlı bir ağaçtır (Baytop, 1984). Nisan ve haziran ayında çiçek açan menengiç bitkisinin pembe renkteki meyveleri eylül ayında toplanmaktadır. Olgunlaştıkça meyvenin rengi yeşil ve mavi olmaktadır (Baytop, 1984; Tarakçı, 2006). Yörelere göre çitlembik, çıtlık, çitemik ve bittim gibi isimlerle anılmaktadır (Anonim, 2020). Kendine özgü tadı ve kokusu olan yüksek aroma değerine sahip endüstriyel alanda değerlendirilmeyen ancak geleneksel olarak antik çağlardan beri tıbbi amaçlı olarak ve baharat olarak tüketilen menengiç meyveleri

rezin, uçucu ve sabit yağ içermektedir (Baytop, 1999; Karakaş ve Certel, 2004).

Dünyanın değişik yerlerinde menengiç ağacının farklı organlarından çok yönlü yararlanılmaktadır. Doğal ürünlere olan tüketim talebinin artmasına paralellik göstererek, menengiç bitkisinin içeriğinden dolayı, gün geçtikçe dünya üzerinde meyvesinin tüketimi artmakta ve bazı ülkelerde çerez ve fırıncılık ürünlerinde kullanılmaktadır (Özcan, 2004). Ülkemizde ise genel olarak kahve ve çerez olarak tüketilmektedir (Anonim, 2020). Meyveleri ise dahilen gastralgia ve romatizmada, haricen öksürükte (stimülan, diüretik ve antitüsiv olarak) kökleri ise kaynatılıp yaraları iyileştirmek amacıyla kullanılır (Baytop, 1984; Baytop, 1999; Tarakçı, 2006). Günümüzde birçok yabancı meyve, alternatif ve modern tıpta kullanılmakta; bu bağlamda, antiseptik ve güneş çarpmasına karşı menengiç yapraklarından faydalanılmaktadır (Yeşilada ve ark., 1995). Son zamanlarda gelişmiş kök sistemleri nedeniyle vejetatif bitki üretiminde antep fıstığı aşılansmaktadır (Sidar, 2011). Türkiye’de bu amaçla anaç olarak kullanılabilir yaklaşık 66 milyon kadar yabancı olarak yetişen *Pistacia* ağacı bulunmaktadır (Kuru ve Özsabuncuoğlu, 1990). Meyvelerin sıkılması ile elde edilen yağ yemeklik yağ olarak kullanılmaktadır (Baytop, 1999).

Ürün kalitesi ve korunumu açısından, özellikle hasat ve hasat sonrası dönemlerde, tarımsal materyallerin geometrik, gravimetrik, sürtünme, kuvvet karşısında gösterdiği mekanik direnç belirlenebilmektedir. Tarımsal ürünlerde hasat sonrası uygulanacak teknolojik işlemler yanında kullanılacak makine ve sistemlerin iş veriminin artırılmasında tarımsal ürünlerin biyoteknik özelliklerinin bilinmesi önemlidir. Türkiye’de, çok önemli ve farklı biyolojik çeşitliliğe sahip meyveler bulunmaktadır. Farklı biyoçeşitliliğe sahip bu meyveler üzerinde çok sayıda çalışmaların bulunmasına karşın menengiç meyvesi ve tohumunun biyoteknik özellikleri üzerine çok az sayıda çalışmaların bulunduğu yapılan literatür taramasında belirlenmiştir. Bu konu üzerinde ülkemizde yapılan bazı çalışmalar aşağıdaki gibi özetlenebilir. Bu anlamda yapılan bazı çalışmalar incelendiğinde; Aydın ve Özcan (2002), menengiç meyvelerinin fiziksel özelliklerini; Taşova ve Polatçı (2019), çitlembik meyvesinin bazı fiziko-mekanik özelliklerini, İkinci ve ark. (2018), çitlembik bitkisinin kimyasal bileşimi ve insan sağlığı üzerine etkilerini, Gülsoy ve ark. (2013), menengiç meyvelerinin bazı fiziksel ve fizikokimyasal özellikleri üzerine ekolojik faktörlerin etkisini, Hashim ve ark. (2018), bazı

uygulamaların menengiç tohumlarının çimlenmesi ve çıkışı üzerine etkilerini incelemişlerdir. Yukarıdaki literatürlerde araştırmacılar sadece menengiç meyvesinin biyoteknik özelliklerini incelemişler, mekanik özellikleri detaylı olarak ve kimyasal özelliklerini incelememişlerdir. Bu çalışmada ise, menengiç meyvesi ve tohumun fiziksel, mekanik ve kimyasal gibi biyoteknik özellikleri birlikte incelenmiştir.

## MATERYAL ve YÖNTEM

Çalışmada materyal olarak kullanılan menengiç meyveleri Tokat ilinde bitkisel ürünlerin satıldığı bir marketten sağlanmıştır (Şekil 1). Menengiç tohumları ise meyveler üzerinde tüm analizler bittikten sonra bu meyveler içerisinden çıkarılmıştır. Çalışmalar Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Biyosistem Mühendisliği Bölümü Biyolojik Malzeme Laboratuvarında gerçekleştirilmiştir. Çalışma 15 Aralık 2019 tarihinde başlamıştır. Çalışmada ölçüm

öncesi materyal olarak alınan menengiç meyveleri içerisindeki kırık, zedeli, çürük gibi yabancı materyaller seçilmiştir. Meyve ve tohumların nem içeriklerinin belirlenmesinde, örnekler, 3 tekerrürlü olmak üzere kuru etüvde  $105\pm 1^\circ\text{C}$  sıcaklıkta 24 saat bekletilmiştir (Suthar ve Das, 1996). Etüvden çıkarılan numuneler daha sonra tartılarak nem içerikleri (kuru baz olarak) hesaplanmıştır. Çalışmada meyvelerin 100 adet ağırlığı ile tohumların 1000 adet ağırlığı da belirlenmiştir. 1000 adet tohum ağırlığının hesaplanmasında üç tekerrürlü olarak 100 adet örnek ağırlıklarının ortalaması alınıp, 10 katsayısı ile çarpılmıştır. Numunelerin ölçümünde 0.01 g hassasiyetinde elektronik terazi kullanılmıştır. Meyve ve tohumların fizikomekanik özelliklerinin belirlenmesinde; boyutların ölçümünde numunelerin uzunluk, genişlik ve kalınlıklarının ölçümleri yapılmıştır (Şekil 2). Ölçümlerde 0.01 hassasiyetinde elektronik kumpas aleti kullanılmıştır.



Şekil 1. Denemelerde kullanılan menengiç meyve ve tohum örnekleri.

Figure 1. The samples for terebinth fruits and seeds used in experiments.



Şekil 2. Menengiç meyve ve tohumlarının boyut ölçümlerine ait örnekler

Figure 2. Sample size measurements of terebinth fruits and seeds.

Menengiç meyve ve tohumlarının geometrik ortalama çap ( $G\bar{C}$ ) ve küresellik ( $K_r$ ), yüzey alanı ( $YA$ ), meyve ve tohum hacmi ( $H$ )'nin belirlenmesinde aşağıdaki eşitlikler kullanılmıştır (Mohsenin, 1980).

$$G\bar{C} = (a b c)^{\frac{1}{3}} \quad (1)$$

$$YA = \pi G\bar{C}^2 \quad (2)$$

$$K_r = \left(\frac{G\bar{C}}{a}\right) 100 \quad (3)$$

$$H = \frac{\pi}{6} (a b c) \quad (4)$$

Eşitliklerde,  $a$ : uzunluk (mm),  $b$ : genişlik (mm),  $c$ : kalınlık (mm),  $G\bar{C}$ : geometrik ortalama çap (mm),  $K_r$ : küresellik (%),  $YA$ : yüzey alanı ( $\text{cm}^2$ ),  $H$ : meyve ve tohum hacmi ( $\text{cm}^3$ )'dir. Menengiç meyve ve

tohumlarının gerçek hacim ağırlığı ( $GH$ ) için sıvı yer değiştirme yöntemi kullanılmıştır. Bu yöntemde, sıvı taşıma hacmi ve örnek ağırlığının oranlanmasıyla gerçek hacim ağırlığı ( $\text{kg m}^{-3}$ ) belirlenmiştir (Mohsenin, 1980). Meyve ve tohumların yığın hacim ağırlığı ( $YH$ ,  $\text{kg m}^{-3}$ ) için, hektolitre yöntemi kullanılmıştır. Bu yöntemde silindirik standart bir kaba örnekler tepeleme doldurulur ve silindir içindeki örnek ağırlığı ve silindir hacmine oranlanır. Meyve ve tohumlarının boşluk oranı ( $BO$ , %) değerlerinin belirlenmesinde, aşağıdaki eşitlikten faydalanılmıştır (Mohsenin, 1980; Suthar ve Das, 1996; Özarslan, 2002; Gül ve ark., 2020).

$$BO = \left[1 - \frac{GH}{YH}\right] 100 \quad (5)$$

Burada; *BO*: Boşluk oranı (%), *YH*: Yiğın hacim ağırlığı (kg m<sup>-3</sup>); *GH*: Gerçek hacim ağırlığı (kg m<sup>-3</sup>)'dir.

Meyve ve tohumlarının renk karakteristikleri olarak *L\**, *a\** ve *b\** değerleri, Minolta renk ölçer (Model CR-400, Tokyo, Japonya) ile ölçülmüştür. Renk karakteristiklerinden *L\** (parlaklık) değeri, (0 karanlık, 100 aydınlık); *a\** (kırmızılık) değeri (+ kırmızılık, - yeşillik), *b\** (sarılık) değeri (+ sarılık, - mavilik) göstermektedir (McGuire, 1992). Renk karakteristiklerinin belirlenmesinde meyve ve tohumlar için toplam 15 adet örnekten ölçüm alınmıştır. Renk karakteristikleri için ayrıca hue açısı (*h°*) ile Kroma renk karakteristiklerinin hesaplanmasında aşağıdaki eşitlikten yararlanılmıştır

$$h^{\circ} = \tan^{-1}\left(\frac{b^*}{a^*}\right) \quad (6)$$

$$K = (a^{*2} + b^{*2}) \quad (7)$$

Hue açısı renk tonunu ifade etmektedir. Buna göre 0° açı değeri, kırmızı-mor, 90° açı değeri sarı rengi, 180° açı değeri mavimsi-yeşil, 270° açı değeri ise mavi rengi göstermektedir. Kroma (*K*) renkliliğin bir ölçüsü olup, rengin saflığını veya doygunluğunu gösterir. (McGuire, 1992).

Meyve ve tohumlarının farklı sürtünme yüzeylerindeki (laminant, lastik, PVC ve kontrplak) statik sürtünme katsayılarının belirlenmesinde eğimli masa deney düzeneği kullanılmıştır. Bir vidalı kol yardımıyla eğimli masanın menengiç meyve ve tohumlarının farklı sürtünme yüzeyleri üzerinde hareketine kadar açı yapmasına izin verilmiştir. Bu andaki açı değeri sürtünme katsayı ölçümü için kullanılmıştır. Eğimli masanın yatay düzlemle yaptığı açı değerinin tanjantı statik sürtünme katsayı değeri olarak belirlenmiştir (Celik ve ark. 2007). Denemelerde, sürtünme katsayısı ölçümleri, üç tekrarlı olarak yapılmıştır. Meyve ve tohumların yığılma açısı (*YIA*)'nın belirlenmesinde, iki ucu açık bir silindir kullanılmıştır. Meyve ve tohumlar, silindir içerisine düzgün bir şekilde doldurulmuştur. Daha sonra silindirin yavaş ve düzgün bir şekilde kaldırılması sonucu, silindirden boşalan yiğın materyal yüzey üzerinde bir koni oluşturmuştur. Koninin yatayla yapmış olduğu eğim açısı, yığılma açısı olarak alınmıştır. Bu amaçla, yığılma açısı için oluşan koni yüksekliği (*H<sub>k</sub>*) ve koni yarıçapı (*R<sub>k</sub>*) değerleri kullanılarak aşağıdaki eşitlikten yararlanılmıştır (Kaleemullah ve Gunasekar 2002).

$$YIA = \tan^{-1}\left(\frac{H_k}{R_k}\right) \quad (8)$$

Eşitlikte; *YIA*: Yığılma açısı (°), *H<sub>k</sub>*: koni yüksekliği (cm), *R<sub>k</sub>*: koni yarıçapı (cm)'dir.

Mekanik ölçümlerden sıkıştırma testleri için biyolojik materyal test cihazı kullanılmıştır. Test cihazı; hız ünitesi ve motorlu olup, bası ve çeki dinamometresi ve bir ölçüm cetveline standına sahiptir. Test cihazında sabit plaka, hareketli platform ve kablolu bir

bilgisayar bağlantısı bulunmaktadır. Çalışmada, mekanik testler için kullanılan Sundoo çeki-bası dinamometresi (Model, SH-500, 0.1 N, Çin) kullanılmıştır. Denemelerde menengiç meyve ve tohumlarının farklı hızlarda mekanik direnci kırılma kuvveti (*F*, N) ve deformasyon (*D*, mm) cihaz üzerinden dijital olarak okunmuştur. Ölçümlerde 40,60 ve 80 mm min<sup>-1</sup> yükleme hızları ve yükleme eksenleri (*a*, *b*, *c*) dikkate alınmıştır. Kırılma kuvveti ve deformasyon değerlerinden yararlanılarak kırılma enerjisi (*E*) bulunmuş, aşağıdaki eşitlikten yararlanılmıştır (Braga ve ark. 1999; Khazaei ve ark. 2002).

$$E = \frac{FD}{2} \quad (9)$$

Burada; *E*: Kırılma enerjisi (N mm), *F*: Kırılma kuvveti (N), *D*: Deformasyon (mm)'dur. Mekanik ölçümlerde; Sertlik (*S*, Hardness) değeri ve kırılma için gerekli olan güç (*G*) değeri ise aşağıdaki eşitliklerden hesaplanmıştır.

$$S = \frac{F}{D} \quad (10)$$

$$G = \frac{E Hz}{60000 D} \quad (11)$$

Burada; *G*: kırılma için gerekli olan güç (W); *E*: cinsinden kırılma enerjisi (mJ); *Hz*: yükleme (sıkıştırma) hızı (mm min<sup>-1</sup>); *D*: deformasyon (mm)'dur (Khazaei ve ark. 2008; Altuntas ve ark. 2010). Meyve ve tohumlar için mekanik ölçümlerde toplam 15 örnek kullanılmış ve denemeler üçer tekrarlı olarak yapılmıştır. Menengiç meyvesine ait üç (*a*, *b*, *c*) eksenel boyuta ait kuvvetlerin (*F<sub>a</sub>*, *F<sub>b</sub>*, *F<sub>c</sub>*) gösterimi ve test ölçümü, Şekil 3'te verilmiştir. Boyut ölçümlerinde toplam 400 adet, renk ölçümlerinde, mekanik testler için 10 adet meyve ve tohum kullanılmıştır.

Çalışmada yapılan ölçüm ve analizlerden elde edilen verilerin istatistiksel hesaplamalarında (ortalama, standart sapma ve standart hata değerleri) Microsoft Excell programı kullanılmıştır. Mekanik testlerde ise farklı yükleme hızları ve eksenler kullanıldığı için varyans analizi yapılarak, çoklu karşılaştırma testi kullanılmış, yükleme hız ve eksenlerinin arasındaki ortalamaların karşılaştırılmasında Duncan testi uygulanmıştır (Gomez ve Gomez, 1984).

Kimyasal ölçümler için, titre edilebilir asitlik ölçümü, örneklerden 10 g'ının NaOH ile pH'sının 8.1'e getirilmesiyle belirlenmiş, değer sitrik asit cinsinden bulunmuştur (AOAC, 1984). pH ölçümünde dijital pH metre ve suda çözünebilir kuru madde (SÇKM) ölçümü için dijital refraktometre kullanılmıştır.

## BULGULAR ve TARTIŞMA

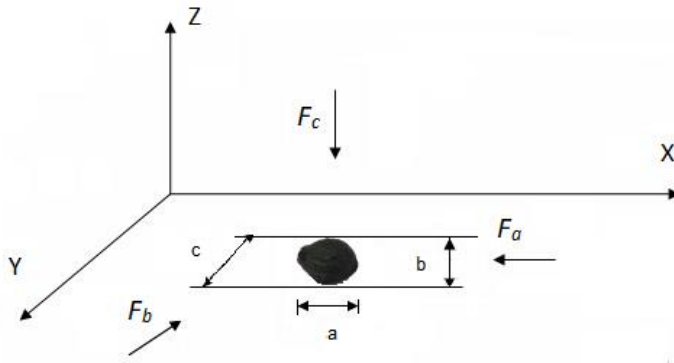
### Fiziksel özellikler

Menengiç meyve ve tohumlarının bazı fiziksel özelliklerine ilişkin değerler, Çizelge 1'de verilmiştir. Meyvelerin geometrik özelliklerine ait uzunluk, genişlik, kalınlık geometrik ortalama çap, küresellik, yüzey alanı değerleri, meyve tohumlarına göre daha yüksek değerler vermiştir. Meyvelerin geometrik



ortalama çap ve yüzey alanı değerleri meyve tohumlarına göre sırasıyla %22.84 ve %5.12 oranında daha yüksek değer vermiştir. Altuntaş ve Naneli (2017), Osmancık-97, Tosya Güneşi, Galileo, Nembo, Vasco çeltik çeşitleri için en düşük yüzey alanı ve geometrik ortalama çap değerlerini Nembo çeltik çeşidinde sırasıyla 0.4471 cm<sup>2</sup> ve 3.64 mm değeriyle bulmuşlardır. Buna karşın en yüksek değerlerin Galileo çeltik çeşidinde sırasıyla 0.4893 cm<sup>2</sup> ve 3.82

mm ile bulunduğunu açıklamışlardır. Ayrıca küresellik değerlerinin en yüksek ve en düşük Nembo ve Vasco çeşidinde sırasıyla %45.74 ve %43.04 olduğunu da açıklamışlardır. Bu çalışmadaki verilere göre, menengiç meyvesi ve tohumlarının geometrik ortalama çap, yüzey alanı ve küresellik değerlerinin, çeltik çeşitlerinin değerlerinden daha yüksek değerde olduğu söylenebilir.



**Şekil 3.** Menengiç meyvesine ait üç (*a*, *b*, *c*) eksenel boyuta ait kuvvetlerin ( $F_a$ ,  $F_b$ ,  $F_c$ ) gösterimi ve test ölçümü

**Figure 3.** Representation of three (*a*, *b*, *c*) axial dimension forces ( $F_a$ ,  $F_b$ ,  $F_c$ ) of terebinth fruit and test measurement

**Çizelge 1.** Menengiç meyve ve tohumlarına ait bazı fiziksel (geometrik ve hacimsel) özellikler.

**Table 1.** Some physical (geometric and volumetric) properties of terebinth (*Pistacia terebinthus L.*) fruits and seeds.

Fiziksel özellikler	Meyve		Tohum	
	Ortalama	Standart hata	Ortalama	Standart hata
<i>a</i> , uzunluk, (mm)	6.18	0.033	5.39	0.028
<i>b</i> , genişlik, (mm)	5.40	0.033	4.51	0.028
<i>c</i> , Kalınlık, (mm)	4.43	0.028	3.29	0.020
<i>GC</i> , geometrik ortalama çap, (mm)	5.27	0.028	4.29	0.021
<i>Kr</i> , küresellik, (%)	87.56	0.366	84.03	0.476
<i>YA</i> , yüzey alanı, (cm <sup>2</sup> )	0.883	0.009	0.584	0.058
<i>H</i> , Hacim, (cm <sup>3</sup> )	0.080	0.001	0.043	0.001
<i>A</i> , tek ağırlığı, (g)	0.090	0.002	0.042	0.001
<i>A</i> <sub>100</sub> , 100 meyve ağırlığı, (g)	9.253	0.862	-	-
<i>A</i> <sub>1000</sub> , 1000 tohum ağırlığı, (g)	-	-	0.442	0.036
<i>YH</i> , yığın hacim ağırlığı, (kg m <sup>-3</sup> )	486.92	1.280	540.11	2.776
<i>GH</i> , gerçek hacim ağırlığı, (kg m <sup>-3</sup> )	1013.17	39.00	696.00	22.57
<i>BO</i> , Boşluk oranı, (%)	51.33	1.775	21.73	2.338

Menengiç meyvelerinin fiziksel özelliklerinden hacimsel özelliklere ait meyve ağırlığı, gerçek hacim ağırlığı ve boşluk oranı değerleri, tohumlara göre daha yüksek değerler vermiştir. Meyvelerin meyve hacmi ve meyve ağırlığı değerleri tohumlara göre sırasıyla %86.05 ve %114.29 oranında daha yüksek değer vermiştir. Buna karşın, tohumların yığın hacim

ağırlığı değeri, meyvelere göre %10.92 oranında daha yüksek değer vermiştir.

Altuntaş ve Naneli (2017), beyaz kinoa tohumlarına ait geometrik ortalama çap, küresellik ve yüzey alanı değerlerini sırasıyla 1.41-1.79 mm, 72.8-89.2 %, 6.77-9.80 mm<sup>2</sup> aralığında bulmuşlardır. Buna karşın, siyah kinoa tohumlarında ise bu parametrelere ait değerler

sırasıyla 1.31-1.79 mm, 81.4-95.1 % ve 5.75-9.98 mm<sup>2</sup> olarak belirtilmiştir. Ayrıca siyah kinoa tohumlarında tek tane ağırlığı, tohum hacmi, yığın hacim ağırlığı, gerçek hacim ağırlığı ve boşluk oranı değerleri sırasıyla 0.0013-0.0015 g, 1.15-2.97 cm<sup>3</sup>, 704-733 kg m<sup>-3</sup>, 838-867 kg m<sup>-3</sup>, %14.0-15.5 aralığında bulunmuştur. Beyaz kinoa tohumlarında ise bu parametrelere ait değerlerin sırasıyla 0.0014-0.0016 g, 1.45-2.90 cm<sup>3</sup>, 724-742 kg m<sup>-3</sup>, 9.91-11.87 g aralığında olduğu belirtilmiştir. Yılar ve Altuntaş (2017), *Salvia cryptantha* (çok yıllık) ve *Salvia viridis* L. (tek yıllık) adaçayı tohumlarında geometrik ortalama çap, küresellik, yüzey alanı, yığın hacim ağırlığı ve boşluk oranı değerlerinin sırasıyla; 1.69 mm ve 2.96 mm; %0.629 ve %0.841; 9.00 ve 27.53 mm<sup>2</sup>; 587.25 ve 718.08 kg m<sup>-3</sup>; % 10.27 ve % 33.22 olduğunu açıklamışlardır.

Altuntaş ve Naneli (2017), 5 farklı çeltik çeşitleri içerisinde en düşük tohum hacmi ve tohum ağırlığı değerlerini 0.0262 cm<sup>3</sup> ve 0.030 g değerleriyle Nembo çeşidinde belirlemişlerdir. Buna karşın, en yüksek değerlerin ise Galileo çeşidinde 0.0367 mm<sup>3</sup> ve 0.039 g değerleriyle olduğunu belirtmişlerdir. Çeltik çeşitleri arasında yığın hacim ağırlıkları değerlerinin 657.0-695.3 kg m<sup>-3</sup>, gerçek hacim ağırlıkları değerlerinin 1029.0-1141.7 kg m<sup>-3</sup> ve boşluk oranı değerlerinin ise %33.84-38.80 aralığında olduğu açıklanmıştır. Bu

çalışmadaki değerlere göre, menengiç meyve ve tohumlarının ağırlık ve hacim değerleri, çeltik tohum ağırlığı ve hacim değerlerinden daha yüksek, buna karşın yığın hacim ve gerçek hacim ağırlığı değerleri ise, çeltik tohumlarından daha düşük değerde bulunmuştur.

Menengiç meyve ve tohumlarının fiziksel özelliklerinden renk karakteristiklerine ait değerler, Çizelge 2'de verilmiştir. Renk karakteristiklerinden *L\**, parlaklık *a\** kırmızılık ve *b\** sarılık değerleri, meyveler için 34.15, -0.97 ve 2.26 olarak belirlenmiştir. Tohumlar için bu değerler ise sırasıyla 30.84, 6.86 ve 6.40 olarak bulunmuştur. Meyvelerin özellikle *a\** kırmızılık değerlerinde negatif '-' değerler vermesi meyve renginin yeşil renkli olduğunu göstermektedir. Tohumların meyve renklerine göre sarılık renk karakteristiğinin 3 kat daha fazla olduğu gözlenmiştir. Altuntaş ve Erdoğan (2017), yenibahar meyvesinin *L\**, *a\**, *b\** değerlerini sırasıyla 34.2, 5.53, 2.67 bulurken, tohumlarda bu karakteristikleri sırasıyla 32.8, 5.56, 1.32 olarak belirlemişlerdir. Bu çalışmadaki verilere göre, yenibahar meyve ve tohumuna ait *L\** değerlerinin menengiç meyve ve tohumlarına göre daha yüksek değerde olduğu görülmektedir.

## Çizelge 2. Menengiç meyve ve tohumunun renk karakteristikleri.

**Table 2.** The color characteristics of terebinth (*Pistacia terebinthus* L.) fruits and seeds.

Renk karakteristikleri	Meyve		Tohum	
	Ortalama	Standart hata	Ortalama	Standart hata
<i>L*</i>	34.15	0.442	30.84	0.484
<i>a*</i>	-0.97	0.186	6.86	0.159
<i>b*</i>	2.26	0.245	6.40	0.213
Kroma	2.51	0.267	9.39	0.234
Hue açısı	-1.17	0.063	0.75	0.013

## Mekanik özellikler

Menengiç meyve ve tohumlarının mekanik sıkıştırma testleri sonucu farklı yükleme hızları ve yükleme eksenlerindeki kırılma kuvveti ve deformasyon değerleri, Çizelge 3'te verilmiştir. Çizelge 3'e göre, meyvelerin farklı yükleme hızlarındaki sıkıştırma testindeki kırılma kuvveti değerleri, tohumlara ait değerlerden daha yüksek bulunmuştur. Yükleme eksenlerine göre, meyvelerde *X*- ekseninde yükleme hızlarına göre bir azalış görülürken, *Y*- ve *Z*- eksenlerinde ise yükleme hızlarına göre kırılma kuvveti bir artış söz konusu olmuştur. Tohumlarda, tüm incelenen yükleme eksenlerinde, yükleme hızlarına göre kırılma kuvveti değerlerinde bir azalış görülmektedir. En yüksek kırılma kuvveti değeri, meyvelerde 88.36 N ile *Z*- ekseninde ve 80 mm min<sup>-1</sup> yükleme hızında görülmüştür. En düşük kırılma kuvveti değeri ise 62.12 N değeriyle *X*- ekseninde 80 mm min<sup>-1</sup> yükleme hızında gözlenmiştir. Tohumlarda en yüksek kırılma kuvveti değeri 49.73 N değeriyle *X*-

ekseninde ve 40 mm min<sup>-1</sup> yükleme hızında görülmüştür. Buna karşın en düşük kırılma kuvveti değeri ise 25.60 N değeriyle *X*- ekseninde 80 mm min<sup>-1</sup> yükleme hızında gözlenmiştir.

Özellikle tohumların meyve örneklerine göre daha pürüzsüz yapıda olması yanında daha parlak yüzeye sahip olduğu söylenebilir. Tohumlarda sıkıştırma testlerinde, *X*- ekseninden elde edilen kırılma kuvveti değerleri daha yüksek değerler vermiştir. Menengiç meyvelerinin farklı eksen ve hızlardaki kırılma enerjisi, sertlik değeri ve kırılma gücü değerleri, Şekil 4'te verilmiştir. Tohumlar için aynı parametrelere ait değerler Şekil 5'te verilmiştir.

Şekil 4'e göre, meyvelerin *X*-, *Y*- ve *Z*- yükleme eksenlerinde kırılma enerjisi yükleme hızlarına göre artış gösterirken, sertlik değerleri ise azalış göstermiştir. En yüksek kırılma enerji değeri tohumlarda 121.56 N mm (mJ) değeriyle ile *Z*- ekseninde 80 mm min<sup>-1</sup> hızında bulunmuştur. Buna karşın, en düşük kırılma enerjisi değeri 59.80 N mm

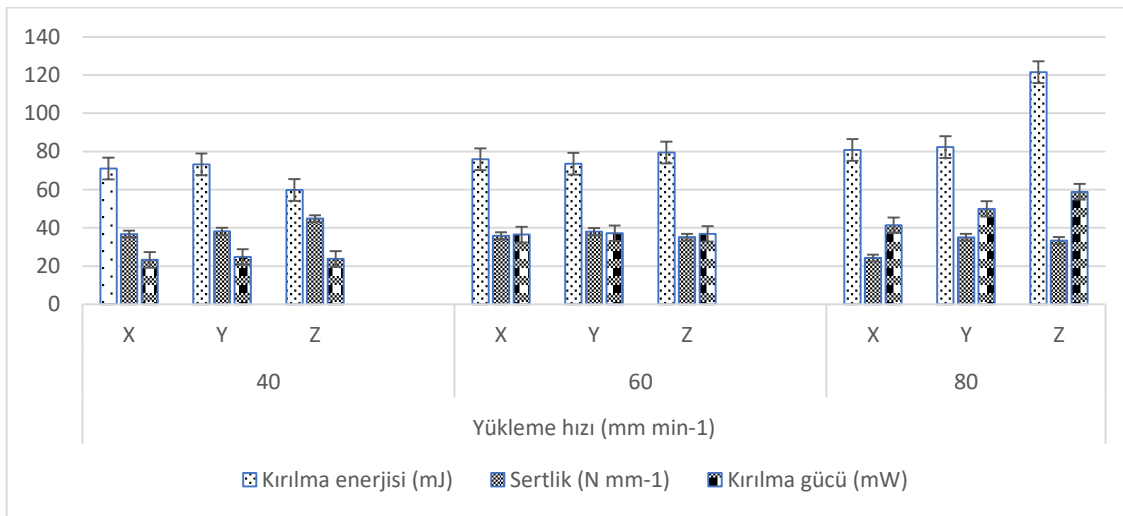
değeriyle Z- ekseninde 40 mm min<sup>-1</sup> yükleme hızında görülmüştür. En yüksek kırılma için gerekli olan güç değeri tohumlarda 58.91 mW ile Z- ekseninde 80 mm

min<sup>-1</sup> yükleme hızında bulunmuştur. En düşük sertlik değeri ise 23.21 N mm<sup>-1</sup> ile X- ekseninde 40 mm min<sup>-1</sup> gözlenmiştir.

**Çizelge 3.** Menengiç meyve ve tohumlarının farklı eksen ve hızlardaki kırılma kuvveti ve deformasyon değerleri  
**Table 3.** The rupture force and deformation of terebinth fruits and seeds at the different axes and speeds

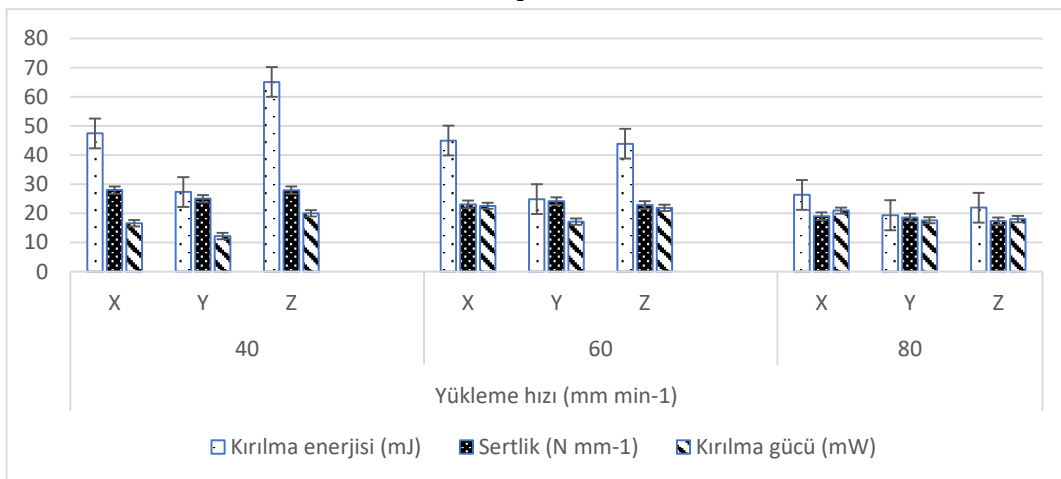
Menengiç	Yükleme eksenini	Yükleme hızları (mm min <sup>-1</sup> )					
		40		60		80	
		F (N)	D (mm)	F (N)	D (mm)	F (N)	D (mm)
Meyve	X	72.90 (1.27)*	2.10 (0.09)	66.64 (0.94)	2.22 (0.11)	62.12 (2.78)	2.55 (0.09)
	Y	74.37 (2.01)	1.96 (0.06)	74.44 (1.72)	1.99 (0.05)	74.98 (1.86)	2.20 (0.10)
	Z	71.15 (1.32)	1.68 (0.11)	73.69 (1.11)	2.15 (0.10)	88.36 (1.92)	2.75 (0.14)
Tohum	X	49.73 (1.76)	1.92 (0.13)	45.09 (1.67)	1.97 (0.08)	31.39 (1.62)	1.67 (0.06)
	Y	36.51 (1.62)	1.49 (0.06)	34.28 (1.38)	1.44 (0.08)	26.39 (1.78)	1.44 (0.09)
	Z	59.91 (1.81)	2.17 (0.07)	43.71 (2.25)	1.99 (0.11)	26.98 (1.91)	1.60 (0.10)

F: Kırılma kuvveti, D: Deformasyon, (\*): Parantez içerisindeki değerler, standart hata değerleridir.



**Şekil 4.** Menengiç meyvelerinin farklı eksen ve hızlardaki kırılma için gerekli kırılma enerjisi (N mm), sertlik değeri (N mm<sup>-1</sup>) ve kırılma için gerekli olan güç değerleri (mW).

**Figure 4.** The absorbed energy (N mm), hardness (N mm<sup>-1</sup>) and rupture power (mW) and deformation of terebinth fruits at the different axes and speeds



**Şekil 5.** Menengiç tohumlarının farklı yükleme eksen ve hızlarındaki kırılma için gerekli kırılma enerjisi (N mm), sertlik değeri (N mm<sup>-1</sup>) ve kırılma için gerekli olan güç değerleri (mW).

**Figure 5.** The absorbed energy (N mm), hardness (N mm<sup>-1</sup>) and rupture power (mW) and deformation of terebinth seeds at the different axes and speeds.

Şekil 5'e göre, tohumların X-, Y- ve Z- yüklenme eksenlerinde kırılma enerjisi ve sertlik değerleri yüklenme hızlarına göre azalış göstermiştir. En yüksek kırılma enerjisi 65.06 N mm (mJ) değeriyle Z- ekseninde 40 mm min<sup>-1</sup> hızında en düşük 19.33 N mm değeriyle Y- ekseninde 80 mm min<sup>-1</sup> hızında bulunmuştur. En yüksek sertlik değeri tohumlarda 27.95 N mm<sup>-1</sup> ile X- ekseninde 40 mm min<sup>-1</sup> hızında, en düşük sertlik değeri ise 17.30 N mm<sup>-1</sup> ile Z- ekseninde ve 80 mm min<sup>-1</sup> hızında bulunmuştur.

Çizelge 4'te, menengiç meyvesi ve tohumlarına ait mekanik test sonuçlarına ait varyans analiz sonuçları verilmiştir. Buna göre, meyvelerde yüklenme hızları ve eksenlerinin sertlik ve kırılma için gerekli güç değerlerine etkileri istatistiksel olarak P<0.01 seviyesinde önemli bulunmuştur. Tohumların yüklenme hızları ve eksenlerinin kırılma kuvveti,

deformasyon ve kırılma enerjisi değerlerine etkileri ise istatistiksel olarak P<0.01 seviyesinde önemli çıkmıştır.

Çizelge 5'te, menengiç meyve ve tohumlarının yığılma açısı ile statik sürtünme katsayısı değerleri farklı sürtünme yüzeyler için verilmiştir. Meyvelerin yığılma açısı değerleri, tohumlara göre %33.05 daha düşük değerde bulunmuştur. Tohumlara ait sürtünme katsayısı değerleri de meyvelere göre daha düşük değerde bulunmuştur. Tohumlar, meyvelerin mevcut yüzeyi gibi girintili çıkıntılı yani pürüzlü bir yüzeye sahip olmayıp daha parlak ve düz bir yüzeyli olduğu için genelde daha düşük statik sürtünme katsayısı değerleri vermiştir. Statik sürtünme katsayısı değerlerinde, meyveler için en yüksek değer 0.514 ile kontrplakta elde edilirken, buna karşın en düşük 0.352 değer ile laminant yüzeyde bulunmuştur.

**Çizelge 4.** Yüklenme hızları ve yüklenme eksenlerinin menengiç meyvesi ve tohumlarında mekanik test sonuçlarına ait varyans analiz sonuçları

**Table 4.** Variance analysis results related to the mechanical test results for terebinths fruits and seeds at the loading speeds and loading axes

Mekanik özellikler	Meyve		Tohum	
	Yüklenme eksen	Yüklenme hızı	Yüklenme eksen	Yüklenme hızı
Kırılma kuvveti	**	öd	**	**
Deformasyon	öd	**	**	**
Kırılma enerjisi	*	**	**	**
Sertlik	**	**	öd	**
Kırılma için gerekli güç	**	**	öd	öd

\*: P<0.05, \*\*: P<0.01, öd: P>0.05 önemsiz

**Çizelge 5.** Menengiç meyve ve tohumunun statik sürtünme katsayısı ile yığılma açısı değerleri

**Table 5.** Static coefficient of frictions and angle of repose for terebinth (*Pistacia terebinthus* L.) fruits and seeds

Statik sürtünme katsayısı	Sürtünme yüzeyi	Meyve		Tohum	
		Ortalama	Standart hata	Ortalama	Standart hata
	Laminant	0.352	0.009	0.314	0.011
	Lastik	0.492	0.009	0.514	0.012
	PVC (*)	0.360	0.008	0.352	0.005
	Kontrplak	0.514	0.001	0.449	0.009
YIA (Yığılma açısı, °)		8.14	0.411	10.83	0.490

(\*): PVC: Polivinil klorür

Tohumların sürtünme katsayısı değerleri en yüksek 0.514 ile lastik yüzeyde; en düşük ise 0.314 ile laminant yüzeyde bulunmuştur. Hem meyve ve hem de tohumlarda en düşük sürtünme katsayısı değerleri laminant yüzeyde elde edilmiştir. Buna neden olarak, laminant yüzeyin, diğer tüm sürtünme yüzeyleri arasında daha kaygan ve düz yüzeye sahip olmasından kaynaklandığı söylenebilir (Çizelge 5). Altuntaş ve ark. (2005), çemen tohumlarının sürtünme katsayısı değerlerini: %8.9-%20.1 nem içerikleri aralığında en yüksek kontrplak yüzeyde 0.464-0.567 aralığında elde etmişlerdir. Taşer ve ark (2005), Macar fiğ tohumlarının %11.57 nem içeriğinde statik sürtünme

değerlerini, kontrplak (sert ahşap levha) ve lastik yüzey için sırasıyla 0.35 ve 0.45 olarak; adi fiğ için ise %10.3 nemde sırasıyla 0.32 ve 0.48 olarak bulmuşlardır. Altuntaş ve Naneli (2017), siyah kinoa tohumlarının statik sürtünme katsayısını kontrplak ve lastik yüzey için sırasıyla, 0.40-0.44 ve 0.34-0.36; beyaz kinoa tohumları için ise sırasıyla 0.43-0.49 ve 0.39-0.43 aralığında bulmuşlardır. Ayrıca, siyah kinoa tohumları için en yüksek sürtünme katsayısı değerlerinin kontrplakta bulduklarını da açıklamışlardır. Bu çalışmada, menengiç meyvesi ve tohumlarının kontrplak yüzeydeki sürtünme katsayıları, çemen tohumlarına göre daha düşük değerdedir. Buna karşın, Macar ve adi fiğ tohumlarına

göre menengiç meyve ve tohumlarının sürtünme katsayısı değerleri kontrplak ve lastik yüzeylerde daha yüksek değerdedir. Menengiç meyvesinde sürtünme katsayısının en yüksek çıktığı yüzey kontrplak yüzey olup, siyah kinoa tohumlarındaki sonuçlarla benzerlik göstermiştir. Taşer ve ark (2005), adi ve Macar fiğ tohumlarında yığılma açısı değerlerini sırasıyla 12.95° ve 13.64°; Yılar ve Altuntaş (2017), çok yıllık ve tek yıllık adaçayı tohumları için sırasıyla 14.33° ve 14.09° bulmuşlardır. Altuntaş ve Naneli (2017), siyah ve beyaz kinoa tohumlarında yığılma açısı değerlerini sırasıyla 6.44-10.25° ile 8.67-11.47° aralığında bulduklarını ifade etmişlerdir. Bu çalışmada, menengiç meyvesi ve tohumlarının yığılma açısı değerleri, Macar ve adi fiğ tohumları ile *Salvia cryptantha* ve *Salvia viridis* adaçayı tohumlarından daha küçük değerdedir. Fakat, menengiç meyveleri yığılma açısı değerleri, siyah kinoa tohumlarına ait değerler aralığında; tohumlar ise beyaz kinoa tohumlarına ait değerler aralığında değerler vermiştir.

#### Çizelge 6. Menengiç meyve ve tohumlarının bazı kimyasal özellikleri

Table 6. Some chemical properties of terebint fruits and seeds

Kimyasal özellikler	Meyve		Tohum	
	Ortalama	Standart hata	Ortalama	Standart hata
pH	5.70	0.06	6.49	0.04
SÇKM	3.14	0.13	3.60	0.06
TEA	1.61	0.04	1.84	0.03
Nİ	5.76	0.13	5.60	0.36

SÇKM: Suda çözünebilir kuru madde, %, TEA: Titre edilebilir asitlik (g 100 g<sup>-1</sup>), Nİ: Nem içeriği, %

Yıldız ve Altuntaş (2015) yeme olumundaki üvez meyvesinin suda çözünebilir kuru madde titre edilebilir asitlik ve pH değerlerini sırasıyla 11.8, 0.22 g/100 g ve 4.65 olarak belirlemişlerdir. Literatürler incelediğinde, menengiç meyvesinin pH değeri Uşak'taki alıç genotip değerleri aralığındadır. Buna karşın, Hakkari'de yetişen alıç meyvesi değerlerine göre daha yüksek ve üvez meyvesine göre daha düşük değerdedir. SÇKM değerleri menengiç meyvesinde, Hakkari ve Uşak'ta yetişen alıç meyveleri ile üvez meyvelerinden daha düşük değerlerdedir.

#### SONUÇ

Menengiç meyvelerinin tohumlarına nazaran daha küreye yakın olduğu gözlenmiştir. Meyvelerin, tohumlarına nazaran gerçek hacim ağırlığı değerleri daha yüksek değer verirken, yığın hacim ağırlığı değerleri ise daha düşük çıkmıştır. Tohumların, meyvelerine nazaran renk ölçüm karakteristikleri olan a\*, b\* ve Kroma değerleri daha yüksek değerler vermiştir. Hem meyveler ve hem de tohumlarda en yüksek kırılma kuvveti değerleri Z- ekseninde bulunurken, tohumlarda kırılma kuvveti değerleri X-, Y- ve Z- eksenlerinde hızlara göre azalış gösterirken, meyvelerde ise Y-ve Z- eksenlerinde artış göstermiştir. Meyvelerin tohumlarına nazaran statik sürtünme

#### Kimyasal özellikler

Menengiç meyve ve tohumlarının kimyasal özellikleri Çizelge 6'da verilmiştir. Çizelge 6'ya göre, meyvelerin pH, suda çözünebilir kuru madde (SÇKM) ve titre edilebilir asitlik (TA) değerleri sırasıyla 5.70, %3.14 ve 1.61 g 100 g<sup>-1</sup> olarak, Tohumların pH, suda çözünebilir kuru madde (SÇKM) ve titre edilebilir asitlik (TA) değerleri ise sırasıyla 6.49, %3.60 ve 1.84 g/100 g olarak belirlenmiştir. Nem içeriği kuru baza göre meyvelerde %5.76 ve tohumlarda %5.60 olarak belirlenmiştir (Çizelge 6). Okatan ve ark. (2017), Uşak'ta yetişen farklı alıç genotiplerinin SÇKM değerlerini %9.12- %17.40, pH değerlerini 2.95-4.12 ve titre edilebilir asitlik değerlerini ise %0.58-%2.85 aralığında bulmuşlardır. Yavıç ve ark., (2016), Hakkari'de yetişen alıç genotiplerinin SÇKM değerlerini %16.04- %25.56, pH değerlerini 3.04-4.06 ve titre edilebilir asitlik değerlerini ise %0.53-%2.76 aralığında bulmuşlardır.

katsayısı değerleri lastik yüzey hariç daha yüksek değerler vermiştir. Menengiç meyve ve tohumlarının fiziksel, mekanik ve kimyasal özelliklerinin belirlenmesi, hasat sonrası üretim teknolojilerinde kullanılan makine ve sistemlerden sınıflandırma, taşıma, materyallerin işlenmesi ve depolanmasında dikkate alınması, önemli düzeyde katkı sağlayacaktır.

#### Çıkar çatışması beyanı

Yazarlar arasında çıkar çatışması yoktur.

#### Yazar Katkı Oranları

Yazarlar makaleye eşit oranda katkı sağladıklarını beyan ederler.

#### KAYNAKLAR

- 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.
- Altuntaş E, Erdoğan M 2017. Yenibahar (*Pimenta dioica* L.) meyvesinin bazı fiziksel özelliklerinin belirlenmesi. Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi, 32: 316-320.
- Altuntaş E, Naneli İ 2017. Beyaz ve siyah kinoa

- tohumlarının geometrik, hacimsel ve sürtünme özellikleri. Gaziosmanpaşa Bilimsel Araştırma Dergisi, 6 (1): 1-8.
- Altuntaş E, Özgöz E, Taşer ÖF 2005. Some physical properties of fenugreek (*Trigonella foenum-graceum* L.) seeds, Journal of Food Engineering, 71: 37-43.
- Anonim, 2020. <https://tr.wikipedia.org/wiki/Menengi%C3%A7>. Erişim tarihi: 04.04.2020.
- AOAC, 1984. Association of Official Analytical Chemists, 1984. Official methods of analysis. 14th ed. Arlington, VA: Association of Official Analytical Chemists.
- Aydın, C, Özcan M 2002. Some physico-mechanic properties of terebinth (*Pistacia terebinthus* L.) fruits, Journal of Food Engineering 53: 97-101.
- Baytop T 1984. Türkiye'de bitkiler ile tedavi. İstanbul Univ. Yay. No.3255. İstanbul.
- Baytop T 1999. Türkiye'de bitkiler ile tedavi, Nobel Tıp Kitabevi, 324-325, 1999.
- Braga GC, Couto SM, Hara T, Neto JTPA 1999. Mechanical behaviour of macadamia nut under compression loading. J. Agric. Eng. Res. 72: 239-245.
- Celik, A., Ercisli, S., Turgut, N., 2007. Some physical, pomological and nutritional properties of kiwifruit cv. Hayward. International Journal of Food Sciences and Nutrition, 58: 411-418.
- Gercheva P, Zhivondov A, Nacheva L, Avanzato D 2008. Transsexual forms of Pistachio (*Pistacia terebinthus* L.) from Bulgaria biotechnological approaches for preservation, multiplication and inclusion in selection programs, Bulgarian Journal of Agricultural Science, 14 (5): 449-453.
- Gomez KA, Gomez AA 1984. Statistical procedures for agricultural research (Ch. 4). In: K.A. Gomez And A.A. Gomez (Eds.), An International Rice Researches Institute Book, 2nd edn, Paper No 137-186. John Wiley & Sons, Singapore.
- 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.
- Gülsoy S, Özkan G, Özkana K, Genç M 2013. Menengiç (*Pistacia terebinthus* L. subsp. palaestina (Boiss.) Engler) meyvelerinin bazı fiziksel ve fizikokimyasal özellikleri üzerine ekolojik faktörlerin etkisi. Süleyman Demirel Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, 14: 15-23.
- Hashim İF, Aşkın MA, Yıldırım AN 2018. Bazı uygulamaların menengiç (*Pistacia terebinthus* L.) tohumlarının çimlenmesi ve çıkışı üzerine etkileri. Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi 13 (1): 27-39.
- İkinci A, Şimşek M, Gülsoy E 2018. Çitlembik bitkisinin kimyasal bileşimi ve insan sağlığı üzerine etkileri. Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 8(3): 21-30.
- Karakaş B, Certel M 2004. Menengiç (*Pistacia terebinthus* L.) ağacı meyvesinin (Çitlembik) değerlendirilme olanakları. Geleneksel Gıdalar Sempozyumu Van, 2004.
- 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, 2002.
- Kuru C, Ozsabuncuoglu IH 1990. Yabani Pistacia türlerinin aşılmasında sorunlar ve çözüm yolları. Türkiye 1. Antepfıstığı Sempozyumu, 11- 12 Sept. 1990, Gaziantep-Turkey, 51-57.
- McGuire RG 1992. Reporting of objective colour measurements. HortScience, 27 (12): 1254-1255.
- Mohsenin NN 1980. Physical properties of plant and animal materials. Gordon and Breach Science Publishers, New York.
- Okatan V, Gündoğdu M, Çolak AM 2017. Uşak'ta yetişen farklı alıç (*Crataegus* spp.) genotipi meyvelerinin bazı kimyasal ve pomolojik karakterlerinin belirlenmesi. Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 7 (3): 39-44.
- Özarslan C 2002. Some physical properties of cotton seed. Biosystems Engineering, 83 (2): 169-174.
- Özcan C 2009. Semizotu, Isırgan otu, menengiç ve kuşburnu gibi tıbbi ve aromatik bitkilerde flavonollerin HPLC-MS ile tayini. Fırat Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Kimya Ana Bilim Dalı, Doktora Tezi, s.139.
- Özcan M 2004. Characteristics of fruit and oil of terebinth (*Pistacia terebinthus* L) growing wild in Turkey. Journal of the Science of Food and Agriculture, 84 (6): 517-520.
- Özslu E, İskender E, Tel AZ, İlçim A 2009. Taxonomic situations of two subspecies of Pistacia (*P. terebinthus* sups. terebinthus and *P. terebinthus* subsp. palaestina) by morphological and area remarks, Biological Diversity and Conservation, 100-109.
- Sidar H 2011. Menengiç tohumlarından yağ eldesi: Sulu ekstraksiyona enzim ve yüzey aktif madde etkisi. Yüksek lisans tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 83pp.
- Suthar SH, Das SK 1996. Some physical properties of karingda [*Citrus lanatus* (thumb) mansf ] seeds. Journal of Agricultural Engineering Research, 65 (1): 15-22.
- Tarakçı S 2006. Beykoz civarındaki tıbbi özellik taşıyan bitkiler üzerine araştırmalar. Marmara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Biyoloji Anabilim Dalı, Doktora Tezi, 53 Sy.
- Taşer ÖF, Altuntaş E, Özgöz E 2005. Physical properties of Hungarian and common vetch seeds, Journal of Applied Sciences. 5 (2): 323-326.
- Taşova M, Polatçı H (2019). Çitlembik (*Celtis Australis*) meyvesinin bazı fiziko-mekanik parametrelerinin belirlenmesi. International Black

- Sea Coastline Countries Symposium-II, July, 20-22, 365-373,
- Ünüvar A 2013. Menengiç (*Pistacia terebinthus* L.) ve bazı ekmek katkı maddelerinin hamur reolojik özellikleri ve ekmek kalitesi üzerine etkisi. Hacettepe Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Ana Bilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, , 91 sy.
- Yavıç A, Taylan A, Balcı H, Encu T, 2016. Hakkâri ili Şemdinli yöresi alç (*Crataegus* spp.) meyvelerinin biyokimyasal ve pomolojik özellikleri. Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi, 26(4): 500-504.
- Yeşilada E, Gisho H, Sezik E, Tubate M, Fujite T, Tanaka, T, Takedu, Y, Takaishi, Y 1995. Traditional medicine in Turkey V. Folk Medicine in the inner Taurus Mountains. Journal of Ethnopharmacology 46: 133–152.
- Yılar M, Altuntaş E 2017. Tek ve çok yıllık adaçayı (*Salvia viridis* L., *Salvia cryptantha* Montbret et Aucher) tohumlarının bazı fiziksel özelliklerinin belirlenmesi. Mediterranean Agricultural Sciences, 30 (2): 137-141.
- Yıldız M, Altuntaş E, 2015. Üvez meyvesinin bazı biyoteknik özelliklerinin belirlenmesi. 29. Ulusal Tarımsal Mekanizasyon ve Enerji Kongresi, 2-5 Eylül 2015, 409-412, Diyarbakır.

Semboller			
$a$	Uzunluk, mm	$a^*$	Kırmızılık değeri
$b$	Genişlik, mm	$b^*$	Sarılık değeri
$c$	Kalınlık, mm	$h^\circ$	Hue açısı
$G\bar{C}$	Geometrik ortalama çap, mm	$K$	Kroma değeri
$YA$	Yüzey alanı, $cm^2$	$YIA$	Yığılma açısı, $^\circ$
$H$	Meyve ve tohum hacmi, $cm^3$	$H_k$	Koni yüksekliği, cm
$Kr$	Küresellik, %	$Rk$	Koni yarıçapı, cm
$A$	Tek ağırlık, g	$F$	Kırılma kuvveti, N
$A_{100}$	100 meyve ağırlığı, g	$D$	Deformasyon, mm
$A_{1000}$	1000 tohum ağırlığı, g	$F$	Kırılma kuvveti, N
$GH$	Gerçek hacim ağırlığı, $kg\ m^{-3}$	$E$	Kırılma enerjisi, N mm
$YH$	Yığın hacim ağırlığı, $kg\ m^{-3}$	$S$	Sertlik (Hardness), $N\ mm^{-1}$
$BO$	Boşluk oranı (Porozite), %	$G$	Kırılma için gerekli olan güç, W
$L^*$	Parlaklık değeri	$H_z$	Yükleme (sıkıştırma) hızı, $mm\ min^{-1}$

## A New Suffruticose Taxon of *Dianthus* (Caryophyllaceae) from Bingöl, Turkey

Ergin HAMZAOĞLU<sup>1</sup>, Lütfi BEHÇET<sup>2</sup>, Yakup YAPAR<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Gazi University, Gazi Faculty of Education, Department of Mathematics and Science Education, 06560, Yenimahalle, Ankara, Turkey,  
<sup>2,3</sup>Bingöl University, Faculty of Arts and Science, Department of Biology, 12000, Bingöl, Turkey

<sup>1</sup><https://orcid.org/0000-0001-6053-6796>, <sup>2</sup><https://orcid.org/0000-0001-8334-7816>, <sup>3</sup><https://orcid.org/0000-0002-5298-0085>

✉: [erginhamzaoglu@gazi.edu.tr](mailto:erginhamzaoglu@gazi.edu.tr)

### ABSTRACT

*Dianthus hymenolepis* Boiss. subsp. *bingolensis*, collected from Bingöl (Turkey), was defined as new subspecies for the scientific world. *D. hymenolepis* subsp. *bingolensis* grows rocky slopes in *Quercus petrae* openings. The description, photographs and general ecological preferences of the newly defined subspecies were given.

### Research Article

#### Article History

Received : 04.04.2020  
Accepted : 18.05.2020

#### Keywords

*Dianthus*  
New subspecies  
Taxonomy  
Turkey

## Bingöl'den Yeni Bir Çalimsı *Dianthus* (Caryophyllaceae) Taksonu, Türkiye

### ÖZET

Bingöl'den (Türkiye) toplanan *Dianthus hymenolepis* Boiss. subsp. *bingolensis*, bilim dünyası için yeni bir alttür olarak tanımlandı. *D. hymenolepis* subsp. *bingolensis* *Quercus petrae* açıklıklarındaki kayalık yamaçlarda yetişir. Yeni olarak tanımlanan alttürün betimlemesi, fotoğrafları ve genel ekolojik tercihleri verildi.

### Araştırma Makalesi

#### Makale Tarihçesi

Geliş Tarihi : 04.04.2020  
Kabul Tarihi : 18.05.2020

#### Anahtar Kelimeler

*Dianthus*  
Yeni alttür  
Taksonomi  
Türkiye

**To Cite:** Hamzaoğlu E, Behçet L, Yapar Y 2020. A New Suffruticose Taxon of *Dianthus* (Caryophyllaceae) from Bingöl, Turkey. KSU J. Agric Nat 23 (6): 1529-1534. DOI: 10.18016/ksutarimdog.vi.714530.

### INTRODUCTION

The name "*Dianthus*" was first used by Carl Linnaeus (1707-1778) as a genus name in the work called *Species Plantarum*. The genus is described in this work with a total of 15 species.

Of these species; *Dianthus barbatus* L., *D. carthusianorum* L. and *D. armeria* L. already grow in Turkey. Linnaeus did not describe the genus in his work, did not divide it into groups or sections. A small number of species; It is distinguished by using quite basic characters such as clustered or single flowers, herbaceous or bushy, calyx and petal shape (Linnaeus, 1753). Some taxa of the genus were transferred to the genus *Petrorrhagia* (Ser.) Link described later (Link, 1831). If this transfer was not counted, no taxonomic changes have were on genus since its publication.

*Dianthus* L. (Turkish Karanfil) is the second largest genus of Caryophyllaceae family after *Silene* L. The gene centre of the genus, which contains about 300 species, was considered the Mediterranean phytogeographic region (Dequan and Turland, 2001).

With 84 species that have already grown in Turkey is the country where most of *Dianthus* species in the World (Post, 1896; Schischkin, 1936; Rechinger, 1964; 1988; Tutin and Walters, 1993; Gemici and Leblebici, 1995; Menemen and Hamzaoğlu, 2000; Özhatay and Kültür, 2006; Vural, 2008; Yılmaz et al., 2011; İlçim et al., 2013; Hamzaoğlu et al., 2014; 2015a; 2015b; 2015c; 2017; 2018; Hamzaoğlu and Koç, 2015; 2018a; 2018b; 2019a; 2019b; 2019c; 2019d; Deniz et al., 2016; Oskay, 2018; Hamzaoğlu, 2020; Koç, 2020). Turkey, this diversity-owned; It owes its wealth to habitat, which emerges as a result of its climatic, topographic and geological diversity (Davis, 1965; İlhan, 1976). Although the main volumes of the work Flora of Turkey and the East Aegean Islands were completed in 1985; two additional volumes were published subsequently and many new taxa were identified each year, indicating this richness (Davis, 1985; Davis et al., 1988; Güner et al., 2000; Dirmenci et al., 2018; Fidan, 2019; Güzel et al., 2018; Özbek et al., 2019; Özgüşi et al., 2018; Pınar and Eroğlu, 2019; Şenol et al., 2018; Şirin et al., 2019; Terzioğlu et al., 2019; Yıldırım 2019).



## MATERIAL and METHODS

Specimens belonging to the species defined were collected in Bingöl Province in Turkey. Use was made of the related literature and the specimens in the GAZI, ANK, ISTO and E herbaria in the identification and evaluation of the specimens (Reeve, 1967; Rechinger, 1988). The Canon EOS60D digital camera was used for taking the photographs. A ruler with a sensitivity of 0.5 mm was used in the writing of the sizes of the morphological characters given in the depiction.

## RESULTS and DISCUSSION

*Dianthus hymenolepis* Boiss. subsp. *bingolensis* Hamzaoğlu and Behçet, **subsp. nov.**

**Type:** Turkey. **B8** Bingöl: Bingöl, S. of Alıncık village, 38°52'09"K - 40°26'02"D, *Quercus petrae* openings, rocky slopes, 1440 m a.s.l., 01.07.2018, *L.Behçet* and *Y.Yapar* 15493 (holo. GAZI, iso. ANK, Bingöl Univ. Herb.) (Figures 1 and 2).

**Diagnosis:** *Dianthus hymenolepis* subsp. *bingolensis* differs from *Dianthus hymenolepis* mainly because it has sheaths of cauline leaves 2–2.5 times as long as wide (not up to 1.5 times as long as wide); inflorescence, epicalyx scales and calyx glandular-pubescent (not puberulent); seeds 1.9–2.3 mm wide (not 1.3–1.6 mm wide).

**Description:** Suffruticose perennial, many-stemmed, pruinose. Stems erect, 25–60 cm tall, usually unbranched, glabrous or puberulent, 5–9-noded. Sterile shoot leaves linear, flattened, glabrous or puberulent, with scabrous margins, acute-acuminate at apex, equal or slightly longer than cauline leaves. Cauline leaves similar to sterile shoot leaves; lower usually persistent after anthesis; middle 30–55 × 2–5 mm, ± separated to stem, shorter than internodes, 3-veined, sheaths 2–2.5 times as long as wide; upper greenish at base, nodes swollen. Inflorescence capitate, usually simple, with (3–)5–10(–18) flowers, glandular-pubescent; pedicels 0–2 mm, greenish. Epicalyx scales 4(–6), cartilaginous-herbaceous, greenish or straw-colored, sometimes purplish to apex, glandular-pubescent, separated from calyx, ± equal or longer than calyx, apex aristate, arista 1/2–3/5 as long as scale; outer veinless below, distinctly 3–5-veined above, linear-lanceolate or lanceolate, 15–19 × 2–3 mm, with narrowly scarious (0.2–0.3 mm) margins, apex acute except arista; inner veinless below, distinctly 5–7-veined above, oblanceolate, 17–22 × 3–5 mm, with narrowly scarious (0.3–0.4 mm) margins, apex obtuse except arista. Calyx lanceolate, 16–20 × 3–4 mm, usually indistinctly below, distinctly 35–40-veined above, glandular-pubescent, greenish below, purplish above; teeth broadly oblong-lanceolate, 3.5–4.5 × 1.7–2.2 mm, 5–7-veined, with ciliate and distinctly scarious margins, apex rounded, obtuse,

mucronate. Petals 19–25 mm long; limb suborbicular, 7–9 × 6–8 mm, c. 1/3 as long as petal, about 2/3 exerted from calyx, spotted or not, barbulate, pink or reddish-purple, 5–9-toothed to apex, teeth broadly triangular, up to 1/7 as long as limb; claw 13–16 × 1.4–1.6 mm, collar almost as wide as claw. Capsule shorter than calyx. Seeds broadly elliptic, 3.2–4.1 × 1.9–2.3 mm, blackish.

**Ecological preferences:** *Dianthus hymenolepis* subsp. *bingolensis* is a local endemic taxon restricted to between the two villages (Alıncık and Aşağıköy) in the west of Bingöl, eastern Turkey. It prefers rocky slopes in forest clearings and usually grows at altitude of 1400–1580 m. The bloom period of the subspecies is June through July. The dominant forest taxa are *Quercus petraea* (Matt.) Liebl. subsp. *pinnatiloba* (K.Koch) Menitsky, *Sorbus umbellata* (Desf.) Fritsch var. *taurica* (Zinserl.) Gabrieljan, *Cerasus mahaleb* (L.) Mill. var. *mahaleb*, *Astragalus gummifer* Labill., *Anthemis tinctoria* L. var. *tinctoria*, *Chaerophyllum macrospermum* (Willd. ex Spreng.) Fisch. and C.A.Mey. ex Hohen., *Dianthus floribundus* Boiss., *Elymus erosiglumis* Melderis, *Galium paschale* Forssk., *Galium verum* L. subsp. *glabrascens* Ehrend., *Helichrysum plicatum* DC. subsp. *plicatum*, *Hypericum scabrum* L., *Papaver fugax* Poir. var. *platydismus* Cullen, *Pimpinella corymbosa* Boiss., *Polygonum setosum* Jacq. and *Satureja boissieri* Hausskn. ex Boiss.

*Dianthus hymenolepis* in “Flora of Turkey and the East Aegean Islands” and “Flora Iranica” is distinguished from other perennial species with capitate inflorescence (*D. barbatus* L., *D. pseudarmeria* M.Bieb. and *D. persicus* Hausskn.) by a suffruticose habit and rounded, obtuse, mucronate calyx teeth apex (Reeve, 1967; Rechinger, 1988). These and many more morphological characters are also similar to *D. hymenolepis* subsp. *bingolensis*. Although there are many similarities, there are also some important morphological differences between *D. hymenolepis* subsp. *hymenolepis* and *D. hymenolepis* subsp. *bingolensis*, the most important of which are inflorescence, epicalyx scales and calyx indumentum, petal limb features, seed shape and width (Table 1).

### Additional Specimens Seen

*Dianthus hymenolepis* subsp. *bingolensis* (paratype): Turkey, Bingöl: Bingöl, near Aşağıköy village, S. of cemetery, 38°50'59"K - 40°23'16"D, *Quercus petrae* openings, rocky slopes, 1580 m a.s.l., 15.07.2019, *L.Behçet* and *Y.Yapar* 17432 (GAZI, ANK, Bingöl Univ. Herb.); *Dianthus hymenolepis* (subsp. *hymenolepis*): Turkey, Tunceli: Ovacık, Munzur Dağı, 1700 m, rocky limestone slopes, 16.7.1957, *P.H.Davis* 31220 and *I.C.Hedge* (ANK!); Muş: Varto, Sağlıkak village, Değirmendere place, 1840 m, 6.7.2013, grassy and rocky slopes, *Hamzaoğlu* 6842, Aksoy and *Koç* (GAZI!); Van: Çatak, Kavuşşahap Dağı, c. 2160 m,

rocky slopes, 22.7.1954, *P.H.Davis* 23001 (ANK!); Hakkari: 2 km west of city centre, 1870 m, stony roadside, 27.8.1975, *M.Dalcı* 190 (E-foto!); ibid., Zap gorge, beneath (2–3 km) Hakkari, 1400 m, dry S. slopes (stony), 24.6.1966, *P.H.Davis* 45454 (E-foto!);

Hakkâri: between Yüksekova and Dağlıca, 1830 m, 30.6.2006, steppe, *Hamzaoğlu* 4084 and *Budak* (GAZI!); Sat Dağı, between Yüksekova and Vargöz, 1800 m, dry stony slopes, 30.6.1966, *P.H.Davis* 45830 (ISTO!; E-foto!).



Figure 1. Habitat and habit of *Dianthus hymenolepis* subsp. *bingolensis*.  
Şekil 1. *Dianthus hymenolepis* subsp. *bingolensis*'in habitatı ve görünümü.

Table 1. Diagnostic characters between *Dianthus hymenolepis* subsp. *bingolensis* and *D. hymenolepis* (subsp. *hymenolepis*).

Tablo 1. *Dianthus hymenolepis* subsp. *bingolensis* ve *D. hymenolepis* (subsp. *hymenolepis*) arasındaki ayırt edici karakterler.

Characters / Karakterler	<i>D. hymenolepis</i> subsp. <i>bingolensis</i>	<i>Dianthus hymenolepis</i> (subsp. <i>hymenolepis</i> )
Stem / Gövde	glabrous or puberulent	puberulent
Sheaths of cauline leaves / Gövde yaprakları kını	2–2.5 times as long as wide	up to 1.5 times as long as wide
Inflorescence, epicalyx scales and calyx / Çiçekdurumu, epikaliks pulları ve kaliks	glandular-pubescent	puberulent
Epicalyx scales / Epikaliks pulları	1/2–3/5 as long as calyx	1/3–1/2 as long as calyx
Seeds / Tohumlar	broadly elliptic, 1.9–2.3 mm wide	elliptic, 1.3–1.6 mm wide

## ACKNOWLEDGMENTS

The specimens in this study were collected during field trips funded by the project “The Flora of Çapakçur Valley (Bingöl)” (supported by Bingöl University Scientific Research Center, Project no: PİKOM-Bitki.2018.007)

## Statement of Conflict of Interest

Authors have declared no conflict of interest.

## Author's Contributions

The contribution of the authors is equal.

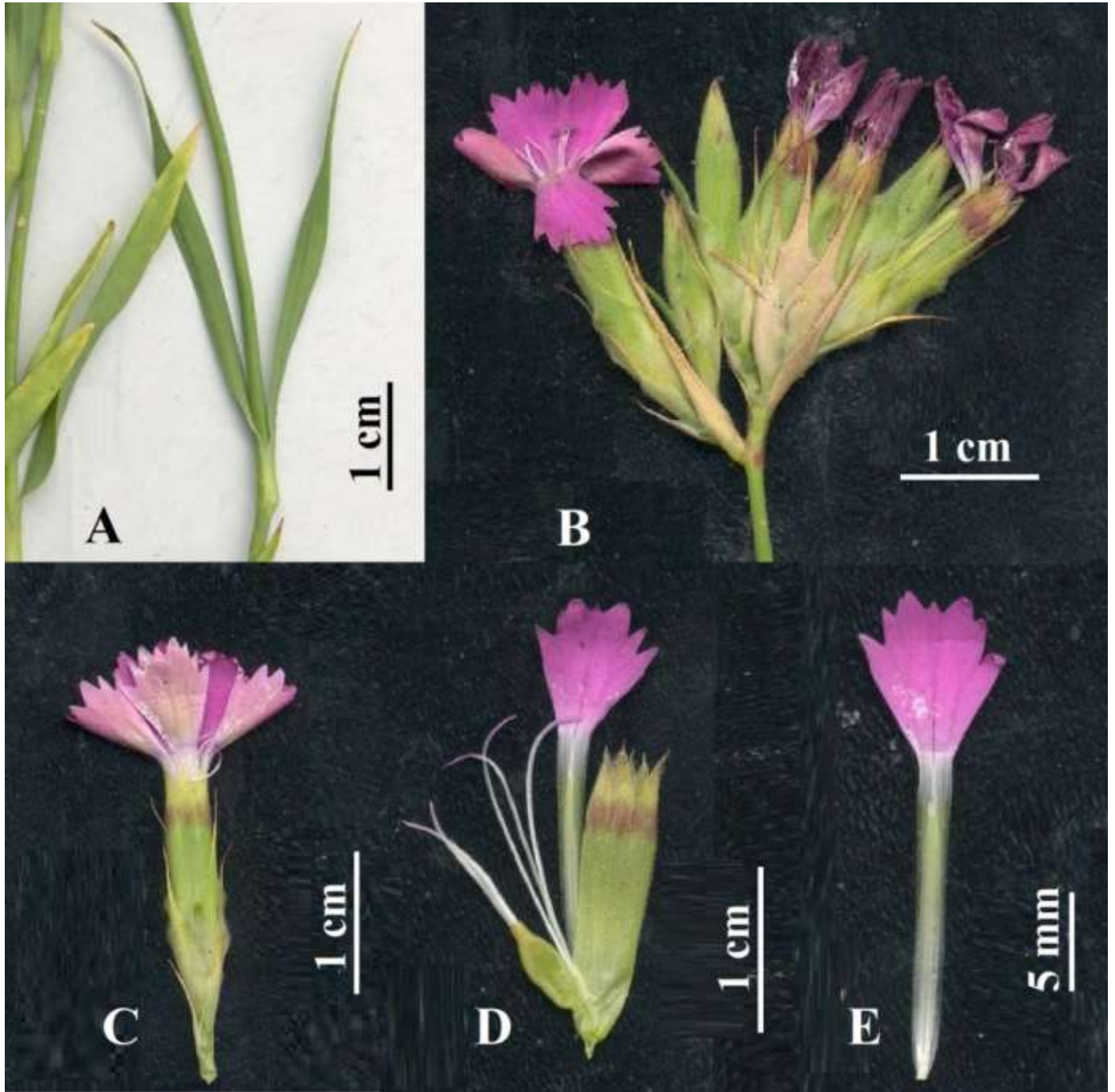


Figure 2. *Dianthus hymenolepis* subsp. *bingolensis* (A) leaf and sheath, (B) inflorescence, (C) epicalyx scales and flower, (D) parts of flower, (E) petal.

Şekil 2. *Dianthus hymenolepis* subsp. *bingolensis*. (A) yaprak ve kım, (B) çiçekdurumu, (C) epikaliks pulları ve çiçek, (D) çiçeğin kısımları, (E) petal.

#### REFERENCES

- Davis PH 1965. Flora of Turkey and the East Aegean Islands. Edinburgh University Press, Edinburgh, Vol. 1: 10-11.
- Davis PH 1985. Flora of Turkey and the East Aegean Islands. Edinburgh University Press, Edinburgh, Vol. 9.
- Davis PH, Mill RR, Tan K 1988. Flora of Turkey and the East Aegean Islands (Suppl. 1). Edinburgh University Press, Edinburgh, Vol. 10: 71-72.
- Deniz İG, Aykurt C, Genç İ, Aksoy A 2016. A new species of *Dianthus* (Caryophyllaceae) from Antalya, South Anatolia, Turkey. *PhytoKeys* 63: 1-12.
- Dequan L, Turland NJ 2001. *Dianthus* L. (Flora of China, Science Press, Beijing and Missouri

- Botanical Garden Press, St. Louis: Eds. Wu ZY, Raven PH, Hong DY) Vol. 6: 102-107.
- Dirmenci T, Yazıcı T, Özcan T, Çelenk S, Martin E 2018. A new species and a new natural hybrid of *Origanum* L. (Lamiaceae) from the west of Turkey. Turk J Bot 42: 73-90.
- Fidan M 2019. *Bellevalia sasonii* (Asparagaceae): a new species from Turkey. Phytotaxa 394: 126-132. DOI: 10.11646/phytotaxa.394.2.1.
- Gemici Y, Leblebici E 1995. Seven new species for the Flora of Turkey. Candollea 50(1): 41-50.
- Güner A 2000. *Dianthus* L. (Flora of Turkey and the East Aegean Islands (Suppl. 2), Edinburgh University Press, Edinburgh: Eds. Güner A, Özhatay N, Ekim T, Başer KHC) Vol. 11: 48-49.
- Güzel Y, Özüdoğru B, Kayıkçı S, Özgişi K 2018. *Noccaea ali-atahanii* (Brassicaceae): a new species from southern Anatolia. Turk J Bot 42: 780-789. DOI:10.3906/bot-1805-40.
- Hamzaoğlu E 2020. Lectotypification of Some Names in *Dianthus* L. (Caryophyllaceae). KSU J Agric Nat 23(2): 402-415. DOI: 10.18016/ksutarimdog.vi.636135.
- Hamzaoğlu E, Koç M 2015. *Dianthus burdurensis* (Caryophyllaceae), a new species from South-western Turkey. Phytotaxa 233: 196-200. DOI: 10.11646/phytotaxa.233.2.8.
- Hamzaoğlu E, Koç M 2018a. Presence of *Dianthus glutinosus* in Turkey and new variety of this species. Biodicon 11(3): 149-152.
- Hamzaoğlu E, Koç M 2018b. *Dianthus sancarii* (Caryophyllaceae), a new species from eastern Turkey. Biodicon 11(1): 30-34.
- Hamzaoğlu E, Koç M 2019a. Bazı *Dianthus* (Caryophyllaceae) taksonlarının Türkiye'deki varlığı üzerine bir araştırma. Gümüşhane Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi 9(4): 620-627. DOI: 10.17714/gumusfenbil.513206.
- Hamzaoğlu E, Koç M 2019b. Taxonomic contributions to the genus *Dianthus* section *Carthusiani* of Turkey (Caryophyllaceae). Biodicon 12(1): 66-88.
- Hamzaoğlu E, Koç M 2019c. Türkiye Florası İçin Yeni *Dianthus* (Caryophyllaceae) Kayıtları. KSÜ Tarım ve Doğa Derg 22(3): 381-388. DOI:10.18016/ksutarimdog.vi.509956.
- Hamzaoğlu E, Koç M 2019d. *Dianthus zonatus s.l.* ve *D. preobrazhenski*'nin taksonomisi. Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi 9(1): 321-329.
- Hamzaoğlu E, Koç M, Aksoy A 2014. A new pricking Carnation (Caryophyllaceae) grows on tuff from Turkey: *Dianthus aculeatus* sp. nov. Biodicon 7: 159-162.
- Hamzaoğlu E, Koç M, Aksoy A 2015a. *Dianthus aticii*, a new species from Turkey (Caryophyllaceae). PhytoKeys 48: 21-28. DOI: 10.3897/phytokeys.48.4446.
- Hamzaoğlu E, Koç M, Büyük İ 2017. *Dianthus ucarii* (Caryophyllaceae): a new species from the northwest of Turkey. Turk J Bot 41: 486-492. DOI: 10.3906/bot-1612-41
- Hamzaoğlu E, Koç M, Büyük İ 2018. Two new spiny species of *Dianthus* (Caryophyllaceae) from Turkey. KSU J. Agric Nat 21(4): 545-554. DOI :10.18016/ksudobil.347445.
- Hamzaoğlu E, Koç M, Büyük İ, Aksoy A, Soydam Aydın S 2015b. A new serpentine-adapted carnation (Caryophyllaceae) from Turkey: *Dianthus serpentinus* sp. nov. Nord J Bot 33: 57-63. DOI: 10.1111/njb.00582.
- Hamzaoğlu E, Koç M, Büyük İ, Aksoy A, Soydam Aydın S 2015c. Presence of *Dianthus roseoluteus* Velen. (Caryophyllaceae) in Turkey and a new species: *Dianthus macroflorus* Hamzaoğlu. Syst Bot 40: 208-213. DOI: 10.1600/036364415X686512.
- İlçim A, Behçet L, Mükemre M 2013. *Dianthus vanensis* (Caryophyllaceae), a new species from Turkey. Turk J Bot 37: 219-224. DOI: 10.3906/bot-1203-39.
- İlhan E 1976. Türkiye Jeolojisi. Orta Doğu Teknik Üniversitesi Yayınları, Ankara.
- Koç M 2020. Morphological and molecular evidence for a new species of *Dianthus* (Caryophyllaceae) from Turkey. Phytotaxa 439(1): 56-66. DOI: 10.11646/phytotaxa.439.1.3.
- Link JHF 1831. Handbuch zur Erkennung der nutzbarsten und am häufigsten vorkommenden Gewächse. Zweiter Theil, der Haude und Spenerschen Buchhandlung, Berlin, Vol. 2: 235.
- Linnaeus C 1753. Species Plantarum. Impensis Laurentii Salvii [L. Salvius], Holmiae [Stockholm], Vol. 1: 409-413.
- Menemen Y, Hamzaoğlu E 2000. A new species of *Dianthus* (Caryophyllaceae) from Salt Lake, Central Anatolia, Turkey. Ann Bot Fenn 37: 285-287.
- Oskay D 2018. *Dianthus somanus* (Caryophyllaceae), a new species from Turkey. Phytotaxa 347(4): 263-271. DOI: 10.11646/phytotaxa.347.4.2.
- Özbek MU, Koç M, Hamzaoğlu E 2019. Contributions to the *Hypericum* L. section *Oligostema* (Boiss.) Stef. (Hypericaceae), and *Hypericum turcicum* sp. nov. as a new species from Turkey. Turk J Bot 43: 694-702. DOI: 10.3906/bot-1902-27.
- Özgişi K, Özüdoğru B, Ocak A 2018. Contributions to Turkish Flora: Taxonomic and distributional notes on the poorly known *Noccaea* (Brassicaceae) species. Phytotaxa 346: 247-257. DOI: 10.11646/phytotaxa.346.3.4.
- Özhatay N, Kültür Ş 2006. Check-list of additional taxa to the supplement Flora of Turkey III. Turk J Bot 30: 281-316.
- Pınar SM, Eroğlu H 2019. *Onopordum nezaketianum* sp. nov. (Asteraceae: Cardueae): a new species from Central Anatolia, Turkey. Turk J Bot 43: 126-134. DOI: 10.3906/bot-1710-24.

- Post GE 1896. Flora of Syria, Palestine and Sinai. Syrian Protestant College, Beirut, 122-127.
- Rechinger KH 1964. Dianthus L. (Flora of Lowland Iraq, J.Cramer Publisher, Weinheim: Ed. Rechinger KH) 245-246.
- Rechinger KH 1988. Dianthus L. (Flora Iranica, Akademische Druck-u Verlagsanstalt, Graz: Ed. Rechinger KH) Caryophyllaceae II, Vol. 163: 128-188.
- Reeve H 1967. Dianthus L. (Flora of Turkey and the East Aegean Islands, Edinburgh University Press, Edinburgh: Ed. Davis PH) Vol. 2: 99-131.
- Schischkin BK 1985. Dianthus L. (Flora of the U.S.S.R., Bishen Singh Mahendra Pal Singh and Koeltz Scientific Books, Dehra Dun: Ed. Schischkin BK) Vol. 6: 611-654.
- Şenol SG, Eroğlu V, Pelit NB, Bozyel D 2018. *Ekimia ozcan-secmeni* (Apiaceae), a new species from Southwest Anatolia, Turkey. Turk J Bot 42: 510-517. DOI: 10.3906/bot-1706-16.
- Şirin E, Çeçen Ö, Bozkurt M, Ertuğrul K 2019. *Centaurea uysalii* (Cyanus/Asteraceae), a new species from Turkey. Turk J Bot 43: 809-816. DOI: 10.3906/bot-1901-12.
- Terzioğlu S, Coşkunçelebi K, Güzel ME 2019. A new subspecies of *Saxifraga artvinensis* V.A.Matthews (Saxifragaceae) from Northeastern Anatolia. Turk J Bot 43: 687-693. DOI: 10.3906/bot-1901-19.
- Tutin TG, Walters SM 1993. Dianthus L. (Flora Europaea, Cambridge University Press, Cambridge: Eds. Tutin TG, Burges NA, Chater AO, Edmondson JR, Heywood VH, Moore DM, Valentine DH, Walters SM, Webb DA) Edition 2, Vol. 1: 227-246.
- Vural C 2008. A new species of *Dianthus* (Caryophyllaceae) from mount Erciyes, Central Anatolia, Turkey. Bot J Linn Soc 158: 55-61. DOI: 10.1111/j.1095-8339.2008.00843.x.
- Yıldırım H 2019. *Allium sultanae-ismailii* (Amaryllidaceae), a new species from Eastern Turkey. Phytotaxa 403: 39-46. DOI: 10.11646/phytotaxa.403.1.3.
- Yılmaz O, Kaynak G, Daşkın R, Meriçlioğlu A 2011. *Dianthus goekayi* (Caryophyllaceae), a new species from Turkey. Ann Bot Fenn 48: 74-78. DOI: 10.5735/085.048.0111.

## Petiole Anatomy of 21 Representatives of Tribe *Alysseae* (Brassicaceae) from Turkey

Mehmet Cengiz KARAİSMAİLOĞLU<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Siirt University, Faculty of Arts and Sciences, Department of Biology, Siirt, Turkey

<sup>1</sup><https://orcid.org/0000-0002-6856-2742>

✉: [cengiz.karaismailoglu@siirt.edu.tr](mailto:cengiz.karaismailoglu@siirt.edu.tr)

### ABSTRACT

This paper presents in detail petiole anatomy of 21 representatives of tribe *Alysseae*, 5 of which are endemic from Turkey. In the examined taxa, differences have found in the petiole shape, arrangement and number of vascular bundles, and the presence of collenchyma. Petiole shapes are in sulcate, circular, or flat types. The most common type is sulcate with blunt or acute margins. The epidermises are in 1, 2 or more layer. The number of vascular bundles in the examined taxa varies between 1 (*Berteroa mutabilis*) and 9 (*Alyssum strictum* and *A. strigosum* subsp. *strigosum*) in total. In addition, vascular bundles in the middle are broadly or narrowly arc-shaped with 1-5 lobed. These results display that the compared petiole anatomical characteristics among the examined taxa are somewhat suitable to their delimitation in traditional rank in the Flora of Turkey.

### Araştırma Makalesi

### Makale Tarihçesi

Geliş Tarihi : 18.04.2020

Kabul Tarihi : 29.05.2020

### Anahtar Kelimeler

*Alysseae*

Anatomy

Turkey

Cruciferae

Petiole

## Türkiye'den *Alysseae* Tribusunun (Brassicaceae) 21 Temsilcisinin Petiyol Anatomisi

### ÖZET

Bu çalışma, Türkiye'den *Alysseae* tribusunun 5'i endemik 21 temsilcisinin petiyol anatomisini ayrıntılı olarak sunmaktadır. İncelenen taksonlarda, petiyol şekli, iletim demetlerinin sayı ve düzenlenmesi ve kollenkima varlığında farklılıklar bulunmuştur. Petiyol şekilleri sulkat, dairesel veya yassı tiplerdedir. En yaygın tip küt veya sivri kenarlı sulkattır. Epidermis 1, 2 veya daha fazla tabakalıdır. İncelenen taksondaki iletim demeti sayısı toplamda 1 (*Berteroa mutabilis*) ve 9 (*Alyssum strictum* ve *A. strigosum* subsp. *strigosum*) arasında değişmektedir. Ek olarak, ortadaki iletim demetleri 1-5 loblu geniş veya dar yay şeklindedir. Bu sonuçlar, incelenen taksonlar arasında karşılaştırılan petiyol anatomik özelliklerinin, Türkiye Florasındaki geleneksel sıralamadaki dağılımları ile kısmen uyumlu olduğunu göstermektedir.

### Research Article

### Article History

Received : 18.04.2020

Accepted : 29.05.2020

### Keywords

*Alysseae*

Anatomi

Türkiye

Cruciferae

Petiyol

**To Cite :** Karaismailoğlu MC 2020. Petiole Anatomy of 21 Representatives of Tribe *Alysseae* (Brassicaceae) from Turkey. KSU J. Agric Nat 23 (6): 1535-1544. DOI: 10.18016/ksutarimdog.vi.722766.

### INTRODUCTION

Brassicaceae is a significant plant family because of including economic plant species and model organisms like *Arabidopsis* Heynh. and *Thlaspi* L. Brassicaceae includes about 338 genera and 3709 species worldwide, mainly in temperate regions of the Northern Hemisphere (Al-Shehbaz et al., 2006; Karaismailoğlu, 2016). In Turkey, this family has 571 species with 65 subspecies, 24 varieties, and 660 taxa belonging to 91 genera (Al-Shehbaz et al., 2007). One of the biggest tribes within family Brassicaceae is tribe *Alysseae*, which is of circa 7% of the family's species variety (Al-Shehbaz, 2012; Rešetnik et al., 2013). Until now, the exhaustive morphological studies on tribe have been performed by Hayek (1911), Schulz (1936), Janchen (1942) and Al-Shehbaz et al. (2006). Generic

delimitation and relations within tribe *Alysseae* are still inadequately known (Al-Shehbaz, 2012), because of the convergent properties that are common in characters.

The practice of anatomical characters in taxonomic applications cannot be overemphasized. But they are more constant than the others, and the systematic researchers trust these characters because of slightly influenced by environmental conditions (Barthlott, 1981); comparatively plant epidermal observations have been also found to be consistent in systematics applications (Metcalf and Chalk, 1950; Stace, 1969; Ogunkunle and Oladele, 2000; Akinnubi et al., 2013).

The petiole is a leaf organ, which links the lamina with the stem, and its anatomy has substantial taxonomic importance. It has certainly a key role in systematics

and has resolved many taxonomic problems in genera in various plant families (Maksymowych et al., 1983; Olowokudejo, 1987; Ozdemir and Senel, 1999, 2001; Ergen Akcin et al., 2011; El Rabiai, 2015).

In made literature research, it has not been found researches including petiole anatomical structures of tribe *Alysseae* taxa. This work presents the first assessment of the taxonomic significance of the petiole anatomies of the examined 21 *Alysseae* taxa.

## MATERIAL and METHODS

The studied taxa are taken from natural populations in various phytogeographical regions in Turkey (Table 1). Specimens are stored in Siirt University Flora and Fauna Center (SUFAF) and M.C. KARAISSMAILOĞLU collection.

Anatomical studies were performed with specimens well-maintained in 70% alcohol. Cross-sections of the petioles were taken with a fully automatic microtome (Thermo Shonda Met Finesse). Later, they were passed from various alcohol and xylene series, and dyed with hematoxylin (Harris-RRSP67-E) in a staining device (ASC 720 Medite), and were enclosed with Entellan for anatomical structures to be observed (Algan, 1981; Karaismailoğlu, 2015a, b).

## RESULTS

In this study, the petiole anatomy of 21 *Alysseae* taxa was first studied in detail (Figures 1-2 and Table 2). The petiole anatomical descriptions in the examined taxa are listed below:

**1. *Alyssoides utriculata* var. *utriculata*:** Petiole is flat with long and acute or obtuse tips. In cross-section, the adaxial and abaxial epidermises of the petiole occur with rectangular and oval in shaped cells. Epidermis cells are  $5.16 \pm 0.21 \mu\text{m}$  (length) x  $4.05 \pm 0.44 \mu\text{m}$  (width). Both epidermises are covered with an undulated cuticle. Under both epidermises, it founds 2-3 layers collenchyma in the middle of the petiole, 7-8 layers collenchyma at the margins. Vascular bundles take place in the parenchyma tissue, and this structure covers large parts of the petiole. Petiole includes 3 vascular bundles in total, with a big bundle in the middle and 1 small bundles in each side. The middle bundle is arc-shaped and surrounded by parenchyma cells. There is sclerenchymatic tissue in the vascular bundles. The inner part of the petiole is filled with thin-walled flat parenchyma cells. No trichome present (Figure 1a-b and Table 2).

**2. *Alyssum caricum*:** Petiole is sulcate with acute tips. The adaxial surface is smooth or slightly concave, however, the abaxial surface is slightly convex. Both epidermis cells are 2 layers, oval and rectangular in shapes. Epidermis cells are  $4.87 \pm 0.08 \mu\text{m}$  x  $3.91 \pm 0.04 \mu\text{m}$  in dimensions and covered with an undulated cuticle. It founds collenchyma between 3 and 7 layered

under the epidermis. Petiole includes 7 vascular bundles in total, with a big bundle in the middle and 3 small bundles in each side. The middle bundle is broadly arc-shaped and covered with parenchyma cells. There is sclerenchymatic tissue in the vascular bundles. The inner part of the petiole is filled with thin-walled flat parenchyma (Figure 1c-d and Table 2).

**3. *A. dasycarpum* var. *dasycarpum*:** Petiole is sulcate with obtuse tips. The adaxial surface is smooth, however, the abaxial surface is slightly convex. Both epidermises cells are 2 layers in oval and cubic shapes. Epidermis cells are  $5.63 \pm 0.16 \mu\text{m}$  x  $4.21 \pm 0.08 \mu\text{m}$  in dimensions and covered with a smooth cuticle. It founds 2 or 3 collenchyma layers under the epidermis layers. Petiole has 7 vascular bundles in total, with a big bundle in the middle and 3 small bundles in each side. The middle bundle is broadly arc-shaped with 2-lobed and covered with bundle sheaths. There is sclerenchymatic tissue in the vascular bundles. The inner part of the petiole is filled with thin-walled flat parenchyma (Figure 1e-f and Table 2).

**4. *A. davisianum*:** Petiole is a flat type with blunt tips. The adaxial and abaxial surfaces are slightly convex. Both epidermis cells are 2 layered, consisting of the small or large flat and rectangular cells. Epidermis cells are  $3.86 \pm 0.24 \mu\text{m}$  x  $2.79 \pm 0.04 \mu\text{m}$  in sizes and covered with an undulated cuticle. Collenchyma varies between 2 and 4 layers under the epidermis. Petiole includes 3 vascular bundles in total, with a big bundle in the middle and 1 small bundle in each side. The middle bundle is broadly arc-shaped with 4-lobed and covered with parenchyma cells. The inner part of the petiole is filled with thin or thick-walled crushed or polygonal parenchyma cells (Figure 1g-h and Table 2).

**5. *A. desertorum*:** Petiole is a flat type with acute tips. The adaxial and abaxial surfaces are smooth. Both epidermis cells are single layer, consisting of coarsely polygonal or flat cells. Epidermis cells are  $8.79 \pm 0.26 \mu\text{m}$  x  $6.54 \pm 0.35 \mu\text{m}$  in dimensions and covered with an undulated cuticle. Collenchyma has 1 or 2 layers under the epidermis layers. Petiole includes 3 vascular bundles in total, with a big bundle in the middle and 1 small bundle in each side. The middle bundle is broadly arc-shaped with 2-lobed and surrounded by parenchyma cells. The inner part of the petiole is filled with thin-walled crushed parenchyma cells (Figure 1i-j and Table 2).

**6. *A. filiforme*:** Petiole is a flat type with obtuse or acute tips. The adaxial and abaxial surfaces are smooth. Both epidermis cells are 2 layered, small or large flat cells. Epidermis cells are  $8.24 \pm 0.39 \mu\text{m}$  x  $6.61 \pm 0.44 \mu\text{m}$  in dimensions and covered with an undulated cuticle. Collenchyma has single layer under the epidermis. Petiole includes 5 vascular bundles in total, with a big bundle in the middle and 2 small bundles in each side. The middle bundle is broadly arc-shaped with 2-lobed

**Table 1.** The studied taxa and their collected localities

**Çizelge 1.** Çalışılan taksonlar ve toplanan lokaliteler

No	Taxa Taksonlar	Localities Lokaliteler
1	<i>Alyssoides utriculata</i> (L.) Med. var. <i>utriculata</i>	A2 Bursa: Uludağ, Aras valley, roadside stony areas, 1600-1650 m, 1.7.2016, Karaismailoğlu 293
2	* <i>Alyssum caricum</i> Dudley et Hub.-Mor.	C1 Muğla: Marmaris, calcareous serpentine rocks, 40 m, 13.8.2016, Karaismailoğlu 331
3	<i>Alyssum dasycarpum</i> Stephen ex Willd. var. <i>dasycarpum</i>	B4 Ankara: Haymana, open areas around Mogan lake, 980 m, 10.8.2016, Karaismailoğlu 330
4	* <i>Alyssum davisianum</i> Dudley	B2 Kütahya: Gediz, Murat mountain, Kesiksöğüt, 1800 m, 16.6.2016, Karaismailoğlu 279
5	<i>Alyssum desertorum</i> Stapf.	B4 Ankara: Keçiören, roadside, open areas, 900 m, 17.08.2016, Karaismailoğlu 337
6	* <i>Alyssum filiforme</i> Nyar.	B7 Gümüşhane: Kürtün, Karagöl, roadsides, inclined slopes, 1600 m, 13.7.2014, Karaismailoğlu 85b
7	* <i>Alyssum haussknechtii</i> Boiss.	A3 Bolu: Abant, hills south of the lake, 1680 m, 21.5.2016, Karaismailoğlu 247
8	<i>Alyssum linifolium</i> Steph. ex Willd. var. <i>linifolium</i>	B4 Konya: Cihanbeyli-Yavsan, salt lake edge, 960 m, 11.7.2016, Karaismailoğlu 316
9	<i>Alyssum minutum</i> Schlecht. ex DC.	A2 Bursa: Uludağ, Yigitali, roadsides, inclined slopes, 1500 m, 1.7.2016, Karaismailoğlu 295
10	<i>Alyssum murale</i> Waldst. et Kit. var. <i>murale</i>	B7 Gümüşhane: Kürtün, Karagöl mountain road, 675 m, 13.7.2014, Karaismailoğlu 74b
11	<i>Alyssum parviflorum</i> Fisch. ex M. Bieb.	A2 İstanbul: Büyükçekmece, roadsides, 4 m, 8.7.2016, Karaismailoğlu 312
12	<i>Alyssum sibiricum</i> Willd.	B2 Kütahya: Gediz, Cukuroren, 1350 m, 24.6.2016, Karaismailoğlu 290
13	<i>Alyssum strictum</i> Willd.	C3 Niğde: Çamardı, Yelatan village hills, 2083 m, 12.6.2016, Karaismailoğlu 271
14	<i>Alyssum strigosum</i> Banks et Sol. subsp. <i>strigosum</i>	A2 Bursa: Uludağ, past the hotels, open inclined slopes, 1800 m, 1.7.2016, Karaismailoğlu 296
15	<i>Alyssum szowitsianum</i> Fisch. et Mey.	B7 Gümüşhane: Zigana-Kurtun, roadsides, stone areas, 850 m, 27.3.2015, Karaismailoğlu 115b
16	<i>Alyssum hirsutum</i> Bieb. var. <i>hirsutum</i> Vent.	C4 Mersin: Mut, Kucukegre mountain, inclined stone slopes, 900 m, 27.7.2012, Karaismailoğlu 8
17	* <i>Bornmuellera kiyakii</i> Z.Aytaç et A.Aksoy	C3 Konya: Derebucak Camlık, Kızıldağ, 1500 m, 11.7.2016, Karaismailoğlu 321
18	<i>Berteroa mutabilis</i> (Vent.) DC.	A1 Kırklareli: Dereköy, roadsides, 650 m, 7.6.2014, Karaismailoğlu 46
19	<i>Clypeola jonthlaspi</i> L.	C4 Mersin: Mut Kucukegre mountain, inclined stone slopes, 900 m, 27.7.2012, Karaismailoğlu 11
20	<i>Fibigia clypeata</i> (L.) Medik.	B7 Erzincan: Munzur mountain, stony slopes, 2650 m, 25.8.2016, Karaismailoğlu 341
21	<i>Fibigia macrocarpa</i> (Boiss.) Boiss.	B4 Aksaray: Ihlara valley, stony slopes, 1250 m, 14.8.2016, Karaismailoğlu 334

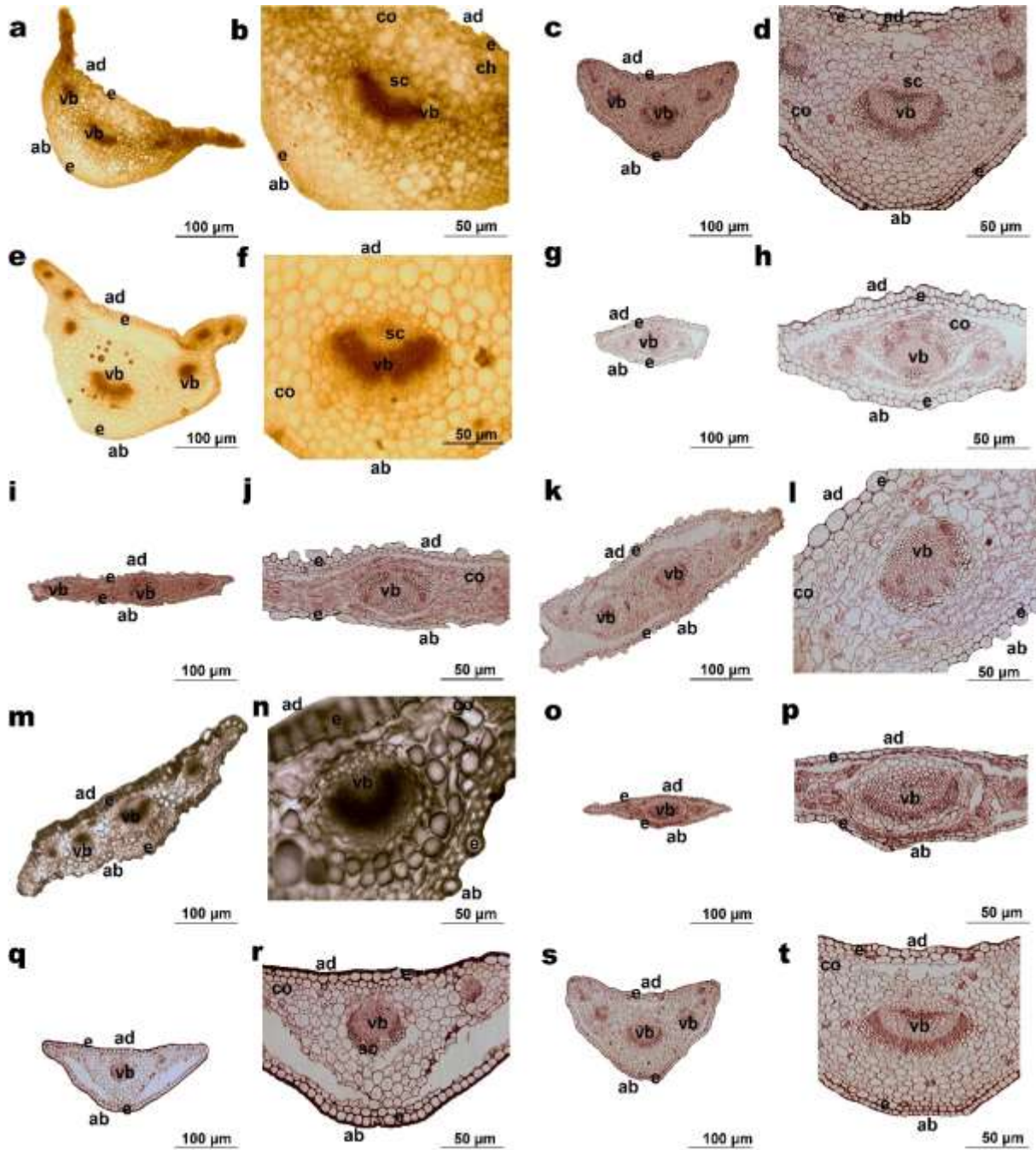
\*=endemic taxon



**Table 2.** Petiole anatomical structures of the studied taxa  
**Çizelge 2.** Çalışılan taksonların petiyol anatomik yapıları

Taxa Taksonlar	Petiole Shape Petiyol Şekli	Cuticle Structure Kutikula Yapısı	Number of collenchyma layer Kollenkima tabakasının sayısı			Chlorenchyma Presence Klorenkima varlığı	Number of Vascular Bundle (vb) İletim demeti sayısı			Vb shape Vb şekli	Sclerenchyma presence in the vb Vb de sklerankima varlığı
			Adaxial Adaksiyal	Abaxial Abaksiyal	Corner Köşe		Middle Orta	Side (pair) Yan (çift)			
<i>Alyssoides utriculata</i> var. <i>utriculata</i>	Flat	Undulated	2-3	2-3	7-8	+	1	1	Arc-shaped	+	
* <i>Alyssum caricum</i>	Sulcate	Undulated	3	4	5-6	-	1	3	Broadly arc-shaped	+	
<i>A. dasycarpum</i> var. <i>dasycarpum</i>	Sulcate	Smooth	3	2	3	+	1	3	Broadly arc-shaped with 2-lobed	+	
* <i>A. davisianum</i>	Flat	Undulated	3	2	4	-	1	1	Broadly arc-shaped with 4-lobed	-	
<i>A. desertorum</i>	Flat	Undulated	1	1	2	+	1	1	Broadly arc-shaped with 2-lobed	-	
* <i>A. filiforme</i>	Flat	Undulated	1	1	1	+	1	2	Broadly arc-shaped with 2-lobed	-	
* <i>A. haussknechtii</i>	Flat	Smooth	1	2	2	+	1	2	Arc-shaped	-	
<i>A. linifolium</i> var. <i>linifolium</i>	Flat	Smooth	1	2	3	+	1	1	Broadly arc-shaped	+	
<i>A. minutum</i>	Sulcate	Smooth	-	1	2	+	1	1	Broadly arc-shaped with 3-4-lobed	+	
<i>A. murale</i> var. <i>murale</i>	Sulcate	Undulated	2	2	2	+	1	2	Broadly arc-shaped	-	
<i>A. parviflorum</i>	Sulcate	Undulated	3	3	1	-	1	2	Broadly arc-shaped with 4-5-lobed	+	
<i>A. sibiricum</i>	Sulcate	Undulated	2	-	3	+	1	2	Broadly arc-shaped with 3-lobed	+	
<i>A. strictum</i>	Sulcate	Undulated	2	2	3	+	1	3-4	Broadly arc-shaped	+	
<i>A. strigosum</i> subsp. <i>strigosum</i>	Sulcate	Undulated	4	3	3	+	1	3-4	Broadly arc-shaped with 2-lobed	+	
<i>A. szowitsianum</i>	Sulcate	Smooth	-	2	2	-	1	2	Broadly arc-shaped with 2-3-lobed	+	
<i>A. hirsutum</i> var. <i>hirsutum</i>	Sulcate	Smooth	1	1	2	+	1	2	Broadly arc-shaped with 4-lobed	+	
* <i>Bornmuellera kiyakii</i>	Flat	Undulated	3	3	3	+	1	2-3	Broadly arc-shaped	+	
<i>Berteroa mutabilis</i>	Sulcate	Smooth	2	4	3	+	1	-	Broadly arc-shaped	-	
<i>Clypeola jonthlaspi</i>	Circular	Undulated	2	2	-	-	1	2	Broadly arc-shaped	+	
<i>Fibigia clypeata</i>	Flat	Undulated	3	2	2	-	1	1	Broadly arc-shaped with 4-5-lobed	-	
<i>F. macrocarpa</i>	Sulcate	Undulated	1	1	1	+	1	1	Broadly arc-shaped with 2-lobed	-	

The terminology used in anatomical characters was compatible with Ergen Akcin et al. (2011) and El Rabiai (2015), \*=endemic taxon.



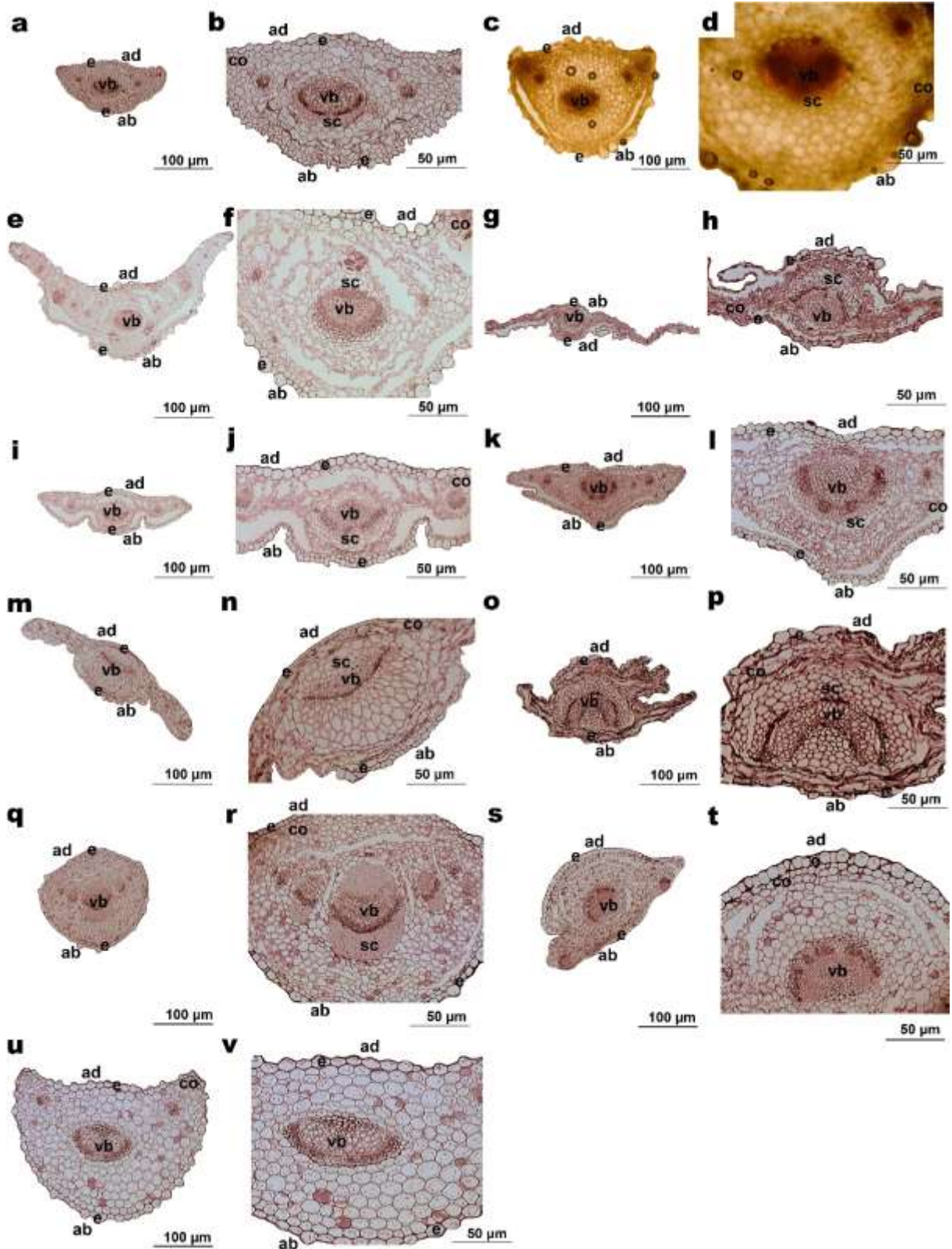
**Figure 1.** Transverse sections of petioles of the examined taxa: *Alyssoides utriculata* var. *utriculata*: a-b, *Alyssum caricum*: c-d, *A. dasycarpum* var. *dasycarpum*: e-f, *A. davisianum*: g-h, *A. desertorum*: i-j, *A. filiforme*: k-l, *A. haussknechtii*: m-n, *A. linifolium* var. *linifolium*: o-p, *A. minutum*: q-r, *A. murale* var. *murale*: s-t (e: epidermis, vb: vascular bundle, co: collenchyma, sc: sclerenchyma, ch: chlorenchyma, ad: adaxial, ab: abaxial)

**Şekil 1.** İncelenen taksonların petiyol enine kesitleri

The inner part of the petiole is filled with thick-walled crushed or polygonal parenchyma cells (Figure 1k-l and Table 2).

**7. *A. haussknechtii*:** Petiole is a flat type with acute tips. The adaxial surface is smooth, however, the abaxial surface is convex. Both epidermis cells are single layer, with rectangular or flat cells. Epidermis

cells are  $8.51 \pm 0.04 \mu\text{m} \times 14.12 \pm 0.56 \mu\text{m}$  in sizes and covered with a smooth cuticle. Collenchyma consists of 2 or 3 layers under the epidermis layers. Petiole includes 5 vascular bundles in total, with a big bundle in the middle and 2 small bundles in each side. The middle bundle is arc-shaped. The inner part of the petiole is filled with thick-walled flat parenchyma cells (Figure 1m-n and Table 2).



**Figure 2.** Transverse sections of petioles of the examined taxa: *A. parviflorum*: a-b, *A. sibiricum*: c-d, *A. strictum*: e-f, *A. strigosum* subsp. *strigosum*: g-h, *A. szowitsianum*: i-j, *A. hirsutum* var. *hirsutum*: k-l, *Bornmuellera kiyakii*: m-n, *Berteroa mutabilis*: o-p, *Clypeola jonthlaspî*: q-r, *Fibigia clypeata*: s-t, *F. macrocarpa*: u-v (e: epidermis, vb: vascular bundle, co: collenchyma, sc: sclerenchyma, ch: chlorenchyma, ad: adaxial, ab: abaxial).

**Şekil 2.** İncelenen taksonların petiyol enine kesitleri

**8. *A. linifolium* var. *linifolium*:** Petiole is a flat type with acute tips. The adaxial surface is slightly convex, however, the abaxial surface is concave. Both epidermis cells are single layer, with rectangular or flat cells. Epidermis cells are  $3.29 \pm 0.06 \mu\text{m} \times 2.76 \pm 0.24 \mu\text{m}$  in dimensions and covered with a smooth cuticle. Collenchyma consists of 1 or 3 layers under epidermis layers. Petiole includes 3 vascular bundles in total, with a big bundle in the middle and 1 small bundle in each side. The middle bundle is broadly arc-shaped. There is sclerenchymatic tissue in the vascular bundles. The inner part of the petiole is filled with thin-walled crushed or polygonal parenchyma cells (Figure 1o-p and Table 2).

**9. *A. minutum*:** Petiole is sulcate with blunt tips. The adaxial surface is smooth or slightly concave, however, the abaxial surface is slightly convex. Both epidermis cells occur from two layers, with flat or rectangular cells. Epidermis cells are  $4.96 \pm 0.04 \mu\text{m} \times 3.01 \pm 0.08 \mu\text{m}$  in sizes and covered with a thick and smooth cuticle. Collenchyma consists of 1 or 2 layers under epidermis layers. Petiole includes 3 vascular bundles in total, with a big bundle in the middle and 1 small bundle in each side. The middle bundle is broadly arc-shaped with 3-4 lobed. There is sclerenchymatic tissue in the vascular bundles. The inner part of the petiole is filled with thin-walled polygonal or flat parenchyma cells (Figure 1q-r and Table 2).

**10. *A. murale* var. *murale*:** Petiole is sulcate with obtuse tips. The adaxial surface is concave, however, the abaxial surface is slightly convex or smooth. Both epidermis cells are in 2 or 3 layered, with flat or polygonal cells. Epidermis cells are  $4.70 \pm 0.06 \mu\text{m} \times 3.29 \pm 0.28 \mu\text{m}$  in dimensions and covered with a thin and undulated cuticle. Collenchyma is in 2 layers under epidermis layers. Petiole includes 5 vascular bundles in total, with a big bundle in the middle and 2 small bundles in each side. The middle bundle is broadly arc-shaped. The inner part of the petiole is filled with thin-walled polygonal or flat parenchyma cells (Figure 1s-t and Table 2).

**11. *A. parviflorum*:** Petiole is sulcate with obtuse tips. The adaxial and abaxial surfaces are slightly convex. Both epidermis cells are in a single layer, with flat cells. Epidermis cells are  $6.19 \pm 0.04 \mu\text{m} \times 4.16 \pm 0.14 \mu\text{m}$  in sizes and covered with a thick and undulated cuticle. Collenchyma is in 1-3 layers under the epidermis layers. Petiole includes 5 vascular bundles in total, with a big bundle in the middle and 2 small bundles in each side, which are surrounded by bundle sheath cells. The middle bundle is broadly arc-shaped with 4-5 lobed. There is sclerenchymatic tissue in the vascular bundles. The inner part of the petiole is filled with thin-walled polygonal parenchyma cells. There are a few simple trichomes in the abaxial surface (Figure 2a-b and Table 2).

**12. *A. sibiricum*:** Petiole is sulcate with blunt tips. The adaxial surface is slightly convex, however, the abaxial surface is convex. Both epidermis cells are in 2 or 3 layered, with flat or polygonal cells. Epidermis cells are  $6.51 \pm 0.46 \mu\text{m} \times 4.11 \pm 0.96 \mu\text{m}$  in sizes and covered with a thick and undulated cuticle. Collenchyma is in 2 or 3 layers under epidermis layers. Petiole includes 5 vascular bundles in total, with a big bundle in the middle and 2 small bundles in each side. The middle bundle is broadly arc-shaped with 3-lobed. There is sclerenchymatic tissue in the vascular bundles. The inner part of the petiole is filled with thick-walled flat parenchyma cells (Figure 2c-d and Table 2).

**13. *A. strictum*:** Petiole is sulcate with long and acute tips. The adaxial surface is slightly concave, however, the abaxial surface is convex. Both epidermis cells are in 1 or 2 layered, with flat or rectangular cells. Epidermis cells are  $5.48 \pm 0.04 \mu\text{m} \times 3.41 \pm 0.38 \mu\text{m}$  in dimensions. Collenchyma is in 2 or 3 layers under the epidermis layers. Petiole includes 7-9 vascular bundles in total, with a big bundle in the middle and 3-4 small bundles in each side. The middle bundle is broadly arc-shaped. There is sclerenchymatic tissue in the vascular bundles. The inner part of the petiole is filled with thin-walled polygonal parenchyma cells (Figure 2e-f and Table 2).

**14. *A. strigosum* subsp. *strigosum*:** Petiole is sulcate with long and acute tips. The adaxial and abaxial surfaces are convex. Both epidermis cells are in a single layer, with polygonal cells. Epidermis cells are  $4.87 \pm 0.16 \mu\text{m} \times 2.74 \pm 0.34 \mu\text{m}$  in dimensions and covered with a thin and undulated cuticle. Collenchyma is in 3-4 layers under epidermis layers. Petiole includes 7-9 vascular bundles in total, with a big bundle in the middle and 3 or 4 small bundles in each side, which are surrounded by bundle sheath cells. The middle bundle is broadly arc-shaped with 2 lobed. There is sclerenchymatic tissue in the vascular bundles. The inner part of the petiole is filled with thick-walled crushed parenchyma cells (Figure 2g-h and Table 2).

**15. *A. szowitsianum*:** Petiole is sulcate with obtuse tips. The adaxial surface is slightly concave, however, the abaxial surface is convex. Both epidermis cells are in a single layer, with flat cells. Epidermis cells are  $9.17 \pm 0.41 \mu\text{m} \times 6.13 \pm 0.24 \mu\text{m}$  in dimensions and covered with a thin and smooth cuticle. Collenchyma is in 3-4 layers under epidermis layers. Petiole includes 5 vascular bundles in total, with a big bundle in the middle and 2 small bundles in each side, which are surrounded by bundle sheath cells. The middle bundle is broadly arc-shaped with 2-3 lobed. There is sclerenchymatic tissue in the vascular bundles. The inner part of the petiole is filled with thin-walled crushed or polygonal parenchyma cells (Figure 2i-j and Table 2).

**16. *A. hirsutum* var. *hirsutum*:** Petiole is sulcate with blunt tips. The adaxial surface is slightly concave, however, the abaxial surface is smooth or convex. Both epidermis cells are in 2 layered, with flat cells. Epidermis cells are  $8.21 \pm 0.16 \mu\text{m} \times 5.42 \pm 0.24 \mu\text{m}$  in sizes and covered with a thin and smooth cuticle. Collenchyma is in 1 or 2 layers under the epidermis layers. Petiole includes 5 vascular bundles in total, with a big bundle in the middle and 2 small bundles in each side, which are surrounded by bundle sheath cells. The middle bundle is broadly arc-shaped with 4 lobed. There is sclerenchymatic tissue in the vascular bundles. The inner part of the petiole is filled with thick-walled polygonal parenchyma cells (Figure 2k-l and Table 2).

**17. *Bornmuellera kiyakii*:** Petiole is a flat type with blunt tips. The adaxial and abaxial surfaces are convex. Both epidermis cells are in 1 or 2 layered, with rectangular or flat cells. Epidermis cells are  $5.32 \pm 0.29 \mu\text{m} \times 2.42 \pm 0.26 \mu\text{m}$  in sizes and covered with a thin and undulated cuticle. Collenchyma is in 3 layers under the epidermis layers. Petiole includes 5-7 vascular bundles in total, with a big bundle in the middle and 2-3 small bundles in each side, which are surrounded by bundle sheath cells. The middle bundle is broadly arc-shaped. There is sclerenchymatic tissue in the vascular bundles. The inner part of the petiole is filled with thick-walled crushed or polygonal parenchyma cells. No trichome present (Figure 2m-n and Table 2).

**18. *Berteroa mutabilis*:** Petiole is sulcate with acute tips. The adaxial surface is convex, however, the abaxial surface is smooth. Both epidermis cells are in a single layer, with flat cells. Epidermis cells are  $7.97 \pm 0.44 \mu\text{m} \times 3.15 \pm 0.37 \mu\text{m}$  in sizes and covered with a thick and undulated cuticle. Collenchyma is in 2-4 layers under the epidermis layers. Petiole includes 1 vascular bundle in total, which is a big bundle in the middle and surrounded by bundle sheath cells. The middle bundle is broadly arc-shaped. There is sclerenchymatic tissue in the vascular bundles. The inner part of the petiole is filled with thick-walled flat parenchyma cells. No trichome present (Figure 2o-p and Table 2).

**19. *Clypeola jonthlaspi*:** Petiole is a circular type. Epidermis cell occurs from 2 layers with rectangular and flat cells. Epidermis cells are  $7.27 \pm 0.32 \mu\text{m} \times 6.58 \pm 0.39 \mu\text{m}$  in sizes and covered with a thick and smooth cuticle. Collenchyma is in 2 layers under the epidermis layers. Petiole includes 5 vascular bundles in total, with a big bundle in the middle and 2 small bundles in each side, which are surrounded by bundle sheath cells. The middle bundle is broadly arc-shaped. The inner part of the petiole is filled with thin-walled flat parenchyma cells. No trichome present (Figure 2q-r and Table 2).

**20. *Fibigia clypeata*:** Petiole is sulcate. The adaxial surface is convex, however, the abaxial surface is

smooth. Epidermis cells are  $8.78 \pm 0.16 \mu\text{m} \times 11.16 \pm 0.24 \mu\text{m}$  in dimensions and covered with a thick and undulated cuticle. Collenchyma is in 2-3 layers under the epidermis layers. Petiole includes 3 vascular bundles in total, with a big bundle in the middle and 2 small bundles in each side, which are surrounded by bundle sheath cells. The middle bundle is broadly arc-shaped with 4-5 lobed. The inner part of the petiole is filled with thin-walled flat or polygonal parenchyma cells. No trichome present (Figure 2s-t and Table 2).

**21. *F. macrocarpa*:** Petiole is sulcate with obtuse tips. The adaxial surface is concave, however, the abaxial surface is convex. Both epidermis cells are in a single layer, with flat cells. Epidermis cells are  $12.26 \pm 0.32 \mu\text{m} \times 8.41 \pm 0.28 \mu\text{m}$  in sizes and covered with a thick and undulated cuticle. Collenchyma is in 1 layer under the epidermis layers. Petiole includes 3 vascular bundles in total, with a big bundle in the middle and 1 small bundle in each side, which are surrounded by bundle sheath cells. The middle bundle is broadly arc-shaped with 2 lobed. The inner part of the petiole is filled with thick-walled flat parenchyma cells. No trichome present (Figure 2u-v and Table 2).

## DISCUSSION

In this work, anatomical structures of the petiole of 21 taxa belonging to tribe *Alysseae* were studied and compared. In almost all of the studied taxa were determined differences in terms of the arrangement, number of vascular bundles, sclerenchyma presence or absence in vascular bundles, and shapes of the petioles, and a number of collenchyma layers, and the structure and thickness of the epidermis cells.

Petiole shapes demonstrated variations in the studied taxa, which are mostly sulcate (12 taxa), flat (8 taxa) or rarely circular types (1 taxon). In addition, the petiole margins of the examined taxa showed diversity, which is long or short, acute, blunt, or obtuse tipped. As an exception, there are no petiole margins in *Berteroa mutabilis* (Figure 1 and Table 2). Ergen Akcin et al. (2011) worked the petiole shapes of 7 taxa belonging to Lamiaceae family and informed the variations in the petiole shapes. Similarly, Olowokudejo (1987) reported the differences in the petiole shapes of 46 taxa belonging to the Cruciferae family. The results obtained from this study showed that the anatomical characteristics of the petioles may provide in the taxonomical applications. Moreover, the epidermises in the examined taxa were in 1, 2 or more layer with smooth or undulated, thin or thick cuticle on the surface. All the taxa examined included collenchyma in the petioles. Besides, a number of collenchyma layer and the position were different among taxa.

The number of the vascular number in the examined taxa range from 1 to 9 in total, from 0 to 4 in each corner. The most vascular bundle number is *A.*

*strictum* and *A. strigosum* subsp. *strigosum* with 8 or 9 vascular bundles, however, the lowest vascular number is *Berteroa mutabilis* with 1. The middle vascular bundle in the examined taxa is located in the center and is one. In addition, it is narrow or broad, arc-shaped and consists of the lobes ranging from 1 to 5 (Table 2).

The outcomes indicated that there were many differences within the examined taxa in terms of the amount and arrangement of vascular bundles, as well as their shapes and lobed number. These results are consistent with the previous studies on vascular bundles in petioles of the various genera (Maksymowych et al., 1983; Ozdemir and Senel, 1999 and 2001).

Many researchers have also studied in various families vascular bundles in the petiole. Ergen Akcin et al. (2011) observed 7 different types of the Lamiaceae family and indicated the significance of hairs and the anatomy of the vascular bundles. Heneidak et al. (2007) studied 15 different types in Fabaceae and had found that there were differs in the shape of the petioles, hairs, and anatomy of vascular bundles. El Rabiai (2015) found 6 different petiole types on 15 Cruciferae taxa. Moreover, another study in Rubiaceae showed that petiole anatomical features such as the structure of the vascular bundles and the hair types were significant in point of the taxonomical application. In this study, it has been found 3 different types as sulcate, circular, and flat types in the figure of petiole, and 5 types (number of lobes 1-5) in the figure of vascular bundle. Vascular bundle and petiole shapes have generally shown variations on the basis of genus in studied taxa. Also, the number of collenchyma layer is different in almost all taxa examined.

## CONCLUSION

The practicality of the examined characters in the infrageneric and intergeneric delimitation in Tribe *Alysseae* has been questioned in this work. The compared petiole anatomical characters among the studied *Alysseae* taxa are partly consistent with their delimitation agreed in the flora of Turkey with some important characters such as the arrangement, number of vascular bundles, sclerenchyma presence or absence in vascular bundles, and shapes of the petioles, presence of collenchyma and a number of collenchyma layers, and the structure and thickness of the epidermis cells. Also, the characters studied have showed significant differences between taxa in genera. However, the obtained results displayed that new arrangements may be necessary for the systematic positions of some taxa.

## Statement of Conflict of Interest

Author has declared no conflict of interest.

## REFERENCES

- Akinnubi FM, Akinloye AJ, Oladipo OT 2013. Petiole anatomy of some species of Asteraceae in southwest Nigeria. *African Journal of Plant Science*, 7(12): 608-612.
- Algan G 1981. Bitkisel Dokular için Mikroteknik. Fırat Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Yayınları Bot- No: 1, Elazığ.
- Al-Shehbaz IA 2012. A generic and tribal synopsis of the Brassicaceae (Cruciferae). *Taxon*, 61: 931-954.
- Al-Shehbaz IA, Beilstein MA, Kellogg EA 2006. Systematics and phylogeny of the Brassicaceae (Cruciferae): an overview. *Plant Systematics and Evolution*, 259: 89-120.
- Al-Shehbaz IA, Mutlu B, Donmez AA 2007. The Brassicaceae (Cruciferae) of Turkey, Updated. *Turkish Journal of Botany*, 31: 327-336.
- Barthlott W 1981. Epidermal and seed surface characters of plants: Systematic applicability and some evolutionary aspects. *Nordic Journal of Botany*, 1: 345-355.
- El Rabiai GT 2015. Systematic Consideration of Petiole Anatomy of Some Taxa of Brassicaceae in Libya. *Botany Research International*, 8(2): 36-40.
- Ergen Akcin O, Ozyurt MS, Senel G 2011. Petiole anatomy of some Lamiaceae taxa. *Pakistan Journal of Botany*, 43(3): 1437-1443.
- Hayek A 1911. Entwurf eines Cruciferen-systems auf phylogenetischer Grundlage. Beihefte zum botanischen Centralblatt, 27: 127-335.
- Heneidak S, Samai A, Shaheen M 2007. Characteristics of the proximal to distal regions of the petioles to identify 15 tree species of Papilionoideae-Fabaceae. *Bangladesh Journal of Plant Taxonomy*, 14 (2): 101-115.
- Janchen E 1942. Das system der Cruciferen. *Oesterreichische botanische Zeitschrift*, 91: 1-28.
- Karaismailoğlu MC 2015a. Morphological and anatomical features of seeds of Turkish *Romulea* taxa (Iridaceae) and their taxonomic significance. *Acta Botanica Croatica*, 74: 31-41.
- Karaismailoğlu MC 2015b. Morphological and anatomical features of cypsela of some *Crepis* taxa (Asteraceae) from turkey and their taxonomic importance. *Pakistan Journal of Botany*, 47(4): 1473-1480.
- Karaismailoğlu MC 2016. Addition to characters of endemic *Aubrieta canescens* subsp. *canescens* Bornm. (Brassicaceae) from Turkey. *Bangladesh Journal of Botany*, 45(3): 509-515.
- Maksymowych AB, Orkwiszewski AJ, Maksymowych R 1983. Vascular bundles in petioles of some herbaceous and woody dicotyledons. *American Journal of Botany*, 70(9): 1289-1296.
- Metcalfe CR, Chalk L 1950. Anatomy of the Dicotyledons. Vol. 1, Clarendon Press, Oxford, 243-245.

- Ogunkunle ATJ, Oladele FA 2000. Diagnostic value of trichomes in some Nigerian species of *Ocimum* *hyptis* Jazq and Tinnea Kotschy and Peys (Lamiaceae). *Journal of Applied Sciences*, 3: 1163-1180.
- Olowokudejo JD 1987. Taxonomic value of petiole anatomy in the genus *Biscutella* L. (Cruciferae). *Bulletin du Jardin Botanique National de Belgique*, 57: 307-320.
- Ozdemir C, Şenel G 1999. The morphological, anatomical and karyological properties of *Salvia sclarea* L. *Turkish Journal of Botany*, 23: 7-18.
- Ozdemir C, Şenel G 2001. The morphological, anatomical and karyological properties of *Salvia forskahlei* L. (Lamiaceae) in Turkey. *Journal of Economic & Taxonomic Botany*, 19: 297-313.
- Rešetnik I, Satović Z, Schneeweiss GM, Liber Z 2013. Phylogenetic relationships in Brassicaceae tribe *Alyseae* inferred from nuclear ribosomal and chloroplast DNA sequence data. *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 69(3):772-786
- Schulz OE 1936. Cruciferae. In: Engler A, Prantl K (Eds.), *Die natürlichen Pflanzenfamilien*, vol. 17B, second ed. Wilhelm Engelmann, Leipzig, pp. 227-658.
- Stace CA 1969. The significance of the leaf epidermis in the taxonomy of the Combretaceae II, the genus *Combretum*, sub-genus *Combretum* in Africa. *Botanical Journal of the Linnean Society*, 62: 131-168.

## Ekmek Üretiminde Farklı Turunçgil Aldebolarının Kullanım İmkanları

Mustafa Kürşat DEMİR<sup>1\*</sup>, Nezahat OLCAY<sup>2</sup>

Necmettin Erbakan Üniversitesi Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü, Meram Konya/Türkiye

<sup>1</sup><https://orcid.org/0000-0002-4706-4170>, <sup>2</sup><https://orcid.org/0000-0003-3302-8969>

✉: mkdemir@erbakan.edu.tr

### ÖZET

Turunçgil kabukları atık olarak görülse de, özellikle albedo kısmı, ihtiva ettiği lif içeriğiyle gıda endüstrisinde değerlendirilebilme potansiyeline sahip bir yan ürün olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu çalışmada; üç farklı narenciyeden (portakal, limon ve mandalina) elde edilen albedolar kurutulup öğütülmüş ve buğday ununa beş farklı oranda (%0, 2.5, 5, 7.5 ve 10) ikame edilerek ekmek üretiminde kullanılmıştır. Albedo ikame oranı arttıkça örneklerin hacim ve spesifik hacim değerlerinin azaldığı, sertlik değerinin ise arttığı tespit edilmiştir. Ayrıca, tüm örneklerin kabuk ve iç dokularının  $L^*$  değerlerinin azaldığı,  $a^*$  ve  $b^*$  değerlerinin ise arttığı görülmüştür. Artan albedo ikamesi, ham kül ve lif içeriğinin de artmasına neden olmuştur. Sonuçta; ekmek örneklerinin teknolojik özelliklerinin geliştirilmesi açısından turunçgil albedosu ikamesinin yapılması uygun bulunmuştur.

### Araştırma Makalesi

#### Makale Tarihiçesi

Geliş Tarihi : 30.04.2020

Kabul Tarihi : 18.06.2020

#### Anahtar Kelimeler

Turunçgil

Albedo

Ekmek

Selüloz

Beslenme

## The Usage of Different Citrus Albedos in Bread Production

### ABSTRACT

Although citrus peels are seen as waste, especially the albedo portion appears a by-product with the potential to be used in the food industry with its fiber content. In this study; the albedos obtained from three different citrus fruits (orange, lemon and mandarin) were dried, grounded and used in bread production by substituted to wheat flour with five different rates (0, 2.5, 5, 7.5 and 10%). It has been determined that samples' volume and specific volume were decreased and the hardness value was increased with the increased albedo substitution. Also, it was observed that the  $L^*$  values were decreased and the  $a^*$  and  $b^*$  values were increased of all samples' crust and crumb. Increased albedo substitution also caused an increase in raw ash and fiber content. In conclusion, it has been found appropriate the substitution of citrus albedos for improving the technological features of bread samples.

### Research article

#### Article History

received : 30.04.2020

accepted : 18.06.2020

#### Keywords

Citrus

Albedo

Bread

Cellulose

Nutrition

**To Cite** : Demir MK, Olcay N 2020. Ekmek Üretiminde Farklı Turunçgil Aldebolarının Kullanım İmkanları. KSÜ Tarım ve Doğa Derg 23 (6): 1545-1553. DOI: 10.18016/ksutarimdog.vi.730246.

### GİRİŞ

Beslenme; insanların hem sosyal ve fiziksel fonksiyonlarını sürdürmeleri hem de sağlığı koruyup geliştirmeleri için gerekli olan besin öğelerini, yeterli miktarda ve uygun şekilde alması olarak tanımlanabilmektedir. Bu bağlamda, besleyici ve güvenli gıdaların toplum tüketimine sunulması, gıda üretiminin temel amacı olarak görülebilmektedir (Kaya, 2018; Mete ve Altınar, 2018).

Gelişen gıda teknolojisi, tüketicilerin bilinçlenerek hayat beklentilerinin artmasına ve obezite başta olmak üzere artan sağlık sorunları nedeniyle sağlıklı beslenme bilincinin oluşmasına yol açmış, dolayısıyla

gıda ürünlerinin kalitesinin artırılması için yapılan çalışmalarla beraber fonksiyonel gıda üretim ve tüketimini artırmıştır. Gıdaların besleyici özelliklerinin yanı sıra sağlık üzerinde de olumlu etkiler sağlaması adına, güncel teknolojik uygulamalarla, yeni besin öğelerinin sağlanması için fonksiyonel gıdalar alanında pek çok çalışma yapılmaktadır (Halaç, 2002; Meral ve Doğan, 2009; Aktaş, 2012). "Fonksiyonel gıda" olarak tanımlanan gıdalara örnek olarak; düşük kalorili, lif içeriği artırılmış, düşük sodyumlu, glutensiz, probiyotik ve diyabetik gıdalar gösterilebilmekte; fonksiyonel özellikler ise diyet lif, vitaminler, omega-3,



flavonoidler ve bakteri kültürleri gibi bileşenlerin eklenmesi ile sağlanmaktadır (Boyacıoğlu, 2012; Şimşek ve ark., 2017).

Son yıllarda önemi gitgide artan fonksiyonel gıda bileşenleri olan diyet lifler; ince bağırsakta sindirilemeyen, kalın bağırsakta fermente olan, nişasta olmayan polisakkarit türevleri olarak tanımlanabilir (Harris ve Ferguson, 1999; Mete ve Altınar, 2018). Suda çözünen ve çözünmeyen olarak ikiye ayrılan diyet liflerin sağlık üzerindeki olumlu etkileri arasında; kolon kanserine karşı koruyucu olması, gastrointestinal sistemin normal fonksiyonunu devam ettirmesi, obezite, tansiyon, hemoroit, diyare, hipertansiyon, kalp-damar ve bağışıklık sistemi hastalıklarına iyi gelmesi sayılabilmektedir (Fernandez-Gines ve ark., 2001; Ekici ve Ercoşkun, 2017; Mete ve Altınar, 2018). Sağlık üzerindeki olumlu etkileri nedeniyle hem diyet liflere hem de diyet liflerce zengin gıdalara artan ilgi ile beraber; ekmek, makarna ve bisküvi gibi tahıl ürünlerinin de lifçe zenginleştirilmesi gündeme gelmiş, bu amaç doğrultusunda tahıl ürünlerine kepek fraksiyonları eklenmiştir. Fakat tahıl kepeklerinin gerek bileşimindeki fitik asit gibi antibesinsel faktörler, gerekse ürünlerdeki kalite ve duyuşsal parametreler üzerindeki olumsuz etkileri, yeni lif kaynaklarının araştırılmasına önyak olmuş, yapılan araştırmalar sonucunda ise meyve ve sebzelerin de zenginleştirilmede kullanılabilecek diyet lifçe zengin kaynaklar olduğu görülmüştür (Garcia-Esteva ve ark., 1999; Türksoy, 2011).

Turunçgiller *Rutaceae* familyasının *Aurantoideae* alt familyasındaki *Citrus* cinsine ait olan, anavatanı tropik ve subtropik iklimlerin hakim olduğu; Çin, Güneydoğu Asya ve Hindistan olan, ağaççık şeklindeki iki çenekli bitkilerdir (Kaygısız ve Aybak, 2005; Liu ve ark., 2012; Cin ve Gezer, 2017). Dünyada yaygın olarak tarımı yapılan turunçgil çeşitleri; portakal (*C. Sinensis*), mandalina (*C. Reticulata*), turunç (*C. Aurantium*), limon (*C. Limon*), misket limon (*C. aurantifolia*), pomelo (*C. Maxima*), greyluft (*C. paradisi*) ve bergamot (*C. Bergamia*) olarak sıralanabilir (Mendilcioğlu, 1996; Kaygısız ve Aybak, 2005; Cin ve Gezer, 2017). 2015 yılı itibari ile Türkiye'deki turunçgil türleri üretimin oranları sırasıyla; portakal için %45.7, mandalina için %29.0, limon için %18.8 ve greyluft için %6.3 şeklindedir (TÜİK, 2016). Turunçgiller; C vitamini, niasin, folik asit, kalsiyum, potasyum, magnezyum, diyet lif, pektin, limonoidler ve fenolik bileşikler için iyi birer kaynağıdır (Baker, 1994; Rouseff ve Nagy, 1994; Farnworth ve ark., 2001; Yılmaz, 2002; Gölükcü ve ark., 2015). Taze olarak tüketilebilmekle beraber ürünlere de işlenebilmekte, yan ürünleri ise önemli ölçüde antioksidan maddeler ve diyet lifler içermektedir (Kang ve ark., 2006).

Turunçgiller diyet lifler açısından oldukça önemli

kaynaklar olarak görülmekte, diğer meyvelere benzer şekilde ise kabukları meyve etine göre daha fazla diyet lif içermektedir (Gorinstein ve ark., 2001; Tokgöz ve Gölükcü, 2009). Turunçgil kabukları; karotenoid pigmentleri nedeniyle sarıdan turuncuya kadar değişen ve uçucu yağlar üreten yağ keselerinin bulunduğu flavedo tabakası ile, bu flavedonun hemen altında bulunan beyaz/krem renkteki, besin maddeleri ve suyun taşınmasını sağlayan damarların bulunduğu albedo tabakasından meydana gelir (Turhan ve ark., 2006; Çoksever, 2009). Albedo, çoğunlukla pektin ile hesperidinden oluşmakta, turunçgil kabuklarında %30-35 oranında bulunan pektinin ise %73'ünü içermektedir (Sinclair, 1984; Schröder ve ark., 2004; Çoksever, 2009). Turunçgillerin albedo tabakası, zengin pektin içeriğinin yanı sıra, bileşiminde bulunan flavonoidler ve C vitamini gibi antioksidan özellikteki biyoaktif bileşenlerle de ticari üretimde kullanılabilecek yüksek kaliteli bir lif kaynağı olarak görülebilmektedir (Koubala ve ark., 2008; Çoksever, 2009; Demirel ve Demir, 2018).

Besleyici, doyurucu özellikte, nötr bir aromaya sahip ve temini kolay bir ürün olan ekmeğin üretimi kısaca; buğday unu, maya, tuz ve suyun karıştırılmasıyla elde edilen hamurun fermente edildikten sonra pişirilmesi şeklindedir (Elgün ve Ertugay, 1995). Türkiye'de ekmeğin tüketimi fazla olup, unun değirmende işlenmesi sırasında B grubu vitaminler başta olmak üzere, Ca, Fe, Zn gibi mineral maddeler ve amino asit içerikleri düşmekte, dolayısıyla ekmeğin besin değeri azalmaktadır. Gerek bu olumsuzlukları gidermek gerekse tüketicilerin sağlıklı ürünlere olan talebini karşılamak için zenginleştirme çalışmaları yapılmaktadır (Elgün ve Ertugay, 1995; Kotancılar ve ark., 1995). Ayrıca hazırlanmasındaki kolaylık, maliyetindeki düşüklük, hızlı ve kolay pişirilmeleri nedenleriyle tahıl ürünleri zenginleştirmeye uygun bir gıda grubu olarak görülmekte; vitamince zenginleştirilmiş, yüksek proteinli, düşük şekerli, glutensiz, diyet lifi açısından zengin ekmekler vb. geniş bir ürün yelpazesinde çeşitli fonksiyonel ürünler geliştirilmektedir (Eyidemir, 2006; Yılmaz, 2019). Tüm bu geliştirilen yeni fonksiyonel özellikteki ürünler arasında diyet lifi katkılı ekmekler ayrıca dikkat çekmekte, ekmeğin üretiminde farklı unların kullanımı ise, birden fazla fonksiyonel etkiye sahip ürünler için yeni bir yaklaşım olarak görülmektedir (Yılmaz, 2019).

Bu araştırmada; turunçgil sanayinin yan ürünlerinden olan albedoların, temel besin maddelerimizden ekmeğin üretiminde kullanım imkânlarının araştırılması hedeflenmiştir. Bu amaçla da; buğday unlarına belirli oranlarda ikame edilen farklı turunçgil albedolarının ekmeğin üretimi için uygunluğunun belirlenmesi ve değerlendirilmesi gerçekleştirilmiştir.

## MATERYAL ve METOD

### Materyal

Denemelerde kullanılan buğday unu (% 70 randımanlı) Konya ilindeki bir un fabrikasından (Hekimoğlu Un Fabrikası, Konya) temin edilmiştir. Ayrıca ekmeğin üretiminde kullanılan yaş maya (*Saccharomyces cerevisiae*), sofraya tuzu ve albedo üretiminde kullanılan turuncgiller (portakal, limon ve mandalina) Konya piyasasından temin edilmiştir.

### Metot

#### Deneme Planı

Denemede üç farklı turuncgilden (portakal, limon ve mandalina) elde edilen albedolar, ekmeğin üretiminde buğday ununa 5 farklı ikame oranında (%0, 2.5, 5.0, 7.5 ve 10), 100 g un esasına göre ikame edilmiştir. Denemeler (3x5)x2 faktöriyel deneme desenine göre, 2 tekerrürlü olarak yürütülmüştür.

#### Turuncgil Albedoların Elde Edilmesi

Denemelerde kullanılan, limon, portakal ve mandalina kabuklarının flavedo ve albedo tabakaları bıçak ile birbirinden ayrılmıştır. Ayrıştırılan albedo tabakaları, kurutma prosesinin kolaylaştırılması için küçük parçalara ayrılarak, 80°C'deki bir kurutma kabinde (Nüve KD-200, Ankara, Türkiye) 18 saat süreyle kurutulmuştur. Albedolar kuruduktan sonra, laboratuvar tipi bir öğütücü (Trisa Coffee Mill, Tokyo, Japonya) ile 500 µm elekten geçecek şekilde öğütülmüştür. Daha sonra bu örnekler, 500 ile 180 µm'lik eleklerden 5 dakika süre ile elenmiş, iki elek arasında kalan kısım materyal olarak kullanılmıştır.

#### Ekmeğin Üretimi

Ekmeğin örneklerinin üretim denemelerinde kullanılan direkt pişirme metodu (AACC 10-10), Türk usulü ekmeğe göre modifiye edilmiştir. Bu metotla; 100 g esasına göre buğday unu, yaklaşık 60 ml su, %1.0 sofraya tuzu ve %3.0 yaş maya yoğrularak olgun hamur elde edilmiş, daha sonra %80-90 nispi nem ve 30°C sıcaklık koşullarında 2 defa 30'ar dakikalık kitle fermantasyonuna bırakılmış ve fermantasyonların sonunda katlanıp havalandırılmıştır. Ardından hamura son şekli verilmiş, 30°C'de 60 dakika boyunca son fermantasyon gerçekleştirilmiştir. Kabaran hamurlar 230±5°C'deki fırında (LG MP-9485S, Seul, Kore) 15 dakika pişirilmiştir. Ekmeğin, bir saat süre ile soğuması beklenmiş, ardından polietilen torbalara konularak ağızları kapatılmıştır (Elgün ve ark., 2005).

#### Fiziksel ve Kimyasal Analizler

Ekmeğin örneklerinin, fırın çıkışında ağırlık ve hacim ölçümleri (kolza tohumuyla yer değiştirme esasına göre) yapılmış, spesifik hacim değerleri hesaplanmıştır (Elgün ve ark., 2005). Örneklerin

paralellerinden biri, ağızlı elektrikli bıçak ile özel yapılmış kalıp yardımıyla 5 ayrı dilime kesilmiş, orta dilim renk tayininde kullanılmış, iki yan dilimin içe bakan yüzeylerinde ise tekstür analiz cihazı (TA-XT plus, Stable Microsystems, UK) yardımıyla 36 mm'lik prob (P/36) ile sertlik değerleri (g) ölçülmüştür (AACC, 1990).

Turuncgil albedoları, buğday unu ve üretimi gerçekleştirilen ekmeğin renk okumaları, Hunter Lab Color Quest II Minolta CR-400 (Konica Minolta Sensing, Inc., Osaka, Japan) cihazı kullanılarak  $L^*$  değeri [ (0) siyah- (100) beyaz ],  $a^*$  değeri [ (+) kırmızı- (-) yeşil ] ve  $b^*$  değeri [ (+) sarı- (-) mavi ] cinsinden ölçülmüştür (Francis, 1998).

Denemelerde kullanılan buğday unu, turuncgil albedoları ve ekmeğin örneklerinin nem miktarı, 135°C'de 2.5 saat kurutma normu uygulanarak hesaplanmıştır (metot no: 44-19). Örneklerin protein tayinleri Kjeldahl metoduyla yapılmış (metot no: 46-12), buğday unu sonuçları 5.70, albedolarınki ise 6.25 çarpım faktörü ile hesaplanarak kuru madde esasına göre verilmiştir (AACC 1990). Kül tayini AACC 08-01 metodu kullanılarak, ham lif miktarı ise AACC 32-10 metoduna göre yapılmıştır (AACC, 1990). Fitik asit değerleri, kolorimetrik metot kullanılarak, Haug ve Lantzsch (1983)'e göre belirlenmiştir. Örnekteki fitik asit, hidroklorik asit çözeltisi ile ekstrakte edilmiş ve Demir III çözeltisi ile çöktürülerek serum kısmında kalan demir miktarı spektrofotometrik (Libra S60, Biochrom Ltd., Cambridge, England) yolla belirlenmiş, buradan da fitik asit miktarı hesaplanmıştır. Sonuçlar mg 100 g-1 cinsinden verilmiştir.

#### Duyusal analizler

Ekmeğin örneklerinin duyu analizi; Necmettin Erbakan Üniversitesi Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi Gıda Mühendisliği bölümündeki öğretim elemanları, lisans ve lisansüstü öğrencilerinden oluşturulan, yaşları 18-40 arasında değişen ve konu ile ilgili aynı koşullar altında kısa bir eğitime tabi tutulan, 10 kişilik panelist grubu tarafından gerçekleştirilmiştir. Duyusal değerlendirmede ise; tadım için küçük kare dilimler halinde sunulan ekmeğin örnekleri ile görsel değerlendirmeler için pişirilmiş ekmeğin örnekleri panelistlere ayrı ayrı sunulmuş olup; tat-koku, renk, tekstür, gözenek yapısı ve genel beğeni açısından; 1-5 arasındaki skala (1-kötü, 3-kabul edilebilir ve 5-oldukça iyi) kullanılarak değerlendirme yapılmıştır ve sonuçta elde edilen verilerin tümü ortak değerlendirmeye tabi tutulmuştur.

#### İstatistiksel Analizler

Denemeler 2 tekerrürlü olarak yürütülmüş olup, araştırma sonucunda elde edilen veriler varyans analizine tabi tutulmuş; farklılıkları istatistiksel olarak önemli bulunan ana varyasyon kaynaklarının ortalamaları ise Duncan çoklu karşılaştırma testi ile

karşılaştırılmıştır. İstatistikî analiz sonuçları tablolar halinde özetlenmiştir (Düzgüneş ve ark., 1987).

## BULGULAR ve TARTIŞMA

### Analitik Sonuçlar

Denemelerde kullanılan hammaddelere ait analitik analiz sonuçları Çizelge 1’de verilmiştir.

Buğday unu ve turuncğil albedoları karşılıklı incelendiğinde, ham lif ve kül miktarları bakımından, albedoların daha yüksek içeriklere sahip olduğu

görülmüştür. Protein oranlarının ise, albedolarda daha düşük olduğu belirlenmiştir. Dolayısıyla, albedoların ikame edildiği miktara bağlı olarak ekmeklerin kül ve ham lif miktarını arttırması, protein oranını az da olsa düşürmesi beklenmektedir. Renk değerleri incelendiğinde turuncğil albedolarının  $L^*$  değeri, ekmeklik una göre düşük bulunmuştur.  $a^*$  değeri incelendiğinde ise; tüm albedoların ekmeklik una göre daha yüksek kırmızılık değerleri verdiği belirlenmiştir.

Çizelge 1. Buğday unu ve turuncğil albedo örneklerine ait analitik analiz sonuçları<sup>1</sup>

Table 1. Analytical analysis results of bread flour and citrus albedo samples<sup>1</sup>

Bileşen (Component)	Un (Flour)	Portakal (Orange)	Mandalina (Mandarin)	Limon (Lemon)
$L^*$	95.17±0.22	81.56±0.15	85.28±0.23	90.28±0.22
$a^*$	-0.30±0.09	0.18±0.08	0.28±0.12	0.23±0.13
$b^*$	9.29±0.21	28.16±0.40	23.69±0.30	21.07±0.42
Nem (Moisture) (%)	10.59±0.15	8.23±0.15	8.42±0.03	8.21±0.06
Ham Kül (Crude Ash) (%) <sup>2</sup>	0.59±0.01	2.73±0.04	2.88±0.04	3.06±0.07
Ham Protein (Crude Protein) (%) <sup>2,3</sup>	11.62±0.19	3.81±0.07	3.62±0.08	3.68±0.24
Ham Lif (Crude Fiber) (%) <sup>2</sup>	0.25±0.01	18.78±0.47	18.71±0.44	18.93±0.38

<sup>1</sup>Sonuçlar iki tekerrürün ortalamasıdır ve; <sup>2</sup>Sonuçlar kuru madde üzerinden verilmiştir; <sup>3</sup>Buğday unu: N x 5.70, Albedo: N x 6.25 çarpım faktörleriyle hesaplanmıştır.

<sup>1</sup>Results are the average of two repeats; <sup>2</sup>Results are given on dry matter; The factor for Wheat flour: N x 5.70, for Albedos: N x 6.25.

Ayrıca turuncğil albedoları  $b^*$  değerlerinin, ekmeklik unundan daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Genel olarak da, ekmeklik buğday ununa göre, albedoların daha koyu-sarı renkli hammaddeler olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 1).

### Ekmeklerin Renk Özellikleri

Ekmek örneklerinde  $L^*$  değerinin yüksek olması, ekmek içi renginin açık olduğunu belirtir (Elgün ve

ark., 2002).

Ekmek kabuk rengi oluşumunda en önemli faktörler karamelizasyon ve Maillard reaksiyonlarıdır. Bu reaksiyonlar ekmek yüzeyinde kırmızı-esmer parlak renge, dekstrinler ise parlak yüzey oluşumuna neden olurlar (Demir ve ark., 2006). Dolayısıyla ekmek rengi, son ürün kalitesi açısından önemli bir parametredir. Üretilen ekmek örneklerinin kabuk ve iç renk  $L^*$ ,  $a^*$  ve  $b^*$  değerlerine ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları Çizelge 2’de özetlenmiştir.

Çizelge 2. Ekmeklerin renk özellikleri üzerine turuncğil albedolarının etkisi<sup>1</sup>

Table 2. Effect of citrus albedos on the color properties of bread<sup>1</sup>

Faktör (Factor)		Kabuk Rengi (Crust Color)			İç Renk (Crumb Color)		
		$L^*$	$a^*$	$b^*$	$L^*$	$a^*$	$b^*$
Turuncğil Çeşidi (Citrus Type)	Portakal (Orange)	56.20±0.05 <sup>a</sup>	9.53±0.10 <sup>a</sup>	19.66±0.08 <sup>a</sup>	70.14±0.06 <sup>b</sup>	0.30±0.02 <sup>a</sup>	6.37±0.08 <sup>a</sup>
	Limon (Lemon)	56.15±0.09 <sup>a</sup>	9.08±0.13 <sup>b</sup>	19.47±0.08 <sup>b</sup>	70.41±0.08 <sup>a</sup>	0.27±0.02 <sup>a</sup>	6.45±0.07 <sup>a</sup>
	Mandalina (Mandarin)	55.95±0.05 <sup>b</sup>	9.02±0.12 <sup>b</sup>	19.48±0.05 <sup>b</sup>	70.19±0.10 <sup>b</sup>	0.24±0.02 <sup>b</sup>	6.44±0.09 <sup>a</sup>
Oran (%) (Ratio)	0	59.39±0.04 <sup>a</sup>	6.48±0.02 <sup>e</sup>	18.45±0.06 <sup>e</sup>	72.40±0.06 <sup>a</sup>	-0.35±0.02 <sup>e</sup>	5.24±0.18 <sup>e</sup>
	2.5	57.38±0.07 <sup>b</sup>	7.85±0.10 <sup>d</sup>	18.75±0.08 <sup>d</sup>	71.40±0.08 <sup>b</sup>	0.14±0.02 <sup>d</sup>	5.86±0.09 <sup>d</sup>
	5.0	56.15±0.07 <sup>c</sup>	9.06±0.12 <sup>c</sup>	19.29±0.08 <sup>c</sup>	70.16±0.08 <sup>c</sup>	0.28±0.02 <sup>c</sup>	6.41±0.07 <sup>c</sup>
	7.5	54.88±0.06 <sup>d</sup>	10.60±0.11 <sup>b</sup>	20.12±0.12 <sup>b</sup>	69.51±0.09 <sup>d</sup>	0.55±0.03 <sup>b</sup>	7.07±0.04 <sup>b</sup>
	10.0	52.69±0.05 <sup>e</sup>	12.06±0.24 <sup>a</sup>	21.10±0.09 <sup>a</sup>	67.77±0.10 <sup>e</sup>	0.74±0.02 <sup>a</sup>	7.55±0.05 <sup>a</sup>

<sup>1</sup>Aynı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistikî olarak birbirinden farklı değildir (P>0.05).

<sup>1</sup>Averages marked with the same letter are not statistically different from each other (P>0.05).

Portakal albedosu ikameli ekmeklerin kabuklarının  $a^*$  ve  $b^*$  değerleri, diğer albedo ikamelerine göre yüksek bulunmuş ve sonuçlar arasında da istatistikî olarak

önemli farklılıklar tespit edilmiştir (P<0.05). Turuncğil albedo ikamesi ile örneklerin hem kabuklarının hem de iç dokularının  $L^*$  (parlaklık)

değerlerinde istatistiki olarak önemli azalmalar meydana gelmiştir. En yüksek parlaklık değerleri kontrol grubunda (%0 albedo ikameli ekme) elde edilmiştir. En düşük parlaklık değerleri ise %10 turuncgil albedosu ikameli ekmelerde tespit edilmiştir. Ekmek üretiminde kullanılan hammaddelerin renk değerlerini gösteren Çizelge 1 incelendiğinde, buğday ununun  $L^*$  değerinin, turuncgil albedo örneklerinden daha yüksek olduğu görülmektedir. Bu sebeple örneklerde azalan buğday unu oranının,  $L^*$  değerinde de azalmaya sebep olduğu düşünülmektedir.

Ayrıca, ekme bileşimine dahil edilen turuncgil albedoları ile örneklerin kabuk ve iç dokularında  $a^*$  (kırmızılık) ve  $b^*$  (sarılık) değerinin istatistik olarak ( $P<0.05$ ) arttığı tespit edilmiştir. Genel olarak da, turuncgil albedosu ikamesi ve ikame oranlarında artışa gidilmesi, son ürünlerin renginde değişimlere sebep olmuş, daha kırmızı ve koyu renkli ürünlerin eldesini mümkün kılmıştır. Ekmek örneklerinin hem iç dokularında hem de kabuklarındaki  $a^*$  ve  $b^*$

değerlerindeki artışın muhtemel sebebi, hammadde olarak kullanılan albedoların  $a^*$  ve  $b^*$  değerlerinin buğday unundan yüksek olmasıdır. Ocen ve Xu (2013) portakal lifi ikameli ekme üzerine yaptıkları çalışmalarında portakal atıklarından elde edilen lifin ikame oranının artmasıyla ekme örneklerinde  $L^*$  değerlerinin azaldığını,  $a^*$  ve  $b^*$  değerlerinin ise arttığını bildirmişlerdir. Ayrıca ekmeklerin kabuklarında artan sarılık ve kırmızılık değerlerinde, Maillard reaksiyonunun da etkili olabileceği düşünülmektedir (Demir ve ark., 2006).

### **Ekmeklerin Ağırlık, Hacim, Spesifik Hacim ve Sertlik Özellikleri**

Üretilen ekme örneklerinin ağırlık, hacim, spesifik hacim ve sertlik değerlerine ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları Çizelge 3'te özetlenmiştir. Çizelge 3'e göre; turuncgil çeşitleri ekme örneklerinin ağırlık, hacim, spesifik hacim ve sertlik değerleri üzerinde istatistiki olarak önemli etkisi bulunmamıştır ( $P>0.05$ ).

Çizelge 3. Ekmeklerin fiziksel özellikleri üzerine turuncgil albedoların etkisi<sup>1</sup>

Table 3. Effect of citrus albedos on the physical properties of bread<sup>1</sup>

Faktör (Factor)	Ağırlık (Weight) (g)	Hacim (Volume) (cc)	Spesifik Hacim (Specific Volume) (cc g <sup>-1</sup> )	Sertlik (Firmness) (g)	
Turuncgil Çeşidi (Citrus Type)	Portakal (Orange)	151.78±0.19 <sup>a</sup>	359.5±6.36 <sup>a</sup>	2.37±0.04 <sup>a</sup>	1004±19.37 <sup>a</sup>
	Limon (Lemon)	151.74±0.10 <sup>a</sup>	361.5±4.95 <sup>a</sup>	2.39±0.03 <sup>a</sup>	1021±21.92 <sup>a</sup>
	Mandalina (Mandarin)	151.92±0.18 <sup>a</sup>	366.5±4.95 <sup>a</sup>	2.42±0.03 <sup>a</sup>	996±18.37 <sup>a</sup>
Oran (%) (Ratio)	0	149.78±0.30 <sup>e</sup>	435.0±7.07 <sup>a</sup>	2.91±0.04 <sup>a</sup>	698±16.97 <sup>e</sup>
	2.5	150.38±0.10 <sup>d</sup>	401.7±4.71 <sup>b</sup>	2.67±0.03 <sup>b</sup>	818±24.28 <sup>d</sup>
	5.0	151.45±0.04 <sup>c</sup>	363.3±4.71 <sup>c</sup>	2.40±0.03 <sup>c</sup>	953±15.08 <sup>c</sup>
	7.5	153.06±0.15 <sup>b</sup>	317.5±5.89 <sup>d</sup>	2.08±0.04 <sup>d</sup>	1127±27.58 <sup>b</sup>
	10.0	154.39±0.21 <sup>a</sup>	295.0±4.71 <sup>e</sup>	1.91±0.03 <sup>e</sup>	1439±15.56 <sup>a</sup>

<sup>1</sup>Aynı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklı değildir ( $P>0.05$ ).

<sup>1</sup>Averages marked with the same letter are not statistically different from each other ( $P>0.05$ ).

Albedo oranının etkisi incelendiğinde ise, en düşük ekme ağırlığı değerleri albedo katkısız kontrol grubu ekmelerde tespit edilmiş olup, albedo oranında artışa gidilmesinin ekme ağırlık değerlerini arttırıcı etkide bulunduğu belirlenmiştir (Çizelge 3). Ekme hacim değerleri ile spesifik hacim değerleri ise artan albedo ikame oranına bağlı olarak istatistiki olarak azalma göstermiştir. Ekme hacim değerleri ile ekme spesifik hacim değerleri arasındaki paralellikten dolayı böyle bir artışın olması doğaldır (Elgün ve Ertugay, 1995). Ayrıca ekme spesifik hacim değerlerinin düşmesi ile daha sert ekmelerin eldesi sağlamıştır. Bir başka deyişle albedo ikamesi oranlarındaki artışlar ekmeklerin sertlik değerlerini istatistiki olarak ( $P<0.05$ ) arttırmıştır. Miller (2011) narenciyelerin kabuk lifi, Ocen ve Xu (2013) ise portakal lifi katkısıyla ekme örneklerinin hacim

değerlerinin düştüğünü, sertlik değerlerinin ise arttığını bildirmişlerdir. Artan albedo ikame oranıyla örneklerin ağırlığının ve sertliğinin artması, hacim değerlerinin ise azalması, ekmelerde lif içeriğinin dolayısıyla su absorpsiyon kapasitesinin artmasına atfedilebilir (Bozdoğan, 2015; Qureshi ve ark., 2017).

### **Ekmeklerin Kimyasal Özellikleri**

Farklı çeşit ve oranlarda turuncgil albedosu ikame edilen ekme örneklerinin bazı kimyasal özelliklerine ait Duncan çoklu karşılaştırma testi sonuçları Çizelge 4'te verilmiştir.

Farklı çeşit turuncgil albedosu (portakal, limon ve mandalina) ikame edilerek üretilen ekmeklerin, ham kül, protein, lif ve fitik asit değerlerinin istatistiki olarak değişmediği ( $P>0.05$ ) tespit edilmiştir.

Çizelge 4. Ekmeklerin kimyasal özellikleri üzerine turunçgil albedoların etkisi<sup>1</sup>  
Table 4. Effect of citrus albedos on the chemical properties of bread<sup>1</sup>

Faktör (Factor)		Ham Kül (Crude Ash) (%)	Ham Protein (Crude Protein) (%)	Ham Lif (Crude Fiber) (%)	Fitik Asit (Phytic Acid) (mg 100 g <sup>-1</sup> )
Turunçgil Çeşidi (Citrus Type)	Portakal (Orange)	1.15±0.01 <sup>a</sup>	11.59±0.04 <sup>a</sup>	1.10±0.02 <sup>a</sup>	87.11±0.39 <sup>a</sup>
	Limon (Lemon)	1.16±0.01 <sup>a</sup>	11.58±0.03 <sup>a</sup>	1.12±0.01 <sup>a</sup>	86.85±0.29 <sup>a</sup>
	Mandalina (Mandarin)	1.17±0.01 <sup>a</sup>	11.61±0.03 <sup>a</sup>	1.11±0.02 <sup>a</sup>	86.91±0.35 <sup>a</sup>
Oran (%) (Ratio) (%)	0	1.02±0.02 <sup>e</sup>	12.07±0.08 <sup>a</sup>	0.20±0.01 <sup>e</sup>	89.94±0.12 <sup>a</sup>
	2.5	1.11±0.01 <sup>d</sup>	11.81±0.04 <sup>b</sup>	0.62±0.02 <sup>d</sup>	88.72±0.33 <sup>b</sup>
	5.0	1.16±0.01 <sup>c</sup>	11.56±0.02 <sup>c</sup>	1.14±0.05 <sup>c</sup>	86.83±0.86 <sup>c</sup>
	7.5	1.22±0.01 <sup>b</sup>	11.36±0.03 <sup>d</sup>	1.58±0.04 <sup>b</sup>	85.16±0.15 <sup>d</sup>
	10.0	1.29±0.02 <sup>a</sup>	11.15±0.03 <sup>e</sup>	2.02±0.02 <sup>a</sup>	84.14±0.28 <sup>e</sup>

<sup>1</sup>Aynı harfle işaretlenmiş ortalamalar istatistiki olarak birbirinden farklı değildir (P>0.05).

<sup>1</sup>Averages marked with the same letter are not statistically different from each other (P>0.05).

Buna karşın; ekmeklerde albedo ikame oranı arttıkça, ham kül ve ham lif miktarlarının arttığı, ham protein ve fitik asit miktarının ise azaldığı (P<0.05) tespit edilmiştir. Bu sonuçların muhtemel sebebi; ekmeklik unların protein ve fitik asit miktarının turunçgil albedolarına kıyasla daha yüksek olmasıdır (Çizelge 1). Bu durum, albedo ikamesiyle ekmek örneklerinin ham protein ve fitik asit miktarının düşmesine sebep olmaktadır. Ayrıca; fitik asitin, bütün bitkisel hücrelerde bulunan bir bileşik olmasına karşın, tahıl ve baklagillerde daha fazla bulunduğu bilgisinden yola çıkarak, ekmek örneklerinde fitik asit içeriklerinin düşmesinin, buğday ununun albedolarla yer değiştirmesinden kaynaklandığı söylenebilmektedir (Şat ve Keleş, 2014). Turunçgil albedoları buğday ununa kıyasla daha yüksek organik ve inorganik maddeler içerdiği, özellikle de selüloz, diyet lif ve pektin içeriği ile dikkat çeken yan ürünler olduğu için, Çizelge 4'te görüldüğü üzere ekmeklere ikame edildiğinde örneklerin bazı kimyasal özelliklerini geliştirmiştir (Bilgiçli ve ark., 2014). Dolayısıyla, ekmeklerin kimyasal analiz özelliklerindeki artış ve azalışların hammadde kaynaklı olduğu belirlenmiştir. Yani üretimde kullanılan hammaddeler son ürünün kimyasal bileşenlerine doğrudan etki etmiştir. Dolayısıyla ikame oranında artışa gidilmesi son ürünlerde, protein içerikleri hariç, besinsel özelliklerin gelişmesi açısından önemli katkılar sağlamıştır. Bozdoğan (2015) ile Qureshi ve ark. (2017) kek örnekleri üzerine, Uchoa ve ark. (2009) ile Aydın (2014) ise bisküvi örnekleri üzerine yaptıkları çalışmalarında, örneklerdeki diyet lif miktarının artmasının su tutma kapasitesini artırdığını, dolayısıyla örneklerin nem içeriğinde de bir artış meydana geldiğini bildirmişlerdir. Literatürde, greylift albedosu tozu ikamesiyle kek örneklerinin protein içeriklerinin %13.19'dan %12.57'ye düştüğü bilgisi de yer almaktadır (Qureshi ve ark., 2017).

### Ekmeklerin Duyusal Analiz Özellikleri

Ekmek örneklerinin 1-5 puan skalası ile değerlendirmeye tabi tutulan bazı duyusal özelliklerine ait veriler Çizelge 5'te özetlenmiştir. Çizelge 5'e göre, turunçgil çeşitleri arasında herhangi bir farklılık tespit edilmemiştir. Genel olarak albedo ikamesinin artmasına bağlı olarak duyusal beğenin azaldığı tespit edilmiştir. Albedo ikamesi yapılmayan kontrol grubu ekmeklere en yakın duyusal değerlendirme puanları %2.5 oranında albedo ikamesine sahip ekmeklerde elde edilmiştir. Albedo ikame oranının artması ile tüm puanlama değerleri bariz bir şekilde azalmıştır. En az duyusal beğeni skorlarını ise %10.0 albedo ikameli ekmekler vermiştir. Bu durum, turunçgil albedoları elde edilirken flavedo tabakasından geçen acılık veren maddelerden ve albedoların yüksek lif içeriğinden, pişirme prosesindeki renk koyulaşmalarından ileri gelmektedir (Demirel, 2017). Can (2015) bisküviye portakal kabuğu tozunu ikame ettiği çalışmada, ikame oranının artmasına bağlı olarak duyusal puanların giderek azaldığını bildirmiştir. Uysal (2005) farklı lif kaynaklarını bisküvi bileşimine eklediği bir çalışmada, tüm lif kaynağı çeşitlerinde oranın artmasına bağlı olarak duyusal değerlerde verdiği puanların düştüğünü belirtmiştir.

### SONUÇ ve ÖNERİLER

Bu çalışmada, buğday unu yerine farklı oranlarda (%0, %2.5, %5, %7.5 ve %10) turunçgil albedoları (portakal, limon ve mandalina) formülasyona dahil edilerek ekmek üretiminde kullanılma imkanları incelenmiş, üretilen bu ekmeklerde bazı fiziksel, kimyasal ve duyusal özelliklerin değişimleri araştırılmış ve aşağıdaki sonuçlar elde edilmiştir.

- 1) Ekmek örneklerinin renk değerleri incelendiğinde; portakal, limon ve mandalina albedosu ikamesinin artmasına bağlı olarak, tüm örneklerin kabuk ve iç

dokularında  $L^*$  değerlerinin azaldığı,  $a^*$  ve  $b^*$  değerlerinin ise arttığı gözlenmiştir.

- 2) Albedo oranlarında artışa gidilmesi ile ekmeklerin ağırlıkları ve sertliklerinin arttığı, hacim ve spesifik hacim değerlerinin azaldığı tespit edilmiştir. Farklı turunçgil çeşitlerinin kullanılması ise bu özellikler (ekmek ağırlığı, hacimi, spesifik hacmi ve sertliği) üzerinde önemli bir değişikliğe sebep olmamıştır.
- 3) Üretilen ekmeğin örnekleri kimyasal özellikler

bakımından incelendiğinde; albedo ikamesinin artmasına bağlı olarak, tüm örneklerde ham kül ve ham lif miktarlarının arttığı, fitik asit değerlerinin ise azaldığı tespit edilmiştir.

- 4) Duyusal analiz sonuçlarına göre; ekmeğin üretiminde %2.5'e kadar albedo ikamesinde örneklerin kontrole eşdeğer özelliklere sahip olduğu, %2.5 üzerindeki kullanımda ekmeklerin duyusal özelliklerinin olumsuz etkilendiği belirlenmiştir.

Çizelge 5. Ekmeklerin duyusal özellikleri üzerine turunçgil albedoların etkisi (1-5 puan)

Table 5. Effect of citrus albedos on the sensory properties of bread (1-5 points)

Turunçgil Çeşidi (Citrus Type)	Oran (Ratio) (%)	Tat-Koku (Taste-Odor)	Renk (Color)	Tekstür (Texture)	Gözenek Yapısı (Pore Structure)	Genel Beğeni (General Acclaim)
Portakal (Orange)	0	4.2±0.05	4.5±0.04	4.5±0.09	4.5±0.30	4.6±0.22
	2.5	4.0±0.11	4.5±0.04	4.2±0.11	4.5±0.21	4.4±0.35
	5.0	4.0±0.02	4.3±0.05	4.0±0.16	4.2±0.18	4.4±0.10
	7.5	3.8±0.04	4.0±0.07	3.5±0.21	4.0±0.11	4.0±0.13
	10.0	3.0±0.03	3.6±0.07	3.0±0.18	3.4±0.14	3.7±0.10
Limon (Lemon)	0	4.2±0.09	4.5±0.04	4.5±0.19	4.5±0.13	4.5±0.21
	2.5	4.0±0.14	4.5±0.09	4.3±0.17	4.5±0.22	4.4±0.14
	5.0	3.5±0.05	4.5±0.01	4.1±0.12	4.0±0.30	4.2±0.12
	7.5	3.0±0.08	4.2±0.06	3.4±0.10	3.8±0.15	3.7±0.11
	10.0	2.0±0.17	4.0±0.10	3.1±0.05	3.5±0.15	3.5±0.04
Mandalina (Mandarin)	0	4.2±0.15	4.5±0.12	4.5±0.14	4.5±0.15	4.5±0.12
	2.5	4.3±0.04	4.5±0.14	4.2±0.04	4.5±0.25	4.5±0.18
	5.0	4.1±0.04	4.3±0.04	4.1±0.06	4.0±0.16	4.1±0.10
	7.5	3.8±0.10	4.1±0.01	3.6±0.15	3.8±0.15	3.9±0.08
	10.0	3.2±0.17	3.7±0.06	3.1±0.17	3.4±0.12	3.5±0.15

Sonuç olarak; ekmeğin bileşimine farklı oranlarda ikame edilen portakal, limon ve mandalina albedoları, ekmeklerin duyusal özelliklerini düşürmüş, fakat ekmeklerin besleyici özelliklerini artırmıştır. Bunun yanında turunçgil albedoları; besinsel lif içeriğince zengin olmaları, mineral madde miktarlarının yüksek olması ve antibesinsel özellikteki fitik asit miktarlarının düşük olması nedeniyle ekmeğin bileşimine dahil edilebilir nitelikte bileşenler olarak bulunmuştur.

## TEŞEKKÜR

Bu araştırma, Necmettin Erbakan Üniversitesi BAP Koordinatörlüğü tarafından 181219007 proje numarası ile desteklenmiştir.

## Çıkar Çatışması Beyanı

Makale yazarları aralarında herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan ederler.

## KAYNAKLAR

AACC 1990. American Association of Cereal Chemists, Approved Methods of the AACC. 8th Edition, Saint Paul, Minnesota, USA.

Aktaş K 2012. Sütçülük Yan Ürünleri ve 8 Glukan İlavesi ile Eriştenin Besinsel Özelliklerinin Artırılması Üzerine Bir Araştırma. Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Ana Bilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi. 110 sy.

Aydın E 2014. Balkabağı (*Cucurbita moschata*) Unu Katkısının Bisküvinin Antioksidan Aktivite ve Besinsel Kalitesine Etkileri. Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Ana Bilim Dalı, Doktora Tezi, 151 sy.

Baker R A 1994. Potential Dietary Benefits of Citrus Pectin and Fiber. Food Technology 48:133-137.

Bilgiçli N, Aktaş K, Levent H 2014. Utilization of Citrus Albedo in Tarhana production. Journal of Food and Nutrition Research 53(2):162-170.

Boyacıoğlu D 2012. Fonksiyonel Gıdalar. <https://www.foodelphi.com/fonksiyonel-gidalar-roportaj-prof-dr-dilek-boyacioglu/>.

Bozdoğan N 2015. Glutensiz Kek Formülasyonlarında Hidrokolloid ve Diyet Lifi Kullanımının Hamur Reolojisi ve Kek Kalitesi Üzerine Olan Etkilerinin İncelenmesi. Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Ana Bilim Dalı,

- Yüksek Lisans Tezi, 146 sy.
- Can F 2015. Portakal Kabuğu Tozunun Bisküvi Hamuru ve Bisküvi Kalitesi Üzerine Etkilerinin İncelenmesi. İnönü Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Ana Bilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, 73 sy.
- Cin P, Gezer C 2017. Fonksiyonel Bir Besin Olarak Turunçgiller ve Metabolik Sendrom İlişkisi. *Food and Health* 3(2):49-58.
- Çoksever E 2009. Farklı Oranlarda Turunç Albedosu İlavesinin Sucuk Kalitesi Üzerine Etkisi. Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Ana Bilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, 99 sy.
- Demir M K, Elgün A, Bilgiçli N 2006. Sıvı Ferment Yöntemi ile Ekmek Üretiminde Kullanılan Maya (*Saccharomyces cerevisiae*) Performansına Katkı Maddeleri ve Ortam Şartlarının Etkisi. *Gıda* 31(6):303-310.
- Demirel H 2017. Farklı Turunçgillerden Elde Edilen Albedoların Bisküvi Üretiminde Kullanım İmkanları. Necmettin Erbakan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Ana Bilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, 76 sy.
- Demirel H, Demir M K 2018. Farklı Turunçgillerden Elde Edilen Albedoların Bisküvi Üretiminde Kullanımı. *Gıda* 43(3):501-511.
- Düzgüneş O, Kesici T, Kavuncu O, Gürbüz F 1987. Araştırma ve Deneme Metodları. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, Yayın No: 1021, Ankara, 381 sy.
- Ekici L, Ercoşkun H 2007. Et Ürünlerinde Diyet Lif Kullanımı. *Gıda Teknolojileri Elektronik Dergisi* 1:83-90.
- Elgün A, Ertugay Z 1995. Tahıl İşleme Teknolojisi. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, Yayın No: 297 (2.Baskı), Erzurum, 481 sy.
- Elgün A, Ertugay Z, Certel M, Kotancılar H G 2002. Tahıl ve Ürünlerinde Analitik Kalite Kontrolü ve Laboratuvar Uygulama Kılavuzu. Atatürk Üniversitesi Yayınları, Yayın No: 335, Ders Kitapları Serisi No: 82, Erzurum, 245sy.
- Elgün A, Türker S, Bilgiçli N 2005. Tahıl ve Ürünlerinde Analitik Kalite Kontrolü. Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü Ders Notları, Konya, 112 sy.
- Eyidmir E 2006. Kayısı Çekirdeği İlavesinin Eriştenin Bazı Kalite Kriterlerine Etkisi. İnönü Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Ana Bilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, 84 sy.
- Farnworth E R, Lagace M, Couture R, Yaylayan V, Stewart B 2001. Thermal Processing, Storage Conditions, and The Composition and Physical Properties of Orange Juice. *Food Research International* 34(1):25-30.
- Fernández-Ginés J, Navarro C, Sendra E, Sayas M, Fernández-López J, Pérez-Álvarez J 2001. Colourimetric Characterization of Meat Emulsion Containing Albedo. 47th International Congress of Meat Science and Technology Vol II. pp. 162-163, Cracovia, Poland.
- Francis F J 1998. Colour Analysis. (An Aspen Publishers: Maryland, Gaithersburg, USA: Ed. Nielsen S S) 599-612.
- Garcia-Estapa R M, Guerra-Hernandez E, Garcia-Villanova B 1999. Phytic Acid Content in Milled Cereal Products and Breads. *Food Research International* 32:217-221.
- Gorinstein S, Martín-Belloso O, Park Y S, Haruenkit R, Lojek A, Číž M, Caspi A, Libman I, Trakhtenberg S 2001. Comparison of Some Biochemical Characteristics of Different Citrus Fruits. *Food Chemistry* 74(3):309-315.
- Gölükcü M, Toker R, Tokgöz H, Turgut D M 2015. Farklı Yöntemlerle Elde Edilen Turunç (*Citrus aurantium* L.) Kabuk Yağlarının Uçucu Yağ Bileşimleri. *Derim* 32(2):161-170.
- Halaç E 2002. Gıda Kalitesi ve Gıda Mevzuatı ile İlgili Temel Kavramlar Işığında Türk ve AB Gıda Mevzuatının Karşılaştırılması. *Akdeniz İİBF Dergisi* 4:107-131.
- Harris P J, Ferguson L R 1999. Dietary Fibres May Protect or Enhance Carcinogenesis. *Mutation Research/Genetic Toxicology and Environmental Mutagenesis* 443(1-2):95-110.
- Haug W, Lantzsch H J 1983. Sensitive Method for the Rapid Determination of Phytate in Cereals and Cereal Product. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 34(12):1423-1426.
- Kang H J, Chawla S P, Jo C, Kwon J H, Byun M W 2006. Studies on The Development of Functional Powder From Citrus Peel. *Bioresearch Technology* 97(4):614-620.
- Kaya A 2018. Nohudun Erişte Kalitesine Etkisi. Harran Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Ana Bilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, 137 sy.
- Kaygısız H, Aybak H Ç 2005. Narenciye Yetiştiriciliği. Hasad Yayıncılık, İstanbul, 224 sy.
- Kotancılar G, Çelik İ, Ertugay Z 1995. Ekmeğin Besin Değeri ve Beslenmedeki Önemi. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi 26(3):431-441.
- Koubala B B, Mbome L I, Kansci G, Mbiapo F T, Crepeau M J, Thibault J F, Ralet M C 2008. Physicochemical Properties of Pectins From Ambarella Peels Obtained Using Different Extraction Conditions. *Food Chemistry* 106(3):1202-1207.
- Liu Y, Heying E, Tanumihardjo S A 2012. History, Global Distribution, and Nutritional Importance of Citrus Fruits. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety* 11(6):530-545.
- Mendilcioğlu K 1996. Subtropik İklim Meyveleri (Turunçgiller). E.Ü. Ziraat Fakültesi Ofset

- Basımevi, Bornova, İzmir, 93 sy.
- Meral R, Doğan İ S 2009. Fonksiyonel Öne Sahip Doğal Bileşenlerin Unlu Mamüllerin Üretiminde Kullanımı. *Gıda Dergisi* 34(3):193-198.
- Mete M, Altın D D 2018. Eriştenin Farklı Un Katkıları ile Zenginleştirilmesi. *Akademik Gıda* 16(2):252-256.
- Miller R A 2011. Increased Yield of Bread Containing Citrus Peel Fiber. *Cereal Chemistry* 88(2):174-178.
- Ocen D, Xu X 2013. Effect of Citrus Orange (*Citrus sinensis*) By-Product Dietary Fiber Preparations on The Quality Characteristics of Frozen Dough Bread. *American Journal of Food Technology* 8(1):43-53.
- Qureshi A, Ainee A, Nadeem M, Munir M, Qureshi T M, Jabbar S 2017, Effect of Grape Fruit Albedo Powder on The Physicochemical and Sensory Attributes of Fruit Cake. *Pakistan Journal of Agricultural Research* 30(2):185-193.
- Rouseff R L, Nagy S 1994. Health and Nutritional Benefits of Citrus Fruit Components. *Food Technology* 48:125-132.
- Schröder R, Clark C J, Sharrock K, Hallett I C, MacRae E A 2004. Pectins From The Albedo of Immature Lemon Fruitlets Have High Water Binding Capacity. *Journal of Plant Physiology* 161(4):371-379.
- Sinclair W B 1984. The Biochemistry and Physiology of the Lemon and Other Citrus Fruits. Division of Agriculture and Natural Resources, University of California Publication, California, USA, 946 sy.
- Şat İ G, Keleş F 2004. Fitik Asit ve Beslenmeye Etkisi. *Gıda* 29(6):405-409.
- Şimşek A G N, Taştan H, Dönmez B 2017. Fonksiyonel Gıdaların Yararlı Bulunması ve Kullanım Sıklığı İlişkisi, 1. Uluslararası Turizmin Geleceği Kongresi: İnovasyon, Girişimcilik ve Sürdürülebilirlik Kongresi (Futourism 2017) 28-30 Eylül 2017, Mersin, Türkiye.
- Tokgöz H, Gölükcü M 2009. Turunç (*Citrus aurantium*) Meyvelerinin Değerlendirilme Yöntemleri ve İnsan Sağlığı Üzerine Etkileri. *Hasad Gıda* 284:44-48.
- Turhan İ, Tetik N, Karhan M 2006. Turunçgil Kabuk Yağlarının Elde Edilmesi ve Gıda Endüstrisinde Kullanımı. *Gıda Teknolojileri Elektronik Dergisi* 3:71-77.
- TÜİK 2016. Bitkisel Üretim İstatistikleri, İstatistiksel Tablolar: Turunçgiller. <http://www.tuik.gov.tr>
- Türksoy S 2011. Meyve ve Sebze Lif Konsantreleri İlavesinin Hamurun Reolojik Özellikleri ve Bisküvi Kalitesine Etkileri. Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Ana Bilim Dalı, Doktora Tezi, 118 sy.
- Uchoa A M A, Correia da Costa J M, Maia G A, Meira T R, Sousa P H M, Brasil I M 2009. Formulation and Physicochemical and Sensorial Evaluation of Biscuit-Type Cookies Supplemented with Fruit Powders. *Plant Foods for Human Nutrition* 64:153-159.
- Uysal L H 2005. Farklı Kaynaklardan Elde Edilen Besinsel Liflerin Bisküvi Kalitesi Üzerine Etkilerinin Karşılaştırılması. Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Ana Bilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, 80 sy.
- Yılmaz E 2002. Turunçgil Meyvelerinin İnsan Sağlığına Etkileri. *Gıda Mühendisliği Dergisi* 13:47-52.
- Yılmaz Y 2019. Yer Bademi Sütü (Horchata) Yan Ürünlerinin Ekmek Üretiminde Değerlendirilmesi Üzerine Bir Çalışma. Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Ana Bilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, 140 sy.



## Fenoksietanol ve Açlık Süresinin Japon Balığının (*Carassius auratus*) Taşınmasında Stok Miktarına Etkisi

Mahmut YANAR<sup>1</sup>, Hüseyin Hilmi ÖTER<sup>2</sup>, Ece EVLİYAĞLU<sup>3</sup>

Çukurova Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi, Yetiştiricilik Anabilim Dalı, Adana-Türkiye

<sup>1</sup><https://orcid.org/0000-0002-4445-0228>, <sup>2</sup><https://orcid.org/0000-0002-4425-2985>, <sup>3</sup><https://orcid.org/0000-0003-3578-7336>

✉: [evliyaoglu@cu.edu.tr](mailto:evliyaoglu@cu.edu.tr)

### ÖZET

Bu çalışmada fenoksietanolün juvenil Japon balığında (3.87 g ve 4.05 cm) 30 dakika ve 15 saat süreli uygulamalarındaki optimal doz tespit edilmiştir. Ayrıca, japon balığının 1 4<sup>-1</sup> su ve 3 4<sup>-1</sup> oksijen basılmış naylon torbalarda 15 saat taşınmasında, fenoksietanol ve açlık süresinin balığın stok miktarına etkileri belirlenmiştir. Balıkların anestezeye giriş süresi doza bağlı olarak 3 ile 11 dakika, anestezi çıkış süresi ise 5 ile 15 dakika arasında gerçekleşmiştir. Fenoksietanolün balık üzerindeki anestezik etkisi 100 µL L<sup>-1</sup> dozdan itibaren başlamıştır. Derin anestezisi için fenoksietanolün optimal dozu, 30 dakika süre için 250 µL L<sup>-1</sup>, 15 saat süre için 200 µL L<sup>-1</sup> olarak bulunmuştur. Balıkların naylon torbalarda taşınmasında 4 gün aç bırakılması, 2 gün aç bırakılmasına göre daha yüksek bir stoklamaya olanak sağlamış (P<0.00), ancak taşıma suyuna fenoksietanol uygulamasının bir etkisi olmamıştır (P>0.05). Açlık süresi, anestezisi uygulaması ve stoklama oranları arasında bir intereaksiyon bulunmamıştır (P>0.05). Fenoksietanol kullanmaksızın 4 gün aç bırakılan japon balıklarının oksijen basılmış naylon torbalarda 40, 60 ve 80 adet L<sup>-1</sup> stoklama koşullarında sırasıyla, %100, 98.33 ve 91.87 yaşama oranı tespit edilmiştir. Aç bırakılma süresi ve yaşama oranları ele alındığında juvenil japon balıkları için optimal stoklama oranı litreye 60 adet balık uygun gözükmektedir.

### Araştırma Makalesi

#### Makale Tarihi

Geliş Tarihi : 12.12.2019

Kabul Tarihi : 20.02.2020

#### Anahtar Kelimeler

Fenoksietanol

Açlık

*Carassius auratus*

Stoklama

Taşıma

## The Effect of Phenoxyethanol and Starvation Period on Stocking Density in The Transporting of Goldfish (*Carassius auratus*)

### ABSTRACT

In this study, the optimum dose of phenoxyethanol in juvenile goldfish (3.87 g and 4.05 cm) between 30 minutes and 15 hours application was determined. In addition, the effects of phenoxyethanol and starvation time were determined in the transport of goldfish in 1 4<sup>-1</sup> water and 3 4<sup>-1</sup> oxygen compressed nylon bags for 15 hours. The anesthesia entrance time of the fish was between 3 and 11 minutes depending on the dose and the exit time from the anesthesia was between 5 and 15 minutes. The anesthetic effect of phenoxyethanol on fish started from the dose of 100 µL L<sup>-1</sup>. Suitable doses of phenoxyethanol for deep anesthesia were 250 µL L<sup>-1</sup> for 30 minutes and 200 µL L<sup>-1</sup> for 15 hours. Starving the fish in nylon bags for 4 days provided a higher storage opportunity than fasting for 2 days (P <0.00), but phenoxyethanol application to the transport water had no effect (P > 0.05). There was no interaction between starvation time, anesthetic administration and stocking rates (P > 0.05). Overall, 100%, 98.33% and 91.87% survival rates were determined in 40, 60 and 80 pcs L<sup>-1</sup> stocking conditions of oxygen fished nylon bags, respectively, which were starved for 4 days without using phenoxyethanol. Considering the starvation period and survival rates, the optimal stocking rate for juvenile goldfish was 60 fish per liter.

### Research Article

#### Article History

Received : 12.12.2019

Accepted : 20.02.2020

#### Keywords

Phenoxyethanol

Starvation period

*Carassius auratus*

Stocking density

Transportation

## GİRİŞ

Dünyada akvaryum balıklarına olan ilgi ve talep giderek artmakta ve bu gelişmeye paralel olarak akvaryum balığı ticareti büyümektedir. Dünyada akvaryum balığı pazarında en büyük payı, japon balığı (*Carassius auratus*) almaktadır (Ghosh ve ark., 2003; FAO, 2014). Türkiye’de akvaryum balığı ithalatına yılda yaklaşık 10 milyon ABD doları döviz harcadığı, yan sektörleriyle birlikte bu rakamın 15-20 milyon doları bulduğu ve satılan yıllık akvaryum balığının 30-40 milyon adet olduğu tahmin edilmektedir. Oransal olarak ticareti yapılan akvaryum balıklarının %32.5’ini japon balığı oluşturmaktadır (Türkmen ve Çelik, 2014). Ancak gayri resmi verilere göre bu oranın %50 olduğu sanılmaktadır.

Akvaryum balıkları yurt içinde uzun süreli taşımacılıkta 10-20 saatlik bir taşımaya maruz kalmaktadır. Ancak uluslararası taşımacılıkta bu süre 30-36 saati bulmaktadır (Özkan, 2014). Akvaryum balıklarının uzun süreli taşınmasında anestezi madde kullanılması rutin bir prosedür haline gelmiş ve sektörün gelişmesine önemli katkı yapmıştır (Yanar ve Polat, 1994). Su ürünleri yetiştiriciliğinde en yaygın kullanılan anestezi maddeler trikain metansülfonat (MS-222), fenoksietanol, benzokain, kinaldin, metomidat, propanidid ve propiscin gibi kimyasal ajanlardır (Purbosari ve ark., 2019). Bu çalışmada anestezi madde olarak kullanılan fenoksietanolün ilk kez 1963 yılında Kanada’da, alabalık anestesisinde kullanıldığı rapor edilmiştir (Sehdev ve ark., 1963; Beel, 1964). Bu anesteziğin en önemli avantajı, güven araştırmasının geniş ve emsallerine göre bulunmasının kolay ve ucuz olmasıdır. Ayrıca bakterisit ve fungusit özellik göstermesi (Martins ve ark., 2019), kısa süreli uygulamalarda etkili ve anestezi sonrası çıkış süresi kısa olması diğer avantajlarıdır (Velisek ve Svobodova, 2004a,b).

Japon balığı veya diğer balık türlerinin naylon torbalarda taşınmasında anestezi madde kullanılması konusunda bir çalışmaya rastlanmamıştır. Balıkların taşınmasından birkaç gün önce aç bırakılması pratikte uygulanan bir prosedürdür. Bunun da nedeni, açlık nedeniyle balığın metabolizmasının yavaşlaması sonucu oksijen gereksiniminin azalması, diğer yandan taşıma suyuna salınan ve balık için zararlı olan karbondioksit, üre, ürik asit, amonyak ve dışkı gibi ürünlerin salınımının azaltılmasıdır. Ancak balık taşımacılığında balıkların aç bırakılması ve bunun süresi konusunda literatürde denemeye dayalı bilgi bulunmamaktadır. Diğer yandan, balıkların oksijen basılmış naylon torbalarda litre başına kaç adet veya kaç kg balık taşınması gerektiği konusunda çalışmaya rastlanmamıştır. Bu çalışmada, genelde balık taşımacılığında, özelde ise japon balıklarında yukarıda değinilen stoklama, açlık ve anestezi madde kullanılması ile ilgili eksikliklerin

giderilmesi hedeflenmiştir.

## MATERYAL ve METOT

Denemede, akvaryum balıkları piyasasında SM (Small Medium) boy olarak geçen, ortalama  $3.87 \pm 0.21$  cm standart boy ve  $4.05 \pm 0.45$  g ağırlığındaki japon balıkları (*Carassius auratus*) bireyleri kullanılmıştır. Çalışmada, fenoksietanolün japon balıkları üzerinde optimal konsantrasyonunun belirlenmesi amacıyla kısa ve uzun süreli uygulamaları test edilmiş (I. Deneme), ayrıca balıkların naylon poşetlerde taşınmasında fenoksietanol uygulaması ve açlık süresine bağlı uygun stok miktarı (II. Deneme) belirlenmiştir.

### I. Deneme: Fenoksietanolün Japon Balıklarında Kısa ve Uzun Süreli Uygulamalarında Optimal Dozun Belirlenmesi

Japon balıklarında 30 d (dakika) ve 15 s (saat) sürelerde  $50 \mu\text{L L}^{-1}$ lik doz artırımlarıyla fenoksietanolün  $50 \mu\text{L L}^{-1}$ den  $350 \mu\text{L L}^{-1}$ ye kadar değişen 8 farklı konsantrasyonu uygulanmıştır. Her bir muamele grubu 2 tekrardan oluşturulmuş ve her bir tekrarı için 10 adet balık kullanılmıştır. Denemeler 40 L’lik cam akvaryumlarda gerçekleştirilmiştir. Deneme süresince su sıcaklığı  $24^\circ\text{C}$  dolayında tutulmuş ve akvaryumlar sürekli havalandırılmıştır. Deneme grupları anestezi süreleri sonunda taze su ile dolu ayrı akvaryumlara alınarak deneme süresi ve sonrasındaki (96 saat) olası ölümler kaydedilmiştir. Deneme süresince balıkların anesteziye giriş, anestezi sonrası çıkış, anestezi düzeyi ve solunum sayısı belirlenmiştir. Anestezi düzeyinin belirlenmesinde kriter olarak balığın denge, yüzme aktivitesi ve operkulum hareket sayısı esas alınmış olup, en hafiften en derin anestezi düzeyine doğru 4 farklı şiddette anestezi düzeyi üzerinden değerlendirme yapılmıştır (Yanar ve Genç, 2004).

1. Çok hafif anestezi düzeyi (Trankilizan period)\*: Balıkta sakinleşme, yüzme aktivitesinde ve dengede kısmi bir azalma.
2. Hafif anestezi düzeyi (Excitation period)\*\*: Balığın yüzme aktivitesinin giderek azalması, dengesini yitirerek zaman zaman yatık bir şekilde durma, var olan hareketlerin de amaçsız ve rastgele olması, yüzmede koordinasyonsuzluk, dış uyaranlara karşı ani ve şiddetli tepki vermesi.
3. Orta anestezi düzeyi (Ligth anestetia)\*\*\*: Balığın dorsa-ventral oryantasyonunu kaybetmesi, akvaryumun dip kısmında yatık bir şekilde durması ve yüzme aktivitesi ile dengesini hemen hemen yitirmesi, dış uyaranlara karşı zayıf tepki vermesi.
4. Derin anestezi düzeyi (Deep anestetia)\*\*\*\*: Balığın yüzme aktivitesi ve dengesini tamamen yitirmesi, akvaryumun tabanında tamamen yatık durumda ve

hareketsiz bir şekilde durması, dış uyaranlara karşı tamamen tepkisiz kalması.

## II. Deneme: Japon Balıklarının Naylon Torbalarda Uzun Süreli Taşınmasında Fenoksietanol ve Açlık Süresine Bağlı Optimal Stok Yoğunluğunun Belirlenmesi

Bu denemede Japon balıklarının naylon torbalarda simüle edilen 15 s taşıma koşullarında fenoksietanol ve açlık süresine bağlı optimal stok yoğunluğu belirlenmiştir. Naylon torbaların içine 1 4<sup>-1</sup> oranında su ve geri kalan kısmına 3 4<sup>-1</sup> oranında oksijen basılmıştır. Bağlanınca toplam hacmi 7.5 litre olan naylon (polietilen) torbalara 2 L su ilave edilmiş ve bu suya da önceki denemede optimal dozu belirlenen fenoksietanol eklenmiştir. Ayrıca anesteziik madde içermeyen kontrol grubu oluşturulmuştur. Torbanın geri kalan 5.5 L olan kısmına da basınçlı oksijen gazı doldurulmuştur. Bu torbalara 40, 60 ve 80 adet L<sup>-1</sup> japon balıkları stoklanmıştır. Ayrıca bu balıkların bir grubu 2, diğer grubu da 4 gün aç bırakılmıştır. Torbalardaki su sıcaklığı 24°C olarak korunmuştur. Denemeler 2 tekerrürlü gerçekleştirilmiştir. Simüle edilen 15 saatlik taşıma işlemleri sonucunda balıklar anesteziik içermeyen taze suya alınmış ve 96 saatlik

gözlem süreci sonunda ölüm oranları kaydedilmiştir. Optimal anesteziik konsantrasyon, optimal balık stok yoğunluğu ve optimal açlık süresinin belirlenmesinde kriter olarak balıkların yaşama oranı esas alınmıştır.

Denemelerdeki bütün verilerin istatistik analizlerinde SPSS 20.0 (SPSS, Chicago, IL, USA) programı kullanılmıştır. Stok yoğunluğunun ve açlığın bağımsız olarak yaşama oranı üzerindeki etkileri tek yönlü varyans analizi (one-way ANOVA) takiben Tukey testi ile 0.05 önem aralığında; ayrıca stok oranı, açlık ve fenoksiethanol faktörlerinin yaşama oranı üzerindeki kombine etkisinde çok yönlü varyans analizi kullanılmıştır.

Çalışmanın yapılabilmesi için Çukurova Üniversitesi Hayvan Deneyleri Yerel Etik Kurulu'ndan (13.05.2020 tarih ve 2 sayılı toplantı) izin alınmıştır.

## BULGULAR ve TARTIŞMA

### Japon Balıklarında Kısa ve Uzun Süreli Fenoksietanol Uygulaması

Fenoksietanolün Japon balıkları üzerinde kısa ve uzun süreli uygulamalarındaki anesteziik yanıtlar Çizelge 1 ve Çizelge 2 de verilmiştir.

Çizelge 1. Fenoksietanolün farklı dozlarının japon balığında 30 dakika uygulama süresindeki anesteziik etki ve yanıtları

Table 1. Anaesthetic effects and responses of different doses of phenoxyethanol in goldfish for 30 minutes

Anesteziik doz (µl L <sup>-1</sup> ) (anesthetic dose, µl L <sup>-1</sup> )	Anesteziye giriş süresi (d) (induction time, min)	Anesteziiden çıkış süresi (d) (recovery time, min)	Anestezi düzeyi (level of anaesthesia)	Solunum sayısı (adet d <sup>-1</sup> ) (respiratory count, times min <sup>-1</sup> )	Ölüm oranı (%) (mortality, %)
0	-	-	-	82	-
50	-	-	-	86	-
100	10	5	*	93	-
150	9	6	**	98	-
200	7	8	***	105	-
250	6	10	****	107	-
300	4	12	****	112	-
350	3	13	****	24	15

Çizelge 2. Fenoksietanolün farklı dozlarının japon balığında 15 saat uygulama süresindeki anesteziik etki ve yanıtları

Table 2. Anaesthetic effects and responses of different doses of phenoxyethanol in goldfish for 15 hours

Anesteziik doz (µl L <sup>-1</sup> ) (anesthetic dose, µl L <sup>-1</sup> )	Anesteziye giriş süresi (d) (induction time, min)	Anesteziiden çıkış süresi (d) (Recovery time, min)	Anestezi düzeyi (level of anaesthesia)	Solunum Sayısı (adet d <sup>-1</sup> ) (respiratory count, times min <sup>-1</sup> )	Ölüm oranı (%) (mortality, %)
0	-	-	-	85	-
50	-	-	-	93	-
100	11	7	***	101	-
150	9	9	***	106	-
200	7	11	****	115	-
250	6	12	****	121	-
300	4	14	****	36	10
350	3	15	****	17	45

Fenoksietanol ile anestezi edilen japon balıklarında, uygulanan doz ve süreye bağlı olarak farklı düzeylerde anestezi yanıtları alınmıştır. Balıkların anesteziye giriş süresi doza bağlı olarak 3 ile 11 d arasında değişmiş olup, anestezi dozu arttıkça anesteziye giriş süre kısalmıştır. Diğer yandan balıkların anesteziiden

çıkış süreleri, kısa süreli anesteziik uygulamasında 5-13 d, uzun süreli anesteziik uygulamasında 7-15 d arasında değişmiş olup, anesteziinin dozu arttıkça anesteziiden çıkış süresi uzamıştır. Kısa süreli anesteziide anesteziiden çıkış süreleri dozlar arasında 5-13 d arasında değişirken, uzun süreli anesteziide

aynı dozlar arasında 7-15 d arasında değişmiştir (Çizelge 1). Pek çok çalışmada, fenoksietanol uygulamasında balıkların anesteziye giriş ve çıkış süreleri, balık türüne göre oldukça değişkenlik göstermiştir. Çalışmalar daha çok ekonomik değere sahip deniz balıkları üzerinde yoğunlaşmıştır. Örneğin siyah levrekte (*Centropristis striata*) 200 µL L<sup>-1</sup> dozda anesteziye giriş ve çıkış süreleri sırasıyla 3-6 d (King ve ark., 2005), dil balığında (*Solea senegalensis*) 600 µL L<sup>-1</sup> dozda 1.5-1.94 d (Weber ve ark., 2009) bulunmuştur. Mercan resif balıklarında (*Pomacentrus amboinensis*) fenoksietanol ile tam anesteziye giriş süresi 12 d iken (Munday ve Wilson, 1997), sivri burun karagöz (*Diplodus puntazzo*) ve sargoz karagözde (*Diplodus sargus*) 3 d olarak tespit edilmiştir (Tsantilas ve ark., 2006). Kefal balıklarında (*Mugil cephalus*) doza bağlı olarak (100-400 mg L<sup>-1</sup>), tam anesteziye giriş sürelerinin 2.6-3.6 d, çıkış sürelerinin ise 1.8-3.2 d arasında değiştiği ortaya konulmuştur (Nair ve ark., 2018). Juvenil sazan balıklarında (*Cyprinus carpio*) yapılan bir çalışmada ise 400-800 mg L<sup>-1</sup> dozlarında derin anesteziye girme süreleri 8.23-3.31 d, anesteziye çıkış süreleri ise 3.47-4.59 d arasında olduğu belirtilmiştir (Czerniak ve ark., 2018). Diğer araştırmalarda da, yukarıdaki örneklerde olduğu gibi benzer sonuçlar alınmıştır (Weyl ve ark., 1996; Munday ve Wilson, 1997; King ve ark., 2005; Weber ve ark., 2009; Pawar ve ark., 2011). Bu çalışmada ise, Japon balığının anesteziye giriş ve çıkış süreleri yukarıda anılan balık türleriyle karşılaştırılırsa, nispeten daha uzun sürede gerçekleşmiştir. Diğer yandan, fenoksietanolün bu denemede ve diğer araştırmacıların çalışmalarında tespit edilen anesteziye giriş ve çıkış süreleri, diğer anestezi ajanlarla karşılaştırılırsa daha uzundur. Örneğin kinaldin uygulamasında tilapia balıklarının (*Oreochromis niloticus*) anesteziye girme süresi 2-6 d, anesteziye çıkma süresi ise 3-7 d olarak tespit edilmiştir (Yanar ve Genç, 2004). Küçük ve Çoban (2016) bu çalışmada kullanılan tür olan japon balığına 200 mg L<sup>-1</sup> dozda MS222 uygulaması sonucunda anesteziye giriş süresinin 2.24 d, çıkış süresinin ise 3.09 d olduğunu belirtmiştir. Dolayısıyla, fenoksietanol diğer anesteziyelerle karşılaştırılırsa, balığı anesteziye sokma ve çıkarma süreleri nispeten uzundur. Bu ise fenoksietanolün zayıf tarafıdır.

Fenoksietanolün gerek 30 d, gerekse 15 s uygulamalarında 50 µL L<sup>-1</sup> dozda balıklarda herhangi bir anestezi etkisi görülmemiştir. Her iki uygulama süresinde anestezi etkisi 100 µL L<sup>-1</sup> doz ile başlamıştır. Fenoksietanolün 30 d uygulaması sonunda, 100, 150, 200 ve 250 µL L<sup>-1</sup> dozlarında sırasıyla çok hafif, hafif, orta hafif ve derin anestezi seviyeleri görülürken, 15 s uygulaması sonunda, 100 µL L<sup>-1</sup> dozda çok hafif ve hafif, 150 ve 200 µL L<sup>-1</sup> dozlarında ise sırasıyla orta hafif ve derin anestezi seviyesi görülmüştür (Çizelge 2). Dolayısıyla

balıkların anesteziye maruz kalma süresinin artması anestezi seviyesini kısmen arttırmıştır. Sonuç olarak 30 d süre için fenoksietanolün kullanılabilir dozları kullanım amacına göre, 100-250 µL L<sup>-1</sup> arasında değişirken, 15 s süre için kullanılabilir dozları 100-200 µL L<sup>-1</sup> arasında değişmiştir. Doza bağlı ölümler 30 d uygulama süresinde 350 µL L<sup>-1</sup> dozda (%15), 15 s uygulama süresinde ise 300 µL L<sup>-1</sup> dozda (%10) görülmeye başlamıştır. Dolayısıyla fenoksietanol bu dozların altında kullanılmalıdır.

Bu çalışmada japon balıklarında derin anestezi dozu 200-250 µL L<sup>-1</sup> den itibaren başlamıştır. Weyl ve ark. (1996)'nın aynı balık türü üzerinde yaptıkları deneme sonucunda, önerilen dozlar, bu çalışmada kısmen yüksek bulunmuş olup, sıcaklığa bağlı olarak 300-500 µL L<sup>-1</sup> aralığında tespit edilmiştir. Japon balıkları üzerinde yapılan başka bir çalışmada (Yasui ve ark., 2009) fenoksietanol için bu doza yakın bir değer (400 µL L<sup>-1</sup>) bildirilmiştir. Kısaca yukarıda aynı balık türü üzerinde yapılan doz çalışmaları birbirlerine yakın olup, bu çalışmadaki değerlerle karşılaştırılırsa, kısmen daha yüksek tespit edilmiştir. Japon balıkları ile yakın akraba olan sazan balıklarında ise kısa süreli fenoksietanol uygulamasında (10 d) maksimum doz 300 µL L<sup>-1</sup> bulunurken, uzun süreli uygulamada (96 saat) 170 µL L<sup>-1</sup> olarak bulunmuştur (Velisek ve Svobodova, 2004a). Fenoksietanolün diğer balık türleri üzerinde test edilen dozları ise oldukça farklılık göstermektedir. Örneğin, Avrupa deniz levreği ve çipurada sırasıyla 300 ve 350 µL L<sup>-1</sup> (Mylonas ve ark., 2005), gökkuşacağı alabalığında 10 d uygulama süresinde 460 µL L<sup>-1</sup>, 96 s uygulama süresinde ise 210 µL L<sup>-1</sup> (Velisek ve Svobodova, 2004b), yayın balığında (*Silurus glanis*) 300 µL L<sup>-1</sup> (Velisek ve ark., 2007), siyah levrekte (*Centropristis striata*) 200-300 µL L<sup>-1</sup> (King ve ark., 2005), dil balığında (*Solea senegalensis*) 600 µL L<sup>-1</sup> (Weber ve ark., 2009), beluga balığında (*Huso huso*) derin anestezi etkileri 0.3 mL L<sup>-1</sup> dozunda başlamasına rağmen hematolojik stres verileri göz önüne alındığında optimum doz, 0.7 mL L<sup>-1</sup> (Shalvei ve ark., 2012) ve İran mersin balığında (*Acipenser persicus*) 330 mg L<sup>-1</sup> (Adel ve ark., 2016) olarak bildirilmiştir.

Japon balığında solunum sayısı anestezi içermeyen suda 82-85 d<sup>-1</sup> aralığında iken, anesteziye maruz kalmış balıklarda, anestezi dozu arttıkça solunum sayısı da artmış ve nitekim anesteziğin uygulama süresine bağlı olarak 250-300 µL L<sup>-1</sup> dozlarında 112 ve 121 d<sup>-1</sup>'ya kadar çıkmıştır. Kontrol grubuna göre karşılaştırılırsa, anestezi balıkların solunum sayısını yaklaşık %50 oranında arttırmıştır. Ancak ölümlerin başladığı yüksek olan dozlarda (300-350 µL L<sup>-1</sup>) solunum sayısı aniden düşerek, 17-24 d<sup>-1</sup> seviyesine kadar düşmüştür. Dolayısıyla bu durum, anestezi maddenin yüksek olan dozlarının balığın solunum sistemini deprese ettiği ve buna bağlı olarak ölümlerin başladığını göstermektedir. Genelde

anestezik maddelerin balığın metabolizmasını yavaşlatacağı beklenir. Balık taşımacılığında anestezik maddelerin kullanılmasının gerekçesi de buna dayandırılır. Guo ve ark. (1995) tarafından yapılan bir çalışmada, plati balıklarının (*Xiphophorus maculatus*) naylon torbalarda taşınmasında kullanılan fenoksietanolün balığın amonyak ve karbondioksit gibi metabolik atıklarının salınımını azalttığı rapor edilmiştir. Dolayısıyla yukarıda anılan bu çalışmada balığın solunum sayısında da bir azalma olmuştur. Ancak bu çalışmada yukarıda bahsedilen araştırmanın aksine, solunum sayısında ciddi bir artma olmuştur. Diğer yandan, anestezik madde uygulanmış naylon torbaların suları, anestezik içermeyenlere göre ortama verilen dışkı nedeniyle daha fazla kirlilik oluşmuştur. Bu olgu, anestezik maddenin balığın dışkı gibi metabolik atıklarını arttırdığını göstermektedir. Nitekim bir sonraki paragraflarda tartışacağımız fenoksietanolün balıkların taşınmasında stok miktarı üzerine etkisinin, istatistiki olarak bir katkısı olmamış, aksine, istatistiki olarak değil ama rakamsal olarak kısmen olumsuz etki yapmıştır. Dolayısıyla fenoksietanolün bu deneme sonuçlarına göre, balıkların taşınmasında metabolizmayı azaltarak balıkların stok miktarı üzerine olumlu etki yapacağı beklentisi gerçekleşmemiştir. Anesteziklerin de balıklarda kimyasal strese neden olabileceği, Molinero ve Gonzalez (1995) tarafından gösterilmiştir. Çalışmada, MS-222 ve fenoksietanolün, çipuralarda kan plazmasında kortizol, glukoz, laktat ve hematolojik parametrelerindeki değişimler incelenmiş ve iki anestezik madde uygulanmasında da balıklarda anestezik maddeye karşı bir stres yanıtı olduğu, eşik değerin fenoksietanol için 0,075ml lt<sup>-1</sup>, MS-222 için 0.25ml lt<sup>-1</sup> doz olduğu tespit edilmiştir. Benzer şekilde beluga balıklarına fenoksietanolün 0.3 ve 0.5 ml L<sup>-1</sup>

doz uygulamalarında serumdaki kortizol seviyesinde artış görüldüğü bildirilmiştir (Shaluei ve ark., 2012). Weber ve ark. (2011) dil balıklarına belirli dozlarda uygulanan fenoksietanol, MS222 ve karanfil yağının, stresöre karşı primer nöroendokrin yanıt olan kortizolün salınımında artışa neden olduğunu ortaya koymuştur.

### Japon Balıklarının Uzun Süreli Taşınmasında Fenoksietanol ve Açlık Süresine Bağlı Olarak Optimal Stok Oranının Belirlenmesi

Japon balıklarının naylon torbalarda 15 saatlik taşınmasında stok yoğunluğu (40, 60 ve 80 adet L<sup>-1</sup>), fenoksietanol (0 ve 200 µL L<sup>-1</sup>) ve açlık süresinin (2 gün ve 4 gün) kombine etkisinin balığın yaşama oranı üzerine etkisinin test edildiği denemede, stok miktarı ve açlık süresi balığın yaşama oranı üzerinde istatistiksel olarak anlamlı bir etki yapmış (P<0.05), ancak anestezi uygulamasının balıkların yaşama oranı üzerine istatistiksel olarak anlamlı bir etkisi olmamıştır (P>0.05). Ayrıca bu üç faktörün birlikte etkilerinin ikili ve üçlü kombinasyonları da istatistiksel olarak anlamsız (P>0.05) bulunmuştur (Çizelge 4). Bu çalışmaya benzer şekilde Jacobsen ve ark. (2019) *Cyclopterus lumpus* ile yaptıkları denemede, balıkların 3 gün aç bırakılmasıyla farklı anestezik maddelere verdikleri yanıt arasında sadece minör düzeyde bir ilişkinin bulunduğunu ancak yine de balıklara yapılacak çeşitli müdahalelerin öncesinde balıkların aç bırakılmasının etkili olduğunu belirtmişlerdir. Çalışmada anestezik madde kullanmaksızın balıkların 40, 60 ve 80 adet L<sup>-1</sup> stoklama koşullarında 2 gün aç bırakılmaları durumunda yaşama oranları sırasıyla % 98.75, 93.74 ve 85.31 iken, 4 gün aç bırakılma koşullarında % 100, 98.33 ve 91.87 olarak gerçekleşmiştir (Çizelge 3).

Çizelge 3. Japon balıklarının naylon torbalarda 15 saatlik taşınmasında, stok yoğunluğu, fenoksietanol ve açlık süresinin yaşama oranına etkisi.

Table 3. The effect of stock density, phenoxyethanol and fasting duration on survival rate in transport of goldfish in nylon bags for 15 hours.

Stok Grupları (Stocking groups)	Yaşama oranları (%) (Survival rate(%))			
	2 gün aç bırakılan balıklar (2 days of starvation)		4 gün aç bırakılan balıklar (4 days of starvation)	
	0 µl L <sup>-1</sup> fenoksietanol (fenoxyethanol)	200 µl L <sup>-1</sup> fenoksietanol (fenoxyethanol)	0 µl L <sup>-1</sup> fenoksietanol (fenoxyethanol)	200 µl L <sup>-1</sup> fenoksietanol (fenoxyethanol)
40 adet/L	98.75	98.12	100.00	98.12
60 adet/L	93.74	90.83	98.33	97.08
80 adet/L	85.31	76.25	91.87	87.18

Bu farkın da nedeninin, balığın 4 gün aç bırakılması, 2 gün aç bırakılmaya göre karşılaştırılırsa, metabolizma hızını daha çok azalttığı, dolayısıyla ortama karbondioksit, üre, ürik asit, amonyak ve dışkı gibi metabolik ürünlerin salınımının azalmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Özetle, balıkların taşınmasında 4 gün aç bırakılması, daha yoğun stoklamaya olanak tanıdığından, 2 gün aç

bırakılmasına göre daha tercih edilebilir bir süredir. Sonuç olarak taşımada balıklarda stok miktarı arttıkça ölüm oranı artmakta, ancak daha fazla balık taşındığı için navlun ücretleri düşmektedir. Dolayısıyla, birbirlerine zıt bu iki faktörün değerlendirilip her ikisinin de uyumunun sağlandığı bir analizin yapılması gerekmektedir. 40, 60 ve 80 adet L<sup>-1</sup> stoklamalarda en uygun koşullarda (anestezi

içermeyen ve 4 gün aç bırakılma koşullarında) ölüm oranları sırasıyla %100, 98.33 ve 91.87 dir. 40 adet L<sup>-1</sup> stoklamadan 80 adet L<sup>-1</sup> stoklamaya geçişte 2 kat daha fazla balık taşınırken, ölüm oranı da ciddi bir artış (%8-9) gerçekleşmiştir. Dolayısıyla 80 adet L<sup>-1</sup> stoklama, daha yüksek bir stok olanağı sağlanmasına rağmen, yüksek oranlardaki ölüm nedeniyle pek uygun görünmemektedir. Ayrıca ölümlerin arttığı

torbalarda ölü balıkların su kalitesini bozarak diğer sağlıklı balıklara da zarar vereceği göz önünde bulundurulmalıdır. Diğer yandan, 40 adet L<sup>-1</sup> stoklamadan 60 adet L<sup>-1</sup> stoklamaya geçişte %50 daha fazla balık taşınırken, ölüm oranı oldukça sınırlı artmıştır. %50 daha fazla balık taşıma için, %1.67 gibi küçük bir ölüm oranı göze alınabilir gözükmektedir.

Çizelge 4. Stok yoğunluğu, açlık periyodu ve anesteziğin yaşama oranı üzerindeki kombine etkisinin iki yönlü varyans analiz sonuçları

Table 4. Two-way analysis of variance analysis of the combined effect of stock intensity, fasting period and anaesthetic on survival rate

Varyasyon Kaynağı (Source of variation)	Tip III Kareler Toplamı (Type III Sum of squares)	Serbestlik Derecesi (Degrees of freedom)	Kareler Ortalaması (Mean square)	F	Sig.
Düzeltilmiş Model	1022.507 <sup>a</sup>	11	92.955	10.337	.000
Intercept	207429.086	1	207429.086	23067.016	.000
Stok	788.706	2	394.353	43.854	.000*
Açlık	145.879	1	145.879	16.222	.002*
Anestezi	1.416	1	1.416	.157	.698
Stok * Açlık	66.726	2	33.363	3.710	.056
Stok * Anestezi	17.414	2	8.707	.968	.408
Açlık * Anestezi	.008	1	.008	.001	.977
Stok * Açlık * Anestezi	2.358	2	1.179	.131	.878
Hata	107.909	12	8.992		
Toplam	208559.502	24			
Düzeltilmiş Toplam	1130.416	23			

R<sup>2</sup> = 0,905 (Düzeltilmiş R<sup>2</sup> = 0,817)

Sonuç olarak, bu deneme koşullarına göre, fenoksietanol kullanmaksızın içinde 1 L<sup>-1</sup> oranında su, kalan 3 L<sup>-1</sup> lük kısmına oksijen gazı basılmış naylon torbalarda, balıkların 4 gün aç bırakılması durumunda 15 saatlik sürecek taşımada litreye 60 adet SM boy (3.87 cm ve 4.05 g) büyüklüğünde japon balığı stoklamak en uygun stok oranı olarak gözükmektedir. Diğer bir ifadeyle SM boy japon balıklarından litreye 232 g (3.87g x 60 adet) stoklamak olanak dahilindedir. Diğer yandan, balıkların uzun süreli taşınmasında fenoksietanolün olumlu bir etkisi olmamasına rağmen, anaç balıklarda yumurta alma ve sperm sağma; boylama, markalama ve aşılama gibi balıkların hareketsizleştirilmesi işlemlerinde, fenoksietanol güvenli olarak kullanılabilir bir anestezi maddesidir. Bu araştırma verilerine göre, bu işlemlerde kullanılacak fenoksietanolün uygun dozları, 30 dakika içerisinde yapılacak operasyonlar için 250 µL L<sup>-1</sup> miktarı uygundur.

## TEŞEKKÜR

Bu tez çalışmasına SÜF-2013YL5 nolu projeye finansal destek sağlayan Çukurova Üniversitesi Bilimsel Araştırmalar Projeleri Koordinasyon Birimine teşekkür ederiz.

## Çıkar Çatışması Beyanı

Makale yazarları aralarında herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan ederler.

## Araştırmacıların Katkı Oranı Beyan Özeti

Yazarlar makaleye eşit oranda katkı sağlamış olduklarını beyan ederler.

## KAYNAKLAR

- Adel M, Sadegh AB, Yeganeh S, Movafagh AN, Saoud IP 2016. Anesthetic Efficacy of Clove Oil, Propofol, 2-Phenoxyethanol, and Ketamine Hydrochloride on Persian Sturgeon, *Acipenser Persicus*, Juveniles. Journal of the World Aquaculture Society, 47(6): 812-819.
- Beel GR 1964. A Guide to Properties, Characteristics, and Uses of Some General Anesthesia for Fish. Bull Fisheries Research, 148: 203-206.
- Czerniak E, Gomulka P, Dagowski J 2018. The Comparison of Anesthetic Potency and Toxicity Of 2-Phenoxyethanol and 1-Phenoxy-2-Propanol for Juvenile Common Carp. Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences, 42(4): 296-301.
- FAO, 2014. Ornamental Fish. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Fisheries and Aquaculture Department. <http://www.fao.org/fishery/resources/en>.
- Ghosh A, Mahapatra BK, Datta NC 2003. Ornamental Fish Farming Successful Small Scale Aqua Business in India. Aquaculture Asia, 8(3): 14-16.
- Guo C, Teo LH, Chen TW 1995. Effects of Anaesthetics on the Water Parameters in a Simulated Transport Experiment of Platyfish, *Xiphophorus maculatus* (Günther). Aquaculture Research, 26(4): 265-271.
- Jacobsen JV, Steen K, Nilssen KJ 2019. Anaesthetic

- Efficacy of AQUI-S, Benzoak, and MS-222 on Lumpfish (*Cyclopterus lumpus*) Fries. Impact From Temperature, Salinity, and Fasting. *PLoS One*, 14(1):e0211080
- King W, Hooper B, Hillsgrove S, Benton C, Berlinsky DL 2005. The Use of Clove Oil, Metomidate, Tricaine Methanesulphonate and 2-phenoxyethanol for Inducing Anaesthesia and Their Effect on the Cortisol Stress Response in Black Sea Bass (*Centropristis striata* L.). *Aquaculture Research*, 36(14): 1442-1449.
- Küçük S, Çoban D 2016. Effects Of Tricaine as an Anaesthetics on Goldfish, *Carassius Auratus* (Linnaeus 1758) at Different Salinities and Concentrations. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 16(3): 605-610.
- Martins T, Valentim A, Pereira N, Antunes LM 2019. Anaesthetics and Analgesics Used in Adult Fish for Research: A Review. *Laboratory Animals*, 53(4):325-341
- Molinero A, Gonzalez J 1995. Comparative Effects of MS 222 and 2-Phenoxyethanol on Gilthead Sea Bream (*Sparus aurata* L.) During Confinement. *Comparative Biochemistry and Physiology Part A: Physiology*, 111(3): 405-414.
- Munday PL, Wilson SK 1997. Comparative Efficacy of Clove Oil and Other Chemicals in Anaesthetization of *Pomacentrus amboinensis*, a Coral Reef Fish. *Journal of Fish Biology*, 51(5): 931-938.
- Mylonas CC, Cardinaletti G, Sigelaki I, Polzonetti-Magni A 2005. Comparative Efficacy of Clove Oil and 2-Phenoxyethanol as Anesthetics in the Aquaculture of European Sea Bass (*Dicentrarchus labrax*) and Gilthead Sea Bream (*Sparus aurata*) at Different Temperatures. *Aquaculture*, 246(1-4): 467-481.
- Nair MS, Ignatius B, Bhaskaran B, Madhavan M, Imelda J 2018. Effectiveness of 2-Phenoxyethanol for Anesthetizing Striped Mullet (*Mugil cephalus*) (Linnaeus, 1758) for Transportation. *Fishery Technology*, 55: 258-261.
- Özkan SF 2014. Türkiye'de Akvaryum Balığı İthalatı: Sektörel Görüş ve Beklentiler, Ulusal Akvaryum Balıkçılığı ve Sorunları Çalıştayı, 125-127 s. 30-31 Ekim 2015, Antalya.
- Pawar HB, Sanaye SV, Sreepada RA, Harish V, Suryavanshi U, Ansari ZA 2011. Comparative Efficacy of Four Anaesthetic Agents in the Yellow Seahorse, *Hippocampus kuda* (Bleeker, 1852). *Aquaculture*, 311(1-4): 155-161.
- Purbosari N, Warsiki E, Syamsu K, Santoso J 2019. Natural versus Synthetic Anesthetic for Transport of Live Fish: A Review. *Aquaculture and Fisheries*, 4: 129-133.
- Sehdev HS, McBride JR, Fagerlund UHM 1963. 2-Phenoxyethanol as a General Anaesthetic for Sockeye Salmon. *Journal of the Fisheries Board of Canada*, 20(6): 1435-1440.
- Shalvei F, Hedayati A, Jahanbakhshi A, Baghfalaki M 2012. Physiological Responses of Great Sturgeon (*Huso huso*) to Different Concentrations of 2-Phenoxyethanol as an Anesthetic. *Fish Physiology and Biochemistry*, 38(6): 1627-1634.
- Tsantilas H, Galatos AD, Athanassopoulou F, Prassinou NN, Kousoulaki K 2006. Efficacy of 2-Phenoxyethanol as an Anaesthetic for Two Size Classes of White Sea Bream, *Diplodus sargus* L., and Sharp Snout Sea Bream, *Diplodus puntazzo* C. *Aquaculture*, 253(1-4): 64-70.
- Türkmen G, Çelik İ 2014. Türkiye'de Yetiştiriciliği Yapılan Akvaryum Balık Türleri Konusunda Ön Çalışma, Antalya. Ulusal Akvaryum Balıkçılığı ve Sorunları Çalıştayı, 44-51 s. 30-31 Ekim 2015,
- Velisek J, Svobodova Z 2004a. Anaesthesia of Common Carp (*Cyprinus carpio* L.) with 2-Phenoxyethanol: Acute Toxicity and Effects on Biochemical Blood Profile. *Acta Veterinaria Brno*, 73(2): 247-252.
- Velisek J, Svobodova Z 2004b. Anaesthesia of Rainbow Trout (*Oncorhynchus mykiss*) with 2-Phenoxyethanol: Acute Toxicity and Biochemical Blood Profile. *Acta Veterinaria Brno*, 73(3): 379-384.
- Velisek J, Wlasow T, Gomulka P, Svobodova Z, Novotny L 2007. Effects of 2-Phenoxyethanol Anaesthesia on Sheatfish (*Silurus glanis* L.). *Veterinarni Medicina-Praha*, 52(3): 103.
- Weber RA, Peleteiro JB, Martín LG, Aldegunde M 2009. The Efficacy of 2-Phenoxyethanol, Metomidate, Clove Oil and MS-222 as Anaesthetic Agents in the Senegalese sole (*Solea senegalensis* Kaup 1858). *Aquaculture*, 288(1-2): 147-150.
- Weber RA, Pérez-Maceira JJ, Peleteiro JB, García-Martín L, Aldegunde M 2011. Effects of Acute Exposure to 2-Phenoxyethanol, Clove Oil, MS-222, and Metomidate on Primary and Secondary Stress Responses in Senegalese sole (*Solea senegalensis* Kaup 1858). *Aquaculture*, 321(1-2): 108-112.
- Weyl O, Kaiser H, Hecht T 1996. On the Efficacy and Mode of Action of 2-Phenoxyethanol as an Anaesthetic for Goldfish, *Carassius auratus* (L.), at Different Temperatures and Concentrations. *Aquaculture Research*, 27(10): 757-764.
- Yanar M, Genç E 2004. Farklı Sıcaklıklarda Kinaldin Sülfatın Diazepam ile Birlikte Kullanılmasının *Oreochromis niloticus* L. 1758 (Cichlidae) Üzerindeki Anestezik Etkileri. *Turkish Journal of Veterinary & Animal Sciences*, 28(6):1001-1005
- Yanar M, Polat A 1994. Balık Taşımacılığında Anestezik Madde Kullanımı Konusundaki Son Gelişmeler. *Su Ürünleri Dergisi*, 11(41):67-70.
- Yasui AM, Yasui GS, Shimoda E, Ribeiro-Filho OP 2009. Concentration of Anesthetic for Long-Term Exposure and the Effects of Inter-suture Distance in the Goldfish *Carassius auratus*. *Acta Scientiarum. Biological Sciences*, 31(2): 203-207.



## Assessment of Hg in *Holothuria (Mertensiothuria) leucospilota* (Brandt, 1835) from Karachi coasts, Pakistan

Quratulan AHMED<sup>1\*</sup>, Levent BAT<sup>2</sup>

<sup>1</sup>The Marine Reference Collection and Resource Centre, University of Karachi, 75270Karachi, Pakistan, <sup>2</sup>Department of Hydrobiology, Fisheries Faculty, Sinop University, 57000, Sinop, Turkey

<sup>1</sup><https://orcid.org/0000-0002-7597-2483>, <sup>2</sup><https://orcid.org/0000-0002-2289-6691>

✉: quratulanahmed\_ku@yahoo.com

### ABSTRACT

The aim of the present study was to determine mercury levels in sediments, surface sea water and *Holothuria leucospilota* muscles and skin in two selected sites from Karachi coast. Samples were collected during two seasons south-west monsoon (August-September) and north-east monsoon (December-January). The concentrations of Hg in sediment ranged from 0.0012 to 0.0023 mg kg<sup>-1</sup>, and in surface water from 0.00018 to 0.00034 (µg l<sup>-1</sup>), while in muscle and skin of black sea cucumber ranged from LOD to 0.0034 and LOD to 0.0046 mg kg<sup>-1</sup> dry wt., respectively. Moreover, Hg showed the highest accumulation rate in the skin tissue with BSAF values ranging between 2 in Buleji and 2.69 in Sunehri at north-east monsoon. The BSAF values in the muscles of the black sea cucumber ranged from 1.44 at south-west monsoon in Buleji to 1.63 at north-east monsoon in Sunehri, respectively. Since BSAF value is higher than 2 on the skin of sea cucumber, it is evaluated as macro-concentrator. However, the BSAF value varies between 1 and 2 in muscle, it has been determined as micro-concentrator. Hg in the black sea cucumbers from Buleji and Sunehri sites of the Karachi coasts is "very bio-accumulative" (BCF > 5000) during both sampling seasons.

### Research Article

#### Article History

Received : 07.04.2020

Accepted :

#### Keywords

Mercury  
*Holothuria leucospilota*  
Karachi  
Pakistan  
Arabian Sea

## Pakistan Karachi sahillerinden *Holothuria (Mertensiothuria) leucospilota* türünde (Brandt, 1835) Hg değerlendirmesi

### ÖZET

Bu çalışmanın amacı, Karachi kıyısında seçilen iki bölgede sediment, yüzey deniz suyu ve *Holothuria leucospilota* kasları ve derisindeki cıva seviyelerini belirlemektir. Örnekler iki mevsim güney-batı musonu (Ağustos-Eylül) ve kuzey-doğu musonu (Aralık-Ocak) boyunca toplanmıştır. Sediment içindeki Hg konsantrasyonları kuru ağırlık olarak 0,0012 ila 0,0023 mg kg<sup>-1</sup> ve yüzey suyunda 0,00018 ila 0,00034 (µg l<sup>-1</sup>) arasında değişirken, kara deniz hıyarının kas ve derisinde ise LOD değerleri 0,0034 - 0,0046 mg kg<sup>-1</sup> arasında değişmektedir. Üstelik, Hg deri dokusunda en yüksek birikim oranını, kuzeydoğu musonunda Buleji'de 2 ile Sunehri'de 2,69 arasında değişen BSAF değerleri ile gösterilmiştir. Kara deniz hıyarı kaslarındaki BSAF değerleri, Buleji'de güneybatı musonda 1,44 ile Sunehri'nde kuzeydoğu musonda 1,63 arasında değişmektedir. Kara deniz hıyarının derisinde BSAF değeri 2'den yüksek olduğu için makro-yoğunlaştırıcı olarak değerlendirilmiştir. Bununla birlikte, BSAF değeri kasta 1 ile 2 arasında değiştiğinden, mikro-yoğunlaştırıcı olarak belirlenmiştir. Karachi kıyılarının Buleji ve Sunehri bölgelerindeki kara deniz hıyarlarında Hg, her iki örnekleme mevsimi boyunca biyo-birikime sahip olduğu görülmüştür (BCF > 5000).

### Araştırma Makalesi

#### Makale Tarihi

Geliş Tarihi : 07.04.2020

Kabul Tarihi :

#### Anahtar Kelimeler

Cıva  
*Holothuria leucospilota*  
Karachi  
Pakistan  
Arap Denizi



## INTRODUCTION

Industrialization and urbanization of marine coastal areas are very prevalent in countries such as Pakistan and cause serious damage to marine ecosystems. However, environmental changes due to human activities are known to have potential effects on marine coastal areas, especially from hot spots. The release of pollutants into marine ecosystems is an important issue worldwide. The main sources of heavy metal contamination, such as Hg, are the run-off from urban areas and agricultural, from industrial sites, discharges from factories, municipal sewer systems and mining and atmospheric depositions (Bat 2017; Bat et al. 2018; Bat and Özkan 2019). Mercury (Hg) is considered a very important contaminant of marine ecosystems owing to its capability to enter and accumulate in the food web. Hg is also known to likely accumulate in sediments which act as a repository of contaminants. Sediment-bound metals could be leached to the surrounding water, causing possible hazardous effects to marine biota. Hg is a potentially very toxic trace metal. Hg accumulation in aquatic biota is a big ecological concern, especially because of its capability to accumulate rapidly. Moreover, Hg is known to bioaccumulate in edible tissues of seafood thus, representing a health risk to people.

The holothurians or sea cucumbers, can be found in great numbers in the marine environment throughout the world, with an important role in transferring energy in the ecosystem. *Holothuria leucospilota*, commonly known as the black sea cucumber, belongs to the family Holothuriidae. It has been included in the subgenus *Mertensiothuria* with its full scientific name *Holothuria (Mertensiothuria) leucospilota*. The black sea cucumbers are found in the coastal areas of warm-temperate zones (Purcell et al. 2012; Yu et al. 2013) and is generally found at the edge of reef shores in the intertidal zone, where it lives in the tidal pool with the depths a few centimetres to a half meter or being entirely exposed (Sloan 1979). This species is relatively tolerant to salinity and temperature changes and is usually found in between the hard rocks and tolerant to air exposure over a long period of time and might be found in the area closest to the coast (Iliyaz 2010). It lives in shallow water at the bottom of the seabed. Sea cucumbers ingest bacteria, dissolved organic matter, meiofauna, inorganic components and decaying organic debris that are accessible on surface sediments as their primary source of food (Roberts et al. 2001; Gao et al. 2014).

Contaminations of heavy metals have been broadly studied in Karachi coasts. However, the continuity of such studies is extremely important. The European Union Marine Strategy Framework Directive (MSFD) strongly recommends this for the achievement of Good Environmental Status (GES) in the seas (Official

Journal of the European Union 2008). With this respect, it is significant to evaluate the sediment and water contamination of this toxic contaminant for preferable management and conservation of these valuable coastal ecosystems on the beaches of Buleji and Sunehri along the Karachi coasts.

Few studies on heavy metal accumulation on sea cucumbers from Karachi coast were reported by (Ahmed and Ali 2014; Ahmed et al. 2017). Previously (Ahmed et al. 2018; Ahmed et al. 2019) analyzed six holothurians species of mercury (Hg) from Karachi coast. However, this is the first attempt to determine Hg in skin and muscle tissues of *H. leucospilota* from Karachi shores of the Arabian Sea. The aim of this study is to determine Hg concentration in sea water, sediment and *H. leucospilota* tissues from two selected sites namely Bulji and Sunehri of Karachi coasts, Pakistan in August 2018 and January 2019.

## MATERIAL and METHOD

### Sample collection for Hg analysis in sea water, sediment and black sea cucumbers

The present study was carried out at Buleji 24°50'20.41" N, 66°49'24.15" E and Sunehri 24°52'33.49" N, 66°40'40.20" E of Karachi coasts (Figure 1) between August 2018 and January 2019. A total of 24 *Holothuria (Mertensiothuria) leucospilota* individuals were collected seasonally in south-west monsoon (August-September) and north-east monsoon (December-January) during low tide from the intertidal zone. After collection, individuals from the sampling stations were kept in seawater and transferred to the laboratory. They were placed in well-aerated aquariums for length and weight measurement. Length (cm) and weight (g) data were taken for each individual after allowing the black sea cucumber to put in water for 5 min. Total length from mouth to anus was measured by the flexible ruler. Wet weight was measured to the nearest 0.01 g immediately after removing the animal from the water prior to evisceration (Ahmed et al. 2017). The sediments were sampled by pushing a plastic core into the sediment to a depth of roughly five cm. The sediments were then placed in plastic zipper bags and taken to the laboratory. The water samples were taken into 500 ml white polyethylene bottles and added a few drops of HNO<sub>3</sub> and kept in the refrigerator until analysis.

### Sample preparation for (Hg) analysis in sea water, sediment and black sea cucumbers

The sediment samples were then dried at 105°C for 24 h, ground and sieved with a 63µm sieve, and exactly 1 g of the sample was digested with a mixture of concentrations H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, HCl and HNO<sub>3</sub>. The final solution was diluted to 40 ml with distilled water and filtered with Whatman No.1 filter paper into pre-

cleaned 50 mL volumetric flasks as the method set by USEPA (1999) and Keeney and Nelson (1982) and kept in a fridge till Hg analysis.

The water samples were filtered through a 0.45 µm membrane as indicated by standard method by American Public Health Association (APHA 1998) and preserved in refrigerator for laboratory analysis.

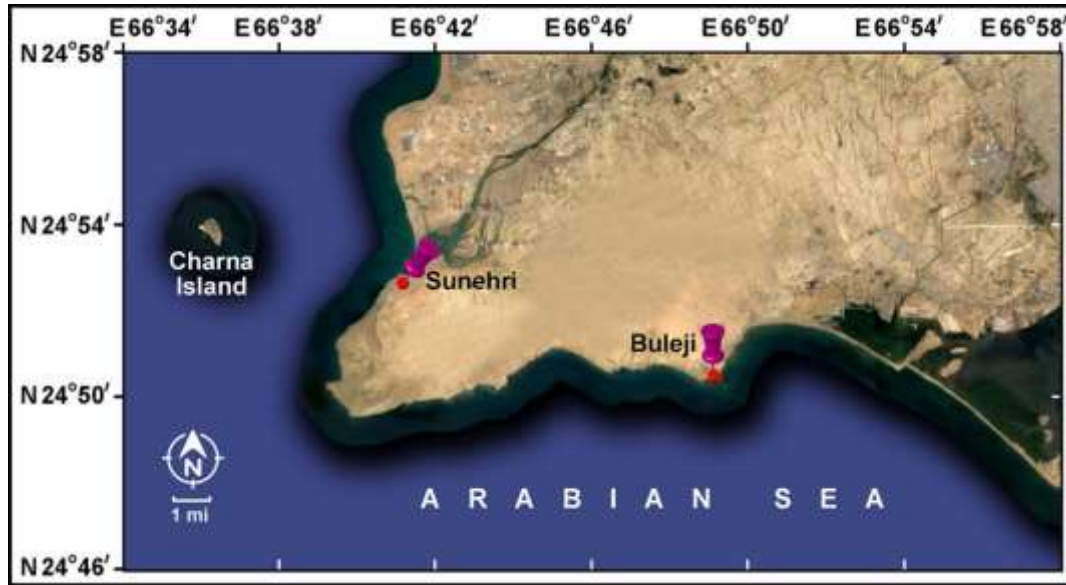


Figure 1. Sampling area from Buleji and Sunehri sites of Karachi coasts (from Ahmed and Ali, 2020)

Şekil 1. Karaçi kıyılarının Buleji ve Sunehri bölgelerindeki örnekleme alanı (Ahmed ve Ali'den, 2020)

For Hg analysis in skin and muscles tissues of the black sea cucumbers were then separated carefully according to Bernhard (1976) to remove all the internal organs of the specimen and the muscles and skins were used for analysis after cleaning. The tissues were weighted (g) and chopped into small pieces and then ground and calcinated at 650°C for 3 h. Ash samples of each individuals were weighed (g), dissolved in HCl (0.1 mol/l) and further treated with H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> (30%) until lucid solutions were formed, and then diluted by deionized water (Hashmi et al. 2014). When the digestions were completed, the solutions were cooled to ambient temperature and the digest was filtered the 0.45 µm Whatman filter papers and made up to 100 ml in a volumetric flask using ultrapure water as the diluents.

Total mercury analysis was performed on Mercury Hydride system (cold vapor Technique) Atomic Absorption Spectrometer. The AA Analyst 700 atomic absorption spectrometer with 253.7 wavelengths was used to determine Hg concentration. Detection limit was 2 ng Hg (0.00004 mg/l in a 50 ml sample). For each run, three blanks were analysed using the equal procedure for the purpose of control the purity of reagents and if any possible contamination. The quality of the analytical data was ensured through careful standardization, blank measurements and triplicate samples.

### Statistical analysis

The concentrations were expressed as mg/kg dry weight. All values were expressed as mean± SE.

Statistical analysis of data was performed by using a one-way analysis of variance (ANOVA) and Duncan multiple range test. The significance levels of 5% were used for Hg to examination for significant differences between sites and seasons. All statistical analyses were performed by using the IBM® SPSS® Statistics for Windows, Version 21.0 (SPSS 2012) and Office Excel 2010 software package (Microsoft Corporation 2018).

Moreover bio-sediment accumulation factor (BSAF) and bio-concentration factor (BCF) were also calculated. Hg levels in tissues of the black sea cucumbers from the sediments are defined as the BSAF.

The BSAF is a parameter that assigns the bio-accumulation of sediment-bound Hg in tissues of the black sea cucumber and is calculated using the below equation:

$$BSAF = \frac{C_{bsc}}{C_{sed}}$$

where, C<sub>bsc</sub> is the Hg concentration in tissues of the black sea cucumber (mass of Hg per kg of black sea cucumber/dry wt.), while C<sub>sed</sub> is the concentration in the related sediment (mass of Hg per kg of sediment/dry wt.).

The BCF is the ratio of the level of Hg in tissues of the black sea cucumber to the level in the medium (mass of Hg/l).

BCF was calculated by the below formula:

$$BCF = \frac{C_{bsc}}{C_{wat}}$$

where,  $C_{bsc}$  is the Hg concentration in tissues of the black sea cucumber,  $C_{wat}$  is the Hg concentration in the ambient water.

## RESULTS and DISCUSSION

In the sediment samples, the concentration of Hg was higher in north-east monsoon (Figure 2). While there

was changeability between Buleji and Sunehri, the overall amount range for Hg was relatively close, with no values that come out to be abnormal. Buleji site demonstrated relatively the higher levels of Hg contamination measured during this study. This may be clarified by the increasing fishing and touristic activities at this site.

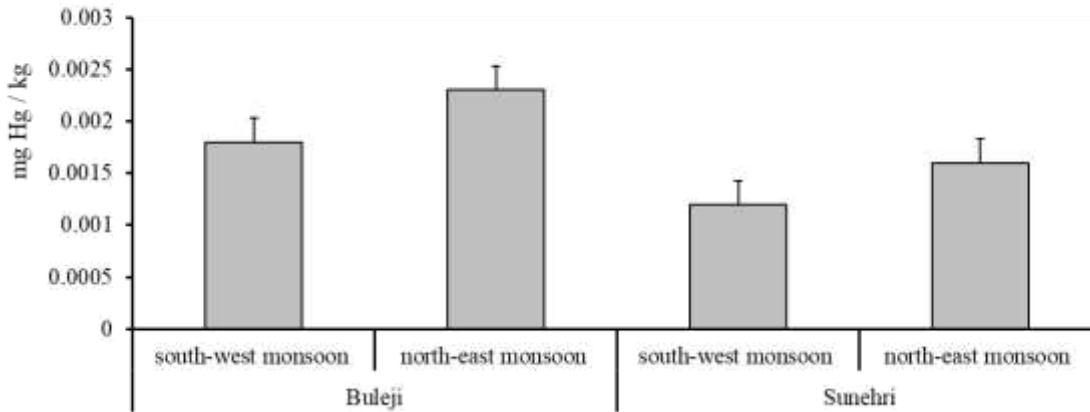


Figure 2. Mean concentrations of Hg (mg/kg) ( $\pm$ SE) in sediments collected from Buleji and Sunehri sites of the Karachi coasts during south-west monsoon and north-east monsoon.

Şekil 2. Güney-batı musonu ve kuzey-doğu musonu sırasında Karachi kıyılarındaki Buleji ve Sunehri yerlerinden toplanan sedimentlerdeki ortalama Hg (mg / kg) ( $\pm$ SH) konsantrasyonları.

In the surface water samples collected during the present study, the concentrations of Hg were higher in north-east monsoon (Figure 3). Similar to the sediment samples, there was variability between Buleji and Sunehri sites, the overall concentration range for Hg

was relatively small, with no values that appeared to be unusual. Water contamination was also found to be higher in north-east monsoon than in south-west monsoon along the Buleji and Sunehri sites on the Karachi coasts.

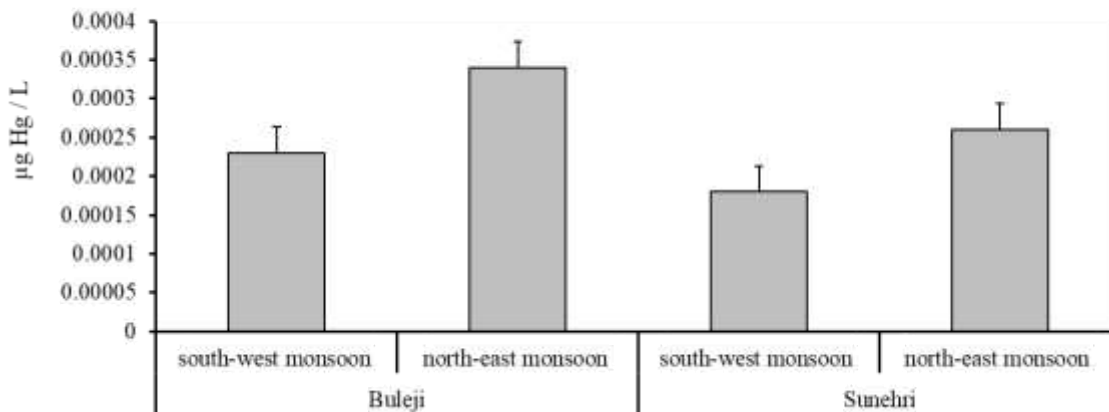


Figure 3. Mean concentrations of Hg ( $\mu$ g/l) ( $\pm$ SE) in surface waters collected from Buleji and Sunehri sites of the Karachi coasts during south-west monsoon and north-east monsoon.

Şekil 3. Güney-batı musonu ve kuzey-doğu musonu sırasında Karachi kıyılarındaki Buleji ve Sunehri bölgelerinden toplanan yüzey sularındaki ortalama Hg ( $\mu$ g / l) ( $\pm$ SH) konsantrasyonları.

The concentrations of Hg ( $\text{mg kg}^{-1}$ ) in the muscle and skin of the black sea cucumbers are shown in Figure 4. The concentration of Hg in the black sea cucumber samples was also higher in the north-east monsoon than in the south-west monsoon at both Buleji and

Sunehri sites. Hg levels in the black sea cucumbers from Sunehri site are relatively lower than Buleji site. However, in general the amounts of Hg in the muscle and skin of the black sea cucumbers from both sites were quite low. Similar findings were given by Ahmed

et al. (2017), Ahmed et al. (2018) and Ahmed et al. (2019) in different sea cucumber species at same sites. In this study the amounts of Hg in the black sea cucumber differed within an unimportant range in both the north-east monsoon and the south-west monsoon and across the sampling Buleji and Sunehri sites due to alike environment circumstances. *H. leucospilota* is a scavenger and is fed by using its tentacles to shovel organic matter lying on the bottom into its mouth. In the process it swallows an important amount of sediment, which passes through the gut (Roberts et al. 2001; Gao et al. 2014).

The highest Hg concentration in the black sea cucumber is less than the maximum permissible levels given by European Union. Environmental Quality Standards (EQS) for Hg in biota are given in European Union legislative acts as 0.02 mg/kg wet wt. (European Union 2014). Mean Hg in muscle and skin were between 7.7 and 5.2 times lower than EQS value, respectively.

*Holothuria (Mertensiothuria) leucospilota* locally not consumed. Moazzam and Moazzam (2020) pointed out that sea cucumbers are not consumed in Pakistan and there was also no organized fishery for harvesting or processing. Only one species *Holothuria (Thymiosycia) arenicola* have been made since 1990 to process them into beche-de-mer, but none of them were successful until 2012 when one of the seafood processors started producing as beche-de-mer from Pakistan coast. Worldwide utilization of sea cucumbers to supply consumer request is getting a rising conservation concern (Eriksson and Clarke 2015; Meloni and Esposito 2018). However, the black sea cucumber is recorded as one of the consumable species with functional ingredients in medical sector, it has little toxic effect (Pangestuti and Arifin 2018). Usually, the reconstituted body wall (bêche-de-mer) is eaten by Asians. The whole organism or its intestine and/or gonads may be consumed as a delicacy or as protein in traditional diets or in times of shortage (Purcell et al. 2012).

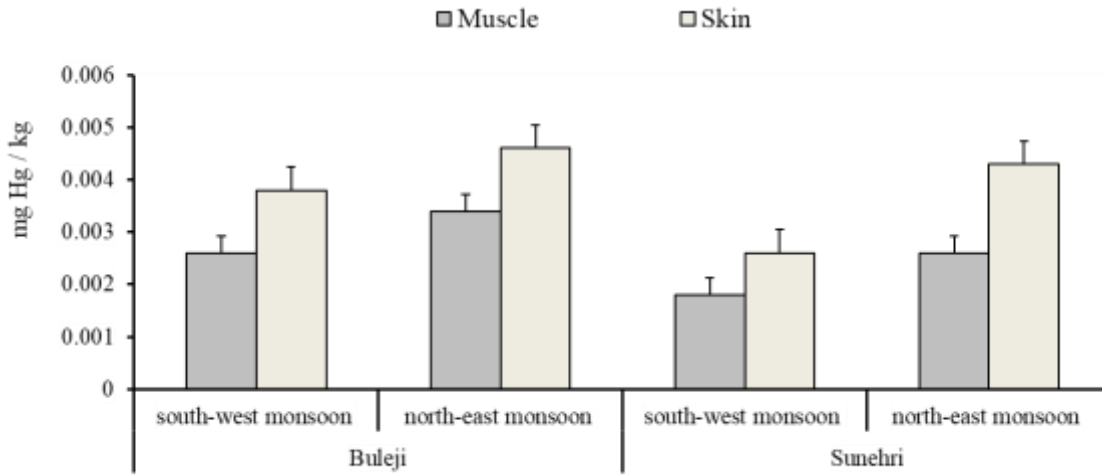


Figure 4. Mean concentrations of Hg (mg/kg) ( $\pm$ SE) in tissues of the black sea cucumber collected from Buleji and Sunehri sites of the Karachi coasts during south-west monsoon and north-east monsoon.

Şekil 4. Güney-batı musonu ve kuzey-doğu musonu sırasında Karachi kıyılarının Buleji ve Sunehri bölgelerinden toplanan kara deniz hiyari dokularında ortalama Hg (mg / kg) ( $\pm$ SH) konsantrasyonları.

The BSAF and BCF of the heavy metals are noted to be a bio-indicator of these contaminants in the tissues of marine biota when indicated in relative to their amount in the sediment and surrounding water (Geyer et al. 2000; Dimitrov et al. 2003; Kleinow et al. 2008). The BSAF and BCF values for Hg in the muscle and skin of the black sea cucumbers are given in Figures 5 and 6.

Hg showed the highest accumulation rate in the skin tissue with BSAF values ranging between 2 in Buleji and 2.69 in Sunehri at north-east monsoon. The BSAF values in the muscles of the black sea cucumber ranged from 1.44 at south-west monsoon in Buleji to 1.63 at north-east monsoon in Sunehri, respectively. BSAF was used to classify the black sea cucumber species as

a macro-concentrator (BSAF > 2), micro-concentrator (1 < BSAF < 2) or de-concentrator (BSAF < 1). Since the BSAF value is higher than 2 on the skin of sea cucumber, it is considered as a macro-concentrator. However, the BSAF value varies between 1 and 2 in muscle, it has been determined as micro-concentrator.

According to Regulation (EC) No. 1907/2006 (REACH), the heavy metals are classified as “bio-accumulative” if BCF varies between 1000 and 5000 and “very bio-accumulative” if the BCF was higher than 5000 (Regulation 1999). Hg in the black sea cucumbers from Buleji and Sunehri sites of the Karachi coasts is “very bio-accumulative” (BCF > 5000) during both sampling seasons.

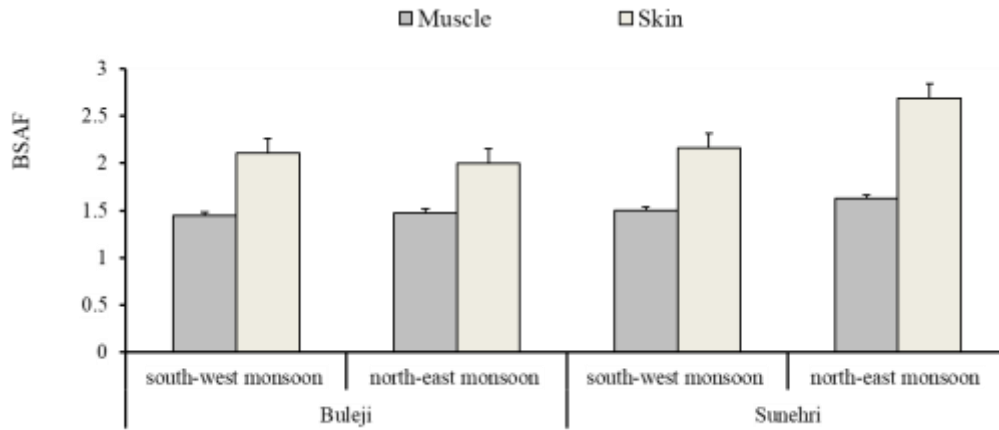


Figure 5. BSAF values of Hg ( $\pm$ SE) in the tissues of the black sea cucumber and sediments.  
*Şekil 5. Sedimentlerde ve kara deniz hıyarı dokularında Hg'nin ( $\pm$ SH) BSAF değerleri.*

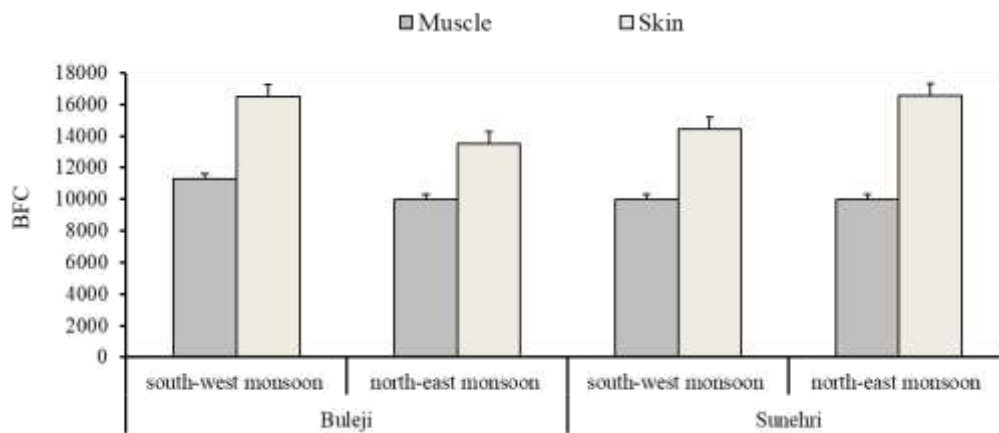


Figure 6. BFC values of Hg ( $\pm$ SE) in the tissues of the black sea cucumber and surface waters.  
*Şekil 6. Yüzey sularında ve kara deniz hıyarı dokularında Hg'nin ( $\pm$ SH) BFC değerleri.*

There were differences in Hg levels in Buleji and Sunehri sites, these differences in Hg concentration were statistically insignificant ( $p > 0.05$ ). On the other hand, there is no Hg extra source in both these sites sampled for the current study. These results indicate that the black sea cucumber has a bioavailability to accumulate Hg from the sediment and ambient water and can be suggested that the black sea cucumber is a well bio-indicator for the existence of Hg.

## CONCLUSION

The present study was achieved to supply data on the amounts of Hg in sediment, surface water and the black sea cucumber from the Buleji and Sunehri sites of the Karachi coasts Pakistan. This study revealed that the Hg levels in the muscle and skin of the black sea cucumbers were below the maximum permissible concentrations for people consumption. Although, Hg is low in sediment, surface water and the black sea cucumber a likely threat may rise in the later depending on the local waste, fishing and farming activities in these sites. Such studies will support the improving of a successful coastal administration programme to keep safe the environmental quality of

these beneficial marine ecosystems and the well-being of people connected with it. In this sense, heavy metal monitoring studies in in bio-indicator organisms such as the black sea cucumber should be continued in these regions.

The mean Hg concentrations in the black sea cucumber were high in north-east monsoon, and these differences in amounts were statistically significant ( $p < 0.05$ ), showing that environmental conditions change seasonally. It may be concluded that Buleji and Sunehri sites of the Karachi coast are in general not considered Hg contamination.

## Author's Contributions

The contribution of the authors is equal.

## Statement of Conflict of Interest

Authors have declared no conflict of interest.

## REFERENCES

- Ahmed Q, Ali QM 2014. Abundance and distribution of Holothuroidea (Echinodermata) with emphasis on heavy metals accumulation in organism and its

- habitat, Project: Higher Education Commission of Pakistan, (Grant No. IPFP/HRD/HEC/1688).
- Ahmed Q, Ali QM, Bat L 2017. Assessment of heavy metals concentration in Holothurians, sediments and water samples from coastal areas of Pakistan (northern Arabian Sea). *Journal of Coastal Life Medicine* 5(5): 191-201.
- Ahmed Q, Bat L, Ali QM 2018) Analysis of mercury (Hg) in four Holothurians species (Phylum-Echinodermata) from Karachi coast-northern Arabian Sea. *Aquatic Research* 1(2): 55-63.
- Ahmed Q, Bat L, Ali QM 2019. Determination of mercury (hg) in two sea cucumber species *Ohshimella ehrenbergii* (Selenka, 1868) and *Stolus buccalis* (Stimpson, 1855) from the Karachi coast. *Pakistan Journal of Marine Sciences* 28(1): 55-62.
- Ahmed Q, Ali QM 2020. Holothurians from Pakistan: New addition of *Holothuria (Theelothuria) notabilis* (Ludwig, 1875) and rediscovery of *Actinocucumis typica* (Ludwig, 1875) from the Karachi coast, northern Arabian Sea. *Beche-De-Mer information bulletin* 40: 40-42.
- American Public Health Association 1998. *Water Environment Federation, Standard methods for the examination of water and wastewater. Stand Methods*, 541.
- Bat L 2017. The contamination status of heavy metals in fish from the Black Sea, Turkey and potential risks to human health. In: Sezgin, M., Bat, L., Ürkmez, D., Arıcı, E., Öztürk, B. (Eds.) *Black Sea Marine Environment: The Turkish Shelf*. Turkish Marine Research Foundation (TUDAV), Publication No: 46, Istanbul, TURKEY, 322-418.
- Bat L, Öztekin A, Şahin F, Arıcı E, Öz sandıkçı U 2018. An overview of the Black Sea pollution in Turkey. *MedFAR* 1(2): 67-86.
- Bat L, Özkan EY 2019. Heavy Metal Levels in Sediment of the Turkish Black Sea Coast. In I. Management Association (Ed.), *Oceanography and Coastal Informatics: Breakthroughs in Research and Practice* Hershey, PA: IGI Global 86-107.
- Bernhard M 1976. *Manual of Methods in the Aquatic Environment Research*. FAO Fisheries Technical Paper FIRI/T no.158, Food and Agriculture Organization, Rome.
- Dimitrov SD, Dimitrova NC, Walker JD, Veith GD, Mekenyan OG 2003. Bioconcentration potential predictions based on molecular attributes—an early warning approach for chemicals found in humans, birds, fish and wildlife. *QSAR & Combinatorial Science* 22(1): 58-68.
- Eriksson H, Clarke S 2015. Chinese market responses to overexploitation of sharks and sea cucumbers. *Biological Conservation* 184: 163-173.
- European Union 2014. *Common implementation strategy for the water framework directive (2000/60/EC) Guidance, Document No. 32 on biota monitoring (the implementation of EQS biota)* under the water framework directive. EU Technical Report - 2014 – 083.
- Gao F, Li F, Tan J, Yan J, Sun H 2014. Bacterial community composition in the gut content and ambient sediment of sea cucumber *Apostichopus japonicus* revealed by 16S rRNA gene pyrosequencing. *PloS one* 9(6).
- Geyer HJ, Rimkus GG, Scheunert I, Kaune A, Schramm KW, Kettrup A, Zeeman M, Muir DCG, Hansen LG, Mackay D 2000. Bioaccumulation and occurrence of endocrine-disrupting chemicals (EDCs), persistent organic pollutants (POPs), and other organic compounds in fish and other organisms including humans. In *Bioaccumulation—New Aspects and Developments*. Springer, Berlin, Heidelberg, 1-166.
- Hashmi MI, Thilakar R, bin Syed Hussein MA, Hoque Z 2014. Determination of seven heavy metals in eight species of Sea Cucumbers. *Sci Int* 26 (1).
- Ilias Z 2010. *Gamat perairan Malaysia: kepelbagaian spesies dan kegunaannya*. Kuala Lumpur: Dewan Bahasa dan Pustaka.
- Keeney DR, Nelson DW 1983. Nitrogen-inorganic forms. *Methods of Soil Analysis: Part 2 Chemical and Microbiological Properties* 9: 643-698.
- Kleinow KM, Nichols JW, Hayton WL, McKim JM, Barron MG 2008. *Toxicokinetics in fishes. The toxicology of fishes* 55-152.
- Meloni D, Esposito G 2018. Hygienic and commercial issues related to the illegal fishing and processing of sea cucumbers in the Mediterranean: A case study on over-exploitation in Italy between 2015 and 2017. *Regional Studies in Marine Science* 19: 43-46.
- Microsoft Corporation 2018. *Microsoft Excel*. Retrieved from <https://office.microsoft.com/excel>
- Moazzam M, Moazzam N 2020. Annotated checklist of sea cucumbers from Pakistan with new records of *Holothuria (Theelothuria) hamata* (Pearson, 1913) and *Stichopus herrmanni* (Semper, 1868). *Beche-De-Mer information bulletin* 40: 32-39.
- Official Journal of the European Union 2008. *Directives Directive 2008/56/EC of the European Parliament and of the Council of 17 June 2008 establishing a framework for community action in the field of marine environmental policy (Marine Strategy Framework Directive)*. L 164: 19-40.
- Pangestuti R, Arifin Z 2018. Medicinal and health benefit effects of functional sea cucumbers. *Journal of traditional and complementary medicine* 8 (3): 341-351.
- Purcell SW, Samyn Y, Conand C 2012. *Commercially important sea cucumbers of the world*. FAO Species Catalogue for Fishery Purposes No. 6. Rome, FAO.
- Regulation EC 1999. No 1907/2006 of the European Parliament and of the Council of 18 December 2006 concerning the Registration, Evaluation, Authorisation and Restriction of Chemicals

- (REACH), establishing a European Chemicals Agency, amending Directive 45: 1-849.
- Roberts D, Moore HM, Berges J, Patching JW, Carton MW, Eardly DF 2001. Sediment distribution, hydrolytic enzyme profiles and bacterial activities in the guts of *Oneirophanta mutabilis*, *Psychropotes longicauda* and *Pseudostichopus villosus*: what do they tell us about digestive strategies of abyssal holothurians? Progress in Oceanography 50(1-4): 443-458.
- Sloan NA 1979. Microhabitat and resource utilization in cryptic rocky intertidal echinoderms at Aldabra Atoll, Seychelles. Marine Biology 54(3): 269-279.
- SPSS 2012. IBM SPSS Statistics for Windows, Version 21.0. Armonk, NY: IBM Corp.
- USEPA 1999. United State Environmental Protection Agency. SW – Method 3050B. Standard Operating Procedure for the digestion of soil sediment samples using a hotplate/beaker digestion technique, Chicago.
- Yu Z, Hu C, Zhou Y, Li H, Peng P 2012. Survival and growth of the sea cucumber *Holothuria leucospilota* Brandt: a comparison between suspended and bottom cultures in a subtropical fish farm during summer. Aquaculture Research 44 (1): 114-124.

## A Mixed *Frigoribacterium faeni* and *Lactococcus garvieae* Infection in Cultured Rainbow Trout (*O. mykiss*)

Tülay AKAYLI<sup>1</sup>, Özgür ÇANAK<sup>1\*</sup>, Remziye Eda YARDIMCI<sup>1</sup>, Çiğdem ÜRKÜ<sup>1</sup>, Dilek ÖKMEN<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Istanbul University, Faculty of Aquatic Sciences, Department of Fish Diseases, Ordu Cad. No:8 Laleli İstanbul Turkey, <sup>2</sup>Istanbul University Institute of Science.

<sup>1</sup><https://orcid.org/0000-0003-2375-2224>, <sup>2</sup><https://orcid.org/0000-0001-6194-0096>, <sup>3</sup><https://orcid.org/0000-0001-7737-8739>,

<sup>4</sup><https://orcid.org/0000-0003-0381-9321>, <sup>5</sup><https://orcid.org/0000-0003-3267-466X>

✉: [ocanak@istanbul.edu.tr](mailto:ocanak@istanbul.edu.tr)

### ABSTRACT

The aim of this study was to diagnose the bacterial pathogens of moribund rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) reared in a dam-lake cage farm located in the Black Sea Region of Turkey and to determine their antibiotic susceptibility and histopathological effects by using routine bacteriological, histopathological and molecular methods. Besides possibility of the use of two probiotics against these pathogens for the prevention of further infections was investigated. In this study, a mixed bacterial infection case caused by *Frigoribacterium faeni* and *Lactococcus garvieae* was diagnosed in rainbow trout samples of 100-250 g with general clinical and histopathological symptoms of bacterial hemorrhagic septicemia. Pathogens were found to be resistant against most of the antibiotics tested and the possibility of the use of *Bacillus subtilis* as a probiotic to prevent diseases caused by these pathogens was proposed.

### Research Article

### Article History

Received : 23.03.2020

Accepted :

### Keywords

Fish histopathology  
*Frigoribacterium faeni*  
*Lactococcus garvieae*  
*Bacillus subtilis*  
Antibiotic susceptibility

## Kültür Gökkuşluğu Alabalıklarında (*O. mykiss*) *Frigoribacterium faeni* ve *Lactococcus garvieae*'nin Neden Olduğu Karma Enfeksiyon

### ÖZET

Bu çalışmanın amacı, bakteriyolojik ve histopatolojik metotlar ve moleküler yöntemler kullanarak Karadeniz Bölgesi'ndeki bir baraj gölünde yetiştiriciliği yapılan gökkuşluğu alabalıklarında (*Oncorhynchus mykiss*) hastalığa neden olan bakteriyel patojenlerin teşhisini yapmak, antimikrobiyal duyarlılıklarını belirlemek ve histopatolojik etkilerini ortaya koymaktır. İki adet probiyotik bakterinin, bu patojenlerin neden olduğu hastalığın önlenmesi amacıyla kullanım olanakları da incelenmiştir. Bu çalışmada kapsamında incelenen 100-250 g ağırlığındaki hasta balıklardan *Frigoribacterium faeni* ve *Lactococcus garvieae*'nin neden olduğu genel klinik ve histopatolojik bakteriyel hemorajik sepsisemi bulguları ile seyreden karma bir enfeksiyon olgusu teşhis edilmiştir. İzole edilen patojenlerin birçok antibiyotiğe karşı dirençli oldukları tespit edilirken, *Bacillus subtilis*'in bu patojenlerin neden olduğu enfeksiyonlara karşı önleyici probiyotik olarak kullanım olanağı önerilmektedir.

### Araştırma Makalesi

### Makale Tarihi

Geliş Tarihi : 23.03.2020

Kabul Tarihi :

### Anahtar Kelimeler

Balık histopatolojisi  
*Frigoribacterium faeni*  
*Lactococcus garvieae*  
*Bacillus subtilis*  
Antibiyotik duyarlılığı

**To Cite:** Akaylı T, Çanak Ö, Yardımcı RE, Ürkü Ç, Ökmen D 2020. A Mixed *Frigoribacterium faeni* and *Lactococcus garvieae* Infection in Cultured Rainbow Trout (*O. mykiss*). KSU J. Agric Nat. 23 (6): 1569-1577. DOI: 10.18016/ksutarimdog.vi.707820.

### INTRODUCTION

Rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) is among the major aquaculture species cultured in concrete ponds in land-based facilities, marine cages (Emre et al., 2007) and in dam-lakes in Turkey since 1960's (Akbulut et al., 2009). Total rainbow trout production amount of Turkey in inland water facilities was

101.761 tons in 2017 (TUİK, 2019). Bacterial originated fish diseases are among the main limiting factor in aquaculture (Austin and Austin, 2016). Previously motile Aeromonads (Muz et al., 1995), *Streptococcus faecalis* (Kan and Sarıyüpeoğlu, 2008) and *Lactococcus garvieae* (Türe et al., 2012; Öztürk et al., 2013; Balta and Balta, 2019) were recovered and identified as bacterial pathogens of rainbow trout



cultured in dam lakes in Turkey.

*Frigoribacterium faeni* (fam: Microbacteriaceae) is a Gram-positive, bacterium mainly associated with plants and dust (Kampfer et al., 2000; Evtushenko and Takeuchi, 2006), which was also reported in the intestinal flora of healthy fish (Carbajal-Gonzalez et al., 2011; Urtubia et al., 2017). Previously, there is no report on the infection cases or pathogenicity of *F. faeni* in fish. *Lactococcus garvieae* (fam: Streptococcaceae) is an important Gram-positive (Teuber, 2009) pathogen of cultured rainbow trout. Lactococcosis is generally characterized by a type of bacterial hemorrhagic septicemia in fish and occurred in the increasing water temperature worldwide (Ksuda and Salati, 1999; Eyngor et al., 2004; Evans et al., 2009; Sharifiyazdi et al., 2010; Timur et al., 2011; Austin and Austin, 2016).

As a result of misuse of antibiotics, pathogens have developed resistance recently. Studies on environment-friendly prevention and treatment programs which eliminate the use of chemicals, are increasing in numbers (Austin and Austin, 2016). It is possible to prevent bacterial diseases in aquaculture by using probiotics that previously showed antagonism against pathogens including the members of *Vibrio*, *Aeromonas* and *Streptococcus in-vitro* (Gomez-Gil et al., 2000; Kumar et al., 2006; Ng et al., 2014; Mingmongkolchai and Panbangred, 2018).

The aim of this study was the diagnosis of the bacterial pathogens of moribund rainbow trout reared in a dam-lake cage farm located in the Black Sea Region of Turkey and determination of their antibiotic susceptibility and histopathological effects by using routine bacteriological and histopathological methods and molecular tools. Besides, possibility of the use of two probiotics against these pathogens for the prevention of further infections was investigated.

## MATERIAL and METHODS

### Fish sampling:

Fish samples were collected during a field sampling of a one-year monitoring study. A rainbow trout cage-culture rainbow trout facility located in a dam lake in Black Sea Region of Turkey was visited in April of 2017. Total of 7 fish samples (100-250 g) of slowly swimming on the water surface with some clinical disease symptoms were anaesthetized with 2-phenoxyethanol (1 ml/l in culture water) and examined clinically.

This study was conducted with the permission of Istanbul University Animal Experiments Local Ethical Committee (approved on 23.02.2017).

### Histopathological examination:

Tissue samples (liver, kidney, spleen, heart, intestines, gills, skin, eyes) were directly fixed in %10 formalin

solution, processed with the routine laboratory methods, embedded in paraffin and 5 µm slides were stained with hematoxylin & eosin (Roberts, 2012).

### Bacteriological examination:

Bacterial inoculations from the visceral organs (kidney, spleen and liver) were streaked onto TSA (Tryptic Soy Agar, Merck) and incubated at 20 °C for 72h (Roberts, 2012). Bacterial isolates were first identified by using biochemical profiles (Roberts, 2012; Austin and Austin, 2016). Later, DNA was isolated from bacterial isolates by using High Pure PCR Template Preparation Kit (Roche, Switzerland) and universal primers 27F (5'-AGA GTT TGA TCM TGG CTC AG-3') and 907R (5'-CCG TCA ATT CMT TTR AGT TT-3') were used for the amplification of 16S/23S gene (Lane, 1991). 16s RNA sequencing from the PCR products were performed by Medsantek (İstanbul-Turkey) and sequences were analyzed by using ClustalX 2.1 (Larkin et al., 2007) and BLASTN 2.2.20 (Zhang et al., 2000) algorithms on Bioedit v7.0.0 software (Hall, 1999). Besides, species-specific primers pLG-1 (5'-CATAACAATGAGAATCGC-3') and pLG-2 (5'-GCACCCTCGCGGGTTG-3') were used for the amplification of the *L. garvieae*-susceptible isolates (Zlotkin et al., 1998).

### Antibiotic susceptibility testing:

Antibiotic susceptibility testing was performed using modified Kirby-Bauer disc diffusion method (Bhunia et al., 1988). Fresh cultures of bacterial isolates grown in Nutrient Broth were spread onto Mueller-Hinton agar; commercial antibiotic discs were placed and three replicates of petri dishes were incubated at 22 °C for 48 h and inhibition zone diameters were measured. Tetracycline, kanamycin, florphenicol, furazolidone, sulphametaxazole trimethoprim, ciprofloxacin and enrofloxacin discs were used. Results were compared with the previous reports and NCCLS standards.

### Antagonism testing:

Lyophilized *Bacillus subtilis* (ATCC 6633TM) and *Lactobacillus rhamnosus* (ATCC 7469TM) were used as probiotic candidates and fresh cultures of them were prepared by streaking onto TSA (Tryptic soy agar) and incubated at 22 °C for 48 h. Modified Kirby-Bauer disc diffusion method was used for the determination of antagonism against pathogenic bacteria (Bhunia et al., 1988). Briefly, 200 µl of fresh cultures of pathogenic bacteria growth in Nutrient Broth were streaked onto TSA medium to cover all the surface. Later, blank antibiotic susceptibility paper-discs were dipped into fresh cultures of probiotic-candidates growth in Nutrient Broth and placed onto TSA medium. Three replicates of TSA medium containing petri dishes were incubated at 22 °C for 48 h and inhibition zone diameters were measured.

## RESULTS

In this study, infections caused by *F. faeni* and *L. garvieae* in rainbow trout cultured in a dam lake was diagnosed by using bacteriologic and molecular methods, pathological effects of the disease in the infected fish tissues were demonstrated, antibiotics which can be used for the treatment were determined and a possibility of the use of a probiotic bacterial species was proposed.

Fish samples examined in this study were chosen from the individuals that are swimming slowly on the water surface which are lethargic with loss of appetite. Moribund fish samples showed mass skin pigmentation, darkening of the skin, loss of scales, melting of the dorsal fin and erosion in the upper jaw (Figure 1a). Mass hemorrhages in the eyes and severe exophthalmos in some samples were observed (Figure 1a). Internally, hemorrhagic lesions on the anemic liver, splenomegaly and enlargement of the bile duct was observed (Figure 1b). Also, accumulation of a bloody fluid in the peritoneal cavity was noted in some fish samples (Figure 1b).

Anemia, slight atrophy, cell necrosis and hyperemia were observed in the liver (Figure 2a). Hemosiderin accumulation, slight liquefactive necrosis of the interrenal haemopoietic tissue and tubular deformation were observed in the kidney (Figure 2b). Slight necrosis and depletion of the pulps were noted

in the spleen where the hemosiderin accumulation was rarely seen (Figure 2c). Epithelial and connective tissues were weakened in the primer and secondary lamellae of the gills (Figure 2d). Also, there were mass hyperemia in the supportive tissue of the exophthalmic eyes and deformation of the microvilli were observed in the intestines.

Two types of colonies were recovered from the visceral organs of fish samples; creamy-white colonies with a diameter of 1-2 mm (Figure 3a) and yellowish colonies with a diameter of 3-4 mm (Figure 3b). Creamy colonies that consist of Gram-positive fermentative non-motile cocci-shapes cells in short chains were oxidase, catalase, lactose and VP negative; MR and arginine positive and  $\alpha$ -hameolytic on blood agar and hence they were identified as *Lactococcus sp.* Yellowish colonies that consist of Gram-positive motile cocci-shapes cells in small clusters were oxidase, MR, VP and indole negative; catalase positive and possessed variable results in citrate and nitrate tests and hence they were identified as *Frigoribacterium sp.* Results of the conventional bacteriologic tests were shown in Table 1. An 880 bp region was obtained with the PCR amplification conducted with the universal primers 27F and 907R. The obtained 16S RNA sequence analysis was processed in the BioEdit software and after the GeneBank nucleotide blasting,

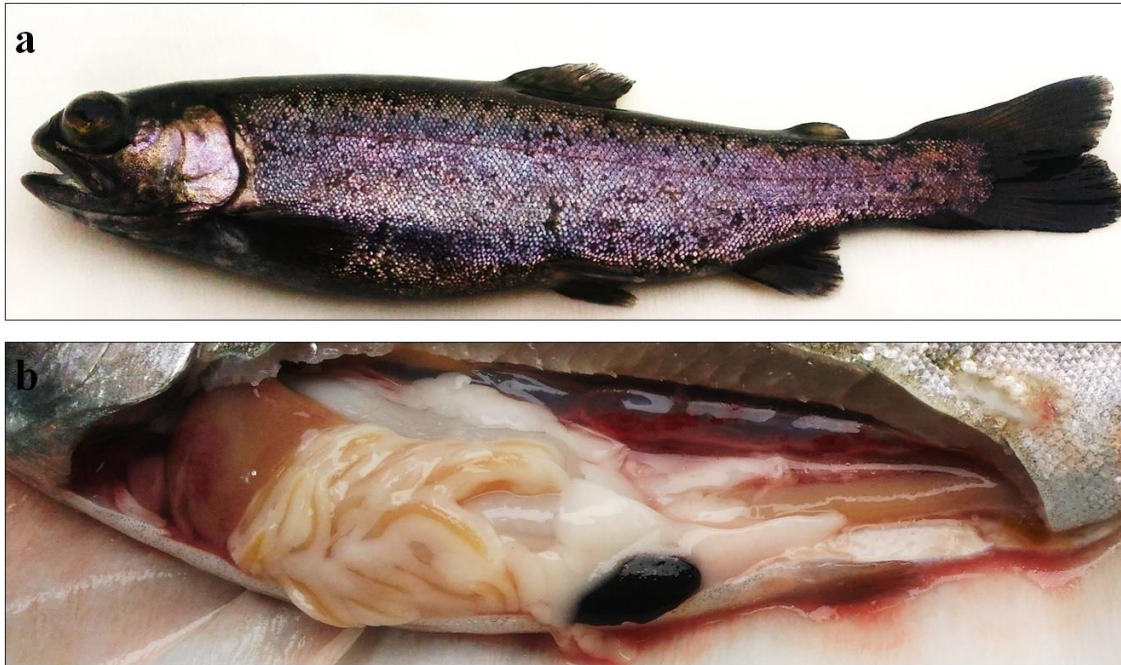


Figure 1. a) Mass skin pigmentation, darkening of the skin, fin and jaw erosion and severe exophthalmos in the moribund fish samples. b) Hemorrhagic lesions on the anemic liver, splenomegaly and accumulation of a bloody fluid in the peritoneal cavity of moribund fish samples.

Şekil 1. a) Hasta balık numunelerinde yoğun deri pigmentasyonu, deri renginde koyulaşma, yüzgeç ve çene erozyonu ve ileri seviyede ekzoftalmus. b) Hasta balık numunelerinde anemik karaciğer üzerinde hemorajik lezyonlar, dalakta büyüme ve peritoneal boşlukta kanlı sıvı birikimi.

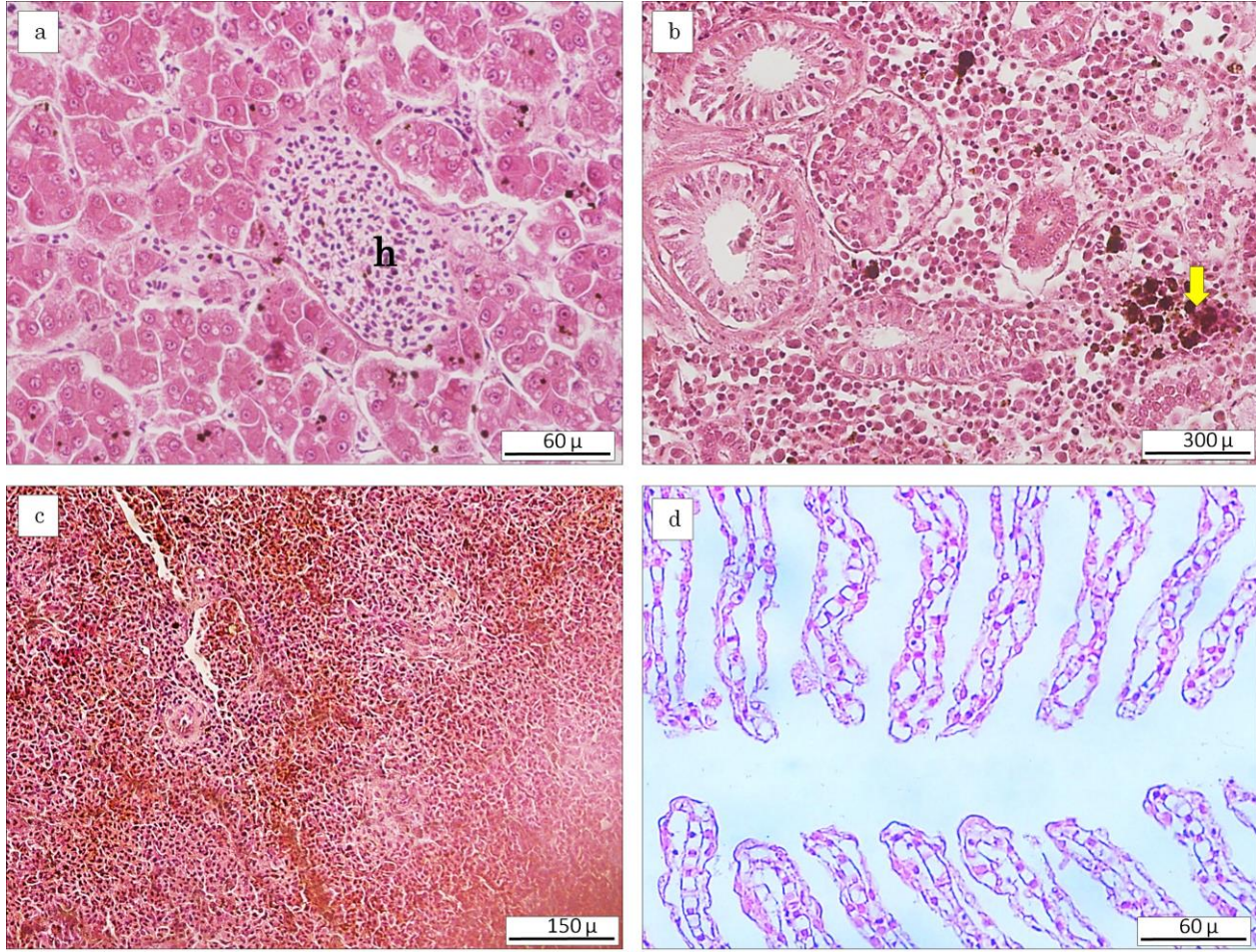


Figure 2. Histopathological changes observed in the moribund fish samples a) Atrophic hepatic cells and hyperemia [h] in liver b) Tubular degeneration and hemosiderin accumulation [arrowed] in kidney c) necrosis and depletion of the pulps in spleen d) Weakened secondary gill filaments. All hematoxylin & eosin.

Şekil 2. Hasta balık numunelerinde gözlemlenen histopatolojik değişimler a) karaciğerde atrofik hepatik hücreler ve hiperemi (h) b) böbrekte tübüler dejenerasyon ve hemosiderin birikimi (okla gösterilmiştir) c) dalakta nekroz ve pulpalarda boşalma d) zayıflamış sekonder solungaç filamentleri. Tümü hematoksilin&eozin ile boyanmıştır.

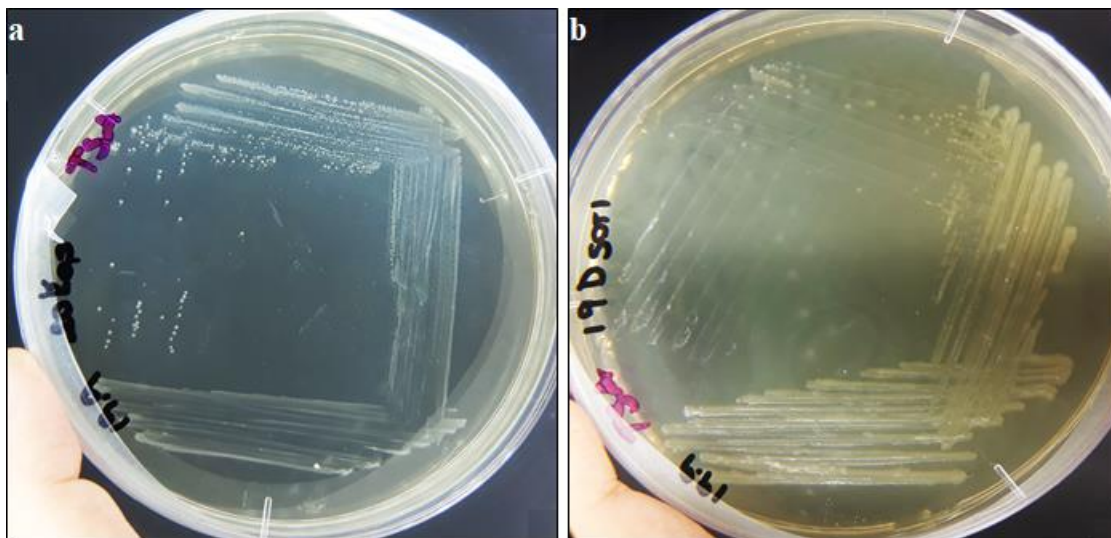


Figure 3. a) Creamy-white *L. garvieae* colonies on TSA b) Yellowish *F. faeni* colonies on TSA

Şekil 3. a) TSA besiyeri üzerinde krem-beyaz renkli *L. garvieae* kolonileri b) TSA besiyeri üzerinde sarımsı *F. faeni* kolonileri

Table 1. Biochemical characteristics of bacterial isolates  
 Çizelge 1. Bakteri izolatlarının biyokimyasal özellikleri

	<i>Lactococcus sp.</i> n=21	<i>Frigoribacterium sp.</i> n=12
Gram	+	+
Motility	-	+
O/F	F	F
Catalase	-	+
Oxidase	-	-
Indole	+/-	-
MR	+	-
VP	+/-	-
Nitrate	-	+/-
Citrate	-	+/-
Acid production from		
Galactose	+	+
Lactose	-	-
Rhamnose	+/-	+
Sucrose	+	+
Maltose	+	+
Sorbitol	-	+
Inositol	+/-	-
Fructose	+	+

+: positive reaction, -: negative reaction F: fermentative

our isolates that were identified as *Lactococcus sp.* showed 100% similarity with the previous *L. garvieae* sequences. Also, our isolates that were identified as *Frigoribacterium sp.* showed 99% similarity with *Frigoribacterium faeni*. Besides, in the other PCR amplification, a 1100 bp region was obtained with the PCR amplification conducted with the *L. garvieae* specific primers pLG-1 and pLG-2.

*F. faeni* was found to be sensitive or semi-sensitive against all antibiotics used (Table 2). In contrast, as a well-known fish pathogen, *L. garvieae* isolates were found to be resistant against kanamycin, florphenicol, and sulphametaxozole trimethoprim. They were also semi-resistant against furazolidone, ciprofloxacin and enrofloxacin, but only sensitive to tetracycline (Table 2).

Table 2. Antibiotic susceptibilities of the isolated pathogens

Çizelge 2. İzole edilen patojenlerin antibiyotik duyarlılıkları

	<i>F. faeni</i>	<i>L. garvieae</i>
Tetracycline (T30)	4,2 (S)	2,8 (S)
Kanamycin (K30)	1,5 (SR)	R
Florphenicol (FFC30)	3,2 (S)	R
Sulphametaxozole	2,5 (S)	R
Trimethoprim (SXT25)		
Furazolidone (FX100)	1,8 (SR)	1,4 (SR)
Ciprofloxacin (CIP1)	1,8 (SR)	1,2 (SR)
Enrofloxacin (ENR5)	2,2 (SR)	1,8 (SR)

(zone diameters in cm) S: Sensitive; SR: Semi-resistant; R: resistant (no inhibition zone)

Among the probiotic-candidate bacteria tested, *Bacillus subtilis* showed weak antagonistic effect against the secondary pathogen *F. faeni* with a mean inhibition zone diameter of 1.5 cm (Figure 4a). Also, this species showed strong positive antagonistic effect against the main pathogen *L. garvieae* isolates recovered from internal organs the diseased fish samples with inhibition zone diameters between 3.0 and 4.3 cm (Figure 4b). In contrast, *L. rhamnosus* showed no antagonistic effect against both pathogens *in vitro*.

## DISCUSSION

Fish samples showed similar clinical external and internal symptoms such as darkening of the skin, hemorrhages, and splenomegaly as reported in previous lactococcosis cases (Kang et al., 2004; Altun et al., 2005; Vendrell et al., 2006; Özer et al., 2008; Avcı et al., 2010; Öztürk et al., 2013; Avcı et al., 2014; Didinen et al., 2014; Ürkü and Timur, 2014; Balta and Balta, 2019) with slight variations. As an expectation, similar symptoms in the eyes such as exophthalmos, hemorrhages and opacification of the cornea was observed in the fish samples but not the loss of eyes as reported by Timur et al., (2011) and Öztürk et al. (2013). Also lesions on the skin reported by Öztürk et al. (2013) were not observed in our fish samples.

Similar to the previous lactococcosis cases, fish samples showed various histopathological symptoms such as tubular degeneration, periglomerular edema and melanomacrophage centers in the kidney (Altun et al., 2005; Timur et al., 2011; Avcı et al., 2014; Didinen et al., 2014; Ürkü and Timur 2014). But, liquefactive necrosis in the liver and kidney that were demonstrated previously (Timur et al., 2011; Ürkü and Timur, 2014; Korun et al., 2017) were in a more advanced stage than our samples.

Many species of the genus *Frigoribacterium* (Microbacteriaceae family) were previously thought to be psychrophilic bacteria that can be isolated from air and soil (Kampfer et al., 2000; Evtushenko and Takeuchi, 2006). Carbajal-Gonzalez et al. (2011) and Urtubia et al. (2017) recovered *Frigoribacterium sp.* from the intestines of healthy fish. With this study, a bacterium that is identified as *F. faeni* according to the biochemical and molecular results, was recovered and identified for the first time from the visceral organs of moribund fish samples.

Lactococcosis is a well-known disease of rainbow trout worldwide (Austin and Austin, 2016) and previously reported in Turkish trout culture sector in warm seasons (Diler et al., 2002; Altun et al., 2005, Kav and Erganis, 2007; Akşit and Kum, 2008; Avcı et al., 2010; Timur et al., 2011; Didinen et al., 2014; Durmaz and Kılıçoğlu, 2015; Korun et al., 2017; Balta and Balta, 2019). In most of the reports on Lactococcosis cases of

cultured rainbow trout in Turkey, *L. garvieae* was identified as disease agent in pure infections. Previously, only Tanrıkul and Gültepe (2011) reported a mixed lactococcosis infection of rainbow trout in which *Vibrio anguillarum* has involved. Similarly, a mixed bacterial infection case that *F. faeni* and *L. garvieae* has involved was diagnosed in our study. Öztürk et al. (2013) and Balta and Balta (2019) described rainbow trout lactococcosis cases in dam

lakes located in the Blacksea Region in April and May similar to our study with mostly similar clinical signs. *L. garvieae* isolates recovered in this study showed a similar biochemical profile with the previous fish lactococcosis reports (Ringo and Gatesoupe, 1998; Vendrell et al., 2006) and this identification was confirmed with molecular identification (Zlotkin et al., 1998; Altun et al, 2013; Didinen et al., 2014; Korun et al., 2017; Balta and Balta, 2019).

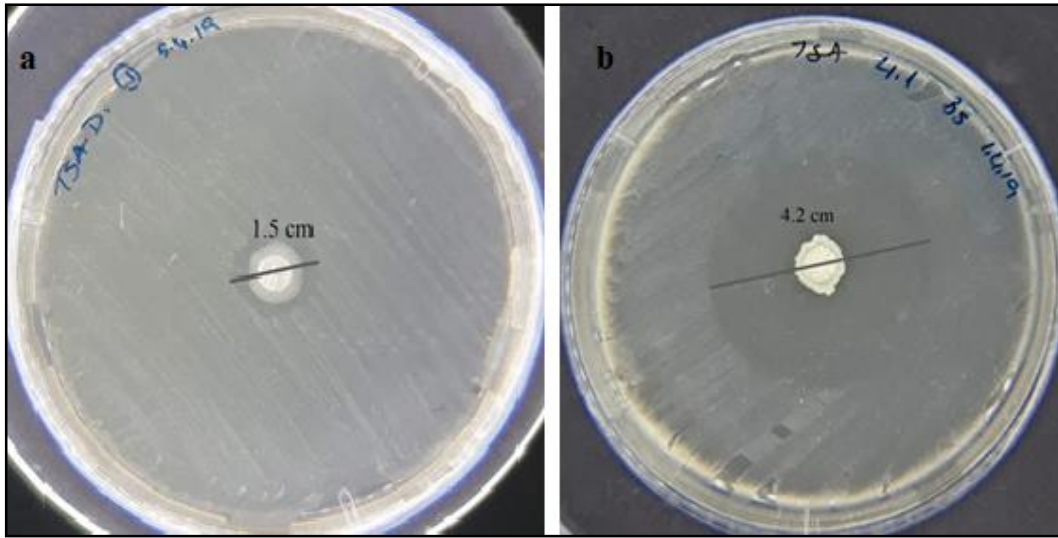


Figure 4. Antagonistic effect of *B. subtilis* against isolated pathogens a) Weak positive result against *F. faeni* b) Strong positive result against *L. garvieae*.

Şekil 4. *B. subtilis*'in izole edilen patojenlere karşı antagonistik etkisi. a) *F. faeni*'ye karşı zayıf antagonistik etki. b) *L. garvieae*'ye karşı kuvvetli antagonistik etki.

Use of improper antibiotic substance may be ineffective for disease treatment and hence causes economical losses. Also, excessive or inadequate use of the correct antibiotic may be again ineffective for treatment and may cause antibiotic resistance among the potentially pathogenic bacteria in the production site (Austin and Austin, 2016). As a new fish pathogen that was not treated with the antibiotics previously, *L. garvieae* was reported to be resistant to kanamycin (Kubilay et al., 2005; Öztürk et al., 2013; Didinen et al., 2014; Teker et al., 2018), florphenicol (Altun et al., 2013), and sulphametaxozole-trimethoprim (Kubilay et al., 2005; Kav and Erganis, 2007; Altun et al., 2013; Durmaz and Kılıçoğlu, 2015; Balta and Balta, 2019) and sensitive or semisensitive to furazolidone (Chang et al., 2002), ciprofloxacin (Akşit and Kum, 2008, Kav and Erganis, 2007; Raissy and Moumeni, 2016), enrofloxacin (Kubilay et al., 2005; Akşit and Kum, 2008; Kav and Erganis, 2007; Durmaz and Kılıçoğlu, 2013; Öztürk et al., 2013; Balta and Balta, 2019) and tetracycline (Kubilay et al., 2005; Öztürk et al., 2013). Also previously different susceptibility results were achieved for kanamycine (Durmaz and Kılıçoğlu, 2013), florphenicol (Öztürk et al., 2013; Teker et al., 2018; Balta and Balta, 2019) sulphametaxozole trimethoprim (Raissy and

Moumeni, 2016; Teker et al., 2018), ciprofloxacin (Kubilay et al., 2005; Teker et al., 2018) enrofloxacin (Teker et al., 2018) and tetracycline (Didinen et al., 2014; Raissy and Moumeni, 2016).

Due to the problems in antibiotic treatment in term of selection as described above, recent research on fish diseases has aimed to improve diagnostics by use of sensitive and specific molecular methods and disease control especially by vaccination, probiotics and plant products (Austin and Austin, 2016). Various Lactic acid bacteria such as *Lactobacillus* species and members of the genus *Bacillus*, especially *B. subtilis* were determined to have antagonistic effect against many fish pathogens including *Aeromonas hydrophila* (Kumar et al., 2006), *Yersinia ruckeri* (Raida et al., 2003) and *Streptococcus agalactiae* (Ng et al., 2014). *Lactobacillus rhamnosus* was used as a probiotic bacterium especially against Gram-negative pathogens of marine fishes (Gomez-Gil et al., 2000; Ashraf, 2000; Katircioğlu, 2001) but it was insufficient to inhibit Gram-positive pathogens (Ringo and Gatesoupe, 1998; Burr and Gathlin, 2005). In this study, *B. subtilis* was determined as a promising probiotic-candidate with *in-vitro* studies for the prevention of lactococcosis in rainbow trout. Long-term and repetitive use of this probiotic-candidate

bacterium in the consecutive production seasons, would possibly increase the antagonistic effect against this pathogen and protection.

In conclusion, the results of this study showed that *F. faeni* and *L. garvieae* are important fish pathogens affecting rainbow trout culture with important clinical and histopathological symptoms. Since these bacteria causes mortalities and can raise resistance against some of the most popular antibiotics used in aquaculture, protection via vaccines and/or probiotics is of crucial importance. *In-vitro* results of this study showed that, *B. subtilis* is a promising probiotic-candidate for the protection of rainbow trout in aquaculture from bacterial infections.

### ACKNOWLEDGEMENTS

This study was approved by the Animal Experiments Local Ethics Committee of Istanbul University. This study was supported by Istanbul University Research Projects coordination unit with the project number: FBA-2018-28476. As a part of this long-term project, MSc. thesis of Dilek OKMEN from Istanbul University Institute of Science was also supported financially. The authors also would like to thank the staff of the fish farms for their valuable helps during field sampling.

### Statement Contribution of the Authors

Authors declares the contribution of the authors is equal.

### Statement of Conflict of Interest

Authors have declared no conflict of interest.

### REFERENCES

- Akbulut B, Kurtoğlu İZ, Üstündağ E, Aksungur M 2009. Karadeniz Bölgesi'nde Balık Yetiştiriciliğinin Tarihsel Gelişimi ve Gelecek Projeksiyonu. Journal of Fisheries Science, 3(2):76- 85.
- Akşit D, Kum C 2008. Gökkuşluğu alabalıkları (*Oncorhynchus mykiss*, W. 1792)'nda Sık Görülen Patojen Mikroorganizmaların Tespiti ve Antibiyotik Duyarlılık Düzeylerinin Belirlenmesi. Van Vet J, 19(1):1-7.
- Altun S, Diler A, Diler Ö, Başak K, Işıklı B 2005. Histopathology of Streptococcosis in Rainbow Trout. B Eur Assoc Fish Pat, 25(3):131-135.
- Altun S, Onuk EE, Çiftçi A, Büyükekiz AG, Duman M 2013. Phenotypic, Genotypic Characterisation and Antimicrobial Susceptibility Determination of *Lactococcus garvieae* Strains. Kafkas Univ Vet Fak, 19(3):375-381.
- Ashraf A 2000. Probiotics in Fish Farming-Evaluation of a Candidate Bacterial Mixture, Licentiate thesis, University of Umea.
- Austin B, Austin DA 2016. Bacterial Fish Pathogens, Diseases of Farmed and Wild Fish, 6<sup>th</sup> Edition. Springer Publishing, Dordrecht, 978-3-319-32674-0. Pages: 41-48
- Avcı H, Aydoğan A, Tanrıkul TT, Birincioğlu SS 2010. Pathological and Microbiological Investigations in Rainbow Trout (*Oncorhynchus mykiss*) Naturally Infected with *Lactococcus garvieae*. Kafkas Univ Vet Fak, 16:313-318.
- Avcı H, Birincioğlu SS, Tanrıkul TT, Epikmen ET, Metin N, Avsever ML 2014. Experimental *Lactococcus garvieae* Infection in Rainbow Trout, *Oncorhynchus mykiss*, Walbaum 1792: a Comparative Histopathological and Immunohistochemical Study. J Fish Dis, 37(5):481-495.
- Balta F, Balta ZD 2019. The Isolation of *Lactococcus garvieae* from Eyes of Diseased Rainbow Trout (*Oncorhynchus mykiss*) with Exophthalmia. Journal of Anatolian Environmental and Animal Sciences, 4(1):27-33.
- Bhunja AK, Johnson MC, Ray B 1988. Purification, Characterization and Antimicrobial Spectrum of Bacteriocin Produced by *Pediococcus acidilactici*. J Appl Microbiol, 65:261-268.
- Burr G, Gathlin D 2005. Microbial Ecology of the Gastrointestinal Tract of Fish and the Potential Application of Prebiotics and Probiotics in Finfish Aquaculture. J World Aquacult Soc, 36:425- 436.
- Carbajal-Gonzalez MT, Fregeneda-Grandes JM, Suarez-Ramos S, Cadenas FR, Aller-Gancedo JM 2011. Bacterial Skin Flora Variation and *in vitro* Inhibitory Activity Against *Saprolegnia parasitica* in Brown and Rainbow Trout. Dis Aquat Organ, 96:125-135.
- Chang PH, Lin CW, Lee YC 2002. *Lactococcus garvieae* Infection of Cultured Rainbow Trout, *Oncorhynchus mykiss*, in Taiwan and Associated Biophysical Characteristics and Histopathology. B Eur Assoc Fish Pat, 22(5):319-327.
- Diler Ö, Altun S, Adiloğlu A, Kubilay A, Işıklı B 2002. First Occurrence of Streptococcosis Affecting Farmed Rainbow Trout in Turkey. B Eur Assoc Fish Pat, 22(1):21-26.
- Didinen BI, Yardımcı B, Onuk EE, Metin S, Yıldırım P 2014. Naturally *Lactococcus garvieae* Infection in Rainbow Trout (*Oncorhynchus mykiss* Walbaum, 1792): New Histopathological Observations, Phenotypic and Molecular Identification. Rev Med Vet-Toulouse, 165:12-19.
- Duramaz Y, Kılıçoğlu Y 2015. Bir Alabalık Çiftliğinde Doğal Enfekte Gökkuşluğu Alabalıklarından (*Oncorhynchus mykiss* Walbaum, 1792) *Lactococcus garvieae*'nin Kültür ve PCR ile Saptanması ve Etkenin Antibiyotik Duyarlılık Profillerinin Belirlenmesi. Atatürk University J Vet Sci, 10(2):109-115.
- Emre Y, Okumuş İ, Maltaş Ö 2007. Trout Farming In: Marine Aquaculture in Turkey, TUDAV, İstanbul, 978-975-8825-18-9.
- Evans JJ, Klesius PH, Schoemaker CA 2009. First

- Isolation and Characterization of *Lactococcus garvieae* from Brazilian Nile Tilapia, *Oreochromis niloticus* (L.) and Pintado, *Pseudoplatystoma corruscans*. J Fish Dis, 32:943-951.
- Evtushenko LI, Takeuchi M 2006. The Family Microbacteriaceae Chapter 1.1.28 In: The Prokaryotes, Vol 3. Archaea. Bacteria: Firmicutes, Actinomycetes. Springer, 978-0387-25493-7. Pages 1020-1098.
- Eyngor M, Zlotkin A, Ghittino C, Prearo M, Douet DG, Chikmonczyk S, Eldar A 2004. Clonality and Diversity of the Fish Pathogen *Lactococcus garvieae* in Mediterranean Countries. Appl Environ Microb, 70:5132-5137.
- Gomez-Gil B, Roque A, Turnbull JF 2000. The Use and Selection of Probiotic Bacteria for Use in the Culture of Larval Aquatic Organisms. Aquacult, 191:259-270.
- Hall TA 1999. BioEdit: a User-Friendly Biological Sequence Alignment Editor and Analysis Program for Windows 95/98/NT. Nucleic Acids Symposium Series, 95-98.
- Kampfer P, Rainey FA, Andersson MA, Nurmiaho Lassila EL, Ulrych U, Busse HJ, Weiss N, Mikkola R, Salkinoja-Salonen M 2000. *Frigoribacterium faeni* gen. nov., so. nov., a Novel Psychrophilic Genus of the Family *Microbacteriaceae*, Int J Syst Evol Micr, 50:355-363.
- Kan Nİ, Sarıeyyüpoğlu M 2008. Elâzığ Şehir Kanalizasyonunun Keban Baraj Gölü'ne Döküldüğü Bölgeden Yakalanan Balıklarda Streptokokus'ların Araştırılması. Fırat Üniv Fen Bil Derg, 20(2):271-277.
- Kang S, Shin G, Shin Y, Kim Y, Yang H, Lee E, Huh N, Ju O, Jung T 2004. Experimental Evaluation of Pathogenicity of *Lactococcus garvieae* in Black Rockfish (*Sebastes schlegelii*). J Vet Sci, 5(4):387-390.
- Katırcıoğlu H 2001. Gökkuşluğu Alabalığı ve Aynalı Sazandan İzole Edilen Laktik Asit Bakterilerinin Metabolik ve Antimikrobiyal Aktivitelerinin İncelenmesi. Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Biyoloji Ana Bilim Dalı, Doktora tezi, 139 sy, Ankara.
- Kav K, Erganiş O 2007. Konya Bölgesinde Bulunan Gökkuşluğu Alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*) Çiftliklerinden *Lactococcus garvieae* İzolasyonu, İdentifikasyonu ve Fenotipik Özelliklerinin Belirlenmesi. Atatürk Univ Vet Bil. Derg, 23(1):7-17.
- Korun J, Timur G, Yardımcı RE, Balcı BA 2017. Histopathological Changes of Rainbow Trout after Experimental Infection with *Lactococcus garvieae*. J Adv. Vetbio Sci Tech, 2(3):12-20.
- Ksuda R, Salati F 1999. *Entereococcus seriolicida* and *Streptococcus iniae*, In: Fish diseases and disorders, Woo P.T.K, Bruno, D.W. (ed.), Vol:3, CABI Publishing. Pages: 303-317.
- Kubilay A, Altun S, Uluköy G, Diler Ö 2005. *Lactococcus garvieae* Suşlarının Antimikrobiyal Duyarlılıklarının Belirlenmesi. Süleyman Demirel Üniv Eğirdir Su Ürün Fak Derg, 1(1):39-48.
- Kumar R, Mukherjee SC, Prasad KP, Pal AK 2006. Evaluation of *Bacillus subtilis* as a Probiotic to Indian Major Carp *Labeo rohita* (Ham.). Aquac Res, 37(12):1215-1221.
- Lane DJ 1991. 16S/23S rRNA sequencing, Nucleic acid techniques in bacterial systematics, Chichester: John Wiley & Sons.
- Larkin MA, Blackshields G, Brown N, Chenna R, Mcgettigan PA, Mcwilliam H, Valentin F, Wallace IM, Wilm A, Lopez R 2007. Clustal W and Clustal X version 2.0. J Bioinform, 23:2947-2948.
- Mingmongkolchai S, Panbangred W 2018. *Bacillus* Probiotics: an Alternative to Antibiotics for Livestock Production. J Appl Microbiol, 124:1334-1346.
- Muz A, Sarıeyyüpoğlu M, Ertuş HB, Şimşek A 1995. Keban Baraj Gölü'nden Yakalanan Bazı Balıkların Aerobik ve Mikroaerofilik Bakteriler Yönünden İncelenmesi. Fırat Üniv Sağlık Bilim Derg, 9(2):212-219.
- Ng WK, Kim YC, Romano N, Koh CB, Yang SY 2014. Effects of Dietary Probiotics on the Growth and Feeding Efficiency of Red Hybrid Tilapia, *Oreochromis sp.*, and Subsequent Resistance to *Streptococcus agalactiae*. J Appl Aquac, 26(1):22-31.
- Özer S, Bulduklü PS, Dönmez E 2008. Mersin İlinde Yetiştiriciliği Yapılan Gökkuşluğu Alabalıklarında (*Oncorhynchus mykiss*, Walbaum) Streptokokkozis Varlığı. Journal of fisheriesciences.com, 2(3):272-283.
- Öztürk T, Didinen BI, Doğan G, Özer A, Bircan R 2013. Lactococcosis in Rainbow Trout (*Oncorhynchus mykiss*, Walbaum, 1792) in the Middle Black Sea Region in Turkey and Antimicrobial Susceptibility of the Aetiological Agent, *Lactococcus garvieae*. Etlık Vet Mikrobiyol Derg, 24:7-12.
- Raida MK, Larsen JL, Nielsen ME, Buchmann K 2003. Enhanced Resistance of Rainbow Trout, (*Oncorhynchus mykiss*, Walbaum), against *Yersinia ruckeri* Challenge Following Oral Administration of *Bacillus subtilis* and *B. licheniformis* (BioPlus2B). J Fish Dis, 26:495-498.
- Raissy M, Moumeni M 2016. Detection of Antibiotic Resistance Genes in Some *Lactococcus garvieae* Strains Isolated from Infected Rainbow Trout. Iran J Fish Sci, 15(1):221-229.
- Ringo E, Gatesoupe FJ 1998. Lactic Acid Bacteria in Fish: a Review. Aquacult, 160:177-203.
- Roberts RJ 2012. Fish Pathology, 4<sup>th</sup> Edition, Wiley-Blackwell, UK., 978-1-4443-32827. Pages: 439-565.
- Sharifiyazdi H, Mosttafa A, Tabatabaei M, Zadeh SMM 2010. Isolation and Characterization of *Lactococcus garvieae* from Diseased Rainbow Trout

- (*Oncorhynchus mykiss*, Walbaum) Cultured in Iran. Iran J Vet Res, 11(4):342-350.
- Tanrıkuş TT, Gültepe N 2011. Mix Infections of Rainbow Trout (*Oncorhynchus mykiss* Walbaum): *Lactococcus garvieae* and *Vibrio anguillarum* O1. J Anim Vet Adv, 10(8):1019-1023.
- Teker T, Albayrak G, Akaylı T, Ürkü Ç 2018. Detection of Haemolysin Genes as Genetic Determinants of Virulence in *Lactococcus garvieae*. Turk J Fish Aquat Sci, 19(7):625-634.
- Teuber, M., (2009). *Lactococcus*, In: Bergey's manual of systematics bacteriology Vol III, Parte, A.C (ed.), 2<sup>nd</sup> Ed., Springer Dordrecht Heidelberg London New York. Pages: 711-722.
- Timur G, Yardımcı RE, Ürkü Ç, Çanak Ö 2011. Marmara Bölgesi Kültür Gökkuşuğu Alabalıklarında (*Oncorhynchus mykiss*, L.) Lactococcosis'in Bakteriyolojik ve Histopatolojik Metodlarla Teşhisi. İstanbul Üniv Su Ürün Derg, 26:63-81.
- TUİK, 2019, Kültür Balıkları Üretim Miktarı, [http://tuik.gov.tr/PreTablo.do?alt\\_id=1005](http://tuik.gov.tr/PreTablo.do?alt_id=1005), [Ziyaret tarihi: 6 Mayıs 2019].
- Türe M, Altınok İ, Işıdan H, Savaş H, Kutlu İ 2012. PFGE Metodu Kullanılarak *Lactococcus garvieae*'nin Genetik Çeşitliliğinin ve Yayılımının Belirlenmesi, TAGEM Proje Sonuç Raporu. Su Ürünleri Merkez Araştırma Enstitüsü, Trabzon.
- Urtubia R, Gallardo P, Cardenas CA, Lavin P, Gonzalez-Aravena M 2017. First Characterization of Gastrointestinal Culturable Bacteria of Patagonian Toothfish *Dissostichus eleginoides* (Nototheniidae). Rev Biol Mar Oceanog, 52(2):399-404.
- Ürkü Ç, Timur G 2014. A Comparative Study of Detection Methods for *Lactococcus garvieae* in Experimentally Infected Rainbow Trout (*Oncorhynchus mykiss*, W.). Isr J Aquacult-Bamid, 66, 10 pages.
- Vendrell D, Balcazar JL, Zarzuela IR, DeBlas I, Girones O, Muzquiz JL 2006. *Lactococcus garvieae* in Fish: a review. Comp Immunol Microbiol Infect Dis, 29:177-198.
- Zhang Z, Schwartz S, Wagner L, Miller W 2000. A Greedy Algorithm for Aligning DNA Sequences. J Comput Biol, 7:203-214.
- Zlotkin A, Eldar A, Ghittino C, Bercovier H 1998. Identification of *Lactococcus garvieae* by PCR. J Clin Microbiol, 36(4):983-985.



## Antalya İlinde Üreticilerin Damla Sulama Desteği Almasını Etkileyen Faktörlerin Belirlenmesi

Tuba BEŞEN<sup>1</sup>, Betül SAYIN<sup>2</sup>, Mehmet Ali ÇELİKYURT<sup>3</sup>, Musa KUZGUN<sup>4</sup>, Şerife Gülden YILMAZ<sup>5</sup>  
Melike BAHÇECİ<sup>6</sup>, Başak AYDIN<sup>7</sup>

Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, <sup>7</sup>Atatürk Toprak Su ve Tarımsal Meteoroloji Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü

<sup>1</sup><https://orcid.org/0000-0001-9777-793X>, <sup>2</sup><https://orcid.org/0000-0002-0007-1955>, <sup>3</sup><https://orcid.org/0000-0002-7563-7757>,

<sup>4</sup><https://orcid.org/0000-0003-3594-8259>, <sup>5</sup><https://orcid.org/0000-0002-1888-2588>, <sup>6</sup><https://orcid.org/0000-0001-9707-7159>,

<sup>7</sup><https://orcid.org/0000-0002-5047-7654>

✉: tubabesen@gmail.com

### ÖZET

Bu çalışma, Antalya ilinde damla sulama desteği alan ve almayan işletmeler üzerinde yürütülmüştür. Her iki üretici grubunun tanımlayıcı özellikleri değerlendirilmiş ve damla sulama desteği alma durumuna etki eden faktörler incelenmiştir. Araştırma kapsamında 62 damla sulama desteği alan ve 62 damla sulama desteği almayan üretici ile yapılan yüz yüze anketler ile veriler toplanmıştır. Verilerin analizinde ortalama, yüzde oran, çapraz tablolar gibi tanımlayıcı istatistikler kullanılırken damla sulama desteği alınmasında etkili olan faktörlerin tespiti için İkili Lojistik Regresyon Analizi kullanılmıştır. Çalışma sonucunda üreticilerin tarımsal deneyimi, aile birey sayısı, hayvansal üretim gelirleri, bitkisel üretim gelirleri, toplam arazi büyüklüğü, sulanan arazi miktarları, tarım sigortası yaptırma durumlarının damla sulama desteği alan ve almayan grup açısından istatistiki olarak farklılık gösterdiği tespit edilmiştir. İkili lojistik regresyon analizi sonucunda, damla sulama desteği alma üzerinde üreticilerin aile birey sayısı, toplam işlenen arazi büyüklüğü, sulanan arazi büyüklüğü ve hayvansal üretim gelirlerinin etkili olduğu tespit edilmiştir.

### Araştırma Makalesi

### Makale Tarihiçesi

Geliş Tarihi : 28.11.2019

Kabul Tarihi : 21.05.2020

### Anahtar Kelimeler

Damla sulama desteği  
Lojistik regresyon

## Determination of Factors Affecting The Receiving Drip Irrigation Support of Producers in Antalya Province

### ABSTRACT

This study was conducted with producers who received and did not receive drip irrigation support in Antalya province. The descriptive characteristics of both producer groups were evaluated and the factors affecting the status of receiving drip irrigation support were examined. Data were collected by face-to-face surveys conducted with 62 producers who received drip irrigation subsidies and 62 producers who did not receive drip irrigation subsidies. Descriptive statistics such as average, percentage, cross tables were used for data analysis, while Binary Logistic Regression Analysis was used for determining the factors affecting the status of receiving drip irrigation support. The research results showed that, the agricultural experience of the producers, number of family members, animal production income, crop production income, total land size, irrigated land size, agricultural insurance statistically different for the groups receiving and not receiving drip irrigation support. Result of binary logistic regression analysis indicated that the number of family members, total cultivated land size, irrigated land size and animal production incomes were effective on receiving drip irrigation support.

### Research Article

### Article History

Received : 28.11.2019

Accepted : 21.05.2020

### Keywords

Drip irrigation support  
Logistic regression

## GİRİŞ

Su; tüm yaşam biçimleri, sosyo-ekonomik kalkınma ve sağlıklı ekosistemlerin varlığı için gereklidir. Küresel düzeyde tarımsal ve endüstriyel kalkınmanın sürekliliğini sağlamak için yeterli tatlı su kaynağı bulunmasına rağmen, su kaynaklarının uzun vadeli sürdürülebilir kullanımı endişe vericidir. Dünyada tahmini olarak 400 milyon km<sup>3</sup> su bulunmaktadır. Bu miktarın sadece %0.003'ü, yaklaşık 45.000 km<sup>3</sup>ü; içme, hijyen, tarım ve sanayi için kullanılabilir olan tatlı su kaynağıdır. Ayrıca, mevsimsel taşkınlar sırasında bir kısmı uzaktaki nehirlerle aktığı için bu suyun tümüne erişilememektedir (Anonymous, 2017).

Tarım, dünya genelindeki en büyük su kullanıcısı olup toplam tatlı su kullanımının ortalama %70'ini oluşturmaktadır (Anonymous, 2011); ancak bu miktar bazı gelişmekte olan ülkelerde %95'e kadar çıkabilmektedir (Anonymous, 2017). Bir kg tahılın yetişmesi için 1 ile 3 ton arasında su gerekmektedir. Bir kilogram sığır eti için ise 15 ton su kullanılmaktadır. Bu hesaplar doğrultusunda bir kişinin günlük yemeğini üretmek için 2000 ila 5000 litre suya ihtiyaç duyulduğu tahmin edilmektedir. Son 30 yılda gıda üretimi %100'den fazla artmıştır. Artan dünya nüfusunun gıda gereksinimlerini karşılamak için 2050 yılına kadar yaklaşık %60 daha fazla gıdaya ihtiyaç duyulacağı tahmin edilmektedir (Anonymous, 2017). Dünya gıda talebinin karşılanabilmesi için var olan su kaynaklarının etkin kullanımı şarttır. Damla sulama sistemleri; kök bölgeye, yakın aralıklarla küçük miktarlarda su uygulayan, su tasarruflu sistemlerdir. Damla sulama sistemlerinde su, bir filtreden özel damla borularına akar ve doğrudan bitkilerin yakınındaki toprağa boşaltılır. Bu teknoloji uygun bir şekilde yönetildiğinde daha iyi su kontrolü, gelişmiş bitki beslenmesi, su kaynaklarının korunması, meyve kalitesinin artması, iş gücü maliyetlerinin düşük olması, çiftçi rekabet gücünü artırması, N<sub>2</sub>O emisyonlarının azaltılması gibi pek çok avantajı bulunmaktadır (Anonymous, 2011; Küçükyumuk ve ark., 2012; Anonymous, 2015; Fentabila ve ark., 2016; Öztürk ve ark., 2018). Damla sulamada sulama suyu ihtiyacı, karıkla sulamaya göre %40 daha azdır (Karaca ve Selenay, 2001). Damla sulama yöntemi, sebze ve meyve ağaçları da dahil olmak üzere yüksek piyasa değeri olan ürünler için çok uygun bir yöntemdir (Anonymous, 2011). Sulanan meyve bahçeleri su kıtlığı ile karşı karşıyadır. Bu nedenle artık geleneksel damla sulama sistemlerine alternatif damla sulama sistemleri geliştirilmekte ve etkinlikleri incelenmektedir (Yang ve ark., 2011; Demirok ve Tuylu, 2019).

Damla sulama desteklerini de içeren Kırsal Kalkınma Yatırımlarının Desteklenmesi Programı (KKYDP), kırsal alanda ekonomik ve sosyal gelişmeyi sağlamak için gerçek ve tüzel kişilerin ekonomik faaliyetlerine

yönelik yapacakları yatırımlar ile basınçlı sulama sistemleri konularında yapılacak olan öz sermayeye dayalı projeli yatırımlarının teşvik edilmesi amacıyla hibe desteği verilmesini sağlayan kırsal kalkınma programıdır (Anonim, 2010; Aydın ve ark., 2019a). 2007-2017 döneminde tarla içi damla sulama sistemlerine destek sağlanmış olan 12713 adet projeye 186135012.73 TL hibe sağlanmıştır (Aydın ve ark., 2019a). Gelişmekte olan ülkelerde devlet bütçesinden tarımsal desteklemelerin doğru şekilde verilmesi önemlidir. Bu nedenle kısıtlı devlet bütçesinden verilen desteklerin incelenmesine yönelik çalışmalar önemlidir. Türkiye'de tarımsal desteklemeleri inceleyen pek çok çalışma bulunmaktadır (Çobanoğlu ve ark., 2016; Sayın ve ark., 2016; Abay ve ark., 2017, Aydın ve ark., 2019a; Aydın ve ark., 2019b). Ancak, damla sulama destekleri üzerine yapılan çalışma sayısı oldukça kısıtlıdır (Aydın ve ark., 2019a/b). Çalışmanın amacı, Antalya ilinde üreticilerin damla sulama desteği alma durumlarına etki eden faktörlerin belirlenmesidir.

Araştırma alanı olarak Antalya ili Elmalı ve Korkuteli ilçeleri seçilmiştir. Ürün olarak damla sulama sisteminin yaygın olarak kullanıldığı armut ve elma tercih edilmiştir. 2018 yılı Elmalı ve Korkuteli ilçelerinin Antalya elma ve armut üretim alanları içindeki payı, sırası ile % 88.85 ve %97.53'tür; Antalya elma ve armut üretimi içindeki payı ise sırası ile % 92.48 ve %97.35'tir (Anonim, 2019).

Bu çalışma ile Antalya ilinde üreticilerinin damla sulama desteğinden faydalanma durumuna etki eden faktörlerin neler olduğu belirlenmiş, üreticilerin damla sulama sistemi ve damla sulama desteklerine yönelik görüşleri ortaya konulmuştur. Araştırma kapsamında elde edilen sonuçların Antalya ilinde damla sulama desteklemelerine yönelik yapılacak çalışmalarda faydalı olacağı düşünülmektedir.

## MATERYAL-METOT

### Materyal

Çalışmanın hedef kitlesini 2007 yılı ile 2016 yılları arasında damla sulama projelerine %50 hibe desteği verilmiş işletmelerden örnekleme yoluyla seçilenler ve karşıt grup olarak aynı sayıda, benzer özelliklere sahip damla sulama desteği almayan işletmeler oluşturmaktadır. Antalya ilinde 2007-2016 yılları arasında damla sulama projelerine %50 hibe desteği verilen işletmelerin sayısı 441'dir (Aydın ve ark., 2019). Araştırmanın birincil verilerini, işletmelerden yüz yüze yapılan anketler ile toplanan veriler oluşturmaktadır. Araştırma konusu ile ilgili ulusal ve uluslararası literatürden ve istatistiklerden elde edilen bilgiler, çalışmanın ikincil verilerini oluşturmaktadır.

## Metot

### Örnekleme aşamasında kullanılan metot

İşletme arazi büyüklüklerinin homojen olmamaları nedeniyle örneklemede tabakalı tesadüfi örnekleme yöntemi kullanılmıştır (Yamane, 1967). İşletmeler 1-30 dekar araziye sahip olanlar (birinci grup), 31-70 dekar araziye sahip olanlar (ikinci grup), 70 dekarından büyük araziye sahip olanlar (üçüncü grup) olarak üç tabakaya ayrılmıştır. Anket yapılacak tarım işletmesi sayısının belirlenmesinde Oransal Tabakalı Örnekleme yöntemi kullanılmıştır.

$$n = \frac{N \sum [N_h (S_h)^2]}{N^2 D^2 + \sum N_h (S_h)^2} \quad (1)$$

$$D^2 = (d/Z)^2$$

d = Ortalamadan belli bir yüzde sapma

N = Popülasyon hacmi

Z = Serbestlik derecesine göre Çizelge değeri

n<sub>i</sub> = Tabakadaki örnek sayısı

N<sub>h</sub> = Tabakalardaki işletme sayısı

n = Örnek hacmi

S<sub>h</sub> = Tabakaların standart sapması

S<sub>h</sub><sup>2</sup> = Tabakaların varyansı (%5 hata payı, %95 güven aralığı)

Çalışmada damla sulama desteği almayan, ancak damla sulama desteği alan işletmelerle yaklaşık olarak aynı işletme özelliklerine (üretim deseni, işletme büyüklüğü, tarım tekniği, vb.) sahip işletmeler karşılaştırma grubu olarak seçilmiştir. Araştırmada damla sulama desteğinden yararlanan 62 ve yararlanmayan 62 olmak üzere toplam 124 üretici ile 2018 yılında anket çalışması gerçekleştirilmiştir. Anket ile elde edilen veriler, 2017-2018 üretim dönemi bilgileridir.

### Verilerin analizi ve değerlendirilmesinde kullanılan metot

Çalışmada destek alan ve almayan üreticilerin genel özelliklerini tanımlayıcı parametreler; ortalama

Çizelge 1. Üreticilerin yaşı

Table 1. Age of producers

Yaş (Age)	Destek almayan (Don't received)		Destek alan (Received)		Toplam (Total)	
	Adet (Number)	%	Adet (Number)	%	Adet (Number)	%
24-45	22	35.5	16	25.8	38	30.6
46-65	30	48.4	32	51.6	62	50.0
66 - +	10	16.1	14	22.6	24	19.4
Toplam (Total)	62	100.0	62	100.0	124	100.0
Ki kare (Chi-square):	1.679 <sup>a</sup>		p=0.432			

Üreticiler eğitim açısından değerlendirildiğinde damla sulama desteği alan üreticilerin %61.3'ü ilköğretim ve altı eğitime sahip iken bu oran diğer grup için %56.5'dir. Gruplar arasında eğitim açısından istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamaktadır (p=0.416) (Çizelge 2).

değerler, yüzde oranlar, çapraz tablolar ile ortaya konulmuştur. Oluşturulan gruplar arasında farklılık olup olmadığı, kesikli verilerde X<sup>2</sup> testi ile, normal dağılım göstermeyen sürekli verilerde grup sayısı 2 olduğunda Mann-Whitney U testi ile belirlenmiştir (Aydın ve ark., 2016; Sayın ve ark., 2016; Çobanoğlu ve ark., 2017; Özdamar, 2018).

Bağımlı değişkenin kategorik olduğu durumlarda bağımlı değişken ile bağımsız değişken arasındaki ilişki doğrusal olmamaktadır. Bu durumu bağımlı değişkenin logaritmasını alarak gerçekleştiren lojistik regresyon analizi ile aşmak mümkündür. Lojistik regresyon analizi normallik, eşvaryanslık ve çok değişkenli normallik gibi varsayımlar gerektirmeden regresyon modeli kurmayı sağlayan analizdir (Şenel ve Alatl, 2014). Lojistik Regresyon Analizi, bağımlı değişkenin yapısına göre değişiklik göstermektedir. Kategorik bağımlı değişkenin ikili olduğu durumda İkili Lojistik Regresyon Modeli kullanılmaktadır (Walker ve Duncan, 1967; Tabachnick ve Fidell, 1996; Şenel ve Alatl, 2014). Çalışmada bağımlı değişken, damla sulama desteği alan ve almayan olmak üzere ikili kategorik değişkendir. Bu nedenle, üreticilerin damla sulama destek alma eğilimleri, ikili lojistik regresyon modeli ile tespit edilmiştir.

Anket soruları yazarlar tarafından geniş bir literatür taraması neticesinde hazırlanmış olup, daha sonra konu uzmanları ile yapılan görüşmeler ile son şeklini almıştır.

## BULGULAR ve TARTIŞMA

### Üretici özellikleri

Araştırma alanında bulunan işletme sahiplerinin özellikleri Çizelge 1'de verilmiştir. Üreticilerin yaşları incelendiğinde damla sulama desteği almayan üreticilerin %48.4'ü 46-65 yaş arasında iken damla sulama desteği alan üreticilerde bu oran %51.6'dır. Damla sulama desteği alan ve almayan üreticilerin yaşları arasında istatistiksel açıdan anlamlı bir fark bulunmamaktadır (p=0.432) (Çizelge 1).

Üreticilerin aile birey sayıları incelendiğinde destek almayan üreticilerin %33.9'unun 5 ve üzeri aile bireyine sahip olurken, destek alanların %32.3'ünün 2 kişi ve altı aile bireyine sahip olduğu belirlenmiştir. Destek alan ve destek almayan işletmelerde gruplandırılmış aile birey sayısı arasındaki farklılık istatistiksel açıdan anlamlıdır (p=0.015) (Çizelge 3).

Çizelge 2. Üreticilerin eğitim durumu  
Table 2. Education level of producers

Eğitim (Education)	Destek almayan (Don't received)		Destek alan (Received)		Toplam (Total)		
	Adet (Number)	%	Adet (Number)	%	Adet (Number)	%	
İlkokul ve altı	35	56.5	38	61.3	73	58.9	
Ortaokul ve Lise	18	29.0	12	19.4	30	24.2	
Yüksekokul ve üstü	9	14.5	12	19.4	21	16.9	
Toplam	62	100.0	62	100.0	124	100.0	
Ki kare (Chi-square): 1.752 <sup>a</sup>		p=0.416					

Çizelge 3. Aile birey sayısı  
Table 3. Number of family members

Aile birey sayısı	Destek almayan (Don't received)		Destek alan (Received)		Toplam (Total)		
	Adet (Number)	%	Adet (Number)	%	Adet (Number)	%	
2 kişi ve altı	8	12.9	20	32.3	28	22.6	
3 kişi	17	27.4	6	9.7	23	18.5	
4 kişi	16	25.8	17	27.4	33	26.6	
5 ve üzeri	21	33.9	19	30.6	40	32.3	
Toplam	62	100.0	62	100.0	124	100.0	
Ki kare (Chi-square): 10.534 <sup>a</sup>		p=0.015					

Destek almayan işletmelerin %32.3'ünün tarımda çalışan aile birey sayısı 3 ve üzeri iken destek alan işletmelerin %33.9'unun tarımda çalışan aile birey sayısı 1 olarak tespit edilmiştir. Gruplar arasında istatistiki olarak anlamlı bir fark bulunmamaktadır (p=0.492) (Çizelge 4).

Damla sulama desteği almayan üreticilerin %96.8'i sosyal güvenceye sahip iken destek alan üreticilerin %100'ü sosyal güvenceye sahiptir. İki grup arasında istatistiki olarak anlamlı bir fark bulunmamaktadır (p=0.154) (Çizelge 5).

Çizelge 4. Tarımda çalışan aile birey sayısı  
Table 4. Number of family members working in agriculture

Tarımda çalışan aile birey sayısı (Number of family members working in agriculture)	Destek almayan (Don't received)		Destek alan (Received)		Toplam (Total)		
	Adet (Number)	%	Adet (Number)	%	Adet (Number)	%	
1 kişi (person)	15	24.2	21	33.9	36	29.0	
2 kişi (people)	27	43.5	24	38.7	51	41.1	
3 - + kişi (people)	20	32.3	17	27.4	37	29.8	
Toplam (Total)	62	100.0	62	100.0	124	100.0	
Ki kare (Chi-square): 1.420 <sup>a</sup>		p=0.492					

Çizelge 5. Üreticilerin sosyal güvenceye sahip olma durumu  
Table 5. Social security status of producers

Sosyal Güvence (Social security)	Destek almayan (Don't received)		Destek alan (Received)		Toplam (Total)		
	Adet (Number)	%	Adet (Number)	%	Adet (Number)	%	
Hayır (No)	2	3.2	0	0.0	2	1.6	
Evet (Yes)	60	96.8	62	100.0	122	98.4	
Toplam (Total)	62	100.0	62	100.0	124	100.0	
Ki kare (Chi-square): 2.033 <sup>a</sup>		p=0.154					

Arazi büyüklüğü açısından değerlendirildiğinde, damla sulama desteği almayan işletmelerin %35.50'sinin 25 da ve altı araziye sahiptir. Destek alan işletmelerin ise %33.9'u 76 da ve üzeri araziye sahiptir. Her iki işletme grubu arasında arazi büyüklüğü açısından istatistiki olarak anlamlı bir fark bulunmamaktadır (p=0.014) (Çizelge 6).

Damla sulama desteği almayan işletmelerin %22.6'sı tarım sigortası yaptırırken bu oran destek alan işletmelerde %40.3'tür. Gruplar arasında istatistiki açıdan anlamlı bir fark bulunmamaktadır (p=0.033)

(Çizelge 7).

Damla sulama desteği alan ve almayan işletmelerin %61.3'ü tarım dışı gelire sahiptir. Gruplar arasında farklılık bulunmamaktadır (Çizelge 8)

Destek alan üreticilerin yaş ortalaması 54.89 ve destek almayan üreticilerin yaş ortalaması 51.97'dir. Aydın ve ark. (2019a), damla sulama desteği alan üreticilerin yaş ortalamasının 50.63, destek almayan üreticilerin ise 50.15 olduğunu belirtmişlerdir. Destek alan ve almayan işletmelerde aile birey sayısı ortalamaları açısından incelendiğinde ise destek almayan

işletmelerde ortalama aile birey sayısının 4.21, destek alanlarda ise 3.37 olduğu ve iki grubun aile birey sayısı ortalamaları arasındaki farkın istatistiki açıdan anlamlı olmadığı tespit edilmiştir ( $p=0.198$ ). Destek almayan işletmelerde ortalama tarımda çalışan aile birey sayısı 2.35 iken destek alan işletmelerde 2.15'dir. Damla sulama desteği alan üreticilerin ortalama tarımsal deneyimi 31.97 yıl, destek almayan üreticilerin ise 26.66 yıldır. Gruplar arasındaki fark istatistiki olarak anlamlıdır ( $p=0.031$ ). Aydın ve ark.

(2019) destek alan üreticilerin tarımsal deneyimlerini 27.74 yıl, destek almayanların ise 27.03 yıl olarak tespit etmişlerdir. Destek almayan işletmelerde ortalama arazi büyüklüğü 73.12 da iken destek alan işletmelerde 85.60 dekadır. Destek alan ve almayan işletmeler sebze-meyve arazi büyüklüğü ( $p=0.001$ ), sulanan arazi büyüklüğü ( $p=0.00$ ), hayvansal üretim geliri ( $p=0.000$ ), bitkisel üretim geliri ( $p=0.018$ ) açısından istatistiki olarak anlamlı farklılık göstermektedir (Çizelge 9).

Çizelge 6. İşletmelerin arazi büyüklüğü

Table 6. Land size of enterprises

Arazi büyüklüğü (Land size)	Destek almayan (Don't received)		Destek alan (Received)		Toplam (Total)	
	Adet (Number)	%	Adet (Number)	%	Adet (Number)	%
1-25 da	22	35.5	7	11.3	29	23.4
26-50 da	17	27.4	23	37.1	40	32.3
51- 75 da	6	9.7	11	17.7	17	13.7
76 da - +	17	27.4	21	33.9	38	30.6
Toplam (Total)	62	100.0	62	100.0	124	100.0

Ki kare (Chi-square): 10.550<sup>a</sup> p=0.014\*\*\*

Çizelge 7. Tarım sigortası yaptırma durumu

Table 7. The situation of agricultural insurances

Tarım Sigortası (agricultural insurance)	Destek almayan (Don't received)		Destek alan (Received)		Toplam (Total)	
	Adet (Number)	%	Adet (Number)	%	Adet (Number)	%
Hayır (No)	48	77.4	37	59.7	85	68.5
Evet (Yes)	14	22.6	25	40.3	39	31.5
Toplam (Total)	62	100.0	62	100.0	124	100.0

Ki kare (Chi-square): 4.526<sup>a</sup> p=0.033

Çizelge 8. İşletmelerin tarım dışı gelire sahip olma durumu

Table 8. Non-agricultural income status of enterprises

Tarım dışı gelir (Non-agricultural income)	Destek almayan (Don't received)		Destek alan (Received)		Toplam (Total)	
	Adet (Number)	%	Adet (Number)	%	Adet (Number)	%
Yok (Don't have)	24	38.7	24	38.7	48	38.7
Var (Have)	38	61.3	38	61.3	76	61.3
Toplam (Total)	62	100.0	62	100.0	124	100.0

Ki kare (Chi-square): 0.000<sup>a</sup> p=1.000

Damla sulama desteği alan işletmelerin %93.5'i destek almadan önce yüzey sulama sistemi kullanırken şu anda %100'ü damla sulama sistemi kullanmaktadır (Çizelge 10). Antalya ilinde elma ve armut üretiminde damla sulama uygulaması yaygın olarak kullanılmaktadır. Destek almayan işletmelerin de %96.8'i damla sulama sistemi kullanmaktadır (Çizelge 10). Damla sulama desteği alan işletmelerin %65.5'i destekten memnun olurken %35.5'i memnun olmadığını belirtmiştir (Çizelge 11).

Keskin ve Bostan Budak (2010) Konya Hadim ilçesinde yaptıkları çalışmada, araştırma alanındaki üzüm yetiştiricilerinin ilk yatırım maliyetlerinin yüksek olmasına rağmen kalite ve verim artışı sağlaması nedeniyle damla sulama sistemlerinden memnun olduklarını ve diğer bitkisel ürünler için damla sulama sistemi kurmayı istediklerini belirtmişlerdir. Araştırma alanında destek alan işletmelerin %100'ü, destek almayan işletmelerin ise

%93.5'i damla sulamaya yönelik desteklerin devam etmesi gerektiğini belirtmiştir (Çizelge 11).

Damla sulama desteği almayan üreticilerin %30.6'sı bürokratik engellerin fazla olması, %17.7'si damla sulama sistemini kullanma gereği hissetmediği, %11.3'ü sermayesi yeterli olmadığı, %9.7'si de damla sulama kullanımı hakkında yeterli bilgisi olmadığı için damla sulama desteği almadıklarını belirtmişlerdir. Üreticilerin %30.6'sı da bu gerekçeler dışındaki nedenlerle damla sulama desteği almamaktadır (Çizelge 12).

### Damla sulama desteklemesinden yararlanma durumunu etkileyen faktörler

Antalya ilinde elma ve armut üreticilerinin damla sulama desteği alma durumunu etkileyen faktörleri tespit etmek için lojit model kurulmuştur (Aydın ve ark., 2016; Sayın ve ark., 2016). İkili lojistik regresyon

modelinde kullanılan bağımlı değişken, damla sulama desteği alma durumudur (damla sulama desteği alan (1), damla sulama desteği almayan (0)) (Walker ve Duncan, 1967). Modelde kullanılan bağımsız değişkenler; yaş (1=24-45 yaş), (2=46-65 yaş), (3=66 ve üzeri yaş); aile birey sayısı (1=2 kişi ve altı), (2=3 kişi), (3=4 kişi), (4=5 kişi ve üzeri); tarımda çalışan aile birey sayısı (1=1 kişi), (2=2 kişi), (3=3 kişi ve üzeri); tarımsal

örgüte üye olma durumu (1=Evet), (0= Hayır); tarım dışı gelire sahip olma durumu (1=Evet), (0=Hayır); tarım sigortası yaptırma durumu (1= Evet), (0=Hayır); toplam işlenen arazi büyüklüğü (1=1-25 da), (2=26-50 da), (3=51-75 da), (4=76 da ve üzeri); deneyim süresi (yıl), bitkisel üretim gelir (TL), hayvansal üretim gelir (TL), sulanan arazi büyüklüğü (da) olarak belirlenmiştir.

Çizelge 9. Üretici ve işletmeler ile ilgili bilgiler

Table 9. Information about producers and enterprises

	Birim (Unit)	Destek almayan (Don't received)		Destek alan (Received)		Toplam (Total)		p
		Ortalama (Mean)	Std. sapma (Std. Deviation)	Ortalama (Mean)	Std. sapma (Std. Deviation)	Ortalama (Mean)	Std. sapma (Std. Deviation)	
Yaş (Age)	Yıl	51.97	13.92	54.89	11.90	53.43	12.98	0.247
Aile birey sayısı (Number of family members)	Kişi	4.21	1.80	3.71	1.58	3.96	1.71	0.198
Tarımda çalışan aile birey sayısı (Number of family members working in agriculture)	Kişi	2.35	1.28	2.15	1.19	2.25	1.23	0.302
Tarımsal deneyimi (Agricultural experience)	Yıl	26.66	14.84	31.97	14.09	29.31	14.65	0.031**
Toplam işlenen arazi büyüklüğü (Total cultivated land size)	da	73.12	111.03	85.60	97.47	79.36	104.23	0.056**
Tarla arazisi büyüklüğü (Area of cereals and other crop products)	da	41.68	105.47	36.95	83.42	39.31	94.73	0.629
Sebze-meyve arazisi büyüklüğü (Area of fruit and vegetables)	da	31.44	25.75	47.17	39.42	39.31	34.09	0.001***
Sulanan arazi büyüklüğü (Irrigated land size)	da	37.59	47.84	62.07	63.19	49.83	57.15	0.001***
Hayvansal üretim gelir (Livestock production income)	da	6354.84	21332.72	161.29	1270.00	3258.06	15367.51	0.000***
Bitkisel üretim geliri (Income of crop production)	TL	51540.32	79429.85	82532.26	124605.41	67036.29	105219.38	0.018**
Toplam tarımsal gelir (Total agricultural income)	TL	69975.81	113048.24	82451.61	124664.59	76213.71	118678.91	0.163

\*\*\*%1, \*\*%5, \*%10

Çizelge 10. İşletmelerde kullanılan sulama sistemleri

Table 10. The irrigation systems of agricultural holdings

Damla sulama desteği almadan önce sulama şekli (Irrigation method before received drip irrigation support)	Yüzey sulama (%) (Surface irrigation)	Damla sulama (%) (Drip irrigation)
Destek alan (Received support)	93.5	6.5
Şu anki sulama şekli (Current irrigation type)	Yüzey sulama (%) (Surface irrigation)	Damla sulama (%) (Drip irrigation)
Destek alan (Don't received)	0	100
Destek almayan (Received)	3.2	96.8

Çizelge 11. Üreticilerin damla sulama sistemleri ile ilgili görüşleri

Table 11. Opinions of producers about drip irrigation systems

Damla sulama desteğinden memnun olma durumu (Satisfaction of drip irrigation support)	Evet (%) (Yes)	Hayır (%) (No)
Destek alan (Received)	65.5	35.5
Destek devam etmeli mi? (Should support continue to be provided?)	Evet (%) (Yes)	Hayır (%) (No)
Destek alan (Received)	100.0	0.0
Destek almayan (Don't received)	6.5	93.5

Çizelge 12. Üreticilerin damla sulama desteği almama nedenleri  
*Table 12. The reasons of why producers don't receive drip irrigation support*

	Adet (Number)	%
Damla sulama kullanımı hakkında yeterli teknik bilgim yok ( <i>I do not have enough technical knowledge about the use of drip irrigation</i> )	6	9.7
Gerek görmüyorum ( <i>I don't need</i> )	11	17.7
Sermayem yeterli değil ( <i>I don't have enough capital</i> )	7	11.3
Bürokratik engeller fazla ( <i>Bureaucratic obstacles excess</i> )	19	30.6
Diğer ( <i>Other</i> )	19	30.6
Toplam ( <i>Total</i> )	62	100

### Model sonuçlarının değerlendirilmesi

Damla sulama desteğinden yararlanma durumuna etki eden faktörlerin belirlenmesi için yapılan lojistik regresyon analizinin sonuçları Çizelge 13'de verilmiştir. Kurulan modelde model katsayıları anlamlıdır ve bağımsız değişkenler ile bağımlı değişken arasında ilişki bulunmaktadır ( $X^2 = 53.171$ ,  $P=0.00 < 0,05$ ). Bağımlı değişkenler ile bağımsız değişkenler arasında Cox ve Snell istatistiğine göre %34.9'luk bir ilişki varken Nagelkerke istatistiğine göre bu oran %46.5'dir. Hosmer and Lemeshow kıkare değeri 7.363,  $p=0.498$  olup modelin uygunluğunu göstermektedir (Çizelge 13).

Üreticilerin damla sulama desteklerinden yararlanma durumu üzerinde üreticilerin yaşı, deneyimi, tarımda çalışan aile birey sayıları, bitkisel üretim gelirleri, tarım dışı gelire sahip olma durumları ve tarım sigortası yaptırmaları durumlarının etkisinin istatistiki olarak anlamlı olmadığı belirlenmiştir. Modelin sabit terimi de istatistiki olarak anlamlı değildir ( $p=0.249$ ) (Çizelge 13).

İşletmelerin damla sulama desteğinden yararlanma durumuna işletmelerdeki aile birey sayısının etkisinin istatistiksel olarak önemli olduğu belirlenmiştir. İşletmede aile birey sayısının 3 kişi olması damla sulama desteklerinden yararlanma durumunu %5 anlam düzeyinde ( $p=0.018$ ) negatif yönde etkilemektedir. Aile birey sayısı 3 kişi olan işletmelerin aile birey sayısı 5 kişi ve üzeri olan işletmelere göre damla sulama desteğinden faydalanma ihtimali 0.17 kere daha azdır (Çizelge 13).

Toplam işlenen arazi büyüklüğü damla sulama desteğinden yararlanma durumunu %5 anlam düzeyinde pozitif yönde etkilemektedir. 26-50 da arasında işletme büyüklüğüne sahip olan işletmelerin 76 da ve üzeri arazi büyüklüğüne sahip işletmelere göre destekten yararlanma ihtimali 6.18 kat daha fazladır (Çizelge 13). Bu sonuç Sayın ve ark. (2016), Aydın ve ark. (2016), Abay ve ark. (2017) tarafından farklı desteklemelerin incelemesinde yapılan çalışmaların sonuçları ile uyumlu iken Aydın ve ark. (2019b) arazi büyüklüğünün desteklemelerden faydalanma durumunu etkilemediğini belirtmişlerdir.

Sulanan arazi büyüklüğü damla sulama desteklerinden yararlanma durumunu %5 anlam düzeyinde ( $p=0.010$ ) pozitif yönde etkilemektedir.

Sulanan arazi miktarındaki 1 dekarlık artış, damla sulama desteği alma olasılığını 0.033 kez artırmaktadır (Çizelge 13). Damla sulama yönteminin sağladığı avantajlar (Anonymous, 2011; Küçükyumuk ve ark., 2012; Anonymous, 2015; Fentabila ve ark., 2016; Öztürk ve ark., 2018), üreticilerin sulanan arazi miktarını artırması durumunda daha da önem kazanmaktadır.

Hayvansal üretim geliri, damla sulama desteklerinden faydalanma durumunu %5 anlam düzeyinde ( $p=0.048$ ) etkilemektedir.

Çobanoğlu ve ark. (2017), yaptıkları çalışmada tarımsal gelir ve işletme ölçeğinin KKYDP makine ekipman desteğinden yararlanma durumuna etki ettiğini tespit etmişlerdir. Aydın ve ark. (2016) Kırklareli ve Edirne illerinde üreticilerin tarım sigortası yaptırmaları durumlarını inceledikleri çalışmada üreticilerin eğitim, yaş, tarım dışı faaliyetle ve arazi miktarının tarım sigortası yaptırmaları üzerinde etkili olduğunu belirlemişlerdir. Sayın ve ark. (2016) örtüaltı sebze yetiştiriciliğinde iyi tarım uygulamaları yapmayı etkileyen faktörleri inceledikleri çalışmada ise üreticilerin ikamet yerlerinin, sahip oldukları traktör sayısının ve arazi büyüklüğünün iyi tarım uygulamaları yapmalarını etkilediğini tespit etmişlerdir.

### SONUÇ

Tarım, oldukça sınırlı olan tatlı su kaynaklarının en büyük kullanıcısıdır Artan dünya nüfusu ve kişi başına artan tüketim tarım sektörünün sağlaması gereken gıda arzını her geçen gün artırmaktadır. Bu da tarımın kullanmış olduğu en önemli doğal sermayelerden biri olan su üzerinde tarımın baskısını artırmaktadır. Su kaynaklarının etkin kullanımı, artan gıda talebinin karşılanmasını sağlayacak sistem içinde önemli bir yere sahiptir. Tarımda kullanılan suyun daha etkin kullanılmasını sağlayacak olan sistemlerden biri olan damla sulama sistemleri, su tasarruflu sulama sistemleri olmalarının yanında işgücü ihtiyacını düşürmesi, etkin gübre ve ilaç kullanımı gibi ekonomik ve çevresel açıdan diğer başka avantajlara da sahiptir. Bu nedenle, Türkiye'de damla sulama sistemlerinin kullanımının yaygınlaştırılması için destekler verilmektedir.

Çizelge 13. Lojistik regresyon analiz sonuçları  
Table 13. Logistic regression analysis results

	Katsayı (Coefficient)	Std. hata (Std. Error)	Wald	p	Olasılık Oranı (Exp (B))
Sabit (Constant)	-1.612	1.399	1.327	0.249	0.199
Yaş (Age)			0.848	0.654	
24-45 yaş (age)	0.016	0.943	0.000	0.986	1.016
46-65 yaş (age)	0.451	0.672	0.450	0.502	1.570
Deneyim (Experience)	0.010	0.019	0.282	0.596	1.010
Aile birey sayısı (Number of family members)			11.395	0.010**	
Aile birey sayısı (2 kişi ve altı) (Number of family members (2 and less))	1.204	0.769	2.450	0.118	3.333
Aile birey sayısı (3 kişi) (Number of family members (3 people))	-1.782	0.756	5.553	0.018**	0.168
Aile birey sayısı (4 kişi) (Number of family members (3 people))	0.047	0.663	0.005	0.943	1.048
Tarımda çalışan aile birey sayısı (Number of family members working in agriculture)			0.471	0.790	
Tarımda çalışan aile birey sayısı (1 kişi) (Number of family members working in agriculture – 1 person)	-0.445	0.674	0.436	0.509	0.641
Tarımda çalışan aile birey sayısı (2 kişi) (Number of family members working in agriculture – 2 people)	-0.375	0.684	0.300	0.584	0.688
Toplam işlenen arazi büyüklüğü (Total cultivated land size)			8.643	0.034**	
1-25 da	0.461	0.927	0.247	0.619	1.585
26- 50 da	1.822	0.775	5.525	0.019**	6.182
51 -75 da	1.244	0.804	2.393	0.122	3.469
Sulanan arazi büyüklüğü (Irrigated land size)	0.033	0.013	6.723	0.010**	1.034
Bitkisel üretim gelir (Crop production income)	0.000	0.000	0.391	0.532	1.000
Hayvansal üretim gelir (Livestock income)	0.000	0.000	4.117	0.042**	1.000
Tarım dışı gelir (Non-agricultural income)	-0.016	0.535	0.001	0.975	0.984
Tarım sigortası yaptırma (Agricultural insurance)	-0.779	0.616	1.595	0.207	0.459

Nagelkerke R Square=0.465      Cox Snell R Square=0.349  
-2 Log likelihood= 118.730a  
X<sup>2</sup>=7.363      p=0.498 (Hosmer and Lemeshow Test)  
X<sup>2</sup>=53.171      p=0.000 (Omnibus Test)

\*\*\*%1, \*\*%5, \*%10

Bu çalışma ile damla sulama desteklerinden yararlanma durumunu etkileyen faktörler belirlenmiştir. Aile birey sayısı, toplam işlenen arazi büyüklüğü, sulanan arazi büyüklüğü ve hayvansal üretim gelirinin damla sulama desteklerinden faydalanma durumu üzerinde etkili olduğu tespit edilmiştir. Damla sulama sistemleri, suyun etkin kullanımı ile birlikte başka faydalar da sağlamaktadır. Çalışma kapsamında sulanan arazi miktarı arttıkça damla sulama desteği alma ihtimalinin artması, damla sulama sistemlerinin sağladığı faydaların üreticiler tarafından tecrübe edildiğini göstermektedir. Yine çalışılan alanda destek almadığı halde üreticilerin neredeyse tamamının damla sulama yöntemini kullanması, damla sulama ile sağlanan faydaların üreticiler tarafından bilinmesinin ve benimsenmesinin bir sonucudur.

Tarımsal desteklemelerin amacına ulaşabilmesi için

desteklerin alandaki ihtiyaçlara göre tahsis edilmesi gerekmektedir. Bunun için verilen desteklemeler ile ne kadar yol alındığı tespit edilmeli ve desteklemeler bu yönde geliştirilmelidir. Antalya gibi damla sulama sistemlerinin yaygın olarak kullanıldığı alanlarda damla sulama sistemlerinin daha gelişmiş modellerine (yüzeysel damla sulama gibi) desteklerin verilmesi, kullanılan sulama teknolojisinin geliştirilmesine yardımcı olurken tarımsal desteklerin de daha etkin kullanılmasını sağlayacaktır.

### Teşekkür

Bu çalışma Tarım ve Orman Bakanlığı, Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü tarafından desteklenen TAGEM/ TEPE/ 17/ G/ A08/ P01/006 numaralı proje kapsamında yürütülmüştür.



### Çıkar Çatışması Beyanı

Makale yazarları aralarında herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan ederler.

### Araştırmacıların Katkı Oranı Beyan Özeti

Yazarlar makaleye eşit oranda katkı sağlamış olduklarını beyan ederler.

### KAYNAKÇA

- Abay C, Türkekul B, Ören MN, Gürer B, Özalp B 2017. Türkiye’de Üreticilerin Tarımsal Desteklerden Faydalanma Durumu Üzerine İnceleme. *Balkan ve Yakın Doğu Sosyal Bilimler Dergisi*, 3(1): 130-136.
- Anonim 2010. 2010 Yılında 2010 Proje Tanıtım Kitapçığı, Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı, Teşkilatlanma ve Destekleme Genel Müdürlüğü, Ankara.
- Anonim 2019. Bitkisel ürün sigortaları. <https://mail.google.com/mail/u/0/#inbox>
- Anonymous 2011. The State Of The World’s Land And Water Resources For Food and Agriculture (SOLAW): Managing Systems At Risk. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome and Earthscan, London.
- Anonymous 2105. Towards A Water and Food Secure Future. Critical Perspectives for Policy-Makers. Food and Agriculture Organization of The United Nations Rome. Revised Reprint World Water Council Marseille.
- Anonymous 2017. Water for Sustainable Food and Agriculture. A report produced for the G20 Presidency of Germany. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome.
- Aydın B, Özkan E, Hurma H, Yılmaz F 2016. Kırklareli ve Edirne İllerinde Üreticilerin Ürün Sigortası Uygulamalarına Yaklaşımı. *Derim* 33(2): 249-262.
- Aydın B, Uysal O, Candemir H, Yılmaz H, Subaşı OS, Küçükcongür M, Çelik Z, Beşen T, Taşgın G, İpekçioğlu Ş, Aygören E, Aydın O, Çobanoğlu F, Özçelik A, Şahinli MA, Yılmaz Hİ, 2019a. Türkiye’de Damla Sulama Desteklerinin Etki Analizi Proje Sonuç Raporu, TAGEM/TEPD/17/G/A08/P01/006, Atatürk Toprak Su ve Tarımsal Meteoroloji Araştırma Enstitüsü, Tarım ve Orman Bakanlığı, Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü, Kırklareli.
- Aydın B, Öztürk O, Çebi Ü, Özkan E, Özer S 2019b. Edirne İlinde Üreticilerin Damla Sulama Desteklemelerinden Faydalanma Durumlarını Etkileyen Faktörlerin İncelenmesi. *Toprak Su Dergisi*, 8(2): 87-95.
- Çobanoğlu F, Tunahöğlü R, Yılmaz Hİ, Bozkıran S,

- Nalbantoğlu A, Yıldız H 2017. Kırsal Kalkınma Yatırımlarının Desteklenmesi Programının Etkisinin Değerlendirilmesi: Bursa İli Örneği. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 14(01):16-27.
- Demirok A, Tuylu Gİ 2019. Damla ve Toprak Altı Damla Sulamanın Mısır Verimi Üzerine Etkisi. *Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 5(1):16-31.
- Fentabilla MM, Nichol CF, Jones MD, Neilsen GH, Neilsen D, Hannam KD 2016. Effect of Drip Irrigation Frequency, Nitrogen Rate and Mulching on Nitrous Oxide Emissions in A Semi-Arid Climate: An Assessment Across Two Years in An Apple Orchard. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 235:242–252.
- Karaca G, Selenay MF 2001. Harran Ovasında Karık ve Damla Sulama Sistemlerinin Ekonomik Yönden Karşılaştırılması. *Tarım Bilimleri Dergisi* 7(1):166-176.
- Küçükyumuk C, Kaçal C, Ertek A, Öztürk G, Kukul Kurttaş YS 2012. Pomological and Vegetative Changes During Transition from Flood Irrigation to Drip Irrigation: Starkrimson Delicious Apple Variety. *Scientia Horticulturae* 136:17–23.
- Özdamar K 2018. Paket Programlar ile İstatistiksel Veri Analizi, Nisan Kitabevi, Eskişehir.
- Öztürk FP, Küçükyumuk C, Kaçal E, Yıldız H 2018. Verim Çağındaki Elma Ağaçlarında Yüzey Sulama Yönteminden Damla Sulama Sistemine Geçiş Sürecinin Ekonomik Değerlendirmesi. *KSÜ Tarım ve Doğa Derg* 21(Özel Sayı): 102-108. DOI: 10.18016/ksutarimdog.a.vi.472705.
- Sayın B, Çelikyurt MA, Kuzgun M, Aydın B 2016. Örtüaltı Sebze Yetiştiriciliğinde İyi Tarım Uygulamaları Yapmayı Etkileyen Faktörlerin Belirlenmesi. XII. Ulusal Tarım Ekonomisi Kongresi. 25-27 Mayıs 2016 Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Ekonomisi Bölümü.
- Şenel S, Alatlı B 2014. Lojistik Regresyon Analizinin Kullanıldığı Makaleler Üzerine Bir İnceleme. *Eğitimde ve Psikolojide Ölçme ve Değerlendirme Dergisi*, 5(1):35-52.
- Tabachnick BG, Fidell LS 1996. Using Multivariate Statistics (3rd ed). New York, USA: Harper Collins.
- Walker SH, Duncan DB 1967. Estimation of The Probability of an Event as a Function of Several Independent Variables. *Biometrika*, 54(1):167-179.
- Yamane, T 1967. Elementary Sampling Theory Prentice. Hall Inc., Englewood Cliffs, N.J.,USA.
- Yang Q, Zhang F, Li F 2011. Effect of Different Drip Irrigation Methods and Fertilization on Growth, Physiology and Water Use of Young Apple Tree. *Scientia Horticulturae* 129: 119–126

## Afşin ve Elbistan İlçelerinde Toplumun Termik Santrallerin Çevreye ve İnsan Sağlığına Etkileri Konusundaki Görüşleri

Cuma AKBAY<sup>1\*</sup> Abdalbaki BILGIÇ<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Ekonomisi Bölümü, Kahramanmaraş, <sup>2</sup>Atatürk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Ekonomisi Bölümü, Erzurum

<sup>1</sup><https://orcid.org/0000-0001-7673-7584>, <sup>2</sup><https://orcid.org/0000-0001-5946-0915>

✉: cakbay@ksu.edu.tr

### ÖZET

Bu çalışmanın amacı; Afşin ve Elbistan ilçe merkezleri ile kırsal alanlarında ikamet eden bireylerin, ilçelerinde kurulu olan termik santralleri ve santrallerin çevre kirliliğine etkileri konusundaki görüşleri ve yaklaşımlarını incelemektir. Araştırmanın örneklemini Afşin ve Elbistan ilçe merkezlerinde ve termik santrallerin yakınında bulunan köylerde ikamet eden toplam 500 kişiden oluşmaktadır. Araştırma sonuçlarına göre; hane halkının %28.9'unda akciğer hastalığı, %54.0'ünde kronik rahatsızlıklar ve altı yaşından küçük çocukların oluşturduğu %23.0'lük grupta da üst solunum yolu şikâyetlerinin olduğu belirtilmiştir. Ankete katılan kişilerin %76.2'si termik santrallerin çevreye olumsuz etkilerini; bitki örtüsüne, toprak yapısına, hava kalitesine, tarım alanlarına ve canlı habitatlarına zarar verdikleri şeklinde görüş bildirmişlerdir. Çoğu katılımcı yörelerinde yaşanan çevresel sorunların genellikle santralin faaliyetlerinden kaynaklı olduğunu ve çözümün yine santral yetkililerinin alacağı tedbirler ile kamunun denetim ve yasal yaptırımlarında olduğunu belirtmişlerdir. Kırsal ve kentsel alanlardaki bireylerin santraller hakkındaki şikâyetleri farklılık göstermiştir. Buna göre; kırsaldaki katılımcıların çoğu radyasyon ve hava kirliliğini sorun olarak belirtirlerken; ilçe merkezindeki katılımcılar ise gürültü ve hava kirliliğinden daha fazla şikâyetçidirler. Katılımcıların %92.1'i termik santralin bulunduğu bölgede yaratmış olduğu kirlilik nedeniyle, tarımsal üretime zarar verdiğini, %92.4'ü termik santrallerin baca filtresi olmadığı için çevreye saldırdığı zararlı gazlardan dolayı santralin kirliliği önleme konusunda aldığı önlemlerin yetersiz olduğunu belirtmişlerdir.

### Araştırma Makalesi

#### Makale Tarihiçesi

Geliş Tarihi : 19.01.2020

Kabul Tarihi : 30.05.2020

#### Anahtar Kelimeler

Termik santral

Kömür

Çevre kirliliği

Sağlık

Anket

## The Opinions of the Community on the Effects of Thermal Power Plants on the Environment and Human Health in Afşin and Elbistan Districts

### ABSTRACT

The main purpose of this research was to examine the thoughts, approaches and perceptions of people about thermal power plant and environmental pollution in rural and urban areas of Afşin and Elbistan. A total of 500 individuals in Afşin and Elbistan district centers and villages in the vicinity of the thermal power plant were selected by sampling method. As a result of the study, 28% of households in the region had individuals with lung disease, 54.0% had a chronic disease, 23.0% of children under the age of six years in the household reported that they had pulmonary cough, bronchitis and upper respiratory tract complaints. Moreover, 76.2% of the surveyed individuals specify that the waste materials given to the environment from the thermal power plant damage the vegetation, soil structure, air quality, agricultural areas and living habitats around the power plant environment. A large part of the individuals stated that the environmental problems were usually caused by the activities of the plant and that the solution is still in the plant. While rural residents

### Research Article

#### Article History

Received : 19.01.2020

Accepted : 30.05.2020

#### Keywords

Thermal power plant

Coal

Environmental pollution

Health

Survey

generally complain about radiation and air pollution, those living in the district center complain more about noise and air pollution. According to results, 92.1% of the individuals stated that due to the pollution created in the region where the thermal power plant was located, it harms the agricultural production around the power plant and 92.4% stated that the measures taken by the power plant managers to prevent pollution were insufficient. On the other hand, approximately 80% of the individuals living in rural areas stated that the thermal power plant discharges harmful wastes to the environment and there was a serious air pollution in the area where they live.

To Cite : Akbay C, Bilgiç A 2020. Afşin ve Elbistan İlçelerinde Toplumun Termik Santrallerin Çevreye ve İnsan Sağlığına Etkileri Konusundaki Görüşleri. KSÜ Tarım ve Doğa Derg 23 (6): 1587-1597. DOI: 10.18016/ksutarimdog.vi.676982.

## GİRİŞ

Enerji, bireyler ve ülkeler için ekonomik, sosyal ve refah artışı açısından kalkınmanın ana öğelerindedir. Üretim ve tüketimin gerçekleştirilmesinde özellikle elektrik enerjisi oldukça önemlidir. Elektrik enerjisinin elde edilebilmesi için kömür, petrol ve doğal gaz gibi fosil yakıtlar ile rüzgâr, güneş, dalga akıntısı vb. yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanılması gerekmektedir. 2018 yılı itibarıyla, Türkiye’de elektrik üretiminin, %37’si kömürden, %30’u doğal gazdan ve %20’si hidrolik enerjiden sağlanmaktadır (ETBK, 2020; Uzun ve Arslan, 2018).

Termik santraller, ısı enerjisini elektrik enerjisine dönüştüren yapılardır ve ısı enerjisinin elde edilebilmesi için katı, sıvı ve gaz halindeki fosil yakıtlardan yararlanılmaktadır (Türkyılmaz ve ark., 2017). Bunlar arasında kömür uzun zamandır kullanılan yakıtlardan biridir. Termik santrallerde kömür öğütülerek ya da yakılarak ısı enerjisine çevrilir. Kömürün yakılmasıyla çevreyi kirletebilecek bir takım bileşenler açığa çıkar. Bunlardan biri yakıtın içindeki kükürttür. Termik santrallerde üretim sırasında azot oksit, kükürt dioksit ve pek çok küçük yapıli partikül açığa çıkmaktadır. Kükürt yandığı zaman kükürt dioksite dönüşür ve eğer artılmazsa bacadan çevreye verildiğinde çevrede; insan, hayvan, bitki canlı-cansız varlıklar üzerinde ciddi olumsuz etkilere neden olur. Özetle termik santrallerin çevresel etkileri; hava, su ve toprak kirliliği, canlılar üzerine yaptığı etkiler ve arazi kullanımı üzerine etkileri olmak üzere sıralanabilir (Anonim 2020a; Uzun ve Arslan, 2018; Başol ve ark., 2007; Uyar ve ark., 2009). Termik santrallerin çevre kirliliğine ve dolayısıyla insan sağlığına olumsuz etkileri; bacalarından çıkan gazların ve partiküllerin çevreye zarar vererek; insanlarda akut veya kronik bronşit, akciğer ve damar hastalıklarına bağlı olarak ölümlere neden olabilmektedir (Avcı, 2004 ve 2005; Uzun ve Arslan, 2018). Örneğin, Seyitömer termik santralının çevre köylerde yaşayanlar üzerindeki etkilerinin araştırıldığı bir çalışmada; akut ve kronik akciğer hastalıklarının yaygınlaştığı ortaya konulmuştur.

Bununla birlikte, Türkiye’deki linyitlerde önemli miktarda radyoaktif madde ile zehir etkisi yaratan elementler de bulunmaktadır. Afşin-Elbistan ve Yatağan linyitleri üzerinde yapılan araştırmalarda uranyum, potasyum, radyum ve toryum gibi seçilmiş radyoaktif maddelerin yoğunlukları, literatürde yer alan kömürlerin ve dünya kabuğunun ortalama değerinin üzerinde olduğu tespit edilmiştir (Baba, 2002). Düşük kaliteli linyitlerin yakılması sonucunda ortaya çıkan kurşun, çinko, kadmiyum, nikel ve kobalt gibi zararlı elementler sadece yüzey ve yer altı sularını kirletmemekte, aynı zamanda toprağın kirlenmesine de neden olmaktadır (Baba, 2001; Baba 2002; Baba, 2003; Baba et al, 2003). Yatağan termik santrali çevresi ile ilgili yapılan diğer çalışmalarda, termik santrallerin çevresinde kirlilikten kaynaklanan hastalık ve ölümlerin arttığı belirtilmiştir. Bununla birlikte, Yatağan termik santralının bacasından salınan gazlar ve uçucu küllerin santral çevresinde 35000 hektar ormanın kurumasına neden olduğu belirtilmiştir (Goncaloğlu ve ark., 2000; Avcı, 2005). Termik santrallerde kullanılan linyit kaynakları çevrede çeşitli olumsuzluklara neden olabilmektedir (Karaca, 2001; Avcı, 2005). Termik santrallerden çıkan büyük miktarlardaki küllerin ağır metal ve radyoaktif elementleri içermiş olması önemli sorunlar doğurmaktadır (Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, 2020). Yanma sonucu linyit kömüründe %35-55 oranında bulunan küller de kül barajında toprak üzerinde depolanarak toprak kirliliği oluştururlar (Goncaloğlu ve ark., 2000). Ayrıca, kömürün çıkarılması sırasında büyük alanlardan toprağın alınarak kömür olmayan alanlara yığılması da yanlış arazi kullanımına neden olduğu için bir nevi toprak kirliliği sayılmaktadır (Goncaloğlu ve ark., 2000).

Verilen tüm bu bilgilerin ışığında; hızlı nüfus artışı ve beraberinde gelen endüstrileşme doğal kaynaklara olan talebi artırmakta ve süregelen zaman içinde kaynakların bilinçsiz ve/veya yalnızca kâr amaçlı kullanımı kaynakların azalmasına, tükenmesine ve çevre sorunlarının artmasına neden olmaktadır. İnsanlara fayda üretmek, hizmet etmek, ülke ekonomisine katkı sağlamak ve en nihayetinde

ekonomik kalkınmayı sağlamak amacıyla kurulan tesisler, henüz yapım aşamasında iken ve/veya üretim sürecine geçtikten sonra gerekli şartları yerine getirmeyip asıl amaçlarından uzaklaşıp başta tesislerini kurdukları alanda ve sonra da doğrudan ve dolaylı olarak tüm çevreye zarar vermektedirler. Ancak, sürdürülebilir bir kalkınmanın gerçekleştirilmesi için kullanılacak enerji kaynaklarının çevreye zarar vermemesi büyük önem taşımaktadır (Avcı, 2005).

Afşin ve Elbistan A santrali 1355 MW Kurulu güce sahip olup, Türkiye'nin 8., Kahramanmaraş'ın ise 2. büyük enerji santralidir ve Türkiye'nin 2. büyük linyit santralidir. Afşin ve Elbistan B termik santrali ise 1440 MW Kurulu güce sahip ve Türkiye'nin 6., Kahramanmaraş'ın ise en büyük enerji santrali olması yanında Türkiye'nin en büyük linyit santrali olma özelliğine sahiptir. Fosil kaynaklı bir yakıt olan linyit kömürü yakıldığı zaman ortama kömürün bileşiminde bulunan diğer maddelerin yanı sıra yüksek oranda kükürt dioksit (SO<sub>2</sub>), azot oksitler (NO<sub>x</sub>), karbondioksit (CO<sub>2</sub>) gazları ve külü yanmanın bir ürünü olarak çıkarmaktadırlar. Afşin-Elbistan Termik santralinde bulunan elektro filtrelerin, atıkların önemli bir kısmını tutmakta yetersiz kaldığı, bacadan sızan parçacıkların çevreyi kabul edilebilir sınırların ötesinde kirlettiği yapılan çalışmalarda belirtilmiştir (Avcı, 2005; Ural ve Onur, 2000). Termik santralin bacasından çıkan uçucu gazların yanı sıra termik santrallerin filtreleme sisteminin olmaması veya uygun çalışmaması, yanma ürünü olarak ortaya çıkan maddelerin etrafa yayılması çevrede zararlı gazların konsantrasyonunun artmasına neden olabilmektedir. Termik santrallerinin çıkardığı zararlı atıklar yer altı ve yer üstü su kaynaklarını kirlettiğinden bu kaynakların içme suyu ve tarımsal sulama suyu olarak da kullanılmasını olumsuz yönde etkilemektedir. Bu santrallerin çevresinde yapılan tarımsal faaliyetlerde, ürün ve verim kayıpları ile beraber tarımsal üretimin azaldığı yerel basın ve sivil toplum kuruluşları tarafından sık sık dile getirilmektedir (Taşkaya, 2004; Gür, 2009). Bölgede kömürün yakılmasından geriye kalan külün depolanması da ayrı bir problemdir. Bu külde ağır metal ve radyoaktif maddeler içerebilir. Bu külün depolanması sonucu depolama sahasındaki bitki örtüsü ve toprak etkilenmekte, toz bulutları oluşmakta ve yağışlarla yeraltı sularına bulaşması durumunda da yeraltı sularının kirlenmesine sebep olmaktadır.

Bireylerin termik santrallerin ve benzeri tesislerin yaratmış olduğu çevre kirliliği ve sağlık problemlerine yönelik tutum ve davranışlarını inceleyen birçok çalışma bulunmaktadır. Yapılan bazı çalışmalar termik santrallerin çevreye etkileri konusunda halkın tutumlarını ölçmeye yönelikken (Avcı, 2005; Ansolabehere ve Konisky, 2009; Wolsink, 2007; Yu ve ark. 2012; Gürbüz ve Özdemir, 2016; Uzun ve Arslan,

2018), diğer bazı çalışmalar termik santrallerin toplumun sağlığı üzerine etkilerini analiz etmişlerdir (Sahay, 2008; Gunatilake ve ark., 2014). Bu çalışmanın amacı ise; Kahramanmaraş ili Afşin ve Elbistan ilçelerinde yaşayan halkın termik santral ve termik santralin çevrede yaratmış olduğu kirlilik ve halk sağlığına etkileri hakkındaki görüşlerini araştırmaktır.

## MATERYAL ve METOT

Afşin-Elbistan havzasında bulunan kömürlerin düşük kaliteli olması nedeniyle elektrik üretiminde kullanılması tercih edilmiştir (Algedik, 2015). 2014 yılı verilerine göre, Afşin ve Elbistan termik santrallerinden çıkartılan kömürün yakılması sonucunda 2.7 milyon ton uçucu kül bacalardan verilerek çevreye yayılmıştır. Buna karşılık, A santralinde baca gazı filtresi olmadığı için yaklaşık 270 bin ton kükürt içeriğinin ne kadarının kükürt-dioksit olarak atmosfere verildiği ise bilinmemektedir (Algedik, 2015). Türkiye'de Sanayi Kaynaklı Hava Kirliliği Kontrol Yönetmeliği'ne göre, termik santrallerdeki baca gazı SO<sub>2</sub> sınır değeri 1000 mg/Nm<sup>3</sup> 'tür (Çay, 2013). Bununla birlikte, her iki termik santrallerinden de ve özellikle baca gazı filtresi olmayan A termik santralinden büyük miktarda toz, kükürt, kükürt dioksit (SO<sub>2</sub>) gazı atmosfere salınmaktadır.

Araştırmada kullanılan veriler Afşin ve Elbistan ilçelerindeki tarım işletmeleri ve hane halkı ile yüz yüze yapılan anketlerden elde edilmiştir. Araştırmanın birincil verileri hane halkı ile yüz yüze yapılan anketlerden elde edilmiştir. Çalışmada araştırmanın ana yığını (popülasyon) temsil etmek üzere görüşülecek hane halkı sayısı oransal örnek hacmi formülüyle belirlenmiştir (Yamane, 1967):

$$n = \frac{Np(1-p)}{(N-1)\sigma_{px}^2 + p(1-p)}$$

Burada, n örnek hacmini, N anket yapılan illerdeki toplam hane halkının sayısı (Afşin ve Elbistan ilçesinde toplam hane halkı sayısı 49471 olarak hesaplanmıştır), p olayın gerçekleşme olasılığı (maksimum örnek hacmine ulaşmak olası hatayı azaltacağından 0.50 alınmıştır),  $\sigma_{px}^2$  Varyans ( $\sigma_{px} = 1.96/0.025$ ) olarak alınmıştır. Örnek hacmi, %5 hata payı ve %95 güven aralığı için 382 hesaplanmıştır.

Araştırmada bölgede ikamet eden hane halkının yanı sıra, Afşin-Elbistan A ve B Termik Santrallerinin çevrelerinden seçilen ve kirlilikten etkilenen köylerdeki tarım işletmeleriyle de yüz yüze anket yapılarak veri elde edilmiştir. Anket yapılacak işletmelerin seçiminde köydeki toplam işletme sayısı, arazi genişliği, arazilerde sulu ve kuru tarım yapılıp yapılmaması ve işletmenin termik santrale olan uzaklığı gibi kriterler kullanılmıştır. Ayrıca işletme

seçiminde termik santrallerin arazilerine verdiği zarardan kaynaklı yargıya başvuran üreticiler de dikkate alınmıştır. Bölgede daha önce yapılan incelemelere göre santralin neden olduğu çevre kirliliğinin etki alanının hâkim rüzgâr yönüne bağlı olarak özellikle 10 km uzaklıkta olabileceğinden işletmeler bu alan içinde olacak şekilde seçilmiştir (Tanrıvermiş ve Mülayim, 1999). Bölgede bulunan

köylerin termik santrale olan uzaklıkları da dikkate alınarak, 10 köy gayeli örnekleme yöntemiyle belirlenmiştir. Bunlar; Çoğulhan, Yazıbelen, Çomudüz, Tarlacık, Karagöz, Tanır, Kuşkayası, Karahüyük ve Doğan köyleridir (Şekil 1). Bu köylerde faaliyet gösteren 773 tarım işletmesi örneğe girebilecek popülasyonu oluşturmuştur.



Şekil 1. Anket yapılan yerleşim yerleri ve santrallerin Google Earth görüntüsü  
(Figure 1. Google Earth map of surveyed residential areas and power plants)

Örnek işletme seçiminde tabakalı tesadüfi örnekleme yöntemi kullanılmıştır (Yamane, 1967):

$$n = \frac{Nz^2\sigma^2}{d^2(N-1) + z^2\sigma^2}$$

Araştırmada örnek hacminin belirlenmesinde %10 hata ve %95 güven sınırları kullanılmış ve popülasyonu temsil edecek örnek hacmi 118 olarak saptanmıştır. Dolayısıyla, araştırmanın örnekleme 382'si Afşin ve Elbistan ilçe merkezlerinde; 118'i ise termik santrallerin yakınında bulunan köylerde ikamet eden toplam 500 kişiden oluşmaktadır.

Anket yapılan aileler seçilirken ailelerin birbirlerine ve termik santrale olan uzaklıklarına dikkat edilmiştir. Ankette, hane halkına ait sosyo-demografik ve ekonomik özellikler, termik santrallerin mevcudiyetine, termik santrallerin sağlığa etkileri ve çevre kirliliğine yönelik sorular yer almaktadır.

## ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA

### Anket Yapılan Hane halkının Sosyo-Demografik Özellikleri

Araştırma alanında anketlerin %34.5'i kırsal alanda, %65.5'i ise Afşin ve Elbistan ilçe merkezinde yapılmıştır. Ankete katılan bireylerin %80.2'si evli, %19.8'i ise bekârlardan oluşmaktadır. Ankete katılan bireylerin %2.8'i okur-yazar, %41.4 ilkököl, %18.6'sı ortaokul, %26.3'ü lise ve %10.9'u üniversite mezunudur. Katılımcıların eğitim düzeyinin dağılımı TÜİK verileriyle kıyaslandığında önemli oranda benzerlik göstermektedir (TÜİK, 2017). Görüşülen bireylerin yaş ortalamaları 42.6 yıl olup 30 yaşından genç olan bireylerin oranı %22.8 ve 50 yaşından büyük olan bireylerin oranı ise %29.3'tür. 50 yaşından büyük olan bireylerin oran olarak fazla olmasının en önemli nedeni; kırsal alanlarda ikamet eden yaşlı bireylerin kentsel alanlara oranla daha fazla olmasındandır.

Katılımcıların hane halkı ortalamaları 4.6 kişidir. Bu oran Türkiye ortalaması olan 4 kişinin üzerindedir (TÜİK, 2017).

Anket yapılan bireylerin %23.42'ü işçi, %22.4'ü çiftçi, %18.6'sı esnaf, %12.3'ü emekli (çoğunluğu Elektrik Üretim Anonim Şirketi'nden (EÜAŞ) emekli), %7.3'ü işsiz, 6.3'ü memur ve %6.7'si özel sektörde çalışmaktadır. Hane halkı reisine ek olarak ev ekonomisine katkı sağlayan (eşi, çocukları veya babası) kişilerin olduğu hane halkı oranı %18.8 olarak saptanmıştır. Katılımcıların hane halkının %85.1'inde aile reisinin veya eşinin sosyal güvencesinin olduğu belirtilmiştir. Araştırma alanında Sosyal Sigortalar Kurumuna (SSK) kayıtlı olanların fazla olmasının (%47.9) önemli nedenlerinden biri, bölgede yaşayan bireylerin Afşin-Elbistan termik santralinde çalışıyor olması veya oradan emekli olmalarıdır. Son yıllarda EÜAŞ'e Kamu Personeli Seçme Sınav sonuçlarına göre yerleştirme yapılması; bölgede yaşayan bireylerin kurumdaki istihdamını azaltmış olsa da; yapılan saha gözlemleri sonucunda ilçelerden EÜAŞ'de çalışanların oranlarının az olmadığı kanaatine varılmıştır.

Katılımcıların %31.3'ü çiftçi olduklarını veya bir tarımsal gelire sahip olduklarını belirtmişlerdir. Söz konusu hane halkının bir bölümü arazisini kiraya vererek şehre göç etmiş ailelerden oluşmaktadır. Görüşülen bireylerin %28.7'si santralin çevresinde tarımsal üretim yaptıklarını belirtmişlerdir; bu hane halkının bir kısmı santral çevresinde üretim yaptığı ve ikamet ettiği halde, çevre kirliliğinden dolayı kış aylarında ilçe merkezinde ikamet eden ailelerdir. Diğer bir kısmı ise santral çevresinde tarımsal üretim yapıp ilçe merkezinde oturan bireylerden oluşmaktadır.

### Araştırma Alanında Çevre ve Sağlık İlişkisi

Yapılan çalışmalar termik santrallerden kaynaklı çevre kirliliğinin astım, bronşit, kanser ve kemik hastalıkları gibi birçok hastalığa neden olabileceğini göstermektedir. Özellikle, ağır metaller ile diğer zararlı maddelerin neden olduğu hava, su ve toprak kirliliği toplumlarda ciddi sağlık problemleri yaratmaktadır. Örneğin insan sağlığını olumsuz yönde etkileyen ağır metallerden arsenik ve kadmiyum kansere, cıva genetik bozukluklara, kurşun ve bakır beyin ve kemik hastalıklarına neden olur (Bilir, 2003).

Kömürle çalışan termik santraller, başta termik santrale yakın mesafelerde yaşayan bireyler olmak üzere onlarca kilometre uzaklarda yaşayan bireylerde de astım ve KOAH hastalıkları gibi çeşitli olumsuz sağlık problemlerine neden olmaktadır (Bilir, 2003; Yavuz, 2014). Araştırma alanında, anket yapılan bireylere sağlık durumlarıyla ilgili bazı sorular sorulmuş ve elde edilen yanıtlar Çizelge 1'de değerlendirilmiştir.

Ankete katılan bireylerin %55.5'i kendisinin veya aile bireylerinin sürekli ilaç kullandığını, %54'ü ailesinde

yaşayan bireylerin kronik bir hastalığının olduğunu belirtmiştir. Aile bireylerinde kronik bir hastalığa sahip olduğunu belirten kişiler; bu hastalıkları %42' oranında tansiyon, %17.6 kalp, %26.3 diyabet, %5.0 kronik böbrek yetmezliği, %3.8 kronik akciğer yetmezliği, %1.9 kronik karaciğer yetmezliği, %9.2 astım, %1.9 kanser rahatsızlığı ve %44 oranında depresyon, fitik, kolesterol, migren, epilepsi ve kas ağrıları gibi değişik hastalıkların olduğu belirtilmiştir.

Ankete katılan ailelerin %20'sinde aile fertlerinden birinin kanser olduğu, en yaygın olan kanser türünün %44 ile akciğer, %8.3 ile göğüs, %6 gırtlak, %6 rahim, %2.4 ile kan kanseri ve %33.3'ünde ise böbrek, tümör ve mide kanseri gibi diğer kanser türlerinin olduğu belirtilmiştir.

Görüşülen ailelerin %28.9'unda akciğer hastalığı olduğu ve %58.2'lik oran ile ilk sırada astım hastalığının yer aldığı ve bunu %34.8 ile bronşit, %9.9 ile zatürree, %7.1 ile KOAH ( akciğer hastalığı), %4.3 ile verem hastalıkları, %1.4 ile akciğer yetmezliği ve %3.5 ile diğer akciğer kanseri türlerinin takip ettiği ifade edilmiştir.

İncelenen ailelerde alerjik bir hastalığa sahip olanların oranı %25.3, göz hastalığına sahip olanların oranı %34.3 ve deri hastalığına sahip olan bireylerin oranı ise %22.5'dir.

Altı yaşından küçük çocuğu olan ailelerin %14.0'ında, çocukların üst solunum yolu şikâyetleri bulunmaktadır. Bu hastalıkların genellikle kış ve bahar aylarında gözlemlendiği belirtilmiştir.

Anket yapılan bireylere; bitkinlik, iče kapanıklık, depresyon, stres, iştahsızlık ve sinirlilik gibi davranış değişikliklerinin olup olmadığı sorulmuş ve bireylerin %63.2'si evet yanıtını vermişlerdir. Belirtilen davranış değişikliklerinin nedenleri olarak ise; maddi sıkıntılar (%59.9), çevre kirliliği (%47.4), kronik hastalıklar (%10.3) ve diğer nedenler (%17.9) belirtilmiştir. Katılımcıların yalnızca %12.7'si termik santrallerden kaynaklı çevre kirliliğinin kendisinin ve/ya ailesinin sağlığına zarar verip-vermediğini öğrenmek amacıyla herhangi bir sağlık kuruluşuna kontrol (checkup) amaçlı başvurduğunu belirtmiştir. Katılımcıların çoğu; rahatsızlandıkları zaman herhangi bir sağlık kuruluşuna gittiklerini ve doktorun talimatı ile checkup yaptıklarını belirtmişlerdir.

Araştırma sahasının özellikle kırsal alanlarında içme suyu probleminin de varlığı gözlenmiştir. Katılımcıların %45.7'si kendisinin veya aile fertlerinin içme suyu nedeniyle rahatsızlık geçirdiğini; bu hastalıkların; %64.7 ile tifo ve %34.9 ile dizanteri olduğunu belirtmişlerdir.

Katılımcılara çevre kirliliğinin neden olabileceği hastalıklar konusunda bilgi sahibi olup-olmadıkları sorulmuştur. Bireylerin %83.6'sı çevre kirliliğinin kansere neden olduğunu; bunu sırasıyla tifo (%55.7), verem (%39.4), kronik bronşit (%37.5), dizanteri

(%34.4), hepatit (%33.1), kronik astım (%32.1), alerji (%31.7), zatürree (%24.3), cilt hastalığı (%22.1), tetanos (%22.0), kolera (%23.1) ve kemik hastalığı (%9.6) takip etmiştir. Anket yapılan bireylerin %82.3'ü eğer zamanında teşhis konulmaz ve problemler ihmal

edilirse belirtilen hastalıkların ölümcül olabileceğini; kirli hava, su ve topraktan bu tür hastalıkların insan vücuduna bulaşarak hastalığa sebep olduğunu belirtmişlerdir (Çizelge 1).

Çizelge 1. Anket yapılan bireylerin sağlık durumları(%)  
Table 1. Health Status of Individuals Surveyed (%)

	Hayır	Evet
Siz ve sizinle birlikte yaşayan aile bireylerinde sürekli ilaç kullanan var mı?	44.53	55.47
Aile içinde yaşayan bireylerin kronik (uzun süreli devam eden) bir hastalığı mevcut mu?	45.98	54.02
Ailede kanser öyküsü olan var mı?	79.92	20.08
Aile içinde yaşayan bireylerde akciğer hastalığına sahip olan var mı?	71.11	28.89
Ailede alerjik bir hastalığa sahip olanlar var mı?	74.69	25.31
Ailede göz hastalığı olanlar var mı?	65.70	34.30
Ailede deri/cilt hastalığına sahip olanlar var mı?	77.51	22.49
Hastalıklardan dolayı ailenizden herhangi bir birey sağlık kuruluşlarına gitti mi?	36.56	63.44
6 yaşından küçük çocuğunuz varsa, onda akciğere bağlı öksürük, bronşit ve üst solunum yolu şikâyetleri var mı?	76.97	23.03
Bitkinlik, içe kapanıklık, depresyon, stres, iştahsızlık ve sinirlilik gibi davranış değişiklikleriniz var mıdır?	36.82	63.18
'Çevre kirliliği kendinizin ve ailenizin sağlığına bir zarar vermiş midir" diye herhangi bir sağlık kuruluşunda kontrol (checkup) yaptırdınız mı?	12.71	87.29
Siz ya da ailenizdeki fertler bu güne kadar içme suyu ile bulaşan herhangi bir hastalığa yakalandınız mı?	54.30	45.70
Eğer zamanında teşhis konulmaz veya ihmal edilirse bu gibi hastalıkların ölümcül hastalıklar olduğunu önceden biliyor muydunuz?	14.41	85.59
Kirli hava, kirli su ve kirli topraktan bu tür hastalıkların insan vücuduna bulaşarak hastalık yaptığını önceden biliyor muydunuz?	85.77	14.23

Gunatilake ve ark. (2014), Asya ülkelerinde elektrik üreten termik santrallerin çevre ve insan sağlığı üzerine olumsuz etki yaptıklarını ancak bunun parasal olarak ölçülmesinin oldukça güç olduğunu belirtmişlerdir. Diğer bir çalışmada Sahay (2008) Hindistan'da termik santrallerin etkisini incelediği araştırmasında, termik santrallerinin olduğu bölgelerde sıtma ve cilt hastalıklarının en yoğun görülen hastalıklar olduğu, bunların yanında, alerji, sinüzit, kronik bronşit ve astım gibi hastalıklarda artış görülmüştür (Sahay, 2008).

### Afşin-Elbistan Termik Santrali ve Kirlilik

Günümüzde hava, su, toprak ve radyoaktif kirliliği, canlı ve cansız varlıklarda önemli zararlara neden olan güncel ve evrensel bir sorundur. Termik santrallerinin çevre üzerindeki etkilerinin bir kısmı baca gazlarıyla oluşurken, diğer bir kısmı ise atılan küllerin çevreye dağılması, uygun depolanmaması ile su ve toprağa kirlenmesinden kaynaklanmaktadır.

Afşin-Elbistan Termik santrallerinin bulunduğu yer ilçe merkezine yakın mesafede olan Afşin ve Elbistan ovalarında olduğundan, araştırma sahasındaki tarla, bağ ve bahçelerin zarar görmesine ve tarımsal faaliyetlerin sağlıklı koşullarda yapılamamasına

sebeptir.

Anket yapılan bireylerin büyük bir oranı (%79.9) çevre kirliliğinin insan sağlığını olumsuz yönde etkilediği fikrine kesinlikle katıldıklarını, %19.1'i ise yalnızca katıldığını belirtmiştir (Çizelge 2). Bu düşünceye katılmayanların oranı beklendiği gibi %1 gibi düşük bir oran olarak saptanmıştır. Benzer sonuç "sanayi atıklarının, evsel atıkların ve petrol, kömür gibi yakıtların bilinçsizce tüketilmesi çevre kirliliği yaratır" görüşü içinde geçerli olmuştur. Bireylerin %99'u bu görüşe katıldığını belirtmiştir. Termik santralden çevreye verilen atık maddeler santral çevresindeki bitki örtüsüne, toprak yapısına, hava kalitesine, tarım alanlarına ve canlı habitatlarına zarar vermektedir" görüşüne bireylerin %95.6'sı; "santral çevresinde yetiştirilen ürünlerde verim kaybı olmakta ve ürün kalitesi bozulmaktadır" görüşüne ise bireylerin %94.1'i katıldığını belirtmiştir. "Yaşadığımız çevresel sorunlara genellikle santralin faaliyetleri neden olmaktadır ve çözüm yine santral yetkilileri tarafından alınmalıdır" fikrine katılımcıların %91.7'si katılmaktadır. Tüm bu sonuçlar bölgede yaşayan bireylerin termik santralin faaliyetinden, özellikle çevreye vermiş olduğu zarardan dolayı memnun olmadıklarını göstermektedir. Ayrıca katılımcıların yaklaşık %91.7'si çevre kirliliğinin önlenmesine ilişkin

faaliyetlerin sadece çevre düzenlemelerine ve yasalarına uyum sağlamak amacıyla gerçekleştirildiğini ve bunun yeterli olmayacağını, kontrol ve yaptırım mekanizmasının çalışması gerektiğini belirtmişlerdir.

Bu sonuçlar bölgede yaşayan halkın termik santralin çevreye vermiş olduğu zararın farkında olduklarını, ancak istenildiği takdirde termik santral yönetiminin ve EÜAŞ'ın bu kirliliği engelleyebileceği görüşündedirler.

Çizelge 2. Afşin-Elbistan Termik Santrali ve Kirlilik(%)

Table 2. Afşin-Elbistan Thermal Power Plant and Pollution (%)

	Kesinlikle katılmıyor	Katılmıyor	Kararsız	Katılıyor	Kesinlikle katılıyor
Çevre Kirliliği insan sağlığını etkilemektedir.	0.20	0.41	0.41	19.11	79.88
Sanayi atıklarının, evsel atıkların ve petrol, kömür gibi yakıtların bilinçsizce tüketilmesi çevre kirliliği yaratır.	0.00	0.20	0.61	21.82	76.77
Termik santralden çevreye verilen atık maddeler santral çevresindeki bitki örtüsüne, toprak yapısına, hava kalitesine, tarım alanlarına ve canlı habitatlarına zarar vermektedir.	0.21	0.62	2.26	20.74	76.18
Santral çevresinde yetiştirilen ürünlerde verim kaybı olmakta ve ürün kalitesi bozulmaktadır.	0.21	0.62	4.11	19.51	75.56
Yaşadığımız çevresel sorunlara genellikle santralin faaliyetleri neden olmaktadır ve çözüm yine santralde aranmalıdır.	0.82	3.29	3.29	21.15	71.46

Araştırma alanında anket yapılan bireylerin yaklaşık %50.9'u dünyayı en çok tehdit eden kirliliğin hava kirliliği olduğunu, %42.6'i radyasyon kirliliği, %3.8'i su kirliliği, %1.8'i gürültü kirliliği ve %0.9'u ise toprak kirliliği olduğunu belirtmişlerdir (Çizelge 3). Kırsal alanda ikamet eden bireyler çoğunlukla radyasyon ve hava kirliliğinden şikâyetçi iken, ilçe merkezinde ikamet edenler ise gürültü ve hava kirliliğinden daha fazla şikâyetçi olduklarını belirtmişlerdir. Uzun ve Arslan (2018) tarafından Balıkesir-Altıeylül sınırları içerisinde bulunan Paşaköy Termik Santralinin olası çevresel etkileri konusundaki yapılan çalışmada, yerel halkın termik santrallere yönelik sosyal kabul düzeyleri incelenmiştir. Araştırmada, katılımcıların büyük bir bölümü Paşaköy'de yapılmakta olan termik santralin hava kirliliğine, görüntü kirliliğine ve dolayısıyla doğaya zararlı etkiler yapacağına inandıklarını belirtmişlerdir. Benzer bir sonuç Sahay (2008) tarafından yapılan çalışmada da tespit edilmiştir. Söz konusu çalışmada, katılımcıların % 100'ü hava, % 91'i su ve % 90'ı gürültü kirliliğinin varlığından şikâyetçi olduklarını, gürültü kirliliği bilincinin santralinin çevresinde yaşayan köylüler arasında daha az olduğu saptanmıştır (Sahay, 2008). Avrupa Komisyonunu raporuna göre, Avrupa Birliği ülkelerinde bireyler kendilerini endişelendiren en önemli üç çevre sorununu; iklim değişikliği (%57), su kirliliği (%42) ve hava kirliliği (%40) olarak belirtmişlerdir (Eurobarometer, 2008).

İncelenen çalışmada, katılımcıların yaklaşık %80,3'ü yaşadıkları bölgede ciddi bir hava kirliliğinin olduğunu belirtmişlerdir (Çizelge 4). Kırsal alanlardaki katılımcıların bu soruya yanıtı %90

oranında "evet" iken; kentsel alanlardaki katılımcıların oranı %78 olarak tespit edilmiştir. Bu sonuçlar; termik santralden en fazla 10 km uzaklıkta ikamet eden bireylerin; termik santrale daha uzak olan ilçe merkezlerinde ikamet edenlere göre kirlilikten daha fazla etkilendiğini göstermektedir. Nitekim katılımcılara kirliliğin sebepleri sorulduğunda; %71.0'i termik santralden, %22.5'i evlerin/işyerlerinin bacalarından (örneğin kışın kömür kullanımının vermiş olduğu kirlilik gibi), %4.6'sı taşıtların egzoz gazlarından ve %1,8'i ise sanayi sitesi ve otogarın varlığından kaynaklandığını belirtmişlerdir. Termik santralin çevresinde oluşan hava kirliliğinin önlenmesi amacıyla ne yapılması gerektiği sorusuna, bireylerin %74.9'u santrallerin bacalarında filtreleme sisteminin kullanılması gerektiğini belirtmişlerdir. Bölge halkı termik santralin filtreleme sisteminin iyi olmadığını, filtrelerin devamlı, özellikle akşam ve gece saatlerinde, çalıştırılmadığını özellikle A santraline filtre takılması ve B santralindekinin de aktif hale getirilmesi gerektiğini ve filtrelerin sık sık temizlenmesi konularında gerekli önlemlerin alınması gerektiğini belirtmişlerdir. Bireylerin %3.0'ü santralde modernizasyon yapılması gerektiğini düşünmektedirler. Buna karşılık %5,9'u ise santralin kapatılması gerektiğini, %2.2'si köyün istismak edilmesi ve başka bir yere taşınması gerektiğini; %1'i ise santralin bulunduğu bölgeden daha uzak dağlık alanlara taşınması gerektiğini vurgulamışlardır. Ne yapılması gerektiği sorusundan geri kalan %13.3'lük kesim ise C ve D santrallerinin yapılmaması, bant yollarının etrafının kapatılması ve küllerin bantlardan savrulmasının önüne geçilmesi; yeterli denetim



yapılması, kontrol edilmesi ve gerekli önlemlerin alınması hususunda görüşlerini belirtmişlerdir. Anket yapılan bireylerin büyük bir bölümü aslında santralin bu bölgeye kurulmaması gerektiğine ancak bu aşamadan sonra yapılacak en önemli işin, santralin

modernizasyonunun yapılması gerektiğine inanmaktadır. Bu modernizasyonda özellikle filtreleme ve çevre kirliliğinin önlenmesine yönelik yeni teknolojilerin kullanılması gerektiğini belirtmişlerdir.

Çizelge 3. Dünyayı en çok tehdit eden kirlilik

Table 3. World's most threatening pollution according to Individuals

	Frekans	Oran (%)
Radyasyon Kirliliği	255	42.57
Hava Kirliliği	305	50.92
Su kirliliği	23	3.84
Toprak Kirliliği	5	0.83
Gürültü Kirliliği	11	1.84
Toplam	599	100.00

Çizelge 4. Katılımcıların Çevre Kirliliği Konusundaki Yargılara Katılma Durumları (%)

Table 4. Participants' Status in Judgments on Environmental Pollution (%)

	Evet	Hayır
Çevre kirliliğine ilişkin faaliyetlerin sadece çevre yasalarına ve düzenlemelerine uyum sağlaması amacıyla gerçekleştirilmesi yeterlidir.	8.33	91.67
Dünyada hava kirliliğinden her yıl yaklaşık 3 milyon insanın öldüğünü ve bu oranın dünya nüfusunun %5'ine tekabül ettiğini önceden biliyordum.	27.08	72.92
Ev, fabrika ve otomobillerin çevreye verdikleri zararlı maddelerin kükürt dioksit (SO <sub>3</sub> ), karbon monoksit (CO <sub>3</sub> ), karbon dioksit (CO <sub>2</sub> ), karbon partikülleri (duman), toz vb. kirleticiler olduğunu önceden biliyordum.	47.18	52.82
Kirli havada artan Karbon dioksit (CO <sub>2</sub> ) gazı, atmosferin üst katmanlarında birikerek ısınır, atmosfer dışına çıkmasını engeller. Böylece yeryüzü giderek daha fazla ısınır. Bunun da buzulların erimesine, denizlerin yükselmesine kıyıların sularla kaplanmasına neden olabileceğini önceden biliyordum.	40.34	59.66
Havadaki <u>partiküllerin</u> , ısı, motorlu taşıtlar ve endüstriyel tesislerde katı/sıvı yakıtların yakılmasıyla üretim işlemi esnasında oluştuğunu önceden biliyordum.	45.09	54.91
Soluduğumuz kirli hava içinde bulunan karbon monoksit, çok zehirli bir gazdır. Karbon monoksitle zehirlenmenin ilk belirtisi, gribe benzemektedir. Baş ağrısı, uyuklama, yorgunluk, nefes kesilmesi, bulantı ve baş dönmesi şeklinde etkisini gösterebilir. Takip eden zamandaki etkisinin; bilinçsizlik, solunum hastalığı ve ölüm olduğunu önceden biliyordum.	41.95	58.05
Kirli havanın solunması, özellikle akciğer dokularına zarar vermekte ve öldürücü olabilmektedir. Solunum yolu ile alınan hava içerisindeki parçacıklar ve duman, solunum esnasında yutulur ve akciğerlere kadar ulaşır. Solunum sisteminin derinliklerinde depolanan bu parçacıkların, akciğere zarar verebileceğini ve kansere neden olabileceğini önceden biliyordum.	62.23	37.77
<u>Kükürt dioksitle</u> kirlenmiş hava solunduğu zaman; solunum sistemindeki sinirlere zarar vermektedir. Özellikle astım, bronşit ve kronik akciğer hastalığı bulunan kişilerin solunum yollarının daralmasına ve kronik solunum hastalığına neden olduğunu önceden biliyordum.	51.61	48.39

Katılımcıların %76.8'i termik santralin zararlı atıklarını (kül, kömür, ağır metaller) çevreye bıraktığını; yaklaşık %17'si atıkların nereye bırakıldığı konusunda bilgi sahibi olmadıklarını, %6.7'si de çevreye bırakılmadığını düşündüklerini ifade etmiştir (Çizelge 5). Katılımcıların %92.1'i termik santralin bölgedeki tarımsal üretime zarar verdiğini belirtmiştir. Benzer bir sonuca Uzun ve Arslan (2018)'ın Paşaköy ilçesinde yürüttükleri çalışmalarında ulaşılmış, termik santralin tarımda verimliliği azaltacağını ve hayvancılığı olumsuz yönde etkileyeceğini tespit etmişlerdir.

Katılımcıların %86.8'i termik santrallerin çevre kirliliği kontrol teknolojilerine sahip olmadığını ve geleneksel (eski) teknolojileri kullandığını düşünmektedirler (Çizelge 5). Bu nedenle, bireylerin %90.8'i termik santral yetkililerinin, termik santrallerden çıkan zararlı gazları minimize etme ve çevrede oluşturduğu kirliliği önleme konusunda gerekli tedbirleri almadığı görüşündedirler. Gerekli tedbiri almadıklarının en önemli göstergesi olarak; A termik santralinde hala filtreleme sisteminin olmadığını; B santralinin de filtrelerinin etkili olarak kullanılmadığını öne sürmüşlerdir. Nitekim 2020 yılının Ocak ayının ilk günü, halk sağlığının

korunması amacıyla Afşin Elbistan A termik Santrali'nin üretim faaliyetlerinin "geçici faaliyet belgesi" alınıncaya kadar durdurulması kararı alınmıştır (Anonim, 2020b).

Araştırma alanında görüşülen bireylerin %87.6'sı, santralden çıkan zararlı gazlardan veya diğer zararlı atıklardan olumsuz etkilendiklerini belirtmişlerdir (Çizelge 5), Zararlı gazlara maruz kalan bireylerin %87.6'sı nefes almakta zorlandıklarını ve boğazlarında bir yanma hissi olduğunu; %64.8'i gözlerinde sulanma ve yanma olduğunu, %55'i baş ağrısı ve halsizlik hissettiğini, %4.3'ü ise mide bulantısı, üst solunum yolu rahatsızlıkları ve cilt rahatsızlıklarına maruz kaldıklarını belirtmişlerdir.

İncelenen çalışmada, katılımcıların %97.4'ü santrallerin çevreye zarar vermeyecek şekilde tekrar modernize edilmesi ve filtreleme işlemlerinin yapılması gerektiğini belirtmişlerdir. Modernize işlemlerinin yapılmaması durumunda, %16.5'i santralin kapatılması, %4.5'i santralin başka bir yere taşınması (muhtemelen dağlık bir alana), ve %1.7'si ise termik santral civarındaki köylerin istimlak edilmesi ve boşaltılması gerektiğini savunmuşlardır. Anket yapılan bireylerin %70.5'i Afşin-Elbistan Termik santralının kuruluş yerinin doğru olarak seçilmediğini ve %53'ü termik santralin verdiği zararlardan uzaklaşmak amacıyla daha uzak bölgelere göç etmeyi düşündüklerini belirtmişlerdir (Çizelge 5).

Yıldırım ve Kılıç (2005), Diyarbakır ili Ergani ilçe merkezinde üretimde bulunan Ergani çimento fabrikasının çevre ve insan sağlığı üzerindeki

etkilerini inceledikleri çalışmalarında fabrikanın kuruluş yeri seçiminin yanlış olduğunu, görüntü kirliliği yarattığını ve insan sağlığına zarar verdiğini tespit etmişlerdir. Hindistan'da Sahay (2008) tarafından yapılan bir başka çalışmada, katılımcıların sadece %31,4'ünün termik santralden kaynaklanan kül, gaz ve partikül emisyonlarının kendilerine zararlı olduğu kaydedilmiştir. Aynı çalışmada katılımcıların yaklaşık %23'ünün kendi bölgelerinde termik santral ve benzeri tesislerine sahip olmak isterken, yaklaşık %77'sinin istemediği belirtilmiştir (Sahay, 2008). Araştırmacıya göre elektrik arzının yetersiz buna karşılık elektrik talebinin çok yüksek olduğu Hindistan'da santral vb. yapıların bölgede istihdam ve altyapıyı geliştirmesinden kaynaklı talep edilmesi şartıdır (Sahay, 2008). Santrallerin yerleşim yerlerine yakın kurulmamasını istendiği benzer bir sonuç Amerika'da Ansolabehere ve Konisky (2009)'nin yapmış oldukları çalışmada ortaya çıkmış ve yerleşim yerlerine 25 km uzaklıkta kurulmak istenen kömür yakıtlı elektrik santraline karşı yerel halkın tutumları %77 oranında olumsuz olarak tespit edilmiştir. Toplumun fosil yakıtların kullanıldığı tesislere karşı olumsuz tutumu devletin elektrik üretme tesislerini daha pahalı ancak çevreye daha az zararlı alternatif enerji kaynaklarına yönlendirebileceği sonucunu doğurabileceği çıkarımında bulunmuşlardır. Bunun yanında bir diğer sonuç Amerikan halkının büyük bir bölümünün arka bahçelerinde bile olsa rüzgâr gücü ile elektrik enerjisi üretimini destekledikleridir (Ansolabehere ve Konisky, 2009; York, 2019).

Çizelge 5. Termik Santrallerin Çevre Kirliliğine Etkileri Konusunda Katılımcıların Görüşleri

Table 5. Opinions of the Participants about the Effects of Thermal Power Plants on Environmental Pollution

	Evet	Hayır	Bilgim yok
Termik santraller yerleşim yerinizde hava kirliliğine sebep oluyor mu? Veya ciddi bir hava kirliliği var mı?	80.32	18.26	1.42
Termik santraller zararlı atıklarını çevreye boşaltıyor mu?	76.83	6.71	16.46
Termik santrallerin yarattığı çevre kirliliği, santral çevresinde yapılan tarımsal üretime zarar veriyor mu?	92.07	2.44	5.49
Termik santraller sizce çevre kirliliği kontrol teknolojilerine sahip midir?	3.45	86.82	9.74
Termik santralının çıkardığı zararlı gazlardan dolayı santralin kirliliği önleme konusunda aldığı önlemler sizce yeterli mi?	1.63	90.84	7.54
Termik santralden çıkan zararlı gazlardan etkileniyor musunuz?	87.63	12.16	0.21
Termik santral çevremizde bir hava kirliliği oluşturuyor mu?	92.68	7.32	0.00
Afşin-Elbistan Termik santralının kuruluş yeri doğru olarak seçilmiş midir?	29.49	70.51	0.00
Bulduğunuz bölgeden daha uzak bölgelere göç etmeyi düşünür müsünüz?	52.35	47.65	0.00

## SONUÇ ve ÖNERİLER

Afşin-Elbistan Termik santralleri, tarıma elverişli, sulamalı tarımın yaygın olduğu verimli Afşin ve Elbistan ovalarının kuzeybatısında çok yakın bir noktada kurulmuştur. Filtresiz, gerekli teknolojinin olmadığı ve/ya kullanılmadığı santrallerin ovayı ve

tarımsal üretimi tahrip ettiği ve yarattığı çevre kirliliği nedeniyle doğal çevreyi ve insan sağlığını da olumsuz etkilediği sonucuna varılmıştır.

Araştırma sonuçlarına göre; santraller bölgede ciddi bir hava kirliliğine sebep olmaktadır ve kırsal alandaki katılımcılar kentte yaşayanlara göre

santralin yarattığı hava kirliliğinden daha fazla şikâyetçidirler. Katılımcıların yerleşim yerleri açısından termik santrale uzaklıkları olumsuz görüşlerinin düzeylerini farklılaştırmaktadır. Termik santralden en fazla 15 km uzaklıkta ikamet eden bireyler; termik santrale daha uzak olan ilçe merkezlerine göre kirlilikten daha fazla etkilenmektedirler. Sonuçlar, bölge halkının, termik santralin neden olduğu çevre kirliliğinin insan sağlığına, doğal çevreye ve tarımsal arazilere etkileri konularında bilinçli olduklarını göstermiştir. Buna rağmen; termik santrallerin yarattığı tahribatları önleme konusunda kamuoyunda ve yetkili mercilerde yeterli baskıyı oluşturamadıklarını, çünkü santrallerin olumsuz koşullarına rağmen çalışmaya devam ettiğini ifade etmişlerdir.

“Yasal sınırların üzerinde kirletici salan eski termik santraller, 2021 sonuna kadar yasal olarak faaliyetine devam edebilecekti.” Ancak, yasa maddesinin kanun metninden çıkarılmasıyla birlikte söz konusu santraller Aralık 2019'a kadar çevre yatırımlarını tamamlamak zorundadır hükmüyle değiştirilmiştir. Bu kanun kapsamında, Afşin-Elbistan A Termik santrali kül tutucu filtreleri ve baca gazı arıtma tesisleri olmadığından geçici faaliyet belgesi alınca kadar durdurulmuştur. Çevreyi ve insan sağlığını koruma açısından bu olumlu gelişme aslında yöre halkının çabalarının sonuç verdiğini göstermesi açısından önemlidir.

Bölge halkı santrallerin, sağlıklarına ve yaşadıkları çevreye direkt olarak zarar verdiklerini bilmelerine rağmen; hâlihazırda kurulmuş, yatırım yapılmış ve yöreye istihdam sağlayan bu santrallerin kapatılmasının mantıklı bir tercih olmadığını gerek anketlerde gerekse de yapılan görüşmelerde belirtmişlerdir. Çünkü bölge halkının çoğunun hatta hane halkı nüfusunun en az birinin bu santrallerde çalışıyor olması ailelerini geçindirmeleri açısından elzemdir. Kapatılması tercihi yerine; santralin kendilerine vereceği zarar ne düzeyde olursa olsun olumsuz etkilerine maruz kalmayacakları yerleşim yeri önerilmesi, her iki termik santralin de elektro filtrelerini yenilemeleri, çevre kirliliğini önleme konusunda gerekli önlemleri almaları ve kamunun da düzenli olarak kontrollerini yapması ve kurallara uyulmaması durumunda ise yaptırımların uygulanması durumunda santrallerin çalıştırılabileceğini ve yörelere ekonomik katkı sağlayacağı görüşünü belirtmişlerdir. Araştırma alanındaki nüfusun büyük çoğunluğu sağlıkları konusunda kaygı ve endişe duymakta ve be nedenle çoğunlukla termik santralden daha uzak olan bölgelerde ikamet etmeyi tercih etmektedirler.

Termik santraller çalışma koşulları gereği direkt olarak insanları ve çevreyi etkilemektedir. Bu tür tesislerin yalnızca kâr amaçlı çalıştırılmayacağı aşikârdır.

Bölge halkının termik santrali ve yaratmış olduğu çevre kirliliği konusundaki görüş ve yaklaşımlarının incelenmesi, termik santralden kaynaklanan çevre kirliliğinin azaltılması açısından kamu ve özel sektör kuruluşlarının bu konuya yönelik politikaları yeniden belirlemelerinde, termik santrallerin çevreyi kirletmeyecek şekilde üretim yapmalarında önemli bir katkı sağlayacağı düşünülmektedir. Fosil yakıtların alternatifi olabilecek yenilenebilir enerji kaynaklarının Türkiye’de yaygınlaşmasına kadarki geçecek sürede ucuz olan bu tesislerin denetimli kullanılması elektrik ihtiyacının karşılanmasında ve yörede, yerinde istihdam yaratılmasında önemlidir.

### ACKNOWLEDGEMENT

This study is taken from a part of the project supported by TÜBİTAK (109R027).

### Conflicts of Interest

The authors declare that there are no conflicts of interest regarding the publication of this paper.

### KAYNAKLAR

- Algedik Ö 2015. Afşin-Elbistan Termik Santralleri. <https://www.onderalgedik.com/>
- Anonim 2020a. Termik Santrallerin Çevresel Etkileri ve Alınacak Tedbirler. <https://www.akradyo.net/5790315496,87115,6,Termik-santrallerin-.aspx>
- Anonim 2020b. Afşin Elbistan A Termik Santrali Mühürlendi. <https://www.haberturk.com/kahraman-maras-haberleri/74500897-afsin-elbistan-a-termik-santrali-muhurlendi>”
- Ansolabeher S, Konisky DM 2009. Public Attitudes Toward Construction of New Power Plants. *Public Opinion Quarterly* 73(3): 566-577.
- Avcı M 2004. Çatalağzı Termik Santralının Yarattığı Hava Kirliliğinin Bitkiler Üzerindeki Etkileri. İstanbul Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri, Proje No: 1780/21122001, İstanbul.
- Avcı S 2005. Türkiye’de Termik Santraller ve Çevresel Etkileri. İstanbul Üniversitesi Edebiyat Fakültesi Coğrafya Bölümü Coğrafya Dergisi 13: 1-26.
- Baba A 2001. Yatağan (Muğla) Termik Santrali Atık Depolama Sahasının Yer altı Sularına Etkisi. *Jeoloji Mühendisliği* 25 (2): 1-19.
- Baba A 2002. Assessment of Radioactive Contaminants in by-Products from Yatagan (Muğla, Turkey) coal-fired power plant. *Environmental Geology* 41: 916-921.
- Baba A 2003. Geochemical Assessment of Environmental Effects of Ash from Yatagan (Mugla-Turkey) Thermal Power Plant. *Water, Air, and Soil Pollution* 144: 3-18.
- Baba A, Kaya A, Birsoy YK 2003. The Effect of Yatagan Thermal Power Plant (Mugla-Turkey) on the Quality of Surface and Ground Waters. *Water, Air, and Soil Pollution* 149: 93-111.

- Başaran M 2009. Afşin-Elbistan Havzasında Yeni Yatırım Yapmanın Sorunları ve Öneriler. DEK-TMK Türkiye 11. Enerji Kongresi. 21-23 Ekim 2009, İzmir.
- Başol K, Durman M, Önder H 2007. Doğal Kaynakların ve Çevrenin Ekonomik Analizi. Alfa Aktüel Yayınları, Bursa.
- Bilir N 2003. Çevre Kirliliği ve Sağlık Tehlikeleri, Population Reports [http://www.thb.hacettepe.edu.tr/arsiv/2003/sayi\\_1/baslik5.pdf](http://www.thb.hacettepe.edu.tr/arsiv/2003/sayi_1/baslik5.pdf)
- Çay MS 2013. Kömür Yakıtlı Termik Santrallarda Baca Gazı Kanalına Kuru Sorbent Enjeksiyonu İle Kükürt Giderme Sisteminin İncelenmesi. Hitit Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Makina Mühendisliği Ana Bilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, 72 sy.
- Çevre ve Şehircilik Bakanlığı 2020. Termik Santraller. [https://webdosya.csb.gov.tr/db/ced/editedosya/TERM%C3%84%C2%B0K%20SANTRALLER\(1\).pdf](https://webdosya.csb.gov.tr/db/ced/editedosya/TERM%C3%84%C2%B0K%20SANTRALLER(1).pdf).
- ETBK 2020. Elektrik. T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı. [enerji.gov.tr/tr-TR/Sayfalar/Elektrik](http://enerji.gov.tr/tr-TR/Sayfalar/Elektrik)
- Eurobarometer 2008. Attitudes of European Citizens Towards the Environment Report. Special Eurobarometer 295. Wave 68.2. European Commission.
- Goncaloğlu Bİ, Ertürk F, Ekdal A 2000. Termik Santrallerle Nükleer Santrallerin Çevresel Etki Değerlendirmesi Açısından Karşılaştırılması. Ekoloji Çev-Kor 9(34): 9-14.
- Gunatilake H, Ganesan K, Bacani 2014. Valuation of Health Impacts of Air Pollution from Power Plants in Asia: A Practical Guide. ADB South Asia Working Paper Series, No: 30, Philippines.
- Gür M 2009. Elazığ Çimento Fabrikasının Çevrede Meydana Getirdiği Dışsallıkların Analizi. Harran Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarım Ekonomisi Ana Bilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi.
- Gürbüz M, Özdemir Y 2016. Afşin-Elbistan Termik Santrallerinin Çevre Kirliliği Üzerindeki Etkilerinin Mesafe Tabanlı Algı Analizi. Eastern Geographical Review 36: 95-118.
- Karaca A 2001. Afşin-Elbistan Termik Santrali Emisyonlarının Çevre Topraklarının Fiziksel, Kimyasal ve Biyolojik Özellikleri Üzerine Etkileri. Pamukkale Üniversitesi Fen ve Mühendislik Dergisi 7 (1): 95-102.
- Sahay A 2008. Perception of Pollution and Expectation from NTPC's Talcher Super Thermal Power Plant. Progress in Industrial Ecology-An International Journal 56(5): 536-554.
- Tanrıvermiş H, Mülayim ZG 1999. Sanayinin Neden Olduğu Çevre Kirliliğinin Tarıma Verdiği Zararların Değerinin Biçilmesi: Samsun Gübre (TÜGSAS) ve Karadeniz Bakır (KBI) Sanayileri Örneği. Tr. J. of Agriculture and Forestry 23: 337-345.
- Taşkaya B 2004. Tarım ve Çevre. TEAE Bakış. 5(1) Ankara.
- Türkyılmaz O, Aytaç O, Yılmaz Ş 2017. Türkiye'de Termik Santraller Raporu, Giriş Bölümü. TMMOB Makine Mühendisleri Odası. Yayın no: MMO/668. Ankara.
- TÜİK 2017. 2017 Yılı Hane Halkı Bütçe Anketi. Türkiye İstatistik Kurumu, Ankara.
- Ural S, Onur AH 2000. Afşin-Elbistan Linyitlerinin Termik Santral Performansı Üzerindeki Etkileri. Türkiye 12. Kömür Kongresi, Zonguldak.
- Ural S 2005. Comparison of Fly Ash Properties from Afsin-Elbistan Coal Basin, Turkey. Journal of Hazardous Materials 119(1-3): 85-92.
- Uyar G, Avcil E, Ören M, Karaca F, Öncel MS 2009. Determination of Heavy Metal Pollution in Zonguldak (Turkey) by Moss Analysis (Hypnum cupressiforme). Environmental Engineering Science 26(1): 183-194.
- Uzun A, Arslan F 2018. Termik Santral Projelerinin Sosyal Kabul Boyutu: Paşaköy (Balıkesir) Termik Santrali Örneği. Balıkesir Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi 21(40): 27-52.
- Yamane T 1967. Elementary Sampling Theory. Prentice Hall, Englewood Cliffs, NJ.
- Yavuz CI 2014. Kömürlü Termik Santrallerin Sağlığa Etkileri. <http://bianet.org/biamag/saglik/158771-komurlu-termik-santrallerin-sagliga-etkileri>
- Yıldırım A, Kılıç T 2005. Madencilik Faaliyetleri-Çevre Sorunları İlişkilerine Bir Örnek: Ergani Çimento Fabrikası. [http://www.maden.org.tr/resimler/ekler/93906af0d138e69\\_ek.pdf](http://www.maden.org.tr/resimler/ekler/93906af0d138e69_ek.pdf)
- York P 2019. Advantages and Disadvantages of Wind Energy. <https://ivypanda.com/essays/advantages-and-disadvantages-of-wind-energy/>
- Yu N, Zhang Y, Wang J, Cao X, Fan X, Xu X, Wang F 2012. Knowledge of and Attitude to Nuclear Power among Residents around Tianwan Nuclear Power Plant in Jiangsu of China. Int. J. Med. Sci (5): 361-369.
- Wolsink M 2007. Wind Power Implementation: The Nature of Public Attitudes: Equity and Fairness Instead of 'Backyard Motives. Renewable and Sustainable Energy Reviews 11(6): 1188-1207.

## Kırsal Kalkınma Destekleri Kapsamındaki Genç Çiftçi Hayvancılık Projelerinin Verimliliğinin Araştırılması

Aysun YILMAZ<sup>1</sup>, Mahmut KESKİN<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>Mustafa Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Zootekni Anabilim Dalı Antakya/HATAY, <sup>2</sup>Mustafa Kemal Üniversitesi Ziraat Fak. Zootekni Bölümü Antakya/HATAY

<sup>1</sup><https://orcid.org/0000-0001-9642-7233>, <sup>2</sup><https://orcid.org/0000-0002-8147-2477>

✉: mkeskin@mku.edu.tr

### ÖZET

Bu çalışma Tarım ve Orman Bakanlığı tarafından gerçekleştirilmiş olan Genç Çiftçi Projesi uygulamasının Hatay ölçeğinde değerlendirilmesi için yapılmıştır. Çalışmada söz konusu projenin gerçekleştirilmesi sürecinde yaşanan sorunların belirlenmesi ve bundan sonra yapılacak benzeri nitelikteki projelerin daha verimli yürütülmesi için yararlı bilgilerin saptanması amaçlanmıştır. Araştırmanın verileri, yetiştiriciler ile proje hakkındaki görüşlerini sorgulayan anket formu kullanılarak elde edilmiştir. Veriler SPSS paket programında frekans analizi yapılarak değerlendirilmiştir. Proje sonunda yetiştiricilere istedikleri verim ile uyumlu hayvan dağıtılmadığı, yetiştiricilerinin eğitim seviyelerinin düşük olduğu, maddi durumu yetersiz olan yetiştiricilerin proje yararlanıcısı olarak seçilmiş olmaları nedeni ile hayvanların bakımında sorunlar olduğu, bu nedenle istenilen verimlerin alınmadığı belirlenmiştir. Ayrıca, özellikle büyükbaş hayvanlarda üreme problemleri olduğu ve bu durumun zorunlu yapay tohumlama uygulamasından kaynaklanmış olabileceği de belirlenmiştir. Belirlenen bu aksaklıklara rağmen proje yararlanıcıları genel olarak hayvancılık yapmaktan memnun olduklarını ve bu işi sürdürmek istediklerini belirtmişlerdir.

### Araştırma Makalesi

### Makale Tarihi

Geliş Tarihi : 12.03.2020

Kabul Tarihi : 29.05.2020

### Anahtar Kelimeler

Genç çiftçi  
Koyun  
Sığır  
Sorunlar

## Investigation of the Productivity of Young Farmer Livestock Projects under Rural Development Supports

### ABSTRACT

This study was conducted to evaluate the application of the Young Farmer Project implemented by the Ministry of Agriculture and Forestry in Hatay scale. In the study, it was aimed to identify the problems experienced during the realization of the project in question and to find useful information for similar projects to be conducted more efficiently. A questionnaire was used to question the opinions of the breeders about the project. The data were evaluated by frequency analysis in SPSS package program. At the end of the project, it was detected that the animals were not distributed to the breeders in accordance with the desired yield aspect. Overall, the level of education of the breeders was low, the breeders with insufficient financial status were unsuccessful in the care of the animals because they were chosen as project beneficiaries, therefore the desired yields could not be provided. It has been determined that there are reproductive problems especially in bovine animals and this may be due to mandatory artificial insemination application. Despite these problems, the project beneficiaries stated that they are generally pleased with the animal husbandry and want to continue the work.

### Research Article

### Article History

Received : 12.03.2020

Accepted : 29.05.2020

### Keywords

Young farmer  
Sheep  
Cattle  
Problems

To Cite : Yılmaz A, Keskin M 2020. Kırsal Kalkınma Destekleri Kapsamındaki Genç Çiftçi Hayvancılık Projelerinin Verimliliğinin Araştırılması. KSÜ Tarım ve Doğa Derg 23 (6): 1598-1607. DOI: 10.18016/ksutarimdog.vi.702656.

### GİRİŞ

Türkiye’de 1990 yılında 40.5 milyon baş koyun, 11.0

milyon baş keçi ve 11.4 milyon baş sığır bulunurken, 2019 yılında koyun sayısı 37.3 milyon, keçi sayısı 11.2

milyon ve sığır sayısı 17.7 milyon olarak bildirilmiştir (Anonim, 2019). Türkiye’de 2019 yılı için toplam süt üretimi 23.0 milyon ton, kırmızı et üretimi ise 1.2 milyon ton olup kişi başına üretim aynı ürün sırası ile yaklaşık olarak 280 kg ve 14.5 kg’dır (Anonim, 2019). Türkiye’de kişi başına süt üretiminin yeterli, kırmızı et üretiminin ise yetersiz olduğu görülmektedir. Süt üretim fazlalığı nedeni ile zaman zaman hayvancılıkta ekonomik krizler ortaya çıkabilmekte ve bu dönemlerde ekonomik kaygılardan dolayı sütçü hayvanlar dahi et üretimi amacı ile kesilebilmektedir. Tarım ve Orman Bakanlığı bu gibi krizlerin yaşanmaması ve üreticinin desteklenmesi amacı ile zaman zaman hayvancılığa dayalı sosyal riski önleme projelerini hayata geçirebilmektedir. Bu projeler hazırlanırken mevcut durumun iyi analiz edilmesi, bölgelere ve hatta il ve ilçelere göre değişik stratejiler belirlenmesi önemli konulardır. Yani desteklenecek yada teşvik edilecek tür ve ırklar belirlenirken bölgenin coğrafi özellikleri ile yetiştiricilerin hayvancılık kültürleri ve mera durumları gibi değişik çevresel şartların dikkate alınması projelerin başarısı için elzem konulardır.

Hatay ili üretim miktarı, ekim alanı büyüklüğü ve ürün çeşitliliği bakımından önemli bir tarım bölgesidir. Yılda birden fazla üretimin gerçekleştirilebildiği, daha ekonomik olan sera ve örtü altı yetiştiriciliğinin çok yaygın ve geniş kitlelerce yapılabildiği Hatay ilinde tarla tarımının yanında hayvancılık ve meyve yetiştiriciliği de önemli geçim ve tarımsal üretim kaynaklarındandır.

Tarım ve Orman Bakanlığı tarafından 2016-2018 yılları arasında Türkiye genelinde uygulanan Genç Çiftçi projesi kapsamında Hatay ilinde de değişik faaliyetler yürütülmüştür. Bu kapsamda ilde belirlenen çiftçilere koyun, keçi ve sığır dağıtımı yapılmıştır. Dar gelirli genç üreticilerin gelir seviyesini yükseltmek, köy ile bağlantısı olmasına rağmen şehirde ikamet eden genç nüfusun köye geri dönmesini ve tekrar tarımsal üretime kazandırılmasını sağlamak genç çiftçi projesinin amaçları arasındadır.

Bu çalışmada Genç Çiftçi Projesi kapsamında yararlanıcı olan yetiştiriciler ile anketler yapılmış olup, bu yararlanıcılarının sosyo-kültürel yapıları, projeden beklentileri ve beklentilerinin gerçekleşme seviyesi, proje ile ilgili sorunları ve çözüm önerileri ile yetiştiricilere dağıtılan küçükbaş ve büyükbaş hayvanların verimlilikleri belirlenmiştir. Çalışmada söz konusu projenin gerçekleştirilmesi sürecinde yaşanan sorunların belirlenmesi ve bundan sonra yapılacak benzeri nitelikteki projelerin daha verimli yürütülmesi için yararlı bilgilerin saptanması amaçlanmıştır.

## **MATERYAL ve METOD**

Araştırmanın materyalini 2016 ve 2017 yılları için

Hatay il ve ilçelerinde Genç Çiftçi Projesi’nden yararlanan toplam 100 koyun ve 232 sığır yetiştiricisi arasından tesadüfi örnekleme yöntemi ile seçilen yetiştiriciler oluşturmuştur. Tarım ve Orman Bakanlığı her bir koyun yetiştiricisine 40 baş ve sığır yetiştiricisine 6 baş hayvan vermiştir. Bu kapsamda Kırıkhan, Samandağ, Defne, Payas, Dörtüol, Altınözü, Yayladağı ilçelerde 100 sığır ve 51 koyun yetiştiricisi ile yüz yüze anket yapılmıştır. Ankete katılan yetiştiriciler tesadüfi örnekleme yöntemi ile seçilmiştir. Ankette yetiştiricilerin sosyal durumları, proje kapsamında almış oldukları hayvanlara ait bilgiler, bu projedeki memnuniyetleri, proje ile ilgili sorunları ve çözüm önerilerine ilişkin bilgiler toplanmıştır. Anketlerde elde edilen veriler SPSS paket programında (SPSS Statistics 17) analiz edilmiş ve frekans tabloları oluşturulmuştur.

## **BULGULAR ve TARTIŞMA**

Sosyal riski önleme ve kırsal kalkınma projelerinin başarılı bir şekilde yürütülebilmesi için proje yararlanıcılarının sosyo-ekonomik durumlarını doğru değerlendirmek önemli bir husustur. Çizelge’den de görüldüğü gibi genç çiftçi projesinden yararlanan koyun ve sığır yetiştiricilerinin çoğunluğu ilkökul mezunudur. Bu durum proje yararlanıcılarının eğitim seviyelerinin düşük olduğunu göstermektedir. Bunda proje yararlanıcıları seçilirken ilkökul mezunlarına daha yüksek puan verilmesinin etkisi bulursa da hayvancılık sektöründe eğitim sorunu Türkiye için genel sorundur (Karademir ve ark., 2005; Hozman, 2014; Savaş ve Yenice, 2016; Aydın ve Keskin, 2018; Bebek ve Keskin, 2018; Aydın ve Keskin, 2019; Gül ve Örnek, 2019). Oysa ki, yetiştiricinin eğitim düzeyi yükseldikçe üretimde performans ve kârlılık artmaktadır (Köknaroğlu ve ark., 2007). Mevcut çalışmada proje yararlanıcısı yetiştiricilerin büyük çoğunluğunun 35 yaştan daha küçük olması değişik bölgeler için daha önce yapılan çalışmalar ile (Bilginturan, 2007; Dayan, 2007; Gül ve Örnek, 2018; Aydın ve Keskin, 2018) çelişkili görülse de Genç çiftçi projesinde gençlere öncelik verilmesi bu durumun en önemli sebebidir. Proje yararlanıcılarında çocuk sayısı genellikle 2, 3 ve 4 olarak belirlenmiştir. Çocuk sayısının daha önce yapılan değişik çalışmalarda (Dayan, 2007; Aydın ve Keskin, 2018; Bebek ve Keskin, 2018) ifade edilenlerden daha az olması da yetiştiricilerin genç olmasından yada bölgeler arasındaki “kaç çocuk sahibi olunmalı?” sorusuna bakış açısı farklılığından kaynaklanmaktadır. Çizelgeden görüldüğü gibi proje yararlanıcıları seçilirken kadınlara ek puan verilmesi ve kadınlar için pozitif ayrımcılık yapılması yararlanıcıların genellikle kadınlardan oluşması ile sonuçlanmıştır.

Hatay ili genç çiftçi projesi yararlanıcılarının çoğunluğu sadece hayvancılıkla uğraşmaktadırlar (Çizelge 2). Sığırcılık işletmelerinde, özellikle süt

sığırcılığında, kaba yemini kendisi üreten işletmeler kârlı üretim yapabilmektedirler. Bu nedenle projede yer alan sığırcılık işletmelerinde aynı zamanda bitkisel üretim yapma oranı koyunculuk işletmelerine

göre daha yüksek olmuştur. Proje yararlanıcıları arasında hayvancılık dışındaki alanlarda (işçi, şoför vs) ek iş yapanlarda yer almaktadır. Bu bulgular

Çizelge 1. Genç çiftçi projesi işletmelerindeki yetiştiricilerin bazı sosyo-kültürel özellikleri (%)  
Table 1. Some socio-cultural characteristics of breeders in young farmer project enterprises (%)

	Koyun (Sheep)	Sığır (Cattle)
<b>Eğitim (Education)</b>		
İlkokul (Primary school)	76.5	63.0
Ortaokul (Secondary school)	15.7	15.0
Lise (High school)	3.9	17.0
Üniversite (University)	3.9	5.0
<b>Yaş (Age)</b>		
18-25	14.0	19.0
26-30	25.4	26.0
31-35	29.2	25.0
36-40	21.6	25.0
40+	9.8	5.0
<b>Çocuk sayısı (Number of children)</b>		
Yok	9.8	18.0
1	7.8	4.0
2	27.5	24.0
3	33.3	26.0
4	13.7	23.0
5+	5.8	5.0
<b>Cinsiyet (Sex)</b>		
Kadın (Woman)	74.5	78.0
Erkek (Man)	25.5	22.0

Çizelge 2. Yetiştiricilerin yetiştiricilik, arazi ve ikamet durumları (%)  
Table 2. Breeding, land and residence status of breeders (%)

	Koyun (Sheep)	Sığır (Cattle)
<b>Yararlanıcıların istihdam alanları (Employment areas of beneficiaries)</b>		
Bitkisel ve hayvansal üretim (Plant and animal production)	17.6	38.0
Hayvansal üretim (Animal production)	70.6	48.0
Diğer (Others)	11.8	14.0
<b>Arazi durumu (Land condition)</b>		
Yok (No land)	45.1	35.0
Bahçe (Horticulture)	23.5	28.0
Tarla (Field)	25.5	24.0
Sulu tarla tarımı (Irrigated field farming)	5.9	1.0
Bahçe ve tarla (Horticulture and field)	0.0	12.0
<b>Arazi sahipliği (Land ownership)</b>		
Kendi malı (Own property)	25.5	19.0
Kira (Rented)	74.5	76.0
Diğer (Others)	0.0	5.0
<b>Proje öncesi ikamet durumu (Pre-project residence status)</b>		
Köyde (In village)	98.0	90.0
Şehirde (In city center)	0.0	2.0
Köyde ikamet şehirde çalışma (Residing in the village and working in the city)	2.0	8.0
<b>Proje öncesi yapılan iş (Work done before the project)</b>		
Ev hanımı (Housewife)	54.9	49.0
İşsiz erkek (unemployed man)	3.9	6.0
Mevsimlik işçi (seasonal worker)	3.9	6.0
Çiftçi (Farmer)	37.3	39.0

değişik araştırmacılar (Önal ve Özder, 2008; Kayar, 2011; Aydın ve Keskin, 2018) tarafından farklı bölgelerdeki yetiştiricilerin hayvancılığa ek olarak başka alanlarda faaliyet göstermeleri ile ilgili bulguları ile farklılıklar gösterebilmektedir. Bu farklılıklar bölgesel olarak hayvancılık kültürlerinin, köylerin kentlere olan mesafelerinden ve şehirlerdeki istihdam olanaklarının değişebilmesinden kaynaklanmaktadır. Genç çiftçi projesi yararlanıcıları genellikle arazisi olmayan yetiştiricilerdir ve çoğunlukla ev hanımlarıdır (Çizelge 2). Sınırlı miktarda (genellikle 1 dekarın altında) araziye sahip olan yetiştiriciler de bu arazilerinde bahçe ya da tarla tarımı yapmaktadırlar. Yetiştiricilerin tarımsal amaçlı kullandıkları arazilerin çoğunluğu ise kiralanmış arazilerdir. Bu yararlanıcıların nerede ise tamamı projeye katılmadan öncede köyde ikamet ettiklerini ifade etmişlerdir. Yani proje Hatay bölgesi için kentten köye tekrar göçü sağlayamasa da en azından istihdam yaratarak köyden kente göçü engellemeye katkı sağlamıştır. Bu sonuç üzerine proje yararlanıcıları seçilirken şehir merkezine uzak olan köylere/mahallere daha fazla puan verilmesinin de etkisi olmuştur. Yararlanıcılar seçilirken kadınlara öncelik verilmesi ev hanımlarının oranının yüksek olmasında etkili olmuştur.

Projede yer alan yararlanıcılar koyun olarak çoğunlukla İvesi koyununu sığır olarak ise Simmental ve Siyah Alaca sığırlarını talep etmişler ancak kendilerine çoğu zaman taleplerine uygun hayvan materyali dağıtılmamıştır (Çizelge 3). Projede küçükbaş hayvan yetiştiricilerine 38 dişi hayvan için 2 baş erkek hayvan verilirken sığır yetiştiricilerine yapay tohumlama yaptırmaları gerektiği belirtilerek erkek hayvan verilmemiştir. Bunun sonucu olarak Çizelge 4'den de görüldüğü gibi, koyun yetiştiriciliğinde sadece doğal çiftleştirme yapılırken, sığırlarda %79 oranında yapay tohumlama yapılmıştır. Ancak yetiştiriciler hayvanlarda kızgınlık tespiti ve suni tohumlama sırasında hayvanı zaptırap altına alma bilgi ve beceri eksikliği, tohumlama masrafı gibi sebeplerle, mevzuata aykırı olsa da, köyden temin ettikleri boğalar ile doğal aşım yaptırmayı tercih etmişlerdir. Yetiştiriciler protokol

gereği birkaç defa yapay tohumlama yaptırmış, gebelik elde edemeyince doğal aşımı tercih ettiğini belirtmişlerdir. Dört veya beş yapay tohumlamadan sonra gebelik elde edilmemiş olması ve bakanlık personeli tarafından, sözleşme gereği yapay tohumlamadaki ısrar kısırlık oranının artmasına sebep olmuştur. Kızgınlık toplulaştırma için maddi destek olmaması ve yetiştiricilerin bu uygulamanın önemini bilmemeleri nedeni ile proje sahasında kızgınlık toplulaştırmaya rastlanmamıştır. Hâlbuki yetiştiricilere en azından koç etkisi hakkında bilgi verilerek kızgınlık toplulaştırma yöntemi uygulamaları sağlanabilir. Koyun yetiştiricilerinin %3.9'u hayvanlarında döl tutma problemi yaşadıklarını belirtmişlerdir (Çizelge 4). Bütün koyun sürüleri tek bir sürü olarak düşünüldüğünde bu oran kabul edilebilir seviyededir. Diğer taraftan sığır dağıtılan yetiştiricilerin %84'ü hayvanlarının döl tutma problemi yaşadıklarını ifade etmişlerdir. Yukarıda da belirtildiği gibi yapay tohumlamanın zorunlu tutulması bu duruma sebep olan en önemli faktördür. Zira yetiştiriciler gebe kalmayan havanlarında doğal çiftleştirme uyguladıklarında gebelik elde ettiklerini ifade etmişlerdir. Bu durum kızgınlık tespitinin doğru yapılamaması, tohumlamanın yanlış zamanda yapılması, düşük kaliteli sperma kullanılması yada yapay tohumlama uygulamasından kaynaklanmış olabilir. Hayvan yetiştiriciliğinde bir diğer önemli uygulama olan göbek bakımı konusunda da önemli eksiklikler tespit edilmiştir. Yetiştiricilerin sadece koyunculukta %15.7'si sığırcılıkta ise %41.5'i doğum sonrası göbek bakımı yaptıklarını belirtmişlerdir. Bu oranın her iki tür için de %100'e çıkartmak gerekmektedir. Zira doğum sonrası mikroorganizmaların hayvanın vücuduna girebilmesi için en kolay yol göbek bölgesidir ve erken yaşta kuzu-buzağı ölümlerinde etkili olabilmektedir. Bu tip yetiştirme işlerinde uygulamalar ve hayvanların döl verimi ile ilgili bilgiler işletmeye ve bölgeye göre değişmektedir (Direk ve ark., 2000; Koyubende, 2005; Özçelik, 2005; Dayan, 2007; Bilginturan, 2008; Özyürek ve ark., 2014; Aydın ve Keskin, 2018; Aydın ve Keskin, 2019).

Çizelge 3. Proje yararlanıcılarının hayvan talepleri ve hayvanların özellikleri (%)

Table 3. Animal demands and animal characteristics of project beneficiaries (%)

	Koyun (Sheep)	Sığır (Cattle)
Talep edilen hayvan tür ve/veya ırkı (Requested animal species and / or breed)		
Merinos/Simmental, Siyah Alaca (Merino/Simmental, Hosltein)	37.3	71.0
İvesi/Esmer (Awassi/Brown swiss)	54.9	3.0
Diğer/erkek besi (Other/ male for fattening)	7.8	26.0
Dağıtılan hayvan tür ve/veya ırkı (Distributed animal species and / or breed)		
İvesi koyunu (Awassi sheep)	8.1	0.0
Merinos koyunu (Merino sheep)	91.9	0.0
Etçi ırk sığır (Angus, Charollais vs) (Beef cattle, Angus, Charollais etc)	0.0	90.0
Yerli sığır ırkı (Native cattle breed)	0.0	10.0



Çizelge 4. Döl verim ve bazı gebelik-doğum dönemi uygulamaları (%)

Table 4. Fertility and some pregnancy-birth period applications (%)

	Koyun (Sheep)	Sığır (Cattle)
<i>Çiftleştirme yöntemi (Mating method)</i>		
Doğal aşım (Natural mating)	100.0	21.0
Yapay tohumlama (Artificial insemination)	0.0	79.0
<i>Kızgınlık toplulaştırma (Oestrus Synchronisation)</i>		
Var (Yes)	0.0	0.0
Yok (No)	100.0	100.0
<i>Döl tutms problemi yaşanma (Having pregnancy problems)</i>		
Var (Yes)	3.9	84.0
Yok (No)	96.1	16.0
<i>Doğum sonrası göbek bakımı (Postpartum umbilical care)</i>		
Var (Yes)	15.7	41.5
Yok (No)	84.3	58.5

Çizelge 5'den görüldüğü gibi bölgedeki genç çiftçi projesi yararlanıcılarının koyunculukta öncelikle yarı açık, sığırcılıkta ise öncelikle kapalı ahır tipini tercih ettikleri tespit edilmiştir. Çalışmada hayvan barınaklarının koyun ve sığır yetiştiriciliğinde evin altında da olabildiği ancak ayrı bir lokasyona yapılan barınakların daha çok tercih edildiği belirlenmiştir. Hatay bölgesinde yarı açık ağıl ve ahır tiplerinin çoğunlukta olması bölgede Akdeniz ikliminin hüküm sürmesinin doğal bir sonucudur. Zira iklim özelliklerine göre tercih edilen ağıl yada ahır tipleri değişebilmektedir (Günel, 2006; Tilki ve ark., 2013; Elmas ve ark., 2014; Aydın ve Keskin, 2018; Aydın ve Keskin, 2019). Bölgede inşaat malzemesi olarak en ucuz ya da en kolay ulaşılabilen materyali kullandığını belirten yetiştiricilerin en fazla briket tercih ettikleri görülmektedir (Çizelge 5). Koyun yetiştiriciliğinde %66.7 oranında toprak zemin tercih edilirken sığır

yetiştiriciliğinde %82 oranında beton zemin tercih edilmektedir. Sığır yetiştiricileri hayvanların altını sık sık (her gün yada iki günde bir) temizledikleri için beton zemini, koyun yetiştiricileri ise gübre temizliğini ayda yada 2-3 ayda bir yaptıkları için toprak zemin tercih ettiklerini ifade etmişlerdir. Zira toprak zemin geçirgen olduğu için bu tip uzun aralıklı temizliklerde ağıl tabanının ıslak ya da çamur olmasını engellemektedir. Bunun için de hayvanlar gündüz meraya çıktıklarında ağıl akşama kadar havalandırılmakta ve rutubet sorun olmamaktadır. Bölgede barınaklarda çatı malzemesi olarak en fazla kiremit tercih edilmektedir (Çizelge 5). Bunu sırası ile çinko ve atermite takip etmektedir. Bu tercihler bölgelerin iklim özellikleri, malzemeye ulaşım kolaylığı, alışkanlıklar gibi faktörlere bağlı olarak değişebilmektedir (Günel, 2006; Aydın ve Keskin, 2018; Bebek ve Keskin, 2018).

Çizelge 5. Proje yararlanıcılarının hayvan barınak özellikleri (%)

Table 5. Characteristics of animal barns of project beneficiaries (%)

	Koyun (Sheep)	Sığır (Cattle)
<i>Barınak tipi (Barn type)</i>		
Kapalı (Free stall barn)	37.3	55.0
Yarı açık (Closed barn)	49.0	36.0
Yazın açık kışın kapalı (Free or closed due to the seasons)	13.7	9.0
<i>Barınak konumu (Barn location)</i>		
Müstakil (Self-contained)	53.9	67.0
Ev altı (Under the house)	46.1	33.0
<i>Barınak yapı malzemesi (Shelter building material)</i>		
Kerpiç (Adobe brick)	21.6	40.0
Briket (Briquette)	64.7	52.0
Diğer (Others)	13.7	8.0
<i>Barınak zemini (Shelter floor)</i>		
Beton (Concrete)	33.3	82.0
Toprak (Soil)	66.7	18.0
<i>Barınak çatı malzemesi (Shelter roofing material)</i>		
Kiremit (Tile roofing)	41.2	39.0
Çinko (Zinc roofing)	21.6	25.0
Atermite (Atermite)	11.7	11.0
Sandviç panel (Sandwich panel)	9.8	2.0
Diğer (Others)	15.7	23.0

Proje yararlanıcıları koyunculuk faaliyetlerini çoğunlukla merada otlatma ve ağıl içerisinde ek yemleme, sığır yetiştiriciliğinde ise ahır içerisinde yemleme şeklinde yapmaktadırlar (Çizelge 6). Sığır ve koyun yetiştiriciliğinde genellikle kesif yem kullanıldığı, yemin çoğunlukla satın alma şeklinde temin edildiği ve samanın en fazla tercih edilen kaba yem olduğu da çalışmada tespit edilmiştir. Koyun yetiştiricileri çoğunlukla hava şartları elverdiği ölçüde gündüz saatlerinde koyunlarını merada otlatmakta ve mera dönüşü ek yemleme yapmaktadırlar. Sığır yetiştiricileri ise hayvanlar genellikle meraya çıkarılmadan ahırda yemlenmektedirler. Bazı yetiştiricilerin tarla ya da yol kenarlarındaki otları biçtikten sonra ahıra taşıdıkları ve hayvanlarına kaba yem olarak verdikleri de görülmüştür. Koyun yetiştiriciliğinde her üç yetiştiriciden bir tanesi hayvanlarına kesif yem vermediğini ifade etmiştir. Bu oran sığır yetiştiricilerinde %8 olarak belirlenmiştir. Koyun yetiştiricileri genellikle hayvanlarını merada tutmakta ve ihtiyaç halinde hayvanlarına saman vermektedirler. Koyun ve sığır yetiştiricileri çoğunlukla kesif yemi hazır olarak satın almaktadırlar. Kesif yemi hazır olarak satın almayıp kendi işletmesinde hazırlayan yetiştiricilerin en fazla arpa, pamuk tohumu küspesi, buğday ve kepek; kaba yem olarak da saman tercih ettikleri görülmektedir. Bundan sonra tercih edilen kaba yemler ise yonca ve fiğ kuru otudur. Sığırçılık işletmelerinde silaj

kullanımının az olması hayvan sayısı az olan yetiştiricilerin silaj yapamaması ve silajı hazır olarak aldıklarında da maliyetinin yüksek olmasından kaynaklanmaktadır. Özellikle süt sığırçılığı işletmelerinde hayvanın sindirim hacmi dikkate alındığında sığırlarda yeterince kaliteli kaba yem verilmesi gerekmektedir. Bu nedenle saman yerine kuru ot ve silaj kullanımı konusunda yetiştiriciler özendirilmeli ve teşvik edilmelidir. Genç çiftçi projesi yararlanıcıları içerisinde koyun ve sığır yetiştiricilerinin sırası ile %86.3 ve %26'sı hayvanları için mera imkanına sahip olduklarını belirtmişlerdir (Çizelge 7). Meraların nitelik ve nicelik bakımından yetersizliği nedeni ile mera sığırlar için önemli bir sorun olarak ifade edilmiştir. Otlatmada kullanılan meralar genellikle orman ya da tarla kenarlarındaki meralardır. Yetiştiricilerin şahsi mülkiyetinde olan mera oranı koyunculukta %0, sığırçılıkta %7.2'dir. Gerek kaba yem yetersizliği ve beslemede saman kullanımı (Ersoy, 1994; Tugay, 2004) ve gerekse meraların kalite ve miktar bakımından yetersizliği Türkiye genelinde yaşanmakta olan bir sorundur (Aydın ve Keskin, 2018; Bebek ve Keskin, 2018; Aydın ve Keskin, 2019). Diğer taraftan koyun yetiştiricileri çoğunlukla (%96.3) ananın verdiği sütü kuzularına emzirmektedirler (Çizelge 8). Dağıtılan koyunların çoğunlukla Merinos ırkından olması nedeni ile ana tarafından verilen süt sadece kuzuğu büyütme yetmektedir.

Çizelge 6. Hayvan besleme uygulamaları (%)  
Table 6. Animal feeding applications (%)

	Koyun ( <i>Sheep</i> )	Sığır ( <i>Cattle</i> )
<b>Besleme yöntemi (<i>Feeding methods</i>)</b>		
Mera ( <i>Pasture</i> )	7.8	0.0
Mera+ek yemleme ( <i>Pasture + supplementary feeding</i> )	84.4	19.0
İçeride besleme ( <i>indoor feeding</i> )	7.8	81.0
<b>Kesif yem kullanımı (<i>Concentrated feed using</i>)</b>		
Veriyor ( <i>Giving</i> )	66.7	92.0
Vermiyor ( <i>Not giving</i> )	33.3	8.0
<b>Kesif yem temin yöntemi (<i>Concentrated feed supply method</i>)</b>		
Kendi üretiyor ( <i>Producing your own</i> )	21.6	14.7
Yemciden alıyor ( <i>Buying</i> )	56.8	57.9
Her ikisi ( <i>Both of them</i> )	21.6	27.4
<b>Kesif yem için kullanılan hammaddeler (<i>Raw materials used for concentrated feed</i>)</b>		
Arpa ( <i>Barley</i> )	31.8	27.0
Buğday ( <i>Wheat</i> )	25.0	10.8
Küspe ( <i>Cake</i> )	15.9	28.8
Kepek ( <i>Bran</i> )	27.3	29.7
Diğer ( <i>Others</i> )	0.0	3.7
<b>Kaba yem kullanım çeşitliliği (<i>Roughage usage variety</i>)</b>		
Fiğ ( <i>vetch</i> )	15.4	21.1
Yonca ( <i>Alfalfa</i> )	14.0	28.4
Saman ( <i>Straw</i> )	39.7	42.1
Mısır silajı ( <i>Corn silage</i> )	23.2	6.3
Diğer ( <i>Others</i> )	7.7	2.1

Çizelge 7. Proje hayvanları için mera durumu (%)

Table 7. Pasture status for project animals (%)

	Koyun (Sheep)	Sığır (Cattle)
Mera imkânına sahip misiniz? (Do you have the possibility of pasture?)		
Evet (Yes)	86.3	26.0
Hayır (No)	13.7	74.0
Mera mülkiyet durumu (Pasture property status)		
Kendi malı (Own property)	0.0	7.2
Köy ortak malı (Village common property)	25.0	14.3
Orman ve tarla kenarı (Forest and field edge)	75.0	78.5

Çizelge 8. Süt emme dönemi ve süt üretimi (%)

Table 8. Suckling period and milk production (%)

	Koyun (Sheep)	Sığır (Cattle)
Süt emme süresi (Suckling period)		
Sürekli (All milk of dams during lactation)	96.3	70.6
2-3 ay (2-3 months)	3.7	29.4
Yavru büyütme sistemi (Offspring rearing system)		
Analı, emişme (Suckling)	92.2	78.4
Kova/biberon ile anne sütü (dams' milk with bucket/bottle)	0.0	10.8
Mama (Milk replacer)	0.0	0.0
Emişme ve elden besleme (Both suckling and milk with bottle)	7.8	10.8
Süte ilave yem verme (Additional feeding with milk)		
Evet (Yes)	64.7	69.5
Hayır (No)	35.3	30.5
Verilen ek yem çeşidi (Supplementary feed type given)		
Kesif yem (Concentrated feed)	17.6	42.4
Kuru ot (Hay)	58.9	40.7
Kesif yem ve kuru ot (Concentrated feed and hay)	23.5	16.9
Sağım süresi (Milking period)		
Sağmıyor (No milking)	68.6	99.0
1-5 ay (1-5 months)	31.4	1.0
Sağım yöntemi (Milking methods)		
Elle (By hand)	100.0	76.0
Makine ile (By machine)	0.0	24.0
Süt veya ürünlerini pazarlama şekli (How to market dairy products)		
Perakende (Retail)	38.1	64.0
Mandraya (To dairy house)	-	16.0
Evde kullanım (Using at home)	61.9	20.0
Süt değerlendirme yöntemi (Milk evaluation method)		
Çiğ süt (Raw milk)	54.5	70.1
Peynir (Cheese)	15.2	5.2
Yoğurt (Yoghurt)	30.3	24.7

Kuzuların %64.7 'sine yaklaşık olarak 1 aylık yaştan itibaren kesif yem ve kuru ot olarak ek yemleme yapıldığı belirlenmiştir. Koyun sürülerinin %68.6 'sında sağım yapılmazken, özellikle yavrusunu kaybeden anaların sütünün tamamı ve diğer koyunlarda ise az miktarda da olsa memede kalan sütün sağıldığı belirlenmiştir (%31.4). Üretilen koyun sütleri genellikle ev ihtiyacı için kullanılmakta olup bir kısmı ise perakende olarak satılmıştır. Koyun sütü çoğunlukla çiğ süt olarak değerlendirilmekte, bunu yoğurt ve peynir olarak değerlendirme usulleri takip etmektedir. Bu uygulamalar da bölgeye ve çalışılan

ırkın özelliklerine göre değişiklik gösterebilmektedir (Tölü ve ark., 2007; Elmaz ve ark., 2014; Aydın ve Keskin, 2018). Küçükbaş hayvan yetiştiriciliğinde sağım makinesi kullanımının kısıtlı olmasında hayvan sayılarının az olması ve Merinos ırkı yetiştiriciliğinin yapılmasının etkileri bulunmaktadır. Buzağı beslemede çoğunlukla (%78.4) emiştirme uygulanmakta, işletmelerin %69.5'unda ilk aydan itibaren ek yemleme yapılmaya başlanmaktadır. Bu işletmelerde anaların %99'u hiç sağılmamıştır. Az da olsa sağılan süt ise %80 oranında satılmakta, %20 oranında ise ev ihtiyaçları için kullanılmaktadır. Bu

tespitlerin daha önce değişik araştırmacılar (Kum, 2006; Önal ve Özder, 2008; Hozman, 2014; Aydın ve Keskin, 2019) tarafından sığırcılık işletmeleri için yapılmış araştırmalar ile farklılık göstermesi, Genç Çiftçi Projesi kapsamında Hatay'da dağıtılan hayvanların etçi ırktan olmalarından

kaynaklanmıştır.

Proje yararlanıcısı olan koyun ve sığır yetiştiricilerinin sırası ile %62.7 ve %94 oranında sağlık koruma uygulaması yaptıkları belirlenmiştir (Çizelge 9).

Çizelge 9. Hayvan sağlığı uygulamaları (%)

Table 9. Animal health applicatios (%)

	Koyun (Sheep)	Sığır (Cattle)
<b>Veteriner hizmetleri ve parazit uygulaması (Veterinary services and parasite application)</b>		
Yılda bir kez iç-dış parazit mücadelesi (Internal-external parasite struggle once a year)	10.3	16.6
İlkbahar ve sonbaharda iç-dış parazit mücadelesi (Internal and external parasite struggle in spring and autumn)	21.7	8.8
İç-dış parazit mücadelesi yapmayanlar (No internal and external parasite struggle)	78.0	74.6
Vitamin takviyesi (Vitamin supplement)	35.5	24.9
İhtiyaç durumunda veteriner hekime başvuranlar (Those who apply to the veterinarian if needed)	32.5	49.7
<b>Uygulanan aşılar (Applied vaccines)</b>		
Çiçek (Smallpox)	16.4	14.7
Brucella (Brucellosis)	22.0	23.5
Enterotoksemi (Enterotoxemia)	8.8	0.6
Agalaksi (Agalactia)	4.4	0.6
Diğer (Others)	48.4	60.6
<b>Karşılaşılan sağlık problemleri (Health problems encountered)</b>		
Ayak ve tırnak hastalıkları (Foot and hoof diseases)	17.7	19.2
Mastitis (Mastitis)	16.1	5.8
Yavru atma (Abortus)	43.5	5.8
Güç doğum (Birth difficulties)	22.7	5.8
Diğer (Other)	0.0	63.4

Ancak sonraki sorulara vermiş oldukları cevaplar yetiştiricilerin sağlık koruma konusunda bilgi eksikliklerinin olduğunu ve bu amaçla eğitim faaliyetlerine ihtiyaç bulunduğunu göstermektedir. Şöyle ki; koyun ve sığır yetiştiriciliğinde iç ve dış parazit mücadelesi yapmayanların oranı sırası ile %78.0 ve %74.6 olarak belirlenmiştir. İşletmelerde ihtiyaç halinde veteriner hekime başvuranların oranı koyunculuk ve sığırcılık işletmeleri için sırası ile %32.5 ve %49.7 olarak tespit edilmiştir. Bu durum işletme sahiplerinin maddi olanakları ve hayvan sayılarından kaynaklanmaktadır. Yetiştiriciler genel olarak devlet tarafından yapılan koruyucu aşıları uygulamaktadırlar. En fazla karşılaşılan sağlık problemi koyun yetiştiriciliğinde yavru atma (%43.5) sığır yetiştiriciliğinde ise ayak ve tırnak problemi (%19.2) olarak ifade edilmiştir. Bununla birlikte sığır yetiştiricilerinin %63.4'ü hayvanlarında değişik hastalıklar ile karşılaştıklarını ama teşhis konusunda bilgilerinin olmadığını ifade etmişlerdir. Maalesef geleneksel koyun yetiştiriciliğinde koruyucu hekimliğin ihmal edilen bir alan olması burada da ortaya konulmuştur. Hayvan sağlığı ve hastalıkları konusunda önceki yıllarda yapılan çalışmalarda da

benzer bulgular yer almaktadır (Aksoy ve Yavuz, 2008; Karakuş ve Akkol, 2013; Özyürek ve ark., 2014).

## SONUÇ ve ÖNERİLER

Bu çalışmada sonuç olarak; (a) Proje yararlanıcılarının eğitim seviyeleri düşüktür. Yetiştiricilerin çoğu ilkökul mezunudur. Eğitim seviyesinin yükseltilmesi hayvancılıktan elde edilen gelirin de artmasına neden olacaktır. Eğitim seviyesi yüksek, kolay iletişim kurulabilir, yaptıkları ile diğer yetiştiricilere örnek olabilecek gençlerin projelerde daha fazla yer almaları sağlanmalıdır. (b) Bölgedeki meraların nitelik ve niceliği genellikle sığırlar için uygun değildir. Bu nedenle kaba yem kalitesi önemlidir, Kaba yem olarak saman yerine kuru ot ve silaj kullanımı yararlı olacaktır. (c) Bu tip projelerin başarısı için bölge gerçeklerine uygun olan tür ve ırktan hayvanlar yetiştiricilere dağıtılmalıdır. Zayıf mera karakterine sahip bölgelere sığır yerine koyun verilmesi daha isabetli olacaktır. (d) Özellikle sığır dağıtımında gebe hayvanlar tercih edilmelidir. Hayvanlar doğum yaptıktan sonra yapay tohumlama için kızgınlık takibi konusunda yetiştiricilerin eğitilmesi önemlidir. (e)

Aynı şekilde hayvan dağıtımını yapılacak yetiştiriciler bakım ve besleme konusunda da eğitilmeli ve bundan sonra projeye dahil edilmelidirler. (f) Bu tip projelerde hayvan verilen yetiştiricilere en az 1 yıl yem ve veterinerlik hizmeti desteği sağlanması projelerin sürdürülebilirliği açısından yararlı olacaktır. (g) Bu tip projelerde başarı doğru hayvanların doğru insanlara verilmesi ile gelecektir. Yani nitelikli hayvanlar yeterli eğitim almış, hayvan bakıcılığı konusunda tecrübeli insanlara verilmelidir.

## TEŞEKKÜR

Yazarlar Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Komisyonuna (Proje no: 18.YL.037) maddi desteklerinden dolayı teşekkür ederler. Bu çalışma "Kırsal kalkınma destekleri kapsamındaki genç çiftçi ruminant hayvancılık projelerinin verimliliğinin araştırılması" başlıklı yüksek lisans tezinden hazırlanmıştır.

## 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

- Aksoy A, Yavuz F 2008. Hayvancılık İşletmelerinin Avrupa Birliğine Uyumu ve Rekabet Edebilirliği; Doğu Anadolu Örneği. Tarım Ekonomisi Dergisi 14(1): 37-45.
- Anonim 2019. Hayvansal Üretim <http://www.tuik.gov.tr/UstMenu.do?metod=temelist> (Erişim Tarihi: 27.02.2020)
- Aydın MK, Keskin M 2018. Muğla İlinde Küçükbaş Hayvan Yetiştiriciliğinin Yapısal Özellikleri. Mediterranean Agricultural Sciences 31(3): 317-323.
- Aydın MK, Keskin M 2019. Muğla İlinde Süt Sığırcılığı Yetiştiriciliğinin Mevcut Durumu, Bazı Verim ve Yapısal Özellikleri. Lalahan Hayvancılık Araştırma Enstitüsü Dergisi 59(2): 57-63
- Bebek DT, Keskin M 2018. Mersin İlinde Koyun Yetiştiriciliğinin Mevcut Durumu Bazı Verim ve Yapısal Özellikleri. Mustafa Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi 23(2): 315-329.
- Bilginturan S 2008. Burdur İli Damızlık Koyun ve Keçi Yetiştiriciler Birliği Üyesi İşletmelerin Yapısal Özellikleri ve Sorunları Üzerine Bir Araştırma. Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Zootekni Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, 53 sy.
- Dayan YA 2007. Norduz Koyunu Yetiştiriciliği Yapılan Kimi İşletmelerin Yapısal Özellikleri. Yüzcüncü Yıl

- Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Zootekni Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, 49 sy.
- Direk M, Öztürk A, Boztepe S 2000. Konya İlindeki Koyunculuk İşletmelerinin Yapısal Özellikleri. Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi 14(21): 49-58.
- Elmaz Ö, Ağaoğlu ÖK, Akbaş AA, Saatçi M, Çolak M, Metin MÖ 2014. The current situation of small ruminant enterprises of Burdur province. Eurasian Journal of Veterinary Science 30(2): 95-101.
- Ersoy K 1994. Bursa İli Merkez İlçede Bulunan ve İthal İneklerle Çalışan İşletmelerde Bakım Besleme, Yönetim ve Ahır İçi Koşullarının Değerlendirilmesi Üzerine Bir Araştırma. Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Zootekni Anabilim Dalı, Doktora Tezi, 61 sy.
- Gül S, Örnek H 2018. Gaziantep İlinde Küçükbaş Hayvancılığın Yapısal Özellikleri: I Koyun Yetiştiriciliği. Mustafa Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi 23(2): 307-315.
- Gül S, Örnek H 2019. Gaziantep İlinde Küçükbaş Hayvancılığın Yapısal Özellikleri: II Keçi Yetiştiriciliği. Hayvansal Üretim Dergisi 60: 89-96.
- Günal R 2006. Tekirdağ İli Merkez İlçeye Bağlı Köylerde Bulunan Koyun Ağlarının Yapısal Özelliklerinin Belirlenmesi ve Geliştirilebilme Olanaklarının Araştırılması. Tekirdağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarımsal Yapılar ve Sulama Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, 78 sy.
- Hozman SB 2014. Sivas İli Damızlık Sığırcılığı Yetiştiricileri Birliğine Üye Süt Sığırcılığı İşletmelerinde Hayvan Besleme Uygulamaları. Adnan Menderes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Zootekni Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, 171 sy.
- Karademir B, Saatçi M, Karademir G 2005. Kuzey-Doğu Anadolu'da Kış Mevsimi Süresince Sağlık ve Verimle İlişkili Sığırların Bakım Koşulları. Ankara Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi 52: 39-43.
- Karakuş F, Akkol S 2013. Van İli Küçükbaş Hayvan İşletmelerinin Mevcut Durumu ve Verimliliği Etkileyen Sorunların Tespiti Üzerine Bir Araştırma. Yüzcüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi 18(1-2): 9-16.
- Kayar Y 2011. Denizli Yöresi Süt Sığırcılığı İşletmelerinde Barınakların Yapısal Yönünden Değerlendirilmesi. Adnan Menderes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarımsal Yapılar ve Sulama Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, 124 sy.
- Koyubenbe N 2005. İzmir İli Ödemiş İlçesinde Süt Sığırcılığının Geliştirilmesi Olanakları Üzerine Bir Araştırma. Hayvansal Üretim Dergisi 46(1):8-13.
- Köknaroğlu H, Demircan V, Yılmaz H, Dernek Z 2007. Besi Sığırcılığı Üretim Faaliyetinde Üreticilerin Eğitim Düzeylerinin Besi Performansı ve Karlılığa Etkisi. 5.Ulusal Zootekni Kongresi Bildirileri. 5-8 Eylül 2007, Van.

- Kum G 2006. Antalya İli Holstein Irkı Damızlık Sığır Yetiştiricileri Birliğine Üye İşletmelerin Mevcut Durumu, Besleme Alışkanlıkları ve Sorunları. Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Zootekni Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, 64 sy.
- Önal AR, Özder M 2008. Edirne İli Damızlık Sığır Yetiştiricileri Birliğine Üye İşletmelerin Yapısal Özellikleri. Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi 5(2): 197-203.
- Özçelik M 2005. Burdur İli Sığırcılığının Durumu, Sorunları Ve Avrupa Birliği Normlarında ve Organik Hayvancılık Doğrultusunda Çözüm Önerileri. I. Burdur Sempozyumu, Burdur.
- Özyürek S, Koçyiğit R, Tüzemen N 2014. Erzincan İlinde Süt Sığırcılığı Yapan İşletmelerin Yapısal Özellikleri: Çayırılı İlçesi Örneği. Journal Of Tekirdag Agricultural Faculty 11(3): 19-26.
- Savaş S, Yenice G 2016. Rize İlinde Yapılan Süt Sığırcılığının Mevcut Durumunun Araştırılması. Atatürk Üniversitesi Veteriner Bilimleri Dergisi 11(1):74-83.
- Tilki M, Sarı M, Aydın E, Işık S, Aksoy AR 2013. Kars İli Sığır İşletmelerinde Barınakların Mevcut Durumu ve Yetiştirici Talepleri: I. Mevcut Durum. Kafkas Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi 19(1): 109-116.
- Tölu C, Daş G, Yurdabak S, Uğur F, Konyalı A, Savaş T, Aktürk D, Türkan H 2007. Türkiye'nin Önemli Hayvancılık Bölgelerinden Biga Koyuncululuğuna Genel Bir Bakış. V. Zootekni Bilim Kongresi. 5-8 Eylül 2007, Van.
- Tugay A 2004. Giresun Yöresindeki Süt Sığırcılığı İşletmelerinin Genel Değerlendirmesi. Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Zootekni Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, 89 sy..



## Effects of Some Heavy Metals on Germination and Seedling Growth of Sorghum

Esra Nermin ERTEKİN<sup>1</sup>, İbrahim ERTEKİN<sup>2</sup>, Mehmet BİLGEN<sup>3\*</sup>

1,3Akdeniz Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, Antalya, Türkiye, 2Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, Hatay, Türkiye

<sup>1</sup><https://orcid.org/0000-0002-5397-2239>, <sup>2</sup><https://orcid.org/0000-0003-1393-8084>, <sup>3</sup><https://orcid.org/0000-0001-5671-2021>

✉: bilgen@akdeniz.edu.tr

### ABSTRACT

Heavy metal contamination in soils can adversely affect seed germination and seedling growth of most plants. This research was conducted to determine the effects of different doses (0, 100, 200, 400 and 800 mg L<sup>-1</sup>) of Ni (nickel), Cd (cadmium), Pb (lead), Cr (chromium) and Hg (mercury) on seed germination and seedling growth of sorghum. The study was conducted in laboratory conditions at the Agricultural Faculty of Akdeniz University in 2017. Sorghum cv. N48×Early Sumac was used as the plant material. In the research, germination rate (GR), relative germination index (RGI), mean germination time (MGT), relative vigor index (RVI), relative root length (RRL), relative shoot length (RSL), root fresh weight (RFW) and shoot fresh weight (SFW) were measured during germination and seedling growth to determine the effects of heavy metals. The results showed that both germination and seedling growth properties were adversely affected by heavy metals. In addition, while the negative effect of cadmium on germination properties was limited, it had serious negative effects on seedling characteristics of sorghum. Increasing heavy metal doses adversely affected all investigated properties. In conclusion, all heavy metals including Hg and Cd had negative effect on germination and seedling growth of sorghum in the study.

### Araştırma Makalesi

#### Makale Tarihi

Geliş Tarihi : 18.04.2020

Kabul Tarihi : 22.06.2020

#### Anahtar Kelimeler

Heavy metal

Germination

Seedling growth

Sorghum

Environment

## Sorgumun Çimlenme ve Fide Gelişimi Üzerine Bazı Ağır Metallerin Etkisi

### ÖZET

Topraklarda ağır metal kirlenmesi çoğu bitkinin tohum çimlenmesini ve fide gelişimini olumsuz etkileyebilir. Bu araştırma, Ni (nikel), Cd (kadmiyum), Pb (kurşun), Cr (krom) ve Hg (civa)'nın farklı dozlarının (0, 100, 200, 400 and 800 mg L<sup>-1</sup>) sorgumun çimlenme ve fide gelişimi üzerine etkilerini belirlemek amacıyla yürütülmüştür. Araştırma, 2017 yılında Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi'nde laboratuvar koşullarında yürütülmüştür. N48×Early Sumac sorgum çeşidi bitki materyali olarak kullanılmıştır. Bu çalışmada ağır metallerin etkisini belirlemek için çimlenme oranı (ÇO), nispi çimlenme indeksi (NÇİ), ortalama çimlenme süresi (OÇS), nispi canlılık indeksi (NCİ), nispi kök uzunluğu (NKU), nispi sap uzunluğu (NSU), kök yaş ağırlığı (KYA) ve sap yaş ağırlığı (SYA) özellikleri incelenmiştir. Araştırma sonuçları ağır metallerin hem çimlenme hem de fide özelliklerini olumsuz etkilediğini göstermiştir. Ayrıca, kadmiyumun çimlenme özellikleri üzerine olumsuz etkisi sınırlı düzeydeyken, fide özellikleri üzerinde ciddi olumsuz etkileri olmuştur. Ağır metal dozlarındaki artış da incelenen özellikleri olumsuz etkilemiştir. Sonuçta, bu çalışmada kullanılan ağır metallerin sorgumun incelenen özellikler üzerinde olumsuz etkiye sahip olmakla birlikte, özellikle Hg ve Cd diğerlerinden daha fazla olumsuz etkiye neden olmuştur.

### Research Article

#### Article History

Received : 18.04.2020

Accepted : 22.06.2020

#### Keywords

Ağır metal

Çimlenme

Fide gelişimi

Sorghum

Çevre

## INTRODUCTION

Heavy metals are regularly released into the biosphere by volcanoes, natural precipitations, and industrial activities such as mining, burning fossil fuels (Munzuroglu and Geckil, 2002; Shafiq et al., 2008). Heavy metals are toxicity for human, animal and plant health (Järup, 2003; Azevedo and Lea, 2005). The adjacencies of Turkey has been contaminated swiftly since two decades because of various of pollutants such as fossil fuels, agricultural fertilizers and pesticides, energy plants and factories related to heavy metals affecting of plant germination and growth. The intense accumulation of heavy metals in nature is becoming increasingly problematic for all types of organisms, especially plants. Heavy metals are the major abiotic stress factors causing stress on the plant (Akar and Atis, 2018).

Lead, cadmium, mercury, chromium and nickel are very important for plant life (Sharma and Dubey, 2005; Rahman et al., 2005; Zhou et al., 2007; Guo et al., 2008; Subrahmanyam, 2008). Lead is one of the most common elements in the soil and have been reported to limit germination of some plants (Nakos, 1979; Morzck and Funicli, 1982). Mercury is one of the most toxic elements for all organisms. Mercury toxicity causes wounds and physiological disorders on plants (Zhou et al., 2007). Plants grown on soils with high cadmium levels may have visible symptoms (such as chlorosis, decreasing root and stem growth and high doses can cause even death) (Mohanpuria et al., 2007). Although some plants are unaffected by the low level of

chromium and nickel, many plants adversely affect due to high chromium and nickel levels (Huffman and Allaway, 1973; Davies et al., 2002; Rahman et al., 2005).

To provide for sufficient germination in seedbed in the cultured fields, the adequate attention should be given after seed sowing (Almansouri et al., 2001). Therefore, knowing the effect of plant species on germination and seedling forming ability of heavy metals existing in germination environment is very important at this point (Akar and Atis, 2019). Sorghum that is commonly cultivated in arid and semi-arid areas to meet nutritional needs for livestock production in Turkey was choose as plant material. Sorghum is extensively grown as a forage crops and becoming increasingly importance in many regions of the world (Miron et al., 2006; Yosef et al., 2009; Atis et al., 2012) This study was carried out to determine effects of some heavy metals on germination and seedling growth of sorghum.

## MATERIAL and METHODS

The research was conducted in laboratory c in the Field Crops Department of the Akdeniz University Faculty of Agriculture. The seeds of sorghum (*Sorghum bicolor* (L.) Moench.) were used as plant material. Five different heavy metals (Lead (Pb), Mercury (Hg), Cadmium (Cd), Chromium (Cr) and Nickel (Ni)) were used as stress factor during germination and seedling growth. Knowledge about plant material and heavy metals were given in Table 1.

Table 1. Knowledge about plant material and heavy metals.

Çizelge 1. Bitki materyali ve ağır metaller hakkında bilgiler.

Plant ( <i>Bitki</i> )	Cultivar ( <i>Çeşit</i> )	Registered institutions or organizations ( <i>Kayıt ettiren kuruluş</i> )
Sorghum ( <i>Sorghum bicolor</i> (L.) Moench.)	N48×Early Sumac	West Mediterranean Agricultural Research Institute
Heavy metals / Compound Formulas ( <i>Ağır metaller / Bileşik formülleri</i> )	Molecular Weight g mol <sup>-1</sup> ( <i>Moleküler ağırlığı</i> )	Manufacturers ( <i>Üreticiler</i> )
Lead / Pb(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	331.2	Riedel
Mercury / Hg(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> ×H <sub>2</sub> O	342.62	Merck
Cadmium / Cd(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> ×4H <sub>2</sub> O	308.49	Panreae
Chromium / Cr(NO <sub>3</sub> ) <sub>3</sub> ×9H <sub>2</sub> O	400.15	Merck
Nickel / Ni(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> ×6H <sub>2</sub> O	290.81	Merck

## Seed Germination

Seeds were sterilized with 5% H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> for 3 min and rinsed five times with sterilized and distilled water. Thirty seeds had uniform size were selected and sown evenly in each petri dish (9 cm diameter) filled with two layers of filter papers. 8 ml of the stock solution prepared in doses of 100, 200, 400, 800 mg L<sup>-1</sup> of heavy metals (previously prepared as 1 L stock solution) and distilled water was used as a control treatment. Each treatment had three replicates. During the seed germination stage, the petri dishes were covered with

parafilm to avoid moisture loss. All the petri dishes were placed in an incubator. Germination and seedling growth period of sorghum were maintained for 10 days with 30 ± 1 °C in 12 h light/12 h dark photoperiod under 70% relative humidity (Ertekin et al., 2017; Ertekin et al., 2018).

## Germination Test and Germination Index Determination

Seeds were considered germinated when emerging radicle elongated over than 2 mm. The germinated



seeds were counted daily from the beginning to finishing of germination. Then, the root length (RL) and shoot length (SL) of thirteen seedlings in each petri dish were measured. The inhibition rate of root or shoot elongation was calculated according to the method described by Soudek et al. (2010). Germination rate (GR) was measured according to Wang et al. (2011). Germination percentages were defined when the mean daily germination reached its peak (Hossain et al., 2005). The GI and VI were expressed by using relative values to compare the differences among the treatments under heavy metal stress. Germination index (GI) and vigor index (VI) were calculated using methods described by Amooaghaie and Nikzad (2013) and Li et al. (2007), respectively. Mean germination time (MGT) was calculated using method reported by Ellis and Roberts (1981). RL and SL were measured by using a ruler. RL and SL was calculated as relative values. All those parameters were calculated by the following equations germination rate (GR), relative germination index (RGI), relative vigor index (RVI), relative root length (RRL) and relative shoot length (RSL). It was also evaluated root fresh weight (RFW) and shoot fresh weight (SFW). The formulas used this study were given below.

$$GR (\%) = \frac{\text{number of germinating seeds}}{\text{total seeds in each petri dishes}} \quad (1)$$

$$MGT (\text{day}) = \frac{\sum D \times n}{\sum n} \quad (2)$$

here, D is the days counted from the beginning of the germination test. n is the number of seeds germinated

on D day

$$RGI (\%) = \frac{GI_{\text{heavy metals}}}{GI_{\text{control}}} \times 100 \quad (3)$$

here,  $GI = \sum Gt / Dt$  here, Gt is the number of germinated seeds in t days; Dt is the number of corresponding germination days

$$RVI (\%) = \frac{VI_{\text{heavy metals}}}{VI_{\text{control}}} \times 100 \quad (4)$$

here,  $VI = GI \times S$  here, S means shoot length.

$$RRL \text{ or } RSL (\%) = \frac{\text{root or shoot length}_{\text{heavy metals}}}{\text{root or shoot length}_{\text{control}}} \times 100 \quad (5)$$

### Statistical Analysis

Data were stated as the means of three replications. Statistical analyses were performed using SAS JMP Statistical Package Version 13.0. Data under different heavy metals were subjected to a one-way analysis of variance (ANOVA). The means and interactions were considered significant when  $P < 0.05$ . Differences analyses of groups were subjected to one-way ANOVA according to Tukey's multiple range test.

### RESULTS and DISCUSSION

F values of investigated properties obtained was given in Table 2. As seen in Table 2, treatments significantly affected the observed most of parameters of sorghum. The effect of heavy metals on SFW was significant at the  $p < 0.01$  while the effect of heavy metals on GR was not significant. All other parameters examined were affected at the significance level of 0.001 by experimental factors and interactions.

Table 2. F values of investigated all features in this research

Çizelge 2. Bu çalışmada incelenen tüm özelliklerin F değerleri

Source of Variance (Varyasyon Kaynağı)	GR	RGI	MGT	RVI	RRL	RSL	SFW	RFW
Heavy Metals (Ağır Metaller)	2.2 n.s.	55.2***	23.8***	29.5***	98.4***	26.8***	7.8**	20.7***
Doses (Dozlar)	6.4***	16.8***	12.4***	37.5***	238.5***	36.6***	37.7***	120.8***
Heavy Metals × Doses (Ağır Metaller x Dozlar)	4.2***	8.5***	4.0***	5.8***	13.0***	5.8***	7.3***	9.9***

\*\*\*:  $P < 0.001$  \*\*:  $P < 0.01$  \*:  $P < 0.05$  n.s.: not significant (önemli değil)

GR values obtained in the research were given in Table 3. GR values were ranged 75.8% to 97.5% in term of heavy metal kinds. RGR value of Hg was lower than those of Cd, Pb and Cr. Also, RGR values of Hg and Ni were statistically similar. GR values were determined as 95.0%, 88.3%, 88.3%, 89.2% and 91.7% depending on the increasing doses (respectively for 0, 100, 200, 400 and 800 mg L<sup>-1</sup>). A continuous decrease in the GR due to increased heavy metal doses was observed. Although, GR determined at control was statistically similar with doses of 100, 200, 400 mg L<sup>-1</sup>. The GR determined at doses of 400 and 800 mg l<sup>-1</sup> were statistically not different from each other. The lowest GR for interactions was obtained from Hg×800 mg L<sup>-1</sup>, while the highest value was found in Hg×Control mg L<sup>-1</sup>.

When the interactions were evaluated overall, the

highest effect on sorghum germination rate was Hg heavy metal. As a result of the application of Pb to the sorghum plant during germination stage, it was reported that the germination rate decreased due to increasing lead doses (Güvercin, 2017). In another study, Ayhan et al. (2007) reported that there was no significant change in the germination rates of maize cultivars due to the increase of cadmium and lead doses at the germination stage.

Means of RGI obtained were given in Table 4. The interaction values ranged from 58.1 to 107.3. While the heavy metal average values for RGI ranged from 82.7 to 101.3, the dose averages ranged from 86.1 to 100.0. The lowest RGI in terms of interactions was obtained from Hg×800 mg L<sup>-1</sup>, while the highest was achieved in Cd×200 mg L<sup>-1</sup> treatment. He et al., 2014 reported that the germination index under cadmium stress

significantly restricted at 100 µM compared to control. In a study in which twenty-one commercial Italian ryegrass cultivars were examined under cadmium toxicity, it was reported that the relative germination index decreased due to increasing cadmium doses

(Fang et al., 2017). As the doses increased from 0, 2.5 to 5 g L<sup>-1</sup>, Cd, Cr and Pb heavy metals decreased the germination index of the turnip plant (Siddiqui et al., 2014).

Table 3. Effects of different heavy metals and doses on GR of sorghum

*Çizelge 3. Sorgumun çimlenme oranı üzerine farklı ağır metallerin etkisi*

Heavy Metals ( <i>Ağır Metaller</i> )	Heavy Metal Doses ( <i>Ağır Metal Dozları</i> ) (mg L <sup>-1</sup> )					Heavy Metals Avg. ( <i>Ağır Metaller Ort.</i> )
	Control ( <i>Kontrol</i> )	100	200	400	800	
Ni	95.0 <sup>a</sup>	88.3 <sup>abcd</sup>	88.3 <sup>abcd</sup>	89.2 <sup>abcd</sup>	91.7 <sup>abc</sup>	90.5
Cd	88.3 <sup>abcd</sup>	89.2 <sup>abcd</sup>	92.5 <sup>ab</sup>	91.7 <sup>abc</sup>	78.3 <sup>cd</sup>	88.0
Pb	95.0 <sup>a</sup>	88.3 <sup>abcd</sup>	90.8 <sup>abc</sup>	94.2 <sup>ab</sup>	93.3 <sup>ab</sup>	92.3
Cr	90.8 <sup>abc</sup>	90.8 <sup>abc</sup>	89.2 <sup>abcd</sup>	90.8 <sup>abc</sup>	89.2 <sup>abcd</sup>	90.2
Hg	97.5 <sup>a</sup>	94.2 <sup>ab</sup>	95.8 <sup>a</sup>	80.8 <sup>bcd</sup>	75.8 <sup>d</sup>	88.8
Dose Avg. ( <i>Dozlar Ort.</i> )	93.3 <sup>A</sup>	90.2 <sup>A</sup>	91.3 <sup>A</sup>	89.3 <sup>AB</sup>	85.7 <sup>B</sup>	

Ni, nickel; Cd, cadmium; Pb, lead; Cr, chromium; Hg, mercury

AB and abcd Mean in the same row or column with different superscript letters differ significantly from each other (p<0.05).

Table 4. Effects of different heavy metals and doses on RGI of Sorghum plant

*Çizelge 4. Sorgumun nispi çimlenme indeksi üzerine farklı ağır metallerin etkisi*

Heavy Metals ( <i>Ağır Metaller</i> )	Heavy Metal Doses ( <i>Ağır Metal Dozları</i> ) (mg L <sup>-1</sup> )					Heavy Metals Avg. ( <i>Ağır Metaller Ort.</i> )
	Control ( <i>Kontrol</i> )	100	200	400	800	
Ni	100.0 <sup>ab</sup>	92.1 <sup>ab</sup>	92.7 <sup>ab</sup>	94.0 <sup>ab</sup>	95.3 <sup>ab</sup>	94.8 <sup>C</sup>
Cd	100.0 <sup>ab</sup>	104.1 <sup>a</sup>	107.3 <sup>a</sup>	102.3 <sup>a</sup>	83.6 <sup>b</sup>	99.4 <sup>A</sup>
Pb	100.0 <sup>ab</sup>	94.7 <sup>ab</sup>	96.8 <sup>ab</sup>	99.2 <sup>ab</sup>	93.5 <sup>ab</sup>	96.8 <sup>AB</sup>
Cr	100.0 <sup>ab</sup>	101.8 <sup>a</sup>	101.0 <sup>a</sup>	103.6 <sup>a</sup>	100.0 <sup>ab</sup>	101.3 <sup>A</sup>
Hg	100.0 <sup>ab</sup>	93.3 <sup>ab</sup>	97.3 <sup>ab</sup>	64.9 <sup>c</sup>	58.1 <sup>c</sup>	82.7 <sup>D</sup>
Dose Avg. ( <i>Dozlar Ort.</i> )	100.0 <sup>A</sup>	97.2 <sup>AB</sup>	99.0 <sup>A</sup>	92.8 <sup>B</sup>	86.1 <sup>C</sup>	

Ni, nickel; Cd, cadmium; Pb, lead; Cr, chromium; Hg, mercury

ABC and abc Mean in the same row or column with different superscript letters differ significantly from each other (p<0.05).

MGT values were given in Table 5. MGT interaction values ranged from 1.0 to 1.7 day, while the heavy metal and dose average ranged from 1.0 to 1.4 and from 1.1 to 1.3 day, respectively. The highest value for interactions was obtained from Hg×800 mg L<sup>-1</sup>, but the lowest value was obtained from Cr×200 mg L<sup>-1</sup> treatment. Especially as the Hg dose increased, MGT of sorghum plant during germination stage significantly increased. Akinci and Akinci (2011) found

that the MGT in spinach extended with increasing nickel dose from 0 to 800 mg L<sup>-1</sup>. In addition, Akar and Atis (2018) reported that the effect of nickel on MGT of perennial ryegrass was more pronounced than cadmium. Akinci and Çalışkan (2010) reported that as the lead dose increased from 0 to 800 mg L<sup>-1</sup>, mean germination times of pepper, eggplant, cucumber, pumpkin, watermelon, melon, okra and bean extended. Ahmad et al. (2013) reported that MGT of wheat plant under lead stress during germination stage increased.

Table 5. Effects of different heavy metals and doses on MGT of Sorghum plant

*Çizelge 5. Sorgumun ortalama çimlenme süresi üzerine farklı ağır metallerin etkisi*

Heavy Metals ( <i>Ağır Metaller</i> )	Heavy Metal Doses ( <i>Ağır Metal Dozları</i> ) (mg L <sup>-1</sup> )					Heavy Metals Avg. ( <i>Ağır Metaller Ort.</i> )
	Control ( <i>Kontrol</i> )	100	200	400	800	
Ni	1.1 <sup>cde</sup>	1.2 <sup>cde</sup>	1.1 <sup>cde</sup>	1.1 <sup>cde</sup>	1.1 <sup>cde</sup>	1.1 <sup>BC</sup>
Cd	1.2 <sup>cde</sup>	1.1 <sup>cde</sup>	1.1 <sup>cde</sup>	1.3 <sup>bcde</sup>	1.3 <sup>bcd</sup>	1.2 <sup>B</sup>
Pb	1.2 <sup>cde</sup>	1.1 <sup>cde</sup>	1.1 <sup>cde</sup>	1.2 <sup>cde</sup>	1.4 <sup>bc</sup>	1.2 <sup>B</sup>
Cr	1.1 <sup>cde</sup>	1.1 <sup>cde</sup>	1.0 <sup>e</sup>	1.0 <sup>de</sup>	1.1 <sup>cde</sup>	1.0 <sup>C</sup>
Hg	1.1 <sup>cde</sup>	1.2 <sup>cde</sup>	1.2 <sup>cde</sup>	1.6 <sup>ab</sup>	1.7 <sup>a</sup>	1.4 <sup>A</sup>
Dose Avg. ( <i>Dozlar Ort.</i> )	1.1 <sup>BC</sup>	1.1 <sup>BC</sup>	1.1 <sup>C</sup>	1.2 <sup>AB</sup>	1.3 <sup>A</sup>	

Ni, nickel; Cd, cadmium; Pb, lead; Cr, chromium; Hg, mercury

ABC and abcde Mean in the same row or column with different superscript letters differ significantly from each other (p<0.05).

Means of RVI were given in Table 6. The averages of heavy metal ranged from 58.2 to 93.4 while the averages of dose ranged from 48.0 to 100.0 %. The

interaction values ranged from 12.3 to 103.7. When the values were evaluated overall, RVI of Hg and Cd was lower than other heavy metals. Kabir et al. (2008)

reported that as the Pb and Cd dose increased, RGI of *Thespesia populnea* L. decreased. Farooqi et al. (2009) reported that Pb and Cd decreased seed vigor index in *Albizia lebbek* (L.) Benth. It was also reported that as the Pb and Cd concentration increased, the seed vigor of wheat, safflower and canola plants decreased (Moosavi et al., 2012).

Means of RRL were given in Table 7. Means of heavy metal average ranged from 33.7 to 84.1 % while the means of dose average ranged from 19.2 to 100.0 %. The means of interaction ranged from 2.2 to 100.0 %.

The highest value of interactions was obtained from Pb×100 mg L<sup>-1</sup> treatment (102.7 %) whereas the lowest was found in Cd×800 mg L<sup>-1</sup>. When the interaction values were evaluated overall, Cd, Hg and Ni heavy metals had more negative effects on RRL than others. Similar to our findings, the negative effects of heavy metals on root growth have been reported by other researchers (Mishra and Choudhuri, 1998; Peralta et al., 2001; Verma and Dubey, 2003; Dabhi et al., 2005; Şahin and Kiran, 2005; Gyawali and Lekhak, 2006; Ayhan et al., 2007; He et al., 2014; Muhammad et al., 2015; Gedik et al., 2015; Akar and Atış, 2019).

Table 6. Effects of different heavy metals and doses on RVI of sorghum plant  
*Çizelge 6. Sorgumun canlılık indeksi oranı üzerine farklı ağır metallerin etkisi*

Heavy Metals (Ağır Metaller)	Heavy Metal Doses (Ağır Metal Dozları) (mg L <sup>-1</sup> )					Heavy Metals Avg. (Ağır Metaller Ort.)
	Control (Kontrol)	100	200	400	800	
Ni	100.0 <sup>a</sup>	94.6 <sup>a</sup>	78.1 <sup>abc</sup>	68.9 <sup>abc</sup>	41.3 <sup>bcde</sup>	76.6 <sup>B</sup>
Cd	100.0 <sup>a</sup>	75.7 <sup>abc</sup>	63.3 <sup>abcd</sup>	39.6 <sup>cde</sup>	12.3 <sup>e</sup>	58.2 <sup>C</sup>
Pb	100.0 <sup>a</sup>	81.7 <sup>ab</sup>	94.4 <sup>a</sup>	98.1 <sup>a</sup>	82.3 <sup>ab</sup>	91.3 <sup>A</sup>
Cr	100.0 <sup>a</sup>	90.8 <sup>a</sup>	103.7 <sup>a</sup>	84.9 <sup>a</sup>	87.8 <sup>a</sup>	93.4 <sup>A</sup>
Hg	100.0 <sup>a</sup>	101.8 <sup>a</sup>	82.8 <sup>ab</sup>	22.5 <sup>de</sup>	16.5 <sup>e</sup>	64.7 <sup>BC</sup>
Dose Avg. (Dozlar Ort.)	100.0 <sup>A</sup>	88.9 <sup>AB</sup>	84.5 <sup>B</sup>	62.8 <sup>C</sup>	48.0 <sup>D</sup>	

Ni, nickel; Cd, cadmium; Pb, lead; Cr, chromium; Hg, mercury

ABCD and abcde Mean in the same row or column with different superscript letters differ significantly from each other (p<0.05).

Table 7. Effects of different heavy metals and doses on RRL of Sorghum plant  
*Çizelge 7. Sorgumun nispi kök uzunluğu üzerine farklı ağır metallerin etkisi*

Heavy Metals (Ağır Metaller)	Heavy Metal Doses (Ağır Metal Dozları) (mg L <sup>-1</sup> )					Heavy Metals Avg. (Ağır Metaller Ort.)
	Control (Kontrol)	100	200	400	800	
Ni	100.0 <sup>ab</sup>	66.3 <sup>cde</sup>	34.4 <sup>gh</sup>	9.7 <sup>i</sup>	4.3 <sup>i</sup>	42.9 <sup>B</sup>
Cd	100.0 <sup>ab</sup>	41.9 <sup>efgh</sup>	19.9 <sup>hi</sup>	4.4 <sup>i</sup>	2.2 <sup>i</sup>	33.7 <sup>B</sup>
Pb	100.0 <sup>ab</sup>	102.7 <sup>a</sup>	77.7 <sup>bcd</sup>	79.1 <sup>abcd</sup>	26.0 <sup>ghi</sup>	77.0 <sup>A</sup>
Cr	100.0 <sup>ab</sup>	91.5 <sup>ab</sup>	87.3 <sup>abc</sup>	82.0 <sup>abcd</sup>	59.5 <sup>def</sup>	84.1 <sup>A</sup>
Hg	100.0 <sup>ab</sup>	50.5 <sup>efg</sup>	35.5 <sup>fgh</sup>	7.3 <sup>i</sup>	4.3 <sup>i</sup>	39.5 <sup>B</sup>
Dose Avg. (Dozlar Ort.)	100.0 <sup>A</sup>	70.6 <sup>B</sup>	50.8 <sup>C</sup>	36.5 <sup>D</sup>	19.2 <sup>E</sup>	

Ni, nickel; Cd, cadmium; Pb, lead; Cr, chromium; Hg, mercury

ABCDE and abcdefghi Mean in the same row or column with different superscript letters differ significantly from each other (p<0.05).

Means of RSL were given in Table 8. The heavy metal averages of RSL ranged from 57.0 to 92.0 % while the dose averages ranged from 52.3 to 100.0 %. Interaction values ranged from 14.8 to 109.8 %. When the interaction values were evaluated overall, Cd had more negative effects on RSL than others. Many studies on different heavy metals during germination stage and seedling growth were reported that as the heavy metal concentrations increased, shoot length of studied plants decreased (Beri and Setia, 1995; Mishra and Choudhuri, 1998; Peralta et al., 2001; Verma and Dubey, 2003; Dabhi et al., 2005; Gyawali and Lekhak, 2006; Ayhan et al., 2007).

Means of SFW obtained from this study were given in Table 9. The heavy metal averages ranged from 30.2 to 39.0 mg plantlet<sup>-1</sup> while the dose averages ranged from 22.6 to 41.6 mg plantlet<sup>-1</sup>. The means of interactions ranged from 8.4 to 47.6 mg plantlet<sup>-1</sup>. When the

interaction values were evaluated overall, Cd was more restricted to SFW of sorghum than other heavy metals. It was reported that some heavy metals had adverse effects on shoot fresh weight of maize, fenugreek and rice plants (Dabhi et al., 2005; Gyawali and Lekhak 2006; Ayçiçek et al., 2008). Means of RFW were given in Table 10. The heavy metal averages ranged from 4.7 to 8.4 mg plantlet<sup>-1</sup> while the dose averages ranged from 2.4 to 10.4 mg plantlet<sup>-1</sup>. The means of interaction ranged from 1.0 to 14.5 mg plantlet<sup>-1</sup>. When the interaction values were evaluated overall, the 400 and 800 mg L<sup>-1</sup> doses of Cd, Ni and Hg seriously reduced root fresh weight. The effect of Pb and Cr on root fresh weight was more limited than other heavy metals. It was reported that some heavy metals had an adverse effect on root fresh weight of maize, fenugreek and rice plants (Dabhi et al., 2005; Gyawali and Lekhak 2006; Ayçiçek et al., 2008).

Table 8. Effects of different heavy metals and doses on RSL of Sorghum plant

*Çizelge 8. Sorgumun nispi sap uzunluğu üzerine farklı ağır metallerin etkisi*

Heavy Metals ( <i>Ağır Metaller</i> )	Heavy Metal Doses ( <i>Ağır Metal Dozları</i> ) (mg L <sup>-1</sup> )					Heavy Metals Avg. ( <i>Ağır Metaller Ort.</i> )
	Control ( <i>Kontrol</i> )	100	200	400	800	
Ni	100.0 <sup>a</sup>	102.6 <sup>a</sup>	84.3 <sup>ab</sup>	73.2 <sup>abcd</sup>	43.1 <sup>cdef</sup>	80.6 <sup>BC</sup>
Cd	100.0 <sup>a</sup>	72.5 <sup>abcd</sup>	58.7 <sup>bcde</sup>	38.9 <sup>def</sup>	14.8 <sup>f</sup>	57.0 <sup>D</sup>
Pb	100.0 <sup>a</sup>	86.9 <sup>ab</sup>	98.2 <sup>a</sup>	99.4 <sup>a</sup>	87.9 <sup>ab</sup>	94.5 <sup>A</sup>
Cr	100.0 <sup>a</sup>	88.8 <sup>ab</sup>	102.4 <sup>a</sup>	81.5 <sup>abc</sup>	87.1 <sup>ab</sup>	92.0 <sup>AB</sup>
Hg	100.0 <sup>a</sup>	109.8 <sup>a</sup>	85.6 <sup>ab</sup>	34.6 <sup>def</sup>	28.5 <sup>ef</sup>	71.7 <sup>C</sup>
Dose Avg. ( <i>Dozlar Ort.</i> )	100.0 <sup>A</sup>	92.1 <sup>AB</sup>	85.8 <sup>B</sup>	65.5 <sup>C</sup>	52.3 <sup>D</sup>	

Ni, nickel; Cd, cadmium; Pb, lead; Cr, chromium; Hg, mercury

ABCD and abcdef Mean in the same row or column with different superscript letters differ significantly from each other (p<0.05).

Table 9. Effects of different heavy metals and doses on SFW of Sorghum plant

*Çizelge 9. Sorgumun sap yaş ağırlığı üzerine farklı ağır metallerin etkisi*

Heavy Metals ( <i>Ağır Metaller</i> )	Heavy Metal Doses ( <i>Ağır Metal Dozları</i> ) (mg L <sup>-1</sup> )					Heavy Metals Avg. ( <i>Ağır Metaller Ort.</i> )
	Control ( <i>Kontrol</i> )	100	200	400	800	
Ni	39.2 <sup>ab</sup>	47.6 <sup>a</sup>	42.2 <sup>ab</sup>	32.0 <sup>abcde</sup>	17.3 <sup>efg</sup>	36.7 <sup>AB</sup>
Cd	47.0 <sup>a</sup>	42.2 <sup>ab</sup>	34.3 <sup>abcd</sup>	20.4 <sup>cefg</sup>	8.4 <sup>g</sup>	30.5 <sup>B</sup>
Pb	39.6 <sup>ab</sup>	35.7 <sup>abcd</sup>	40.8 <sup>ab</sup>	43.8 <sup>ab</sup>	33.9 <sup>abcd</sup>	38.7 <sup>A</sup>
Cr	41.6 <sup>ab</sup>	36.8 <sup>abc</sup>	41.2 <sup>ab</sup>	37.3 <sup>ab</sup>	37.9 <sup>ab</sup>	39.0 <sup>A</sup>
Hg	30.4 <sup>abcdef</sup>	46.0 <sup>a</sup>	37.2 <sup>ab</sup>	21.5 <sup>cefg</sup>	15.5 <sup>fg</sup>	30.2 <sup>B</sup>
Dose Avg. ( <i>Dozlar Ort.</i> )	39.5 <sup>A</sup>	41.6 <sup>A</sup>	39.2 <sup>A</sup>	31.0 <sup>B</sup>	22.6 <sup>C</sup>	

Ni, nickel; Cd, cadmium; Pb, lead; Cr, chromium; Hg, mercury

ABC and abcdefg Mean in the same row or column with different superscript letters differ significantly from each other (p<0.05).

Table 10. Effects of different heavy metals and doses on RFW of Sorghum plant

*Çizelge 10. Sorgumun kök yaş ağırlığı üzerine farklı ağır metallerin etkisi*

Heavy Metals ( <i>Ağır Metaller</i> )	Heavy Metal Doses ( <i>Ağır Metal Dozları</i> ) (mg L <sup>-1</sup> )					Heavy Metals Avg. ( <i>Ağır Metaller Ort.</i> )
	Control ( <i>Kontrol</i> )	100	200	400	800	
Ni	9.9 <sup>b</sup>	7.7 <sup>bcde</sup>	5.9 <sup>cde</sup>	1.0 <sup>f</sup>	1.0 <sup>f</sup>	5.1 <sup>C</sup>
Cd	14.5 <sup>a</sup>	8.2 <sup>bcde</sup>	5.6 <sup>de</sup>	1.0 <sup>f</sup>	1.0 <sup>f</sup>	6.1 <sup>BC</sup>
Pb	10.8 <sup>ab</sup>	8.9 <sup>bcd</sup>	9.1 <sup>bcd</sup>	9.0 <sup>bcd</sup>	4.4 <sup>e</sup>	8.4 <sup>A</sup>
Cr	7.4 <sup>bcde</sup>	7.0 <sup>bcde</sup>	8.2 <sup>bcde</sup>	5.7 <sup>cde</sup>	4.7 <sup>e</sup>	6.6 <sup>B</sup>
Hg	9.6 <sup>bc</sup>	7.2 <sup>bcde</sup>	6.0 <sup>cde</sup>	1.0 <sup>f</sup>	1.0 <sup>f</sup>	4.7 <sup>C</sup>
Dose Avg. ( <i>Dozlar Ort.</i> )	10.4 <sup>A</sup>	7.8 <sup>B</sup>	7.0 <sup>B</sup>	3.5 <sup>C</sup>	2.4 <sup>C</sup>	

Ni, nickel; Cd, cadmium; Pb, lead; Cr, chromium; Hg, mercury

ABC and abcdef Mean in the same row or column with different superscript letters differ significantly from each other (p<0.05).

## CONCLUSION

In conclusion, the RGR, RGI, MGT and RVI properties of sorghum seeds and RRL, RSL, RFW and SFW characteristics for seedling growth evaluated in this study adversely effected under Ni, Cd, Pb, Cr and Hg heavy metal stress during germination stage.

However, the effect of each heavy metal was different. The negative effect of Hg and Cd evaluated in this work was higher than other heavy metals.

## ACKNOWLEDGEMENT

This study was conducted as MSc thesis. It was also supported by Akdeniz University Scientific Research Projects Coordination Unit with the number of FYL-2017-2009.

## Statement of Conflict of Interest

Authors have declared no conflict of interest.

## Author's Contributions

The contribution of the authors is equal.

## REFERENCES

- Ahmad I, Akhtar MJ, Asghar HN, Zahir ZA 2013. Comparative efficacy of growth media in causing cadmium toxicity to wheat at seed germination stage. International Journal of Agriculture and Biology, 15: 517-522.
- Akar M, Atis I 2018. The effects of priming pretreatments on germination and seedling growth in perennial ryegrass exposed to heavy metal stress. Fresenius Environmental Bulletin, 27(10): 6677-6685.
- Akar M, Atiş İ 2019. Priming uygulamalarının kadmiyum ve nikel stresine maruz bırakılan kırmızı yumağın çimlenme ve fide gelişimi üzerine etkisi. Gümüşhane Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 9: 26-36.

- Akinci IE, Akinci S 2010. Effect of chromium toxicity on germination and early seedling growth in melon (*Cucumis melo* L.). African Journal of Biotechnology, 9: 4589-4594.
- Akinci İE, Çalışkan Ü 2010. Kurşunun bazı yazlık sebzelerde tohum çimlenmesi ve tolerans düzeyleri üzerine etkisi. Ekoloji, 19: 164-172.
- Almansouri M, Kinet JM, Lutts S 2001. Effect of salt and osmotic stresses on germination in durum wheat (*Triticum durum* Desf.). Plant and Soil, 231: 243-254.
- Amooaghaie R, Nikzad K 2013. The role of nitric oxide in priming-induced low-temperature tolerance in two genotypes of tomato. Seed Science Research, 23: 123-131.
- Atis I, Konuskan O, Duru M, Gozubenli H, Yilmaz S 2012. Effect of harvesting time on yield, composition and forage quality of some forage sorghum cultivars. International Journal of Agriculture and Biology, 14: 879-886.
- Ayçiçek M, Kaplan O, Yaman M 2008. Effect of cadmium on germination, seedling growth and metal contents of sunflower (*Helianthus annuus* L.). Asian Journal of Chemistry, 20: 2663-2672.
- Ayhan B, Ekmekçi Y, Tanyolaç D 2007. Erken fide evresindeki bazı mısır çeşitlerinin ağır metal (kadmiyum ve kurşun) stresine karşı dayanıklılığının araştırılması. Anadolu Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi, 8: 411-422.
- Azevedo RA, Lea PJ 2005. Toxic metals in plants. Brazilian Journal of Plant Physiology, 17: 1-1.
- Beri A, Setia RC 1995. Assessment of growth and yield in *Lens culinaris* Medic var. Massar 9-12 treated with heavy metals under N-supplied conditions. Journal of the Indian Botanical Society, 74: 293-297.
- Dabhi MS, Bhandari P, Vyas AV 2005. Chromium toxicity study in fenugreek seedlings. Emerging trends in plant physiology, Ahmdabad. pp. 14.
- Davies FT, Puryear JD, Newton RJ, Egilla JN, Grossi JAS 2002. Mycorrhizal fungi increase chromium uptake by sunflower plants: influence on tissue mineral concentration, growth, and gas exchange. Journal of Plant Nutrition, 25: 2389-2407.
- Ellis RH, Roberts EH 1981. The quantification of ageing and survival in orthodox seeds. Seed Science and Technology, 9: 373-409.
- Ertekin İ, Yılmaz Ş, Atak M, Can E 2018. Effects of different salt concentrations on the germination properties of Hungarian vetch (*Vicia pannonica* Crantz.) cultivars. Turkish Journal of Agricultural and Natural Sciences, 5: 175-179.
- Ertekin İ, Yılmaz Ş, Atak M, Can E, Çeliktaş N 2017. Tuz stresinin bazı yaygın fiğ (*Vicia sativa* L.) çeşitlerinin çimlenmesi üzerine etkileri. Mustafa Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 22: 10-18.
- Fang Z, Hu Z, Zhao H, Yang L, Ding C, Lou L, Cai Q 2017. Screening for cadmium tolerance of 21 cultivars from Italian ryegrass (*Lolium multiflorum* Lam) during germination. Grassland Science, 63: 36-45.
- Farooqi ZR, Zafar-Iqbal M, Kabir M, Shafiq M 2009. Toxic effects of lead and cadmium on germination and seedling growth of *Albizia lebbek* (L.) Benth. Pakistan Journal of Botany, 41: 27-33.
- Gedik O, Kıran Y, Şahin A 2015. Kadmiyum'un *Vicia peregrina* L. tohumlarının çimlenmesi, kök gelişimi ve kök ucu hücreleri üzerindeki mitotik etkileri. Karaelmas Science and Engineering Journal, 5: 9-15.
- Guo J, Dai X, Xu W, Ma M 2008. Over expressing GSHI and AsPCSI simultaneously increases the tolerance and accumulation of cadmium and arsenic in *Arabidopsis thaliana*. Chemosphere, 72: 1020-1026.
- Güvercin D 2017. Sorgum tohumlarında ağır metal stresi etkilerinin hafifletilmesinde bazı bitki büyüme regülatörlerinin rolü. Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 21: 886-893.
- Gyawali R, Lekhak HD 2006. Chromium tolerance of rice (*Oryza sativa* L.) cultivars from Kathmandu Valley, Nepal. Scientific World, 4: 102-108.
- He J, Ren Y, Chen X, Chen H 2014. Protective roles of nitric oxide on seed germination and seedling growth of rice (*Oryza sativa* L.) under cadmium stress. Ecotoxicology and Environmental Safety, 108: 114-119.
- Hossain M, Arefin M, Khan B, Rahman M 2005. Effects of seed treatments on germination and seedling growth attributes of horitaki (*Terminalia chebula* Retz.) in the nursery. Research Journal of Agriculture and Biological Sciences, 1: 135-141.
- Huffman EWD Jr., Allaway HW 1973. Chromium in plants: distribution in tissues, organelles, and extracts and availability of bean leaf Cr to animals. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 21: 982-986.
- Järup L 2003. Hazards of heavy metal contamination. British Medical Bulletin, 68: 167-182.
- Kabir M, Iqbal MZ, Muhammad M, Farooqi ZR 2008. Reduction in germination and seedling growth of *Thespesia populnea* L., caused by lead and cadmium treatments. Pakistan Journal of Botany, 40: 2419-2426.
- Li CX, Feng SL, Shao Y, Jiang LN, Lu XY, Hou XL 2007. Effects of arsenic on seed germination and physiological activities of wheat seedlings. Journal of Environmental Sciences, 19: 725-732.
- Miron J, Solomon R, Adin G, Nir U, Nikbachat M, Yosef E, Carmi A, Winberg ZG, Kipnis T, Zuckerman E, Ben-Ghedalia D 2006. Effects of harvest stage and re-growth on yield, composition, ensilage and in vitro digestibility of new forage sorghum varieties. Journal of the Science of Food

- and Agriculture, 86: 140–147.
- Mishra A, Choudhuri MA 1998. Amelioration of lead and mercury effects on germination and rice seedling growth by antioxidants. *Biologia Plantarum*, 41: 469-473.
- Mohanpuria P, Rana NK, Yadav SK 2007. Cadmium induced oxidative stress influence on glutathione metabolic genes of *Camella sinensis* (L.). *O Kuntze. Environ. Toxicol.*, 22: 368-374.
- Moosavi SA, Gharineh MH, Afshari RT, Ebrahimi A 2012. Effects of some heavy metals on seed germination characteristics of canola (*Brassica napus*), wheat (*Triticum aestivum*) and safflower (*Carthamus tinctorious*) to evaluate phytoremediation potential of these crops. *Journal of Agricultural Science*, 4: 11-19.
- Morzck E Jr., Funicelli NA 1982. Effect of lead and on germination of *Spartina alterniflora* Losiel. seeds at various salinities. *Environmental and Experimental Botany*, 22: 23-32.
- Muhammad ZI, Maria KS, Mohammad A, Muhammad S, Zia-Ur-Rehman F, Muhammad K 2015. Effect of mercury on seed germination and seedling growth of Mungbean (*Vigna radiata* (L.) Wilczek). *Journal of Applied Sciences and Environmental Management*, 19: 191-199.
- Munzuroglu O, Geckil H 2002. Effects of metals on seed germination, root elongation, and coleoptile and hypocotyl growth in *Triticum aestivum* and *Cucumis sativus*. *Archives of Environmental Contamination and Toxicology*, 43: 203-2013.
- Peralta JR, Gardea-Torresdey JL, Tiemann KJ, Gomez E, Arteaga S, Rascon E, Parsons JG 2001. Uptake and effects of five heavy metals on seed germination and plant growth in alfalfa (*Medicago sativa* L.). *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology*, 66: 727-734.
- Rahman H, Sabreen S, Alam S, Kawai S 2005. Effects of nickel on growth and composition of metal micronutrients in barley plants grown in nutrient solution. *Journal of Plant Nutrition*, 28: 393-404.
- Şahin A, Kiran Y 2005. The effects of the lead on the seed germination, root growth, and root tip cell mitotic divisions of *Lens culinaris* Medik. *Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 18: 17-25.
- Shafiq M, Iqbal MZ, Mohammad A 2008. Effect of lead and cadmium on germination and seedling growth of *Leucaena leucocephala*. *Journal of Applied Sciences and Environmental Management*, 12: 61-68.
- Sharma P, Dubey RS 2005. Lead toxicity in plants. *Brazilian Journal of Plant Physiology*, 17: 35-52.
- Siddiqui MM, Abbasi BH, Ahmad N, Ali M, Mahmood T 2014. Toxic effects of heavy metals (Cd, Cr and Pb) on seed germination and growth and DPPH-scavenging activity in *Brassica rapa* var. *turnip*. *Toxicology and Industrial Health*, 30: 238-249.
- Soudek P, Katrusakova A, Selacek L, Petrova S, Koci V, Marsik P, Griga M, Vanek T 2010. Effect of heavy metals on inhibition of root elongation in 23 cultivars of flax (*Linum usitatissimum* L.). *Archives of Environmental Contamination and Toxicology*, 59: 194-203.
- Subrahmanyam D 2008. Effects of chromium toxicity on leaf photosynthetic characteristics and oxidative changes in wheat (*Triticum aestivum* L.). *Photosynthetica*, 46: 339-345.
- Verma S, Dubey RS 2003. Lead toxicity induces lipid peroxidation and alters the activities of antioxidant enzymes in growing rice plants. *Plant Science*, 164: 645-655.
- Wang Y, Li L, Cui W, Xu S, Shen W, Wang R 2011. Hydrogen sulfide enhances alfalfa (*Medicago sativa*) tolerance against salinity during seed germination by nitric oxide pathway. *Plant Soil*, 351: 107-119.
- Yosef E, Carmi A, Nikbachat M, Zenou A, Umiel N, Miron J 2009. Characteristics of tall versus short-type varieties of forage sorghum grown under two irrigation levels, for summer and subsequent fall harvests, and digestibility by sheep of their silages. *Animal Feed Science and Technology*, 152: 1–11
- Zhou ZS, Huang SQ, Guo K, Mehta SK, Zhang PC, Yang ZM 2007. Metabolic adaptations to mercury-induced oxidative stress in roots of *Medicago sativa* L. *Journal of Inorganic Biochemistry*, 101: 1-9.

## Silisyumun Fasulyede (*Phaseolus vulgaris* L.) Tuz (NaCl) Stresini Azaltmadaki Etkisi

Erol ORAL<sup>1</sup>, Rüveyde TUNÇTÜRK<sup>2</sup>, Murat TUNÇTÜRK<sup>3</sup>, Haluk KULAZ<sup>4</sup>

<sup>1,2,3,4</sup> Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, Van

<sup>1</sup><https://orcid.org/0000-0001-9413-1092>, <sup>2</sup><https://orcid.org/0000-0002-3759-8332>, <sup>3</sup><https://orcid.org/0000-0002-7995-0599>,

<sup>4</sup><https://orcid.org/0000-0003-3044-5046>

✉: Sorumlu Yazar e-posta: eroloral65@gmail.com

### ÖZET

Bu çalışma, farklı tuz (NaCl) dozu uygulamaları (kontrol, 50, 100 ve 150 mM) altında yetiştirilen fasulyede (*Phaseolus vulgaris* L.) silisyum uygulamalarının (kontrol, 50, 100 ve 200 ppm) bitkide bazı fizyolojik ve biyokimyasal parametreler üzerindeki etkilerini belirlemek amacıyla yapılmıştır. Fasulye bitkisinin kök ve gövde uzunluğu, kök ve gövde yaş ağırlığı, kök ve gövde kuru ağırlığı, yaprak alan indeksi, SPAD indeksi yaprak dokularında iyon sızıntısı, yaprak dokularında membran dayanıklılık indeksi ve malondialdehit (MDA) düzeyi gibi parametreler incelenmiştir. Çalışma sonucunda; tuz stresinin incelenen tüm parametreler üzerine olan etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Tuz stresi koşullarının yaprak dokularında iyon sızıntısı ve MDA dışındaki tüm parametrelerde azalışlara neden olduğu tespit edilmiştir. Silisyum uygulamalarının ise yaprak dokularında bağıl su içeriği, yaprak dokularında iyon sızıntısı ve yaprak dokularında membran dayanıklılık indeksi hariç diğer tüm parametreler üzerindeki etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (p<0.05 ve p<0.01).

### Araştırma Makalesi

#### Makale Tarihçesi

Geliş Tarihi : 11.03.2020

Kabul Tarihi : 21.05.2020

#### Anahtar Kelimeler

Fasulye

*Phaseolus vulgaris* L.

Silisyum

Tuz

## Effect of Silicium on Reducing Salt (NaCl) Stress in Beans (*Phaseolus vulgaris* L.)

### ABSTRACT

In this study, the effects of silicon applications (control, 50, 100 and 200 ppm) on some physiological and biochemical parameters in the plant (*Phaseolus vulgaris* L.) grown under different salt (NaCl) dose applications (control, 50, 100 and 150 mM) were determined. Parameters such as root and stem length, root and stem age weight, root and stem dry weight, leaf area index, SPAD index, ion leakage in leaf tissues, membrane resistance index in leaf tissues and malondialdehyde (MDA) level were investigated. The results indicated that the effect of salt stress on all parameters examined was found statistically significant. It was determined that salt stress conditions caused ion leakage in leaf tissues and decreased in all parameters except MDA. The effect of silicon applications on all other parameters except for relative water content in leaf tissues, ion leakage in leaf tissues and membrane resistance index in leaf tissues was found statistically significant (p <0.05 and p <0.01).

### Research Article

#### Article History

Received : 11.03.2020

Accepted : 21.05.2020

#### Keywords

Beans

*Phaseolus vulgaris* L.

Silicon

Salt

**To Cite :** Oral E, Tunçtürk R, Tunçtürk M, Kulaz H 2020. Silisyumun Fasulyede (*Phaseolus vulgaris* L.) Tuz (NaCl) Stresini Azaltmada Etkisi. KSÜ Tarım ve Doğa Derg 23 (6): 1616-1625. DOI: 10.18016/ksutarimdog.vi.702302.

## GİRİŞ

Dünyada ve Ülkemizde tarımsal üretimi etkileyen en önemli stres faktörlerinden biriside toprak tuzluluğudur (Saqip ve ark. 2011). Bu etki günümüzde sürekli artarak birçok üründe verim ve kalitenin azalmasına neden olmuştur. Bu konuda yürütülen çalışmalarda toprakta tuzluluk seviyesinin 2 dSm<sup>-1</sup> düzeyine ulaştığında verimde azalma, 4.5 dSm<sup>-1</sup> ulaştığında ise verimde %50' ye varan kayıplara

neden olduğu belirtilmiştir (Maas 1990). Özellikle kurak ve yarı kurak iklim bölgelerinde sulanan veya sulamaya yeni açılan arazilerde büyük bir sorun halini almıştır (Kızılgöçer ve ark. 2017). Bu durumu tetikleyen en temel sebep bilinçsiz sulama ve evaporasyondur. Özellikle topraktan suyun buharlaşması sonucu toprak ve bitki kök bölgesinde tuz birikmesi görülür (Mahajan ve Tuteja 2005). Günümüzde modern tarım uygulamaları ile birlikte üretimde kullanılan girdilere (gübreler,

hormonlar ve ilaçlar) ilaveten vahşi sulama yöntemleri tuzluluğu tetikleyen başlıca nedenlerdir (Bat ve ark., 2019). Dünya üzerinde sulanan toprakların %6'sında tuzluluk problem görülmektedir (Kanber ve ark., 2005). Ülkemizde bu oran ise toplam sulanabilen arazilerin %32.5'ine karşılık gelmektedir. Toprakta tuzluluk ve alkalileşmenin en temel sebebi sulama, drenaj ve toprak özellikleri olarak sıralanmaktadır. Toprakta tuz  $\text{CaCl}_2$ ,  $\text{NaCl}$ ,  $\text{Mg}(\text{SO}_4)_2$ ,  $\text{NaHCO}_3$ ,  $\text{NaSO}_4$  ve  $\text{Ca}(\text{SO}_4)_2$  gibi değişik formlarda bulunmasına rağmen en büyük problem  $\text{NaCl}$  formundaki tuzdur (Marschner 1995). Bu formdaki tuz bitkilerde morfolojik ve anatomik gerileme ve bozukluklara neden olmaktadır (Lewitt 1980). Toprakta tuz oranı arttıkça su oranında azalma kendini bitki hücrelerinde hidroliz ve bozulma olarak göstermektedir. Bitki bu durumdan kendini koruyabilmek için stomalarını kapatarak fotosentez aktivitesini azaltacaktır. Bu durum da bitkide verim ve kalite kayıplarının artmasına neden olmaktadır. Stres şartlarının devam etmesi durumunda ise iyon dengesinin bozulmasına bağlı olarak hücre ve bitki ölümleri görülmektedir (Ashraf ve ark. 2004). Tuzlu topraklar üzerinde yürütülen çalışmalarda yüksek oranda  $\text{Na}:\text{Ca}$ ,  $\text{Na}:\text{K}$ ,  $\text{Ca}:\text{Mg}$  ve  $\text{Cl}:\text{NO}_3^-$  içerdikleri tespit edilmiştir. Bu iyonlar bitkide ve toprakta birçok fizyolojik ve morfolojik reaksiyonda görev aldıkları belirtilmiştir (Ali ve ark. 2012). Benzer çalışmalarda toprağa ve bitkiye uygulanan silisyumun  $\text{Na}$ -silikat bileşiği oluşturarak tuz stresine karşı bitkiyi koruduğu görülmüştür. Bitkinin fizyolojik ve morfolojik fonksiyonlarının düzelmesi verim ve kalite parametrelerine olumlu bir şekilde yansdığı tespit edilmiştir (Liang ve Ding 2002). Bitki tarafından alınan silisyumun hücre zarının esnekliğini artırarak kök ve sürgün büyümesini teşvik ettiği görülmüştür. Ayrıca bitkinin iletim demetlerinde özellikle polimerize olarak kanalların daralmasına ve transpirasyonu inhibe ederek daha az  $\text{Na}$  taşınmasına neden olmaktadır. Böylece daha güçlü gelişecek bitki dokuları tuz stresinden daha az etkilenecektir (Zhu ve ark. 2011). Yürütülen benzer çalışmalarda temel amaç tuz stresinden kaynaklı zararın bitkiler üzerindeki etkilerinin tam olarak tespit edilmesidir (Gupta ve Srivastava 1998). Ekonomik değeri oldukça yüksek olan fasulye önemli bir bitkisel protein kaynağıdır. İnsan beslenmesinde binlerce yıldır yemeklik dane baklagiller çok önemli bir yere sahiptir. İnsan sağlığı için gerekli hayvansal kaynaklı proteinlerin sağlanamadığı durumlarda söz konusu eksiklik yemeklik tane baklagillerden sağlanabilmektedir (Adak 2014). Baklagiller özellikle demir, fosfor, kalsiyum ve potasyum gibi vitaminlerce zengin olmasına ilave olarak diyetsel lif oranları çok yüksektir (Pekşen ve Artık 2005). Beslenme programlarında baklagiller tahıllar ile çok iyi bir grup oluşturur. Özellikle yüksek lysin içeriği ile birlikte kolesterol oranları çok düşük seviyededir. İnsan

beslenmesinde yemeklik dane baklagiller proteinlerin %22, karbonhidratların ise % 7'sini karşılamaktadır. Baklagillerde %18-31.6 oranında bulunan protein beslenme problemlerinin yansıra vücudun ihtiyacının giderilmesinde önemli ve ucuz bir kaynaktır (Altunkaynak 2018). Dünyada ekimi ve üretimi bakımından bu familyada ilk sırayı fasulye almaktadır. Fasulyenin kuru ve taze olarak tüketimi oldukça yaygındır. Dünya üzerinde yaklaşık 29.8 milyon hektar bir alanda tarımı yapılmaktadır. Toplam üretim miktarı 23.8 milyon ton olup, hektara verimi 810  $\text{kg}'\text{dır}$  (FAO 2018). Ülkemizde ise fasulye ekim alanı 897 bin ha, üretim 228 bin ton dekara verim ise 259  $\text{kg}/\text{da}'\text{dır}$  (TÜİK 2018). Son yıllarda fasulye tarımında toprak tuzluluğuna dayalı verim ve kalite kayıpları oldukça artmıştır. Bu nedenle ekonomik değeri yüksek bir ürün olan fasulyede bu kayıpları önleyecek çeşitli araştırmalara ihtiyaç duyulmaktadır. Benzer çalışmalar ile tuz stresini azaltacak çeşitli uygulamaların tespiti zaruret halini almıştır. Bu çalışmada fasulyede tuz stresinin azaltılmasında silisyumun koruyucu ve aynı zamanda önleyici etkisinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

## MATERYAL ve YÖNTEM

Bu çalışma 2019 yılında Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümüne ait iklim odasında Tesadüf Parselleri Deneme Deseni' ne göre Faktöriyel düzende 4 tekerrürlü olarak saksılarda yürütülmüştür. Araştırmada fasulye (*Phaseolus vulgaris* L.) türüne ait Topçu çeşidi kullanılmıştır. Araştırmada dört farklı Silisyum (0, 50, 100 ve 200 ppm) ve dört farklı tuz seviyesi (0, 50, 100 ve 150 mM  $\text{NaCl}$ ) kullanılmıştır. Saksı denemelerinde, 20 cm çap ve 20 cm yüksekliği olan toplam 64 adet plastik saksı kullanılmıştır. Saksılara 300 gram perlit 2 kg elenmiş toprak ile karıştırılarak doldurulmuştur. Fakültemiz Toprak Bölüm laboratuvarında saksılarda kullanılan toprak analiz edilmiş olup, kinli-tınlı bünyeli, hafif alkali reaksiyonuna sahip, organik madde kireç ve tuz içeriği yönünden düşük seviyede olduğu görülmüştür. Perlit toprak ile karıştırılmadan önce çeşme suyu daha sonrasında saf su ile yıkandıktan sonra eklenmiştir (Kına 2008). Her saksıda 3 adet fasulye tohumu olacak şekilde (02.07.2019) ekim yapılmıştır. Ekim yapıldıktan hemen sonra saf olarak 50 cc can suyu verilmiştir. Saksılarda çıkış ve sonrasında iki gün ara ile sürekli 50 cc su verilmiştir (Koç 2005). Bu çalışmada silisyum dozları toplamda 4 kez uygulanmış olup, silisyumla birlikte  $75 \text{ mg kg}^{-1}$  Namonyum sülfat (% 21) ve  $60 \text{ mg kg}^{-1}$   $\text{P}_2\text{O}_5$  riple süper fosfat (% 42) gübrelerinden hazırlanan besin çözeltisi tek uygulama ile verilmiştir. Saksıdaki fasulye fidelerinden en iyisi kalacak şekilde tekleme yapılmıştır. Fasulye fidesi 3-4 yapraklı olduğu dönemde 2 gün ara ile sodyum silikat ( $\text{Na}_2(\text{SiO}_2)_n\text{O}$ ) gübre dozları (0, 50, 100 ve 200 ppm) uygulanmıştır. Araştırmada kontrol olarak kabul



edilen saksılar hariç başlangıç tuz dozları (0, 50, 100 ve 150 mM NaCl) uygulanmaya başlanmıştır. Bitkide tuz dozu uygulamaları bittikten sonra fizyolojik sorunlar ortaya çıkana kadar devam edilmiştir (Seymen ve Önder 2005). Bitkilerde önce yapraklarda daha sonra diğer kısımlarda görülen sararma ve benzeri problemler ile birlikte fideler hasat edilmiştir (28.07.2019). Saksıdaki bitki üzerinde kök ve gövde uzunluğu, kök ve gövde yaş ağırlığı, kök ve gövde kuru ağırlığı, yaprak alan indeksi, SPAD indeksi, yaprak dokularında membran dayanıklılık indeksi, yaprak dokularında iyon sızıntısı, yaprak lipid peroksidasyon düzeyi gibi ölçümler yapılmıştır. Yaprak alan indeksi Easy Leaf Area programı kullanılarak, SPAD indeksi Minolta SPAD-502 cihazı ile bağlı (oransal) su içeriği Arora ve ark. (2002)' in yöntemine göre, yaprak dokularında iyon sızıntısı ve membran dayanıklılık indeksi Premchandra ve ark. (1990); Sairam, (1994) yöntemlerine göre belirlenmiştir. Ayrıca çalışmada lipid peroksidasyon düzeyini belirleyen malondialdehid (MDA); bitkiden alınan 0.5 g yaprak örneği 10 ml % 0.1'lik trikloro asetik asit (TCA) ile homojenize edildikten sonra homojenat 15000 g'de 5 dakika santrifüj edilmiştir. Santrifüj edilen örneğin süpernatant kısmından 1 ml alınıp, üzerine 4 ml % 20'lik TCA içerisinde çözülmüş % 0.5' lik tiobarbiturik asit (TBA) eklenmiştir. Karışım 95°C su banyosunda 30 dakika bekletildikten sonra hızla buz banyosunda soğutulup 10000 g'de 10 dakika santrifüj yapıldıktan sonra süpernatant kısmınının 532 ve 600 nm dalga boyunda absorbansı belirlenip aşağıdaki eşitlik ile malondialdehit (MDA) içeriği hesaplanmıştır (Heath ve Packer, 1968; Sairam ve Saxena, 2000).

Elde edilen verilerin istatistiksel analizleri COSTAT (sürüm 6.03) paket programı ile çoklu karşılaştırma testleri ise Duncan testine göre yapılmıştır (Düzgünes ve ark. 1987).

## **BULGULAR ve TARTIŞMA**

### **Kök uzunluğu (cm)**

Araştırma sonucunda elde edilen verilere göre fasulye fidelerinde tuz dozları, silisyum ve tuz x Si uygulamasının kök uzunluğu üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Çalışmada ortalama en uzun kök uzunluğu 20.8 cm ile 100 mM NaCl uygulamasından, en düşük kök uzunluk değeri ise 19.8 cm ile 150 mM tuz dozu uygulamasından tespit edilmiştir (Çizelge 1). Genç fidelerin bünyelerine aldıkları tuz önemli bir stres kaynağıdır. Stres kaynağı olarak tuz bitkiler tarafından alındıktan sonra osmotik basınç ve iyon stresini artmasına neden olmaktadır (Parida ve Das 2005). Farklı bitkilerle yürütülen bir çalışmada tuz stresi hücre bölünmesi ve büyümesini olumsuz yönde etkileyerek kök uzunluğunun azalmasına yol açtığı belirtilmiştir (Bressan 2008). "Si" ön uygulamasına tabi tutulan fasulye bitkisinde ortalama en uzun kök değeri 22.3 cm

ile 200 ppm silisyum dozunda ölçülmüştür. En düşük kök uzunluğu ise 19.3 cm ile kontrol uygulamalarından alınmıştır (Çizelge 1). Avcu ve ark (2013), tarafından yürütülen bir çalışmada bitkilerde selenyum ve silisyumun tuz stresinin azaltıcı etkileri elde ettiğimiz bulgular ile benzerlik göstermektedir. Çalışmada kök uzunluğu bakımından Sİ x Tuz interaksyonu istatistiksel olarak % 5 düzeyinde önemli bulunmuştur (Çizelge 1). En uzun kök uzunluğu 22.3 cm ile 200 ppm "Si" ön uygulamasında 100 mM NaCl uygulanan bitkilerden elde edilmiştir. En düşük kök uzunluğu ise 18.0 cm ile 0 ppm (kontrol) silisyum ile 150 mM tuz dozunda ölçülmüştür. Kök rizosferinde tuz miktarının artmasıyla birlikte ilk olarak osmotik stres oluşmaktadır. Oluşan bu dışsal osmotik stres, kullanılabilir su miktarının da azalmasına sebep olur ve bu olay "fizyolojik kuraklık" olarak da adlandırılır (Tuteja, 2007). Benzer bir araştırmada aşırı tuzlu topraklarda toprağa verilen silisyumun Na-silikat oluşturmak suretiyle bitkilerde kök ve gövde gelişimi üzerine olan tuzun olumsuz etkilerini azalttığı belirtilmiştir. Bu çalışmadan elde edilen sonuçlar ile bulgularımız benzerlik göstermektedir (Matichenkov ve Bocharnikova 2001).

### **Gövde uzunluğu (cm)**

Elde edilen sonuçlara göre ortalama gövde uzunluğu üzerine tuz, silisyum ve tuz x "Si" interaksyonu önemli bulunmuştur (Çizelge 1). Tuz konsantrasyonlarına bağlı olarak ortalama en uzun gövde (38.5 cm) 50 mM tuz dozundan tespit edilirken, kontrolle aynı grupta yer almıştır. En kısa gövde ise (21.5 cm) 150 mM tuz dozundan ölçülmüştür. Bitkiler üzerine tuz kaynaklı iyonların toksik etkileri başta bitkide hücre membran stabilitesi olmak üzere, enzim aktivitesini, su dengesini, mineral beslenmeyi, yağ depo ve sentezini olumsuz yönde etkilemektedir. Bunun sonucunda bitki fide döneminde başta gövde uzunluğu olmak üzere kök gelişimi olumsuz yönde etkilenmektedir (Horoz ve Korkmaz 2014). Benzer bir araştırmada artan tuz (0, 50, 100 ve 150 mM) dozlarının buğdayda gövde uzunluğu üzerine etkisinin olumsuz olduğu bildirilmiştir (Kızılgöçü ve ark. 2010). Araştırmada silisyum ön uygulamasına tabi tutulmuş fasulyede en uzun gövde (43.0 cm) 100 ppm "Si" dozundan ölçülürken, 200 ppm Si uygulamaları ile aynı Duncan grubunda yer almıştır. En düşük gövde uzunluğu ise (23.8 cm) "Si" uygulanmayan kontrol bitkilerinden elde edilirken, 50 ppm Si uygulamaları ile aynı grup içerisinde yer almıştır (Çizelge 1). Günümüzde abiyotik ve biyotik stres faktörlerinin olumsuz etkilerini azaltmaya yönelik çok sayıda yöntem ve uygulama bulunmaktadır. Bunlardan birisi de silisyum bitkide hastalık ve zararlıların ortaya çıkmasını azalttığı gibi tuz ve kuraklık gibi stres şartlarında bitkiye direnç ve dayanıklılık da

sağlamaktadır (Demir ve ark. 2013, Horoz ve Korkmaz 2014). "Si" x Tuz interaksiyonunda ise en uzun gövde 54.3 cm ile 100 ppm Si ve x 0 mM (kontrol) NaCl uygulamalarından tespit edilirken en düşük gövde uzunluğu değeri (21.0 cm) silisyumun kontrol uygulamaları ile tuzun 150 mM dozundan elde edilmiştir. Bae ve ark. (2012) bluegrass (*Poa pratensis* L.) 9 çim bitkisinde 400 mM NaCl uygulamasından sonra verilen 0.1 mM silisin ( $Na_2SiO_3$ ) kontrol grubuna göre çimin sürgün uzunluğunu %48 artırdığını bildirmişlerdir.

### Yaş ve kuru kök ağırlığı (g)

Araştırma sonucunda yaş ve kuru kök ağırlıkları üzerine uygulama ve interaksiyonları istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (Çizelge 1). Tuz stresine maruz kalan fasulye fidelerinin en yüksek yaş ve kuru kök ağırlıkları sırasıyla 3.03 ve 0.29 g ile tuz uygulanmayan kontrol uygulamasından elde edilirken, en düşük değerler ise (1.62 ve 0.10 g) 150 mM NaCl konsantrasyonundan elde edilmiştir. Tuz dozlarındaki artış bitkide su alım etkinliğini azaltarak yaş ve kuru kök ağırlıklarının düşüşüne neden olduğu bildirilmiştir. (Kızılgeçi ve ark. 2010, Oral ve ark. 2020). Benzer araştırmalarda ekmeklik buğdayda artan tuz konsantrasyonlarının bitkilerde yaş ve kuru gövde ağırlıklarını azalttığı belirtilmiştir (Akbari ve ark. 2007, Muhammad ve Hussain 2012). Silisyumun uygulamaları bakımından araştırmada en yüksek yaş ve kuru kök ağırlıkları sırasıyla 2.58 ve 0.24 g ile 200 ppm, en düşük değerler (2.13 ve 0.18 g) ile kontrol dozundan elde edilmiştir. Konu ile ilgili bir çalışmada silisyumun uygulamalarının fasulye bitkisinde kök yaş ve kuru ağırlıkları üzerine etkisi bu çalışmadaki bulgulara benzer şekilde olumlu yönde olmuştur (Demir ve ark. 2013). Si x Tuz interaksiyonunda kök yaş ve kuru ağırlıkları bakımından en yüksek değerler sırasıyla 3.54 ve 0.35 g olarak elde edilmiştir (Çizelge 1). En yüksek kök yaş ağırlığı tuz uygulamalarının yapılmadığı kontrol grubu ile 200 ppm Si uygulamasından elde edilmiştir. Kök kuru ağırlığı ise en yüksek değer 0 mM tuz dozu ile 200 ppm Si uygulamalarında tespit edilmiştir. Benzer bir araştırmada tuz stresinde bitkilerin su alımı olumsuz etkilenmektedir. Bunun sonucunda bitkide kök yaş ve kuru ağırlıklarında azalma meydana geldiği bildirilmiştir. Sorgumda kök gelişimini teşvik ederek kök yaş ve kuru ağırlık oranlarını artırdığı bildirilmiştir (Lux ve ark. 2002, Hattori ve ark. 2005). Benzer bir çalışmada çim bitkisinde yaş kök ağırlığının kontrol grubuna göre % 72 artışı bildirilmiştir (Bae ve ark. 2012).

### Yaş ve kuru gövde ağırlığı (g)

Gövde yaş ve kuru ağırlıkları üzerine silisyum, tuz ve silisyum x tuz interaksiyonlarının etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (Çizelge 1). Fasulyede en

yüksek yaş ve kuru gövde ağırlıkları sırasıyla 3.86 g ve 0.41 g ile tuz uygulamalarının kontrol grubundan elde edilirken, en düşük değerler ise (1.35 ve 0.21 g) ile 150 mM tuz (NaCl) konsantrasyonundan elde edilmiştir. Artan tuz konsantrasyonlarına bağlı olarak yaş ve kuru gövde ağırlıklarının azaldığına dair araştırmacı bulguları ile çalışma sonuçlarımız benzerdir (Öztürk ve ark. 1994, Gonk ve ark. 2005, Oral ve ark. 2020). Tuz stresine maruz kalan bitkilerde zarar durumu tuzun yoğunluğuna ve süresine bağlı olarak değişmektedir. Bitkilerde tuz; büyüme, gelişme, çimlenme, hücre bölünmesi ve fotosentez gibi birçok fizyolojik ve biyolojik olaylar üzerine etkilidir (Yılmaz ve ark. 2011). Çizelge 1'de görüldüğü gibi silisyum dozları bakımından en yüksek yaş ve kuru kök ağırlıkları (3.01 ve 0.36 g) 200 ppm silisyum dozundan elde edilmiştir. En düşük değerler (2.19 ve 0.29 g) 0 ppm (kontrol) silisyum dozundan elde edilmiştir. Benzer bir çalışmada kurak ve tuz stresinin buğday ve yulafta bitki boyu üzerine olumsuz etkisini silisyumun azalttığı bildirilmiştir (Gong ve ark. 2005). Her iki parametre için Si x Tuz interaksiyonunda en yüksek değerler sırasıyla; 4.40 ve 0.45 g ile 0 mM tuz (kontrol) ve 100 ppm silisyum uygulamalarından elde edilmiştir. Benzer çalışmada tuzlu topraklarda yetiştirilen bitkilerin topraktan aldıkları tuz iyonları NaCl şeklinde yapraklarda biriktiği belirtilmiştir. Tuz stresine maruz kalan bitkilerde zaman içerisinde biomas kayıplarının görüldüğü belirtilmektedir (Gong ve ark. 2005).

### Yaprak alan indeksi ( $cm^2$ )

Farklı tuz konsantrasyonlarında ortalama en yüksek yaprak alan indeksi  $63.0 cm^2$  ile kontrol (0 mM) grubundan elde edilirken, en düşük yaprak alan indeksi değeri ise  $8.1 cm^2$  ile 150 mM tuz dozundan elde edilmiştir (Çizelge 2). Özellikle NaCl tuzları bitkide su miktarının azalmasını neden olduğundan iyon dengesi bozularak büyüme ve gelişme aktivitelerinin azalmasına neden olmaktadır. Benzer çalışmalarda artan tuz dozlarına paralel olarak yaprak alan indeksinin azaldığı tespit edilmiştir (Parida ve Das 2005). Çizelge 2'de görüldüğü gibi fasulyede silisyum dozları bakımından en yüksek yaprak alan indeksi değeri  $37.3 cm^2$  ile en yüksek silisyum uygulamalarından (200 ppm), en düşük değer ise  $21.0 cm^2$  kontrolden elde edilmiştir. Kontrol ile 50 ppm Si uygulamaları ile aralarında istatistiksel olarak önemli bir farklılık olmadığı tespit edilmiştir. Artan silisyum dozlarının bitkide yaprak alan indeksini artırdığı görülmektedir. Gong ve ark. (2005) tarafından yürütülen bir çalışmada fasulyede silisyum uygulamalarının bitki bioması ve özellikle yaprak alan indeksini artırdığı bildirilmiştir. Silisyum x tuz interaksiyonu açısından; en yüksek yaprak alan indeksi  $70.4 cm^2$  değeri ile tuzun uygulanmadığı kontrol grubunda 200 ppm Si uygulamasında

ölçülmüştür. Benzer bir araştırmada tuz stresi altındaki domates bitkisinde silisyum ön uygulamalarının bitki doku ve organlarında zarar seviyesini azalttığına dair tespitler yapılmıştır.

Ayrıca bitkide yaprak sayısı, yaprak alan indeksi ve SPAD indeksi değerinde artışların olduğu belirtilmiştir(Al-aghabary ve ark. 2007).

Çizelge 1 Tuz stresi altındaki fasulyede (*Phaseolus vulgaris* L.) silisyum uygulamalarının bazı büyüme ve gelişim parametreleri üzerine etkisi

Table 1 The effect of silicon applications on some growth and development parameters in beans under salt stress (*Phaseolus vulgaris* L.)

Stres Uygulamaları (Stress Treatment)							
Tuz Dozları (Salt Doses)	Si Dozları (Doses)	Kök Uzunluğu (cm) (Root Length)	Gövde Uzunluğu (cm) (Body Length)	Kök Yaş Ağırlığı (g) (Root Fresh Weight)	Gövde Yaş Ağırlığı (g) (Body Fresh Weight)	Kök Kuru Ağırlığı (g) (Root Dry Weight)	Gövde Kuru Ağırlığı (g) (Body Dry Weight)
Kontrol (T <sub>0</sub> ) (Control T <sub>0</sub> )	Si <sub>0</sub>	19.3 cd	26.0 f	2.59 bc	3.47de	0.27c	0.37c
	Si <sub>50</sub>	20.0 c	29.7 e	2.82 b	3.57d	0.25 d	0.39b
	Si <sub>100</sub>	21.7 ab	54.3 a	3.20 ab	4.40 a	0.29 b	0.45a
	Si <sub>200</sub>	22.2 a	42.2 b-e	3.54 a	4.02 ab	0.35 ab	0.44 ab
Ortalama (T <sub>0</sub> ) (Average T <sub>0</sub> )		20.8 A	38.1 A	3.03 A	3.86 A	0.29 A	0.41 A
50 mM (T <sub>50</sub> ) (50 mM - S <sub>50</sub> )	Si <sub>0</sub>	20.0 c	24.7 fg	2.55 bcd	2.57f-h	0.25 d-f	0.34 d
	Si <sub>50</sub>	20.2 c	27.7 ef	2.60 bc	3.22ef	0.27c	0.35 cd
	Si <sub>100</sub>	20.7bc	48.0 b	2.79 b	3.33e	0.28bc	0.39b
	Si <sub>200</sub>	20.7bc	53.7 a	2.94 b	3.97b-d	0.34 a	0.43 ab
Ortalama (T <sub>50</sub> ) (Average S <sub>50</sub> )		20.4 B	38.5 A	2.72 B	3.27B	0.28 A	0.37B
100 mM (T <sub>100</sub> ) (100 mM - S <sub>100</sub> )	Si <sub>0</sub>	19.6 cd	23.7 g	1.99 de	1.45k-m	0.11i	0.29de
	Si <sub>50</sub>	20.0 c	21.7 h	2.03 d	1.59j	0.14gh	0.33 de
	Si <sub>100</sub>	21.4 ab	48.3ab	2.09 cd	1.52k	0.17fg	0.28d-f
	Si <sub>200</sub>	22.3 a	54.0 a	2.00 d	2.53 g-j	0.15 g	0.34 d
Ortalama (T <sub>100</sub> ) (Average - S <sub>100</sub> )		20.8 A	36.9 B	2.03 C	1.77 C	0.14 B	0.31 C
150 mM (T <sub>150</sub> ) (150 mM - S <sub>150</sub> )	Si <sub>0</sub>	18.0 d	21.0 h	1.42 h	1.28mn	0.08 k	0.18hi
	Si <sub>50</sub>	18.7 d	22.0 gh	1.60 gh	1.08n	0.10jk	0.15i
	Si <sub>100</sub>	20.0 c	21.3 h	1.65 g	1.50k	0.11i	0.24 f-h
	Si <sub>200</sub>	22.3 a	21.7h	1.83 efg	1.54 ij	0.13 hi	0.25ef
Ortalama (T <sub>150</sub> ) (Average S <sub>150</sub> )		19.7 C	21.5 C	1.62 D	1.35 D	0.10 C	0.21 D
Si Dozlarının Ortalaması (Si Doses Average)	Si <sub>0</sub>	19.3 C	23.8 B	2.13 B	2.19 C	0.18 C	0.29 B
	Si <sub>50</sub>	19.7 C	25.3 B	2.26 B	2.36 B	0.19 C	0.30 B
	Si <sub>100</sub>	20.9 B	43.0 A	2.43 AB	2.68 B	0.21 B	0.34 AB
	Si <sub>200</sub>	21.9 A	42.9 A	2.58 A	3.01A	0.24 A	0.36 A
VK (%) (CV %)		5.84	12.2	14.5	11.1	14.3	12.3
Tuz Dozları (Salt Doses)		**	**	*	*	**	**
Si Dozları (Si Doses)		**	**	*	*	**	**
Si x Tuz Doz. (Si x Salt Dos.)		*	**	*	*	**	**

Si: Silisyum (Si: Silicon); Si<sub>0</sub>: Kontrol Dozu (Si<sub>0</sub>: Control Doses); T<sub>0</sub>: Kontrol Tuz Dozu (T<sub>0</sub>: Control Salt Doses); VK(%): Varyasyon katsayısı (CV %: Variation Coefficient); \*P<0.05 düzeyinde (\*P<0.05 level), \*\* P<0.01 düzeyinde önemli (P<0.01 level significant).

### SPAD İndeksi

SPAD indeksi üzerine her iki uygulama faktörü ile interaksiyonun etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Tuz uygulamaları bakımından; En

yüksek SPAD indeksi 47.8 ile tuzun kontrol (0 mM NaCl) uygulamalarından elde edilirken, en düşük indeks değeri ise 42.6 ile 100 mM tuz dozu uygulamalarından tespit edilmiştir (Çizelge 2). Koyro

(2002) tarafından yürütülen bir çalışmada tuz zararının en fazla kloroplastlar üzerinde olduğu belirtilmiştir. Çizelge 2'de görüleceği gibi SPAD indeksi bakımından silisyum uygulamaları sonucu en yüksek değer 46.4 ile kontrol uygulamalarından elde edilirken, kontrol ile 100 ppm Si uygulamaları arasında istatistiksel olarak önemli bir farklılık tespit edilmemiştir. En düşük SPAD indeks değeri ise 43.6 ile 50 ppm Si dozundan tespit edilmiştir. Silisyum ön uygulamasına tabi tutulmuş çeltikte tane veriminin %10, total klorofil içeriğinin ise %57 oranında artışı belirtilmiştir (Bae ve ark. 2012, Kim ve ark. 2012). Özellikle tuzlu topraklarda silisyum klorofildeki parçalanmayı azaltarak kalite verimini artırdığı söylenebilir. "Si" x Tuz interaksiyonunda en yüksek SPAD indeks değeri 50.2 ile her iki uygulama faktörünün kontrol uygulamalarından elde edilirken, en düşük değer ise 40.7 ile 150 mM tuz dozunda ve 50 ppm Si uygulamalarından elde edilmiştir. Benzer bir çalışmada Tuna ve ark. (2008) hazırlanan besin solüsyonunda buğday bitkisini tuz stresine maruz bırakılmıştır. Bu çalışmada  $\text{Na}_2\text{SiO}_3$  ilavesi ile tuzluluğun bitki kuru madde klorofil içeriği üzerindeki negatif etkilerini ortadan kaldırdığı tespit edilmiştir. Silisyum ilavesiyle yapraklarda prolin içeriği ve membrangeçirgenliğinin azaldığı da bildirmiştir. Benzer bir çalışmada total klorofil kapsamının %57 oranında artırdığını bildirmişlerdir (Bae ve ark 2012).

#### Yaprak Dokularında İyon Sızıntısı (%)

Farklı tuz dozu uygulamaları ile Tuz x Silisyum interaksiyonunun yaprak dokularında iyon sızıntısı üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (Çizelge 2). En fazla iyon sızıntısı %78.4 ile 150 mM tuz dozu uygulamalarında tespit edilirken, en düşük değer %36.1 ile 50 mM tuz dozundan elde edilmiştir. Kontrol ile 50 mM tuz uygulamaları arasında istatistiksel olarak farklılık bulunmamaktadır. Tuz dozlarına paralel olarak iyon sızıntı miktarının artmasının nedeni olarak bitki hücre membranı ve stabilitesinde meydana gelen hasardan ileri geldiği düşünülmektedir (Bat ve ark. 2019). Mishra and Choudhuri (1999) tarafından yürütülen bir çalışmada bitki hücre membranında meydana gelen zarar sonucu açığa çıkan iyon sızıntısının bitki türüne, stres kaynağına, stres süresi ve şiddetinin yanı sıra antioksidantların cinsine bağlı olarak değiştiği belirtilmiştir. Silisyum uygulamalarının fasulye yaprak dokularında iyon sızıntısı üzerine etkisi istatistiksel olarak önemsiz olduğu belirlenmiştir (Çizelge 2). Silisyum dozu uygulamaları sonucu fasulyenin yaprak dokularında iyon sızıntısı oranı %49.1-52.2 arasında değişiklik göstermiştir. Tuz x "Si" interaksiyonu bakımından en yüksek iyon sızıntısı oranı % 84.5 ile 50 ppm Si ve 150 mM tuz uygulamalarından tespit edilmiştir. Tuz gibi

stres faktörlerine maruz kalan bitkilerde ilk belirtiler hücre membranı ve stabilitesi üzerinde kendisini göstermekte, dayanıklılık mekanizmalarının açıklanmasında bu direnç önemli bir parametre olarak kabul edilmektedir. Stres şartlarına karşı silisyum, gibberellik asit ve deniz yosunu gibi ön uygulamaların stres koruyucu ve önleyici etkilere sahip oldukları belirlenmiştir (Zhu ve ark. 2004). Tuz stresinde membran hasar derecesi hücreden sızan elektrolitlerin ölçülmesiyle tespit edilmektedir. Bu miktara bakılarak bitkinin stres şartlarına olan dayanıklılık indeksi belirlenmektedir (Bajji ve ark. 2001). Zarar derecesi bitkinin genetik yapısına, stres şartlarının derecesine ve süresine bağlı olarak değişmektedir.

#### Yaprak Dokularında Membran Dayanıklılık İndeksi (%)

Yaprak dokularında membran dayanıklılık indeksi üzerine, tuz stresi uygulamaları ile Si x Tuz interaksiyonunun etkisi istatistiksel olarak önemli bulunurken, silisyum uygulamalarının etkisi önemsiz bulunmuştur (Çizelge 2). Tuz uygulamaları bakımından en yüksek değer % 66.6 ile 50 mM tuz dozu uygulamalarından elde edilmiştir. Fakat kontrol ile aynı grup içerisinde yer almıştır. En düşük değer ise %23.9 ile 150 mM tuz dozundan elde edilmiştir. Artan tuz dozlarına paralel olarak yaprak dokularında membran dayanıklılık indeksi kontrol grubuna göre giderek azalmıştır. Benzer bir çalışmada membran zararından kaynaklı iyon sızıntılarının miktarı stresin derecesi hakkında bilgi vermektedir. Bu stres indeksi olarak tanımlanmaktadır. Söz konusu indeks; bitki türüne, stres süresine, şiddetine ve antioksidanların cinsine bağlı olarak artmakta, azalmakta ya da değişmemektedir (Mishra ve Choudhuri 1999). Silisyum uygulamaları bakımından membran dayanıklılık indeksi değeri % 49.7-52.7 arasında değişiklik göstermektedir. Tuz x "Si" uygulamaları bakımından en yüksek değer ise %76.9 ile 200 ppm ve 50 mM tuz uygulamalarından tespit edilmiştir. 50 mM tuz uygulamalarında ve silisyumun kontrol grubuyla aralarında istatistiksel bir farklılığı olmadığı görülmektedir (Çizelge 2). Yürütülen benzer bir çalışmada; silisyumun bitkilerin oksidatif kapasitelerini artırarak tuz ve kuraklık stresine karşı koruduğu belirtilmiştir (Takahashi 1995).

#### Yaprak Dokularında Bağlı Su İçeriği (%)

Tuz stresi uygulamalarının yaprak dokularında bağlı su içeriği üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli bulunurken, Silisyum ve "Si" x tuz dozu uygulamalarının etkisi ise önemsiz bulunmuştur. Tuz dozları bakımından en fazla bağlı su içeriği % 74.2 ile kontrol uygulamalarından alınırken 50 mM tuz uygulamaları ile aralarında istatistiksel bir farklılık tespit edilememiştir. Stres şiddeti arttıkça su içeriğinde azalmaların meydana geldiği ve en düşük

oranın % 66.8 olarak 100 mM tuz dozlarından tespit edildiği Çizelge 2' de görülmektedir. 100 mM ve 150 mM tuz dozları arasında istatistiksel olarak bir farklılık bulunmamaktadır. Bitki fizyolojisinde dokularda su dengesinin ayarlanması strese karşı önemli bir direnç kaynağıdır. Benzer çalışmalarda tuz ve kuraklık gibi stres faktörleri bağıl su içeriğini

olumsuz yönde etkilemektedir. Elde ettiğimiz sonuçlar bazı araştırmacıların sonuçları ile benzerlik göstermektedir (Egert ve Tevini 2002, Özkur 2010). Bae ve ark (2012) 'nın tuz stresine karşı silisyum uygulamalarının bağıl su içeriğini %61 artığı belirtilmiştir. Bu sonuçlar çalışmamızdan elde ettiğimiz bulgular ile benzerlik göstermektedir.

Çizelge 2. Tuz stresi altındaki fasulyede (*Phaseolus vulgaris* L.) silisyum uygulamalarının bazı fizyolojik parametreler üzerine etkisi

Table 2. The effect of silicon applications on some physiological parameters in beans under salt stress (*Phaseolus vulgaris* L.)

Stres Uygulamaları ( <i>Stress Treatment</i> )							
Tuz Dozları ( <i>Salt Doses</i> )	Si Dozları ( <i>Si Doses</i> )	Yaprak Alan İnd.(cm <sup>2</sup> ) ( <i>Leaf Area İnd cm<sup>2</sup></i> )	SPAD İndeksi ( <i>SPAD İndex</i> )	YDİS (%) ( <i>LTIL %</i> )	YDMDİ (%) ( <i>LTMSİ %</i> )	YDBSİ (%) ( <i>LTPWC%</i> )	MDA (nmol g <sup>-1</sup> ) ( <i>MDA nmol g<sup>-1</sup></i> )
Kontrol(T <sub>0</sub> ) ( <i>Control S<sub>0</sub></i> )	Si <sub>0</sub>	56.9cd	50.2 a	47.1i-l	52.6 ij	73.4	0.316 d-f
	Si <sub>50</sub>	57.2 c	46.2b	24.4 pr	70.3 b-d	73.9	0.374 c-e
	Si <sub>100</sub>	67.4a-c	48.2 ab	33.3np	72.4 ab	76.9	0.458 a-d
	Si <sub>200</sub>	70.4 a	46.5b	41.5lm	66.4 f	72.6	0.477 a-c
Ortalama (T <sub>0</sub> ) ( <i>Average S<sub>0</sub></i> )		63.0 A	47.8 A	36.6 C	65.4 A	74.2 A	0.234 C
50 mM (T <sub>50</sub> ) ( <i>50 mM S<sub>50</sub></i> )	Si <sub>0</sub>	12.4 lm	45.6 c	27.8 p	74.0 a	70.9	0.264 ef
	Si <sub>50</sub>	16.1 jk	46.2 b	33.3 n-p	67.4 d-f	74.2	0.439 b-d
	Si <sub>100</sub>	26.2 h-j	48.1 ab	47.8 i-l	59.4 gh	75.1	0.374 d
	Si <sub>200</sub>	53.7 d-h	46.8 b	35.3 mn	76.9a	74.1	0.516 a
Ortalama (T <sub>50</sub> ) ( <i>Average S<sub>50</sub></i> )		27.1 B	46.7 AB	36.1 C	66.6 A	73.6 A	0.319 B
100 mM (T <sub>100</sub> ) ( <i>100 mM S<sub>100</sub></i> )	Si <sub>0</sub>	7.8 r	42.9 f	53.5 gh	41.9 mn	67.7	0.156 f-h
	Si <sub>50</sub>	8.4 p	41.2 g	54.2 g	49.6 jk	69.2	0.180 fg
	Si <sub>100</sub>	9.1 n	44.6 d	55.2 g	45.6 kl	62.3	0.484 ab
	Si <sub>200</sub>	14.7 kl	42.0 f	49.9 hi	40.8 n	67.5	0.456 a-d
Ortalama T <sub>100</sub> ( <i>Average T<sub>100</sub></i> )		10.0 C	42.6 B	53.2 B	44.5 B	66.8 B	0.398 A
150 mM (T <sub>150</sub> ) ( <i>150 mM S<sub>150</sub></i> )	Si <sub>0</sub>	7.0 rs	46.8 b	80.3 a-d	27.5 pr	67.0	0.241 f
	Si <sub>50</sub>	7.5 r	40.7 h	84.5 a	23.0 s	68.5	0.169 f
	Si <sub>100</sub>	7.3 rs	43.7 e	66.6 d-g	33.4 p	62.2	0.228 f
	Si <sub>200</sub>	10.4 mn	43.7 e	82.1 a	27.7 pr	61.7	0.298 ef
Ortalama T <sub>150</sub> ( <i>Average S<sub>150</sub></i> )		8.1 D	43.7 B	78.4 A	23.9 C	69.0 B	0.413 A
Silisyum Dozlarının Ortalaması ( <i>Silicon Doses Averages</i> )	Si <sub>0</sub>	21.0 C	46.4 A	52.1	49.7	69.7	0.244 B
	Si <sub>50</sub>	22.3 C	43.6 B	49.1	52.6	71.4	0.290 B
	Si <sub>100</sub>	27.5 B	46.1 A	50.7	52.7	69.1	0.386 A
	Si <sub>200</sub>	37.3 A	44.8 B	52.2	52.9	56.5	0.436 A
VK (%) ( <i>CV %</i> )		9.81	5.41	9.51	11.1	10.8	14.4
Tuz Dozları ( <i>Salt Doses</i> )		**	**	*	*	*	**
Si Dozları ( <i>Si Doses</i> )		*	**	öd	öd	öd	*
Si x Tuz Dozları ( <i>Si x Salt Doses</i> )		*	**	*	*	öd	*

Si: Silisyum (*Silicon*); Si<sub>0</sub>: Kontrol Dozu (*Control Doses, Si<sub>0</sub>*); T<sub>0</sub>: Kontrol Tuz Dozu (*Control Salt Doses, S<sub>0</sub>*); VK (%): Varyasyon katsayısı (*CV %: Coefficient Variation*); öd: önemli değil (*Non significant*); MDA: Malondialdehit; YDBSİ: Yaprak Dokularında Bağıl Su İçeriği (*Leaf Tissues Proporsal Water Content, LTPWC*); YDİS: Yaprak Dokularında İyon Sızıntısı (*Leaf Tissues İon Leak LTİL*); YDMDİ: Yaprak Dokularında Membran Dayanıklılık İndeksi (*Leaf Tissues Membrane Strenght İndex, LTMSİ*); \*P<0.05 düzeyinde (\*P<0.05 level), \*\* P<0.01 düzeyinde önemli (P<0.01 level significant).

### MDA(Malondialdehit, nmol g<sup>-1</sup>)

Bu çalışmada, fasulyede lipid peroksidasyon seviyesi (MDA) üzerine farklı seviyelerde tuz ve silisyum uygulamaları ile her iki faktörün interaksyonunun etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (Çizelge 2). Bitkide tuz stresi arttıkça MDA miktarında paralel olarak artmıştır. En yüksek MDA miktarı 0.413 nmol g<sup>-1</sup> ile 150 mM tuz dozundan tespit edilirken, 100 mM tuz dozu ile aynı Duncan grubunda yer almıştır. En düşük değer ise 0.234 nmol g<sup>-1</sup> ile tuzun kontrol grubundan elde edilmiştir (Çizelge 2). Artan tuz dozları fidelerde lipid peroksidasyonun son ürünü olarak bilinen malondialdehit miktarında artışlara neden olmaktadır. Bu artışlar bitki dokularındaki oksitadif hasarın bir göstergesi olup, bunun sonucunda fidelerde büyüme ve gelişmede azalma meydana gelmektedir (Takahashi 1995). Silisyumun stres şartlarında hücre zarında lipid oksidasyon sonucu ortaya çıkan MDA miktarında önemli bir azalma meydana getirdiği bildirilmiştir (Aydın ve ark. 2012). Silisyum uygulamaları bakımından, en yüksek MDA değeri 0.44 nmol g<sup>-1</sup> ile kontrol uygulamalarından elde edilmiştir. Fakat 50 ppm silisyum dozu ile aynı Duncan grubunda yer aldığı görülmektedir (Çizelge 2).

En düşük MDA değeri ise 0.244 nmol g<sup>-1</sup> ile 200 ppm uygulamasından elde edilirken 100 ppm Si dozu ile aynı grup içerisinde yer almıştır. Silisyumun bitki hücrelerinde plazma membranlarının geçirgenliğinin yanı sıra membran lipid peroksidasyonunu azaltmaktadır. Ayrıca, membran fonksiyonu ve bütünlüğünü koruyarak tuz stresinin olumsuz etkisini gidermekte ve tuzlu koşullarda bitki gelişimini ve verimini iyileştirmektedir (Zhu ve ark. 2004). "Si" x Tuz interaksyonunda en yüksek değer 0.516 nmol g<sup>-1</sup> ile 100 mM x 0 ppm Si (kontrol) uygulamalarından elde edilmiştir. Tuz iyonlarının toksik etkisi membran etkinliğini, su dengesini, besin maddesi taşınımı, yağların depolanması ve sentezini sekteye uğratarak bitkisel üretimde verim ve kalite kayıplarına neden olmaktadır (Horoz ve Korkmaz 2014, Yılmaz ve ark. 2011).

### SONUÇ

Bu sonuçlara göre silisyum uygulamasının fasulye fidelerinde tuzun stres etkisinin azaldığı tespit edilmiştir. Araştırmada kullanılan 100 ve 200 ppm silisyum dozları kök ve gövde uzunluğu, kök yaş ve kuru ağırlık, gövde yaş ve kuru ağırlıkları, SPAD indeksi, yaprak alan indeksi ve MDA gibi özelliklerden olumlu sonuçlar elde edilmiştir. Ayrıca bitkilerin fizyolojik olarak en hassas oldukları dönem çıkıştan sonraki genç dönem olması nedeniyle benzeri çalışmaların bu dönemde yürütülmesi daha sağlıklı sonuçlar verebilir. Tuz stresine karşı bitkilere dayanıklılık sağlayan silisyumun gibi benzer koruyucu maddelerin yanı sıra gübre uygulamalarına da yer

verilmelidir. Özellikle geniş alanlarda tuz stresinden kaynaklı ekonomik kayıpların minimize edilmesinde silisyum ve benzeri kimyasalların maliyet analizlerine bakılarak sağladığı katkı hesaplanmalıdır.

### Çıkar Çatışması Beyanı

Makale yazarları aralarında herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan ederler.

### Araştırmacıların Katkı Oranı Beyan Özeti

Yazarlar makaleye eşit oranda katkı sağlamış olduklarını beyan ederler.

### KAYNAKLAR

- Adak M 2014 Türkiye'de Yemelik Baklagillerin Önemi, Üretimi ve İzlenen Politikalar. Tarım ve Mühendislik, 103:24-30.
- Akbari G, Sanavy SAMM, Yousafzadeh S 2007. Effect of Auxin and Salt Stress (NaCl) on Seed Germination of Wheat Cultivars (*Triticum aestivum* L). Pak. J. Biol. Sci., 10(15): 2557-2561.
- Anonim 2018. Türkiye İstatistik Kurumu, www.tuik.gov.tr (Erişim Tarihi: 28. 12. 2019).
- Anonim 2018. FAO Statistical Database. www.faostat.fao.org (28.12.2019).
- Al-aghaby K, Zhu Z, Shi Q 2007. Influence of Silicon Supply on Chlorophyll Content, Chlorophyll Fluorescence and Antioxidative Enzyme Activities in Tomato Plants under Salt Stress. Journal of Plant Nutrition, 27(12): 2101- 2115.
- Altunkaynak ÖA 2018. Fasulyede (*Phaseolus vulgaris* L.) Farklı Azot Dozlarının ve Bakteri Aşılmasının Tane Verimi ve Verim Özellikleri Üzerine Etkileri, Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarla Bitkileri Ana Bilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, 35.S Konya.
- Ali A, Basra SMA, Hussain S, Iqbal J, Alias MA, Bukhsh HA, Sarwar M 2012. Salt Stress Alleviation in Field Crops Through Nutritional Supplementation of Silicon. Pakistan Journal of Nutrition, 11 (8): 637-655.
- Arora A, Sairam RK, Srivastava GC 2002. Oxidative Stress and Antioxidative Systems in Plants, Curr. Science, 82: 1227-1238.
- Ashraf MY, Akhtar K, Hussain F, Iqbal J 2004. Screening of Different Accession of three 18 Potential Grass Species from Cholistan Desert For Salt Tolerance. Pak. J. Bot., 38: 1589- 1597.
- Avcu S, Akhoundnejad Y, Daggan HY 2013. Domates Tuz Stresi Üzerine Selenyum ve Silikon Uygulamasının Etkileri. Tarım Bilimleri Dergisi, 6 (1): 183-188.
- Aydın A, Kant C, Turan M, 2012. Humic Acid Application Alleviate Salinity Stress of Bean (*Phaseolus vulgaris* L.) Plants Decreasing in

- Membrane Leakage. African Journal of Agriculture Research, 7: 1073-1086.
- Bae EJ, Lee KS, Huh MR, Lim CS 2012. Silicon Significantly Alleviates The Growth Inhibitory Effects of NaCl in Salt-Sensitive 'Perfection' and 'Midnight' Kentucky Bluegrass (*Poa pratensis* L.). Horticulture, Environment and Biotech, 53(6): 477-483.
- Bat M, Tunçtürk R, Tunçtürk M 2019. Ekinezya (*Echinacea purpurea* L.) Bitkisinde Kuraklık Stresi ve Deniz Yosunu Uygulamalarının Bazı Fizyolojik Parametreler Üzerine Etkisi, KSÜ Tarım ve Doğa Dergisi, 23 (1):99-107.
- Bajji M, Kinet JM, Lutts S 2001. The Use of the Electrolyte Leakage Method for Assessing Cell Membrane Stability as a Water Stress Tolerance Test in Durum Wheat. Plant Growth Regulation, 36: 61-70.
- Bressan RA 2008. Stress Fizyolojisi, Bitki Fizyolojisi Palma Yayıncılık, 591-620.
- Demir E, Ellialtıoğlu G, Yaşar F, Kuşvuran G, Yücer M, Türközü D 2013. Tuz Stresi Uygulamasının Yerli Kavun Aksiyonlarına ait Fiderlerde İyon Dağılımı İncelenmesi, Nevşehir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 30-45.
- Düzgüneş O, Kesici T, Kavuncu O, Gürbüz F 1987. Research and Experimental Methods. Statistical Methods-II. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, 1:1021-1295.
- Egert M, Tevini M 2002. Influence of Drought on Physiological Parameters Symptomatic for Oxidative Stress in Leaves of Chives (*Allium schoenoprasum*) Environmental and Experimental Botany, 48: 43-49.
- Gong H, Chen G, Chen G, Wang S, Zhang C 2005. Silicon Alleviates Oxidative Damage of Wheat Plants In Pots under Drought. Plant Science, 169:313-321.
- Gupta SC, Srivastava JP 1998. Effect of Salt Stress on Morpho Physiological Parameters in Wheat. Indian Journal Plant Physiol, 32 (2): 169-171.
- Hattori T, Inanaga S, Araki H, Morita S, Luxova M, Lux A 2005. Application of Silicon Enhance Drought Tolerance in Sorghum bicolor. Physiologia Plant, 123(4):459-466.
- Heath RL, Packer L 1968. Photoperoxidation in Isolate Chloroplast. I. Kinetics and Stoichiometry of Fatty Acid Peroxidation. Arch. Biochem. Biophys, 125: 189-198.
- Horoz A, Korkmaz A 2014. Çeltikte (*Oryza sativa* L.) Tuz Stresinin Azaltmada Silisyumlu Gübrelerin Etkisi, Tarım Bilimleri Dergisi, 20:215-229.
- Kanber R, Çullu MA, Kendirli B, Antepli S, Yılmaz N 2005. Sulama, Drenaj ve Tuzluluk, Türkiye Ziraat Müh., VI. Teknik Kongresi, Ankara, 3-7 Ocak, 2005.
- Kına A 2008. Farklı Tuz Konsantrasyonlarının, İki Farklı Çilek (*Fragaria x ananassa*) Çeşidinde Bazı Bitkisel ve Kimyasal Özelliklerine Etkisi. Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarla Bitkileri Ana Bilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Van, 66 s.
- Kızılgöçü F, Yıldırım M, Akıncı C 2010. Bazı Ekmeklik Buğday Genotiplerinin Tuzluluğa Tepkilerinin Belirlenmesi 1. Uluslar arası Katılımlı Kamu Üniversite Sanayi İşbirliği Sempozyumu ve Mermercilik Şurası 24-26 Mayıs 2010: 301-307, Diyarbakır.
- Kızılgöçü F, Tazebay N, Namlı M, Albayrak Ö, Yıldırım M 2017. The Drought Effect on Seed Germination and Seedling Growth in Bread Wheat (*Triticum aestivum* L.). International Journal of Agriculture Environment and Food Science, International Journal of Agriculture Environment and Food Sciences, (1): 33-37.
- Kim Y, Khan A, Shinwari ZK, Kim DH, Waqas M, Kamran M, Lee IJ 2012. Silicon Treatment to Rice (*Oryza sativa* L.) Cv 'Gopumbyeo' Plants During Different Rowth Periods and its Effect on Growth and Grain Yield. Pakistan Journal of Botany, 44 (3): 891-897.
- Koç S 2005. Fasulyelerde Tuzluluğa Tolerans Bakımından Genotipsel Farklılıklar Erken Bitki Gelişimi Aşaması Belirlenmesi. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarla Bitkileri Ana Bilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Adana, 86 s.
- Koyro HW 2002. Environment Plants Molecules, Ultrastructural Effects of Salinity in Higher Plants, Salinity, 522.
- Lewitt J 1980. Responses of Plants to Environmental Stresses Vol. II, 2nd 6 ed. Academic Press, New York, pp:607.
- Liang YC, Ding RX 2002. Influence of Silicon on Microdistribution of Mineral Ions in Roots of Salt Stressed Barley as Associated with Salt Tolerance In Plants. Science China (Series C), 45:298-308.
- Lux A, Luxova M, Hattori T, Inanaga S, Sugimoto Y 2002. Silicification in Sorghum (*Sorghum bicolor* L.) Maas Cultivars with Different Drought Tolerance, Physiologia Plantarum, 115:87-92.
- EV 1990. Crops Salt Tolerance Agriculture Salinity Assessment and Management, American Society Civil Engineers, In: KK. Tanji, New York, 1:262-334.
- Mahajan S, Tuteja N 2005. Cold, Salinity and Drought Stress: an Overview. Archives of Biophysics, 444:139-158.
- Marschner H 1995. Mineral Nutrition of Higher Plant Academic Press, 1:657-680.
- Matichenkov VV, Bocharnikova EA 2001. The Relationship Between Silicon and Soil Physical and Chemical Properties. In: L.E. Datnoff, G.H. Snyder, H. Korndorfer, eds. Silicon in Agriculture. Amsterdam: Elsevier, pp. 209-219.
- Mishra A, Choudhuri AD 1999. Effects of Salicylic Acid on Heavy Metal-Induced Membran

- Deterioration Mediated By Lipoygenase in Rice *Biologia Plantarum*, 42 (3): 409-415.
- Muhammad Z, Hussain F 2012. Effect of NaCl Salinity on The Germination and Seedling Growth of Seven Wheat Genotypes. *Pak. J. Botanic* 44(6): 1845-1850.
- Oral E, Altuner F, Tunçtürk R, Baran İ 2020. Giberellik Asit (GA<sub>3</sub>) Ön Uygulamasına Tabi Tutulmuş Kinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) Tohumunda Tuz (NaCl) Stresinin Çimlenme Özellikleri Üzerine Etkisi, *KSÜ Tarım ve Doğa Dergisi*, 23(1): 123-134.
- Öztürk M, Gemici M, Özdemir F, Keyikçi 1994. Tohum Çimlenmesi Olayında Bitkisel Hormonla ve Çimlenme Simülatörünün Tuz Stresini Azaltmadaki Rolü. XII. Ulusal Biyoloji Kongresi, Edirne, 1: 44-48.
- Parida AK, Das AB 2005. Salt Tolerance and Salinity Effects on Plants: a Review, *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 60: 324-349.
- Premchandra GS, Saneoka A, Ogato S 1990. Cell Membrane Stability and Indicator of Drought Tolerance, as Affected by Applied Nitrogen in Soybean. *Journal of Agriculture Science*, 115: 63-66.
- Pekşen E, Artık C 2005. Antibesinsel Maddeler ve Yemelik Tane Baklagillerin Besleyici Değerleri, *Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 20 (2): 110-120.
- Saqib MR, Ashraf M, Shahzad SM, İmtiaz M 2011. Silicon Nutrition for Mitigation of Salt Toxicity in Sunflower (*Helianthus annuus* L.), *Int. J. Agric. Applied Sciences*, 3: 1.
- Sairam RK 1994. Effect of Moisture Stress on Physiological Activities of Two Contrasting Wheat Genotypes. *Indian Journal of Experimental Biology*, 32: 594-597.
- Sairam RK, Saxena DC 2000. Oxidative Stress and Antioxidants in Wheat Genotypes: Possible Mechanism of Water Stress Tolerance. *J. Agron.* 13-18, Beijing, China 223 p.
- Seymen B ve Önder M 2015. Kuru Fasulye (*Phaseolus vulgaris* L.) Genotiplerinde Tuzluluğun Fide Gelişimi Üzerine Etkisi. *Selçuk Üniversitesi, Selçuk Tarım Bilimleri Dergisi*, 2(2): 109-115.
- Özkur Ö 2010. Kapari (*Capparis ovata*) Bitkisinde Kuraklık Stresi Koşullarında Antioksidant Savunma Sistemi İncelenmesi. *Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyoloji Anabilim Dalı, Doktora Tezi*, 75s.
- Takahashi E 1995. Uptake Mode and Physiological Functions of Silica. *Japan Journal Soil Science Plant Nutrient* 49: 357-360.
- Trenholm LE, Datnoff LE, Nagata RT 2004. Influence of Silicon on Drought and Shade Tolerance of St. Augustinegrass. *Hort Technology*, 14: 487-490.
- Tuna AL, Kaya C, Higgs DEB, Murillo Amador B, Aydemir S, Girgin AR 2008. Silicon Improves Salinity Tolerance in Wheat Plants. *Environmentl and Experimental Botany*, 62(1): 10-16.
- Tuteja N 2007. Mechanisms of High Salinity Tolerance in Plants, *Methods in Enzymology*, 428: 419-438.
- Yılmaz E, Tuna AL, Bürün B 2011. Bitkilerin Tuz Stresi Etkilerine Karşı Geliştirdikleri Tolerans Stratejileri. *Ç.Ü. Fen Bilimleri Dergisi*, 7 (1): 47-66.
- Zhu ZJ, Fan HF, He Y 2004. Roles of Silicon Mediated Alleviation of Salt Stress In Higher Plants: A review, *Proceedings of the 5th. International Conference of Silicon in Agriculture (September 13-18), Beijing, China* 223 p.



## Aspir (*Charthamus tinctorius* L) Genotiplerinde Fide Devresi Kuraklığının Tohum Verimi, Yağ Oranı ve Yağ Verimine Etkileri

Hasan KOÇ<sup>✉</sup>

Bahri Dağdaş Uluslararası Tarımsal Araştırma Enstitüsü, Konya

<https://orcid.org/0000-0003-1728-070X>

✉: koc175@hotmail.com

### ÖZET

Bu çalışmada, ilkbahar kuraklığının sıklıkla görüldüğü Konya ilinde, doğal şartlarda oluşan fide devresi (rozet devresi) kuraklığına karşı aspir genotiplerinin tohum verimi, yağ oranı ve yağ verimi bakımından tepkilerinin Kuraklık Hassasiyet indeksi (KHI) yardımıyla değerlendirilmesi amaçlanmıştır. Araştırma, 6 tescilli çeşit ve seleksiyonla elde edilen 17 genotip ile 2018 ve 2019 yıllarında tesadüf blokları deneme desenine göre dört tekerrürlü olarak kurulmuştur. 2018 yılında aspirin fide devresinde (Mayıs) toplam yağış miktarı uzun yıllar ortalamasının oldukça üzerinde 72 mm olarak gerçekleşirken, 2019 yılı Mayıs ayında bu değer 10 mm olmuş ve uzun yıllar ortalaması çok altında gerçekleşmiştir. Bu doğal şartlarda gerçekleşen fide devresi kuraklık koşulları, aspir genotiplerinin stresli ve stressiz koşullara tepkilerini değerlendirme fırsatı tanımıştır. Araştırmada Stressiz (2018 yılı) ve stresli (2019 yılı) şartlara ait değerler üzerinden yapılan varyans analiz sonuçlarına göre, genotip, stres arasındaki ve genotip stres interaksyonu, tohum verimi, yağ oranı ve yağ verimi özellikleri için %1 seviyesinde önemli bulunmuştur. Tohum verimi bakımından, denemede yer alan genotiplerin kuraklık hassasiyet indeksi değerleri incelendiğinde G1 kuraklığa en hassas genotip olarak belirlenmiş (1.50) bunu G6 (1.33) ve G8 (1.19) takip etmiştir. Standart çeşitlerin kuraklık hassasiyet indeksi değerleri incelendiğinde, Dinçer (1.19) çeşidinin en hassas çeşit olduğu belirlenmiştir. Kuraklık hassasiyet indeksi en düşük dolayısıyla kuraklığa en toleranslı genotipler ise G13 (0.48), G14 (0.53) ve G15 (0.65) olmuştur. Tescilli çeşitler içerisinde Balcı (0.92) kuraklığa en toleranslı çeşit olarak tespit edilmiştir. Fide devresi kuraklık stresinden etkilenmenin her genotipte farklı şekilde gerçekleştiği tespit edilmiştir. Yağ oranı kuraklıktan önemli ölçüde etkilenmekle birlikte, bu etkilenme bazı genotiplerde azalış yönünde olurken, bazı genotiplerde artış yönünde olmuştur. Aspir genotiplerinin fide devresi kuraklığına tepkisi ise, yağ verimi bakımından tohum verimine benzer şekilde olmuştur.

### Araştırma Makalesi

#### Makale Tarihiçesi

Geliş Tarihi : 14.04.2020

Kabul Tarihi : 04.06.2020

#### Anahtar Kelimeler

Aspir

Kuraklık Hassasiyet İndeksi (KHI)

Tohum Verimi

Yağ Oranı

Yağ Verimi

## Effects of Seedling Stage Drought on Seed Yield, Oil Rate and Oil Yield in Safflower (*Charthamus tinctorius* L) Genotypes

### ABSTRACT

Objective of this study was to evaluate the responses of safflower genotypes in terms of seed yield, oil content and oil yield against seedling stage (rosette stage) drought occurring in natural conditions in Konya province where spring drought is frequently observed with the help of drought Sensitivity Index (DSI). The study was conducted in 2018 and 2019 with four replications as a randomized blocks, with 6 registered varieties and 17 genotypes obtained by selection. In 2018, the total amount of precipitation in the safflower seedling stage (May) was well above the average for many years, while this value was 10 mm in May 2019, and it was well below the average for many years. Seedling drought conditions occurring in these natural conditions

### Research Article

#### Article History

Received : 14.04.2020

Accepted : 04.06.2020

#### Keywords

Safflower

Drought Sensitivity Index (DSI)

Seed Yield

Oil Content

Oil Yield

provided an opportunity to evaluate the reactions of safflower genotypes to stressful and stress-free conditions. According to the results of the analysis of variance based on the values of the stress-free (2018) and stressful (2019) values in the study, it was found to be significant compared to 1% for genotype, stress and genotype stress interaction, seed yield, oil content and oil yield characteristics. In terms of seed yield, when the drought sensitivity index values of the genotypes included in the experiment were examined, G1 was determined as the most susceptible to drought (1.50), followed by G6 (1.33) and G8 (1.19). When the drought sensitivity index values of the standard varieties were examined, Dinçer (1.19) variety was determined to be the most sensitive variety. The drought sensitivity index was lowest, therefore drought most tolerant genotypes were G13 (0.48), G14 (0.53) and G15 (0.65). Among the registered varieties, Balcı (0.92) has been identified as the most drought tolerant variety. It has been determined that the effect of seedling stage drought stress occurs differently in each genotype. Although the oil content was significantly affected by drought, this effect was decreasing in some genotypes while it increased in some others. The effect of safflower genotypes on oil yields from seedling drought was similar to seed yield.

**To Cite :** Koç H 2020. Aspir (*Charthamus tinctorius* L) Genotiplerinde Fide Devresi Kuraklığının Tohum verimi, Yağ Oranı ve Yağ Verimine Etkileri. KSÜ Tarım ve Doğa Derg 23 (6): 1626-1633. DOI: 10.18016/ksutarimdog.a.vi.720081.

## GİRİŞ

İklim değişikliğinin bir sonucu olarak, özellikle bölgesel yağışlardaki azalma ve küresel ısınmanın neden olduğu buharlaşmanın artması nedeniyle kuraklığın gelecekte daha da artması beklenmektedir (Lobell ve ark.,2008).

Kuraklık veya su açığı, bitkilerin büyümesini, gelişmesini ve üretimini ciddi şekilde etkileyen çevresel streslerden biridir (Ongom ve ark., 2016). Bu gerçek ıslahçıları, agronomistleri, yetiştiricileri ve fizyologları verimi artırmak için, kuraklığı hafifletecek uygulamaları ve “kuraklığa toleranslı” genotipleri araştırmaya yöneltmiştir (Acevedo ve Ceccarelli, 1989).

Su stresine karşı bitki tepkileri çok karmaşıktır ve kuraklık stresinin süresi ve şiddeti, bitki olgunluğunun evresi, önceki çevresel koşullar ve bunların etkileşimleri gibi bazı faktörlerdeki değişikliklerden etkilenebilir (Farahani ve ark., 2011). Buna ek olarak genotiplerin su eksikliği stresine karşı tepkisi; stresin yoğunluğu ve süresi ile stresin bitki büyüme ve gelişmesinin hangi aşamasında olduğuna bağlıdır. Stres oluşum süresinin kuraklık stres yoğunluğundan daha önemli olduğuna dikkat edilmelidir (Nargeseh ve ark.,2020). Farklı genetik yapı nedeniyle, genotipler genellikle genotip-çevre etkileşimi olarak adlandırılan çevreye verdikleri cevaplarda farklılık gösterir (Mansour ve ark., 2017). Genotip ve çevre arasındaki etkileşimi genotiplerin farklı çevresel koşullar altında nasıl performans göstereceğini tahmin edememek ıslah çalışmalarını zorlaştırmaktadır (Shakhatreh ve ark., 2001). Bir genotipin kuraklığa yatkınlığı genellikle su eksikliği stresi altında verimdeki azalmanın miktarı ile ölçülür

(Blum, 2012).

Aspir kuraklığa dayanıklı bir ürün olarak kabul edilse de, yüksek verim sağlamak için uygun toprak nem seviyelerine ihtiyaç duyar. Genel olarak, büyüme mevsimi boyunca 600 mm yağış (çoğunluğu çiçeklenmeden önce düşen ) yüksek verim elde etmek için yeterli görünmektedir. Normal maksimum büyüme döneminde, yani rozet devresinden çiçeklenmeye kadar su sıkıntısı, büyüme ve gelişmede belirgin bir azalmaya neden olacaktır (Uslu ve ark.,2002).

Aspir aslında 2-3 metre derinliğe ulaşabilen kök sistemi sayesinde kuraklık stresinde hayat döngüsünü devam ettirebilmektedir. Buna rağmen kuraklık stresi şiddetli olduğunda ise aspir tohum verimi keskin bir şekilde azalmaktadır (Lovelli ve ark., 2007). Bunun sebebi aspirde 2-3 metre kök uzunluğu maksimum kök uzunluğu olup bu uzunluğa bitki ancak ileri gelişim dönemlerinde ulaşabilmektedir.

Aspir, su stresine hassas bir bitki olarak kabul edilmesine rağmen dünyada genellikle çeşitli su stres seviyelerine sahip kuru tarım koşullarında yetiştirilir (Hamzehzarghani ve ark.,2011). Türkiye’de de genellikle kuru iklim koşullarında sulanmadan yetiştirilen bir yağ bitkisidir. Aspirin ekim alanlarının büyük bir kısmını oluşturan Orta Anadolu bölgesinde Mayıs ayında gerçekleşen erken ilkbahar kuraklığı verimde önemli düşüslere sebep olmaktadır.

Kuraklık ve kuraklık toleransı gibi abiyotik streslerle ilgili çalışmalar, aspirde büyük ölçüde eksiktir (Singh , 2006 ). Aspir bitkisinin kuraklığa dayanıklılığı ile ilgili çalışmaların büyük çoğunluğunu çiçeklenme ve tohum dolum evresindeki kuraklığın etkisinin araştırıldığı

çalışmalar oluşturmaktadır ( Öztürk ve ark., 2009; Bagheri ve Sharghi, 2011; Roudbari ve ark.,2012; Zareie ve ark.,2013; Nacar ve ark.,2016).

Buna karşılık aspirde erken ilkbahar kuraklığı ile ilgili sınırlı araştırmalar mevcuttur, bu çalışmalarda aspir genotiplerinde bu dönem su stresini tolere etmek için genetik çeşitliliğin mevcut olduğunu, bunun tespit edilmesinin kuru koşullarında aspir yetiştiriciliğine önemli avantajlar sağlayacağı bildirilmiştir (Nikzad ve ark.,2013; Amini ve ark.,2013).

Aspir genotiplerinin çeşitli gelişme devrelerinde kuraklığa toleransını belirleyen araştırmalar, çoğunlukla kontrollü şartlarda sera ortamında ya da belirli bir dönem sulama kısıtlamasıyla yapılmıştır. Bu çalışma ise 2018 Mayıs ayında yeterli yağışın gerçekleşmesi (72 mm) ve 2019 Mayıs ayında ise çok düşük bir yağışla (10 mm) yoğun bir kuraklık yaşanması sonucu, genotiplerin doğal koşullarda kuraklık stresine toleransının değerlendirilmesidir.

Araştırmada, erken ilkbahar kuraklığının sıklıkla görüldüğü Konya ilinde, doğal şartlarda oluşan fide devresi (rozet devresi) kuraklığına karşı aspir genotiplerinin tohum verimi, yağ oranı ve yağ verimi bakımından tepkilerinin Kuraklık Hassasiyet indeksi

yardımla değerlendirilmesi amaçlanmıştır.

## MATERYAL ve YÖNTEM

Araştırma, 6 tescilli çeşit (Koç, Göktürk, Dinçer, Linas, Balcı, Olas) ve aspir ıslah çalışmaları kapsamında verim ve yağ içeriğine göre yapılan seleksiyonla elde edilen 17 genotip ile 2018 ve 2019 yıllarında Konya Bahri Dağdaş Uluslararası Tarımsal Araştırma Enstitüsü deneme arazisinde yürütülmüştür. Tesadüf Blokları deneme desenine göre dört tekerrürlü olarak kurulmuştur. Deneme parselleri 1.2 metre eninde, 5 metre uzunluğunda ve hasatta parsel alanı 6 metrekare olacak şekilde deneme mibzeri ile ekim yapılmıştır. Ekim bütün yıllarda Mart ayının son haftası metrekareye 125 adet tohum gelecek şekilde yapılmıştır. Hasat Ağustos ayının ikinci haftasında parsel biçerdöveriyle yapılmıştır.

Deneme yeri toprakları; killi-tınlı bir bünyeye sahiptir. Organik madde içeriği % 2 ile orta seviyededir. Toprağın kireç miktarı % 29 olup yüksek sınıfa girmektedir. Asitlik derecesi (PH 7.8) hafif alkali sınıfa girmektedir. Fosfor ve Potasyum miktarı bakımından zengindir. Tuzluluk sorunu bulunmamaktadır.

Çizelge.1 Denemenin yürütüldüğü yıllara ve uzun yıllara(1929-2019) ait aylık yağış miktarı(mm) ve aylık sıcaklık ortalamaları(C<sup>0</sup>)

Table.1 Monthly precipitation amount (mm) and monthly temperature averages (C<sup>0</sup>) for the years and long years (1929-2019) of the experiment.

	Yıllar (Years)	AYLAR (Months)												
		Oc. Jan	Şub. Feb.	Mart Mar.	Nis Apr	May. May	Haz. June	Tem. July	Ağ. Aug.	Eyl. Sept.	Ek. Oct	Kas. Nov.	Ar. Dec.	TOT. TOT.
Yağış (precipitation)	2018	35	3	36	14	72	39	20	1	8	42	27	63	360
	2019	56	22	14	27	10	30	6	8	10	14	45	112	356
	Uz. Yıl.	38	29	28	32	43	24	6	5	13	30	32	42	322
Sıcaklık (Temperature)	2018	1.3	5.7	9.8	14	17.2	21.2	24.9	24.3	19.8	13.4	7.3	3	161.9
	2019	0.5	4.1	6.4	9.6	17.8	20.9	23	23.3	19.2	15.1	8.5	2.9	151.3
	Uz. Yıl.	-0.3	1	5.7	11	15.8	20.4	23.6	23.2	18.7	12.6	5.9	1.5	139.3

2018 yılında aspirin rozet devresinde (Mayıs) toplam yağış miktarı uzun yıllar ortalamasının (43mm) oldukça üzerinde 72 mm olarak gerçekleşirken, 2019 yılı Mayıs ayında bu değer 10 mm olmuş ve uzun yıllar ortalaması çok altında gerçekleşmiştir (Çizelge 1). Bu doğal şartlarda gerçekleşen rozet devresi kuraklık koşulları, aspir genotiplerinin stresli ve stressiz koşullara tepkilerini değerlendirme fırsatı tanımıştır.

Aspirin Orta Anadolu şartlarında aylık gelişme periyotları; nisan ayı çıkış ve erken fide devresi, mayıs ayı fide (rozet) devresi, haziran ayı sapa kalkma ve tomurcuklanma, temmuz ayı çiçeklenme, ağustos ayı fizyolojik olum ve hasat devresi olarak sınıflandırılabilir.

Araştırmada stres konuları aşağıdaki şekildedir:

K0: Fide (rozet) devresi stressiz şartlar ( 2018 yılı Mayıs ayı yağışı: 72 mm)

K1: Fide (rozet ) devresi stresli şartlar (2019 Mayıs ayı yağışı:10 mm)

Kuraklık hassasiyet indeksi hesaplanması şu şekilde yapılmıştır; her bir genotip için mayıs ayında en yüksek yağışın gerçekleştiği (72 mm) 2018 yılına ait elde edilen değer, o genotipin o çevredeki potansiyeli olarak alınmış, en düşük yağışın gerçekleştiği (10 mm) 2019 yılı değerleri ile karşılaştırılarak, her genotip için aşağıdaki formül yardımıyla hesaplanmıştır (Fischer ve Maurer, 1978; Bahrami ve ark.,2014;Rashidi ve ark.,2017).

Kuraklık şiddeti = Stressiz (2018 yılı) ortalama verim\* - Stresli (2019 yılı ortalama verim\*)/Stressiz ortalama verim

Kuraklık şiddeti: Kurak koşullarda verimdeki ortalama azalmanın oransal miktarını göstermektedir.

\*Verim, denemede yer alan tüm genotiplerin ortalama verimidir.

KHI (Kuraklık Hassasiyet indeksi)= [(Stressiz verim\*\* - Stresli verim\*\*) / Stressiz verim\*\*]/Kuraklık şiddeti

\*\*Verim, her bir genotipin verim değerini ifade eder.

Elde edilen verilerin varyans analizleri JMP 5.0 programı kullanılarak yapılmıştır. Ortalamalar arasındaki farklılıklar ise LSD testi ile incelenmiştir.

Çizelge 2. Aspir genotiplerinde stresli ve stressiz koşullarda tohum verimi, yağ oranı ve yağ verimi için varyans analizi  
Table 2. Analysis of variation for seed yield, oil content and oil yield in safflower genotypes evaluated under stress and non stress conditions

Varyasyon Kayn. (Variation sources)	SD (DF)	Kareler Ortalaması (Mean Square)		
		TV (SY)	YO (OC)	YV (OY)
Tekerrür (Replication)	3	11195 NS	0.0045 NS	1407 NS
Stres (Stress)	1	632407**	8,42**	80948**
Genotip (Genotyp)	22	5700**	28.23**	719**
Genotipx Stres (Genotype x Stress)	22	4157**	1.18**	516**
Tek[stres] & Random Replication[STRES]&Random)	3	13930**	0.00567 NS	1733**
Hata (Error)	132	623 NS	0,09 NS	76 NS
Toplam (Total)	183	5502**	3.64**	697**

SD: Serbestlik Derecesi (DF: Degree of Freedom), TV: Tohum Verimi (SY: Seed Yield), YO: Yağ Oranı (OC: Oil Content), YV: Yağ Verimi (OY: Oil Yield), \*\*P<0.01 significant, NS: Non Significant

Tohum verimi için kuraklık şiddeti % 43 olarak belirlenmiştir (Çizelge 3). Lovelli ve ark., (2007), kuraklık stresi şiddetli olduğunda aspir tohum veriminin keskin bir şekilde azaldığını bildirmişlerdir. Kuraklık hassasiyet indeksi değerinin 1'den küçük olması kuraklığa toleransı, 1'den büyük olması ise kuraklığa hassasiyeti ifade eder (Baloch ve ark., 2011; Singh ve ark., 2015).

Tohum verimi bakımından, denemede yer alan genotiplerin kuraklık hassasiyet indeksi değerleri incelendiğinde G1 kuraklığa en hassas genotip olarak belirlenmiş (1.50) bunu G6 (1.33) ve G8 (1.19) takip etmiştir. Standart çeşitlerin kuraklık hassasiyet indeksi değerleri incelendiğinde, Dinçer (1.19) çeşidinin en hassas çeşit olduğu belirlenmiştir.

Kuraklık hassasiyet indeksi en düşük dolayısıyla kuraklığa en toleranslı genotipler ise G13 (0.48), G14 (0.53) ve G15 (0.65) olmuştur. Tescilli çeşitler içerisinde Balcı (0.92) kuraklığa en toleranslı çeşit olarak tespit edilmiştir (Çizelge 3).

G1, tohum verimi bakımından kuraklığa en hassas genotip olup stressiz normal şartlarda 382 kg da<sup>-1</sup> verim verirken, stresli şartlarda bu verim 135 kg da<sup>-1</sup> a kadar düşmüştür (Çizelge 4). G6'da bu değerler dekara 273 kg' dan 117 kg' a ve G8'de 263 kg dan 129 kg düşmüştür. Bu genotipler stressiz şartlarda tohum verimi bakımından ilk sıralarda yer alırken, stresli şartlarda son sıralarda yer almışlardır. Kuraklığa en hassas tescilli çeşit olarak tespit edilen Dinçer çeşidinin ise normal şartlarda 306 kg olan verimi, stres şartlarında 150 kg' a düşmüştür (Çizelge 4).

Kuraklık hassasiyet indeksine göre en toleranslı genotip olan G13 normal şartlarda 235 kg da<sup>-1</sup> tohum

## BULGULAR ve TARTIŞMA

Araştırmada Stressiz (2018 yılı) ve stresli (2019 yılı) şartlara ait değerler üzerinden yapılan varyans analiz sonuçlarına göre (Çizelge 2); Genotip, stres arasındaki ve genotip stres etkileşimi, tohum verimi, yağ oranı ve yağ verimi özellikleri için %1 seviyesine göre önemli bulunmuştur.

verimi verirken, stres şartlarında tüm genotipler içerisinde 187 kg da<sup>-1</sup> ile ilk sırada yer almıştır. Kuraklığa tolerant diğer genotiplerden G14'den bu değerler stressiz ve stresli olmak üzere 228 ve 176 kg da<sup>-1</sup>, G15'den 212 ve 153 kg da<sup>-1</sup> tohum verimi elde edilmiştir (Çizelge 4).

Stresli ve stressiz şartlar tohum verimi değerlerini incelendiğinde fide devresindeki kuraklığın önemli derecede tohum verimini düşürdüğü bu düşüşün ortalama %43'e kadar varabildiği tespit edilmiştir. Fide devresi kuraklık stresinden etkilenmenin her genotipte farklı şekilde gerçekleştiği ve genotipler arasında tolerans bakımından önemli farklılıklar olduğu tespit edilmiştir. Nitekim su stresinin büyüme ve verim üzerindeki etkilerinin genotipten genotipe değişiklik gösterdiği bilinmektedir (Bannayan ve ark., 2008).

İyi çevre şartlarında yüksek verim veren genotipler rozet devresi kuraklığından daha fazla etkilenmişler, bu genotiplerin tohum verimindeki düşüş oransal olarak daha yüksek olmuştur. Buna karşılık kötü çevre şartlarına toleranslı genotipler, büyük ölçüde iyi şartlarda tohum verimi düşük genotiplerdir.

Aspir genotiplerinde sapa kalkma öncesi yani erken fide devresi ve rozet devresi kuraklık tohum veriminde önemli azalmalara neden olmuştur. Aguado ve ark. (2000), bitkilerde kuraklık stresinin yaşandığı şartlarda bitki sapında depolanan kuru maddenin tane verimi kayıplarını en aza indirmek için büyük bir öneme sahip olduğunu, bitki sapı yeşil kaldığı sürece fotosentez de devam edeceğinden, kuraklıktan etkilenmede nispeten az olacağını bildirmişlerdir. Bundan dolayı sapa kalkma öncesi kuraklık verimi önemli ölçüde etkilemiştir.

Çizelge 3. Aspir genotiplerinde kuraklık stresi koşullarında tespit edilen kuraklık hassasiyet indeksi değerleri (KHİ)  
Table 3. Drought sensitivity index values (DSI) detected in drought stress conditions in safflower genotypes

Genotip <i>Genotyp</i>	Hat No <i>Line No</i>	KHİ (TV) <i>DSI(SY)</i>	KHİ (YO) <i>DSI(OC)</i>	KHİ (YV) <i>DSI(OY)</i>
G1	82-3	1.50	1.91	1.48
Koç	Koç	1.17	4.82	1.19
G2	96-3	1.12	-1.19	1.08
Göktürk	Göktürk	1.14	2.05	1.13
Dinçer	Dinçer	1.19	3.30	1.18
G3	25-3-a	1.17	5.46	1.20
G4	83-1-a	0.90	-0.98	0.86
G5	28-2	1.00	2.29	1.01
G6	79-4	1.33	-0.25	1.29
Linan	Linan	1.08	2.13	1.09
G7	63-2-b	1.02	1.13	1.01
G8	77-1-d	1.19	0.45	1.15
Balcı	Balcı	0.92	-0.36	0.90
Olas	Olas	1.07	1.37	1.07
G9	2010-3	1.05	-0.60	1.02
G10	42-b	0.74	-0.98	0.72
G11	2010-9	1.00	-5.99	0.90
G12	106-2	0.73	5.57	0.80
G13	13-2-c	0.48	-0.42	0.47
G14	84-3-a	0.53	2.55	0.56
G15	11-1	0.65	-0.89	0.61
G16	107-2-a	1.12	-1.68	1.08
G17	56-2-c	0.82	2.56	0.83
<b>Kuraklık şiddeti (%) (Drought intensity (%))</b>		43	1	44

Çizelge 4. Stresiz ve stresli koşullarında tohum verimi, yağ oranı ve yağ verimi değerleri  
Table 4. Seed yield, oil ratio and oil yield values under stress and non stress conditions

Genotip <i>Genotyp</i>	Hat No <i>Line No</i>	TVK0 <i>SYK0</i>	TVK1 <i>SYK1</i>	YOK0 <i>OCK0</i>	YOK1 <i>OCK1</i>	YVK0 <i>OYK0</i>	YVK1 <i>OYK1</i>
G1	82-3	382	135	34.0	33.3	129	45
Koç	Koç	338	168	39.2	37.3	132	63
G2	96-3	327	169	34.5	34.9	113	59
Göktürk	Göktürk	307	157	34.9	34.2	107	54
Dinçer	Dinçer	306	150	29.9	28.9	91	44
G3	25-3-a	291	145	34.8	32.9	101	48
G4	83-1-a	289	177	35.7	36.0	103	64
G5	28-2	280	159	34.7	33.9	97	54
G6	79-4	273	117	35.7	35.8	97	42
Linan	Linan	267	143	36.6	35.8	98	51
G7	63-2-b	266	150	34.5	34.1	92	51
G8	77-1-d	263	129	35.4	35.2	93	46
Balcı	Balcı	254	153	35.9	36.0	91	55
Olas	Olas	249	134	37.8	37.3	94	50
G9	2010-3	244	134	33.4	33.6	81	45
G10	42-b	243	166	35.4	35.7	86	59
G11	2010-9	242	138	33.4	35.4	86	49
G12	106-2	242	166	37.6	35.5	91	59
G13	13-2-c	235	187	34.4	34.5	81	64
G14	84-3-a	228	176	34.9	34.0	80	60
G15	11-1	212	153	34.2	34.5	72	53
G16	107-2-a	204	106	34.6	35.2	70	37
G17	56-2-c	187	122	39.4	38.4	74	47
<b>Mean</b>		<b>266</b>	149	<b>35.3</b>	34.9	94	52
<b>LSD(%5)</b>		45	28	<b>0.3</b>	0.7	16	9
<b>CV(%)</b>		12	11	<b>0.6</b>	1.2	11	11

TVK0 (kg da<sup>-1</sup>): Tohum verimi stressiz koşullar, TVK1 (kg da<sup>-1</sup>): Tohum verimi stres koşulları, YOK0 (%): Yağ oranı stressiz koşullar, YOK1 (%): Yağ oranı stres koşulları YVK0 (kg da<sup>-1</sup>): Yağ verimi stressiz koşullar, YVK1 (kg da<sup>-1</sup>): Yağ verimi stres koşullar

Fide dönemi kuraklığından aspir genotiplerinin fazla miktarda etkilenmesinin diğer bir sebebi ise bu dönemde bitkilerin az gelişmesi sebebiyle, bitki örtüsünün toprağı tam olarak kaplayamaması ve buharlaşmanın fazla olmasıdır. Ludlow ve Muchow (1990), kurak koşullarda toprak yüzeyini erken dönemden itibaren kapatan genotiplerin su kaybını azalttığı, radyasyon alımını ve transpirasyon etkinliğini artırdığı bildirmişlerdir.

Aspir bitkisinin kuraklığa toleranslı olmasının nedeni 2-3 m derinliğe ulaşabilen derin kök yapısı sayesinde toprakta mevcut depo suyu kullanabilmesidir (Lovelli ve ark., 2007). Fide devresinde ise bitki kök uzunluğunu fazla geliştiremeden kuraklık stresine maruz kaldığı için bu dönemde kuraklığa toleransı oldukça düşüktür. Nitekim Koç (2019), aspir genotiplerinin rozet devresinde kök uzunluğunun 80 mm ile 111.5 mm arasında değiştiğini bildirmiştir. Su eksikliği koşullarında ise kök uzunluğu bu uzunluklara dahi ulaşamamaktadır. Hojati ve ark.(2011), su eksikliği koşullarında yetiştirilen aspir çeşitleri için kök uzunluğu, sürgün ve kök kuru maddesinde azalma ve düşük büyüme oranı bildirmişlerdir. Uslu ve ark. (2002), kök uzaması sırasındaki düşük yağışın tohum verimini azalttığını tespit etmişlerdir.

Bu sonuçlara benzer şekilde aspirin fide devresi su eksikliğine duyarlı olduğu bu dönemdeki kuraklığın tohum verimini önemli ölçüde düşürdüğü farklı araştırmacılar tarafından bildirilmiştir (Esendal ve ark., 2007; Farooq ve ark., 2009; İstanbulluoğlu ve ark., 2009).

Yağ oranı için kuraklık şiddeti % 1 olarak tespit edilmiştir (Çizelge 3). Bu değer tohum verimi ile karşılaştırıldığında yağ oranının fide dönemi kuraklığından daha az etkilendiğini göstermektedir. Bazı genotiplerin yağ oranı için kuraklık hassasiyet indeksi değerleri 1 den oldukça büyük gerçekleşmiştir (G12,G3 ve Koç). Bu genotiplerin kuraklık stresi şartlarında yağ oranları önemli ölçüde düşmüştür. Stres koşullarında yağ oranı düşen diğer genotipler ise sırasıyla; Dinçer, G17, G14, G5, Linas, Göktürk, G1, Olas, G7 genotiplerdir. G8 ise etkilenmemiştir. Buna karşılık bazı genotiplerin ise stres koşullarında yağ oranı daha yüksek gerçekleşmiştir (G11,G16,G2,G4,G10,G15,G9,G13,Balcı,G6).

Stres şartlarından bazı genotiplerin yağ içeriklerinin yüksek tespit edilmesinin nedeni, danenin cılız kalması ve düşük kuru madde miktarı sebebiyle kuru madde miktarından hesaplanan yağ oranının yüksek çıkmasıdır.

Deharo ve ark. (1997), 37 farklı ülkeden toplanan 199 aspir genotipleriyle yaptıkları çalışmada, yağ oranının genetik ve çevre koşullarına göre değiştiğini bildirmişlerdir. Bu çalışmada ise, aynı koşullarda genotipler kuraklık stresinden farklı şekillerde

etkilenmişler bunun sebebinin farklı genetik yapıya sahip olmalarından kaynaklandığı söylenebilir.

Bu araştırma da bazı genotipler açısından değerlendirildiğinde benzer şekilde Oad ve ark., (2002)'da su stresinin yağ konsantrasyonunu azalttığını bildirmiştir. Buna karşılık, Mozaffari ve Asadi (2006), aspir yağı içeriğinin artan sulama oranlarına yanıt vermediğini tespit etmişlerdir. Bu araştırma sonuçlarında ise kuraklık stresinin bazı genotiplerden yağ oranını düşürürken, bazı genotiplerde yükselttiği tespit edilmiştir. Bunun nedeni araştırmalarda kullanılan genotiplerin farklı olmasından kaynaklanmaktadır.

2018 ve 2019 yılında toplam yağış miktarlarının birbirine yakın olması (360-356 mm), hem de ortalama sıcaklık değerlerinin birbirine yakın olması aspir genotiplerinin verim ve yağ oranını bakımından oluşan varyasyonda rozet devresi yağış miktarının daha çok etkili olduğu söylenebilir (Çizelge 1).

Fide devresi kuraklığından aspir genotiplerinin yağ verimlerinin etkilenmesi, tohum verimine benzer şekilde olmuş, yağ verimi açısından kuraklık hassasiyet indeksi değerleri de tohum verimine yakın değerler almıştır(Çizelge 3). Yağ verimi, tohum verimi ile yağ oranından hesaplanmakla birlikte burada tohum verimi daha etkilidir. Koutroubas ve ark. (2009), yağ verimi için aspir genotipleri sıralamasının tohum verimine benzer olduğunu, çünkü yağ veriminin esas olarak tohum veriminden daha çok etkilendiğini bildirmişlerdir. Aynı şekilde Öztürk ve ark.,(2009), aspir çeşitleriyle yürüttükleri çalışma neticesinde, sapa kalkma ve çiçeklenme öncesi iki kez sulama ile tohum verimi ve yağ veriminde önemli artışlar tespit etmişlerdir.

## SONUÇ

Fide devresi kuraklığı aspir genotiplerinin tohum verimlerini stressiz koşullara göre önemli ölçüde düşürmüştür. Fide devresi kuraklık stresinden etkilenmenin her genotipte farklı şekilde gerçekleştiği ve genotipler arasında tolerans bakımından önemli farklılıklar olduğu tespit edilmiştir. Bazı genotipler kuraklık stresine hassas olarak tespit edilirken, bazı genotiplerde toleranslı olarak bulunmuştur. Tescilli çeşitler içerisinde en hassas çeşit Dinçer çeşidi olurken, en toleranslı çeşit Balcı çeşidi olmuştur. Genotiplerden Balcı çeşidinden daha toleranslı genotipler mevcuttur.

Stressiz koşullarda yüksek verim veren genotipler fide devresi kuraklığından daha fazla etkilenmişler, bu genotiplerin tohum verimindeki düşüş oransal olarak daha yüksek olmuştur. Buna karşılık stres şartlarına dayanıklı genotipler, büyük ölçüde iyi şartlarda tohum verimi düşük genotiplerdir. Bu yüzden üreticilere çeşit tavsiyelerinde bölge şartlarına uygun çeşitlerin belirlenmesi son derece önemlidir.

Yağ oranı kuraklıktan önemli ölçüde etkilenmekle birlikte, tohum verimi ile karşılaştırıldığında daha az etkilendiği tespit edilmiştir. Bu etkilenme bazı genotiplerde azalış yönünde olurken, bazı genotiplerde artış yönünde olmuştur.

Aspir genotiplerinin yağ verimlerine fide devresi kuraklığından etkisi, tohum verimine benzer şekilde olmuş, yağ verimi açısından kuraklık hassasiyet indeksi değerleri de tohum verimine yakın değerler almıştır.

Fide devresi kuraklık stres toleransı, aspir büyümesini ve hayatta kalmayı sınırlayan ana faktörlerden biridir. Bu nedenle, çevresel stres toleransının artması, aspir ıslah programlarının en önemli hedeflerinden biridir. Gerek melezleme programlarında gerekse yeni çeşitlerin tescil çalışmalarında kötü çevre koşullarına uyum gösterebilen, toleranslı genotiplerin kullanılması gerekir.

### Çıkar Çatışması Beyanı

Makale yazarları aralarında herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan ederler.

### KAYNAKLAR

- Aguado JAC, Rodes R, Perez PI, Dorado M 2000. Morphological and Characteristics and Yield Components Associated with Accumulation and Loss of Dry Mass in the Internodes of Wheat. *Field Crops Research* 66:129-139.
- Amini H, Arzani A, Bahrami F 2013. Seed Yield and Some Physiological Traits of Safflower as Affected By Water Deficit Stress. *Int J of Plant Prod* 7:597-614.
- Acevedo E, Ceccarelli S 1989. Role of the physiologist-breeder in a breeding program for drought resistance conditions (No. CIS-1195. CIMMYT).
- Bagheri H, Sharghi Y 2011 The Survey of Agronomical Traits of Safflower Cultivars in Condition of Water Deficit (*Carthamus tinctorius* L.), *Advances in Environmental Biology* 5(13): 3836-3839.
- Bahrami F, Arzani A, Karimi V 2014. Evaluation of Yield-Based Drought Tolerance Indices For Screening Safflower Genotypes. *Agronomy Journal* 106(4): 1219-1224.
- Baloch MJ, Khan NU, J WA, Hassan G, Khakgwani AA, Soomro ZA, Veesar NF 2011. Drought Tolerance Studies Through Wssi and Stomata in Upland Cotton. *Pak.J.Bot* 43(5):2479-2484.
- Bannayan M, Nadjafi F, Azizi M, Tabrizi L, Rastgoo M 2008. Yield and Seed Quality of *Plantago Ovata* and *Nigella Sativa* under Different Irrigation Treatments. *Ind Crops Prod* 27: 11-16.
- Blum A 2012. Drought Resistance. In. *Plant Breeding for Water-Limited Environments*. Springer, New York.
- Deharo A, Del Rio M, Lopez JC, Garcia M. A, Palomares M. J. and Fernandes Martines J 1997. Evaluation of the World Collection of Safflower for Oil Quality and Other Seed Characters. *Sesame and Safflower News* 6: 94-99.
- Esendal A, Istanbuluoglu B, Arslan B, Paşa C 2007. Effect of Water Stress on Growth Components of Winter Safflower (*Carthamus tinctorius*). Paper presented at the 7th International Safflower Conference, Wagga
- Farahani SM, Chaichi MR, Mazaheri D, Afshari R. T 2011. Barley Grain Mineral Analysis as Affected by Different Fertilizing Systems and by Drought Stress. *J. Agr. Sci. Tech* 13: 315-326
- Farooq M, Wahid A, Kobayashi N, Fujita D, Basra SMA 2009. Plant Drought Stress: Effects, Mechanisms and Management. *Agron Sustain Dev* 29:185-212.
- Fischer RA, Maurer R 1978. Drought Resistance in Spring Wheat Cultivars. I. Grain Yield Responses. *Aust. J. Agric. Res* 29: 897-912.
- Hamzehzarghani H, Kazemeini S. A 2011. An analysis of the exponential family models to predict yield loss of safflower (*Carthamus tinctorius* L.) challenged with water stress and redroot pigweed (*Amaranthus retroflexus* L.). *J. Agr. Sci. Tech* 13: 989-1000.
- Hojati M, Modarres-Sanavy S, Karimi M, Ghanati F 2011. Responses of Growth And Antioxidant Systems in *Carthamus tinctorius* L. under Water Deficit Stress. *Acta Physiol Plant* 33(1):105-112.
- Istanbuluoglu A, Gocmen E, Gezer E, Pasa C, Konukcu F 2009. Effects of Water Stress at Different Development Stages on Yield and Water Productivity of Winter and Summer Safflower (*Carthamus tinctorius* L.). *Agricultural Water Management* 96(10):1429-1434.
- Koç H 2019. Relationships between Survival in Winter Colds and Some Morphological and Technological Characteristics in Safflower Genotypes. *Genetika* 51(2) : 525-537.
- Koutroubas SD, Papakosta DK, Doitsinis A 2009. Phenotypic Variation in Physiological Determinants of Yield in Spring Sown Safflower under Mediterranean Conditions. *Field Crop Res* 112(2-3):199-204.
- Lobell DB, Burke MB, Tebaldi C, Mastrandrea MD, Falcon WP, Naylor RL 2008. Prioritizing Climate Change Adaptation Needs for Food Security in 2030. *Science* 319(5863):607-610.
- Lovelli S, Perniola M Ferrara A, Di Tommaso T 2007. Yield Response Factor to Water (Ky) and Water Use Efficiency of *Carthamus tinctorius* L. and *Solanum melongena* L. *Agricultural Water Management* 92 (1) : 73-80.
- Ludlow MM, Muchow RC 1990. A Critical Evaluation of Traits For Improving Crop Yields In Water-Limited Environments. *Advances in Agronomy* 43:107-153.

- Mansour E, Abdul-Hamid MI, Yasin MT, Qabil, N, Attia A 2017. Identifying Drought-Tolerant Genotypes of Barley and Their Responses to Various Irrigation Levels in a Mediterranean Environment. *Agric Water Manag* 194: 58-67.
- Mozaffari K, Asadi AA 2006. Relationships among Traits Using Correlation, Principal Components and Path Analysis in Safflower Mutants Sown in Irrigated and Drought Stress Condition. *Asian J Plant Sci* 5(6):977-983.
- Nacar AS, Değirmenci V, Hatipoğlu H, Taş M, Arslan H, Çıkman A, Şakak A 2016. Harran Ovası Koşullarında Yazlık Aspir Bitkisinde Sulamanın Verim ve Yağ Kalitesi Üzerine Etkileri. *Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi* 25(Özel sayı-2):149-154.
- Nargeseh HE, Aghaalikhani M, Rad AS, Mokhtassi-Bidgoli A, Sanavy S M 2020. Comparison of 17 Rapeseed Cultivars under Terminal Water Deficit Conditions Using Drought Tolerance Indices. *J. Agr. Sci. Tech* 22(2): 489-503.
- Nikzad M, Behrouj M, Shahdadi M 2013. Evaluation of the Behavior of Spring Safflower Genotypes Against Drought. *Switzerland Res Park J* 102(3):165-169.
- Oad FC, Samo MA, Oayyum SM, Oad 2002. NL. Inter and Intra Row Spacing effect on The growth, Seed Yield and Oil Content of Safflower (*Carthamus tinctorius* L.) *Asian J Plant Sci* 1(1): 18-19.
- Ongom PO, Volenec, JJ, Ejeta G 2016. Selection for Drought Tolerance in Sorghum Using Desiccants to Simulate Post-Anthesis Drought Stress. *Field Crops Res* 198: 213-321.
- Öztürk Ö, Ada R, Akinerdem F 2009. Bazı Aspir Çeşitlerinin Sulu ve Kuru Koşullarda Verim ve Verim Unsurlarının Belirlenmesi. *Selçuk Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*, 23 (50): 16-27.
- Rashidi F, Majidi MM, Pirboveiry M 2017. Response of Different Species of Brassica to Water Deficit. *Int. J. Plant Prod* 11(1): 1-16.
- Roudbari Z, Saba J, Shekari F 2012. Use of Physiological Parameters as Tools to Screen Drought Tolerant Safflower Genotypes, *International Research Journal of Applied and Basic Sciences* 3(12): 2374-2380.
- Shakhathreh Y, Kafawin O, Ceccarelli, S, Saoub H 2001. Selection of Barley Lines for Drought Tolerance in Low Rainfall Areas. *J. Agron. Crop Sci* 186: 119-127.
- Singh C, Kumar V, Prasad I, Patil VR, Rajkumar BK 2015. Response of Upland Cotton (*G. hirsutum* L.) Genotypes to Drought Stress Using Drought Tolerance Indices. *J. Crop Sci. Biotech* 19 (1): 53-59.
- Singh RJ 2006. Safflower (*Carthamus tinctorius* L.), Genetic Resources, Chromosome Engineering, and Crop Improvement, vol 4. New York.
- Uslu N, Tutluer İ, Taner KY, Kunter B, Sağel Z, Peşkirioğlu H, Kantoğlu, K. Y 2002. Effects of Temperature and Moisture Stress During Elongation and Branching on Development and Yield of Safflower. *Sesame and Safflower Newsletter* No. 17.
- Zareie S, Mohammadi-Nejad G, Sardouie-Nasab S 2013. Screening of Iranian Safflower Genotypes Under Water Deficit and normal conditions Using Tolerance Indices. *Aust J Crop Sci* 7:1032-1037.



## Tekirdağ Koşullarında İkinci Ürün Olarak Yetiştirilen Önemli Bazı Mısır Çeşitlerinin Verim ve Verim Unsurlarının Belirlenmesi

Yasin ÖZTÜRK<sup>1</sup>, Adnan ORAK<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>Malkara Ziraat Odası, Malkara, Tekirdağ, <sup>2</sup>Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, Tekirdağ

<sup>1</sup><https://orcid.org/0000-0001-5166-7479>, <sup>2</sup><https://orcid.org/0000-0001-6588-8563>

✉: aorak@nku.edu.tr

### ÖZET

Bu araştırma 2013–2014, 2014–2015 yıllarında Tekirdağ İli Malkara İlçesi İbribey Mahallesinde üretici arazisinde sulu şartlarda yürütülmüştür. İkinci ürün olarak erken olgunlaşan ve farklı FAO grubundan olan silajlık mısır çeşitleri (Calcio, Colonia, DK–743, Mas 74G, Pasha) materyal olarak kullanılmış ve tesadüf blokları deneme deseninde faktöriyel düzende üç tekrarlamalı olarak planlanmıştır. Araştırma sonucunda elde edilen verilerin değerlendirilmesi sonucunda mısır çeşitlerinden en yüksek hasıl verimi 7753.89 kg/da ile Calcio çeşidinden elde edilmiştir. En yüksek bitki yaş (1082.75 g) ve kuru ağırlığı (700.93 g) hasıl verimine benzer şekilde yine Calcio çeşidinde belirlenmiştir. Mısır hasıl verimini olumlu yönde etkileyen karakterler ile en yüksek değerlere sahip olan çeşitler bitki boyunda 257.10 cm ile Colonia, yaprak boyunda 67.24 cm ile DK-743, yaprak yaş ağırlığında 158.55 g ile MAS 74G, koçan yaş ağırlığında 417.78 g, bitki yaş ağırlığında 1082.75 g, koçan boyu 30.50 cm, koçan kuru ağırlığı 310.48 g/bitki ve koçan çapı 6.11 cm değeri ile Calcio olarak belirlenmiştir. Bu araştırma sonucunda; gövde çapı ve yaprak sayısı dışında tüm karakterler ile hasıl verimi arasında olumlu ilişki olduğu; ele alınan karakterler arasında koçan yaş ağırlığı, bitki yaş ağırlığı, yaprak yaş ağırlığı, yaprak boyu, koçan boyu, koçan kuru ağırlığı ve koçan çapı ile mısırın hasıl verimi arasında olumlu ve 0.01 düzeyinde önemli ilişki olduğu saptanmıştır. İki yıl süre ile yürütülen araştırmada; silaj üretiminde öncelik yüksek hasıl verimidir. Yapılan değerlendirmede; Calcio çeşidinin diğer çeşitlerin üzerinde verim potansiyeline sahip olduğu, bölge koşullarında yetiştirilmesi ile ihtiyaç duyulan kaliteli kaba yem üretimine olumlu katkı yapacağı sonucuna varılmıştır.

### Araştırma Makalesi

#### Makale Tarihi

Geliş Tarihi : 27.04.2020

Kabul Tarihi : 11.06.2020

#### Anahtar Kelimeler

Silajlık Mısır

Verim

Verim Unsurları

## Determination of the Yield and Yield Components of Some Corn Varieties as a Second Crop in Tekirdag Conditions

### ABSTRACT

This research was conducted, in 2013-2014 and 2014-2015 second crop growing seasons, at farmer land in Tekirdag province, Malkara district İbribey village. Silage maize varieties which belongs to different FAO groups and ripens early (Calcio, Colonia, DK–743, Mas 74G, Pasha) used as seed material and were planned in randomized block and factorial design with three replications. Result of the research indicated that the highest yield was obtained from Calcio corn cultivar with 7753.89 kg / da. The highest plant fresh (1082.75 g) and dry weight (700.93 g), and hay yield were determined in Calcio cultivar. The highest varieties with the characters that positively affect maize hay yield were Colonia with 257.10 cm in plant height, DK-743 with 67.24 cm in leaf height, MAS 74G with 158.55 g of leaf fresh weight, 417.78 g in corncob fresh weight, 1082.75 g in plant fresh weight, Colonia with corncob length (30.50 cm), corncob dry weight (310.48 g/plant) and corncob diameter (6.11 cm). As a result of this research; apart from stem diameter and number of leaves, there was

### Research Article

#### Article History

Received : 27.04.2020

Accepted : 11.06.2020

#### Keywords

Silage Corn

Yield

Yield Components

a positive relationship between all characters and hay yield; among the characters discussed, there was a positive and significant 0.01 correlation between corncob wet weight, plant fresh weight, leaf fresh weight, leaf height, corncob height, corncob dry weight, corncob diameter and hay yield. In the this two-year study, priority in silage production was to obtain high yield. Overall, it can be concluded that Calcio variety sustained a yield potential over other varieties and could contribute positively to the production of quality roughage needed by growing in regional conditions.

**To Cite :** Öztürk Y, Orak A 2020. Tekirdağ Koşullarında İkinci Ürün Olarak Yetiştirilen Önemli Bazı Mısır Çeşitlerinin Verim ve Verim Unsurlarının Belirlenmesi. KSÜ Tarım ve Doğa Derg 23 (6): 1634-1646. DOI: 10.18016/ksutarimdog.a.vi.727880.

## GİRİŞ

Mısır bitkisi insan ve hayvan beslenmesinde kullanılan ve geniş alanlarda tarımı yapılan önemli bir bitkidir. Diğer türlere göre birim alandan daha fazla kuru madde üreten kolay hasat edilen ve hayvanlar tarafından sevilerek yenen önemli bir sıcak iklim yem bitkisidir. Yeşil ve silaj bitkisi olarak değerlendirilmektedir. Mısır bitkisi ana veya ikinci ürün olarak yetiştirilmektedir. Tarımsal üretimde İkinci ürün olarak planlanan ekimde, ön bitkinin tarlayı kısa sürede terk etmesi istenir. Dünya’da üretilen mısırın % 73’ü hayvan beslemede kullanılmaktadır (Yıldız ve ark., 2017). Ülkemizde de üretilen mısırın %70’i büyük baş, küçükbaş ve kanatlı beslenmesinde kullanılmaktadır (Çevik, 2012). Ülkemiz hayvancılığının bu günkü en önemli sorunu ihtiyaç duyulan kaba yemin yeterince üretilmemesidir. 16.4 mil. BBHB hayvan varlığımız için 83.9 mil ton kaba yeme ihtiyacımız bulunmaktadır. 53.7 mil. tonu karşılırken 30.2 mil. ton açığımız bulunmaktadır (Özkan ve Şahin Demirbağ, 2016). Her yıl artan hayvan varlığına bağlı olarak özellikle yem bitkileri ekim alanı ve üretiminde artış sağlayacak çözümlerin bulunması gerekmektedir. Ülkemizin birçok yöresinde hasıl ve silaj olarak değerlendirilen yüksek verim potansiyeline sahip yem bitkilerinin başında mısır yer almaktadır. Ülkemizde mısır ekim alanı son yıllarda da hızla artmıştır. 2018 yılında 472.643 ha olan silajlık mısır ekim alanından 23.412.979 ton üretim sağlanmıştır (Anonim, 2018). Mısırın artan önemi ile her yıl yeni ıslah edilen çeşitler tescillenerek piyasaya sunulmaktadır. Silajlık mısır üretiminde verim ve kaliteyi etkileyen çok sayıda faktör bulunmaktadır. Coğrafi koşullar (sıcaklık, fotoperiyod ve ışıklanma süresi), kültürel işlemler (ekim zamanı, hasat dönemi, bitki sıklığı ve sulama koşulları), çeşidin genetik özellikleri verim ve kaliteyi belirleyen unsurlardır (Cox ve ark., 1994).

Bu araştırma önemli bazı mısır çeşitlerinin Malkara lokasyonunda ikinci ürün koşullarında verim, verim unsurları ile kalite özelliklerinin belirlenmesi amacıyla iki yıl süre ile Tekirdağ’da yürütülmüştür.

## MATERYAL ve METOT

Bu araştırma Tekirdağ İli Malkara İlçesi İbribey Mahallesi’nde kuzeyde 40.972132 enlem ve doğuda 27.061354 boylamları arasında yer alan üretici arazisinde sulu koşullarda yürütülmüştür. Araştırma 2014 ve 2015 yılları arasında iki yıl süre ile 2. ürün olarak, tesadüf bloklarında faktöriyel deneme desenine göre 3 tekrarlamalı olarak yürütülmüştür. Araştırmada Trakya Bölgesinde yetiştirilen Calcio, Colonia, DK-743, Mas 74G, Pasha silajlık mısır çeşitleri tohumluk olarak kullanılmış ve çeşit özellikleri Çizelge 1’de verilmiştir. Araştırmanın yürütüldüğü zaman diliminde Malkara ilçesinde alınan iklim değerleri ise Çizelge 2’de özetlenmiştir. Deneme alanı toprakları tınlı, nötr (pH:7.54-7.53), tuzsuz (EC: 0.04 dS/m) organik maddece fakir (% 1.14-1.16), kireç içeriği düşük (%2.04-4.10), fosfor (8.46-7.81ppm) ve potasyum içeriği (94.22- 46.42 ppm) uygun özellikte bulunmuştur (Çizelge 3).

Bitki sıklığı ile birlikte yeşil ot veriminin arttığını en yüksek kuru ot veriminin 10 cm sıra üzeri mesafe ile yapılan ekimlerden elde edildiğini bildiren araştırmacıların (Kızılışımşek ve ark., 2005; Yıldırım ve Baytekin, 2003) yanında, 20 cm (7.143 bitki/da) sıra üzeri ekim sıklığının en ekonomik ve uygulanabilir sonuç olduğunu bildiren çalışmalar da bulunmaktadır (Tansı ve ark., 1997). Bitki sıklığı arttıkça silaj veriminin değişmediği (Akdemir ve ark., 1997) bazı çalışmalarda ise azaldığı (Dok ve ark., 2002) bildirilmektedir. İncelenen kaynakların önemli bir bölümünde sıra arası mesafenin 70 cm olarak kabul edildiği ancak (bitki yoğunluğunun) sıra üzeri mesafenin (8, 10, 13, 15 18 ve 20 cm), farklı bölgelerde farklı çeşitler ile farklı uygulanması nedeni ile araştırmada, sıra arası mesafe 70 cm, sıra üzeri mesafe ise 18 cm olarak (Kara, 2006; Özata ve ark., 2012; Koç ve Çalışkan, 2016) uygulanmıştır. Her parsel 5 m uzunluğunda 5’ er sıradan oluşmuştur.

Her iki yılda ekimle birlikte 3.25 kg da<sup>-1</sup> N, 6.25 kg da<sup>-1</sup> P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 1.25 kg da<sup>-1</sup> K<sub>2</sub>O, 2.5 kg da<sup>-1</sup> SO<sub>3</sub>, 0.125 kg da<sup>-1</sup> Zn olacak şekilde gübreleme yapılmıştır. Bitkilerin 50 cm boylandığı dönemde 11,5 kg da<sup>-1</sup> N olacak şekilde gübreleme yapılmıştır. İlk yıl alınan yüksek yağış miktarı nedeniyle bitkiler 15-20 cm boya ulaştığında

bir kez, ikinci yıl ise bitkiler 15-20 cm, 50 cm boya ulaştığında ve tepe püskülü çıkarma döneminde olmak üzere 3 kez sulama yapılmıştır. Bitki boyu 15-20 cm olduğunda ara çapası yapılmış, sıra üzerindeki otlar el ile çekilmiştir (Çizelge 4). Kenar sıralar ile parselin

başından ve sonundan 50'şer cm'lik bölüm deneme dışı bırakılmış, kalan 8.4 m<sup>2</sup> alanda tesadüfen belirlenen 10 bitkide gözlemler yapılmıştır. Parsel hasıl verimi toplam 8.4 m<sup>2</sup> alandaki tüm bitkilerin hasadı ile belirlenmiş ve kg da<sup>-1</sup> olarak kaydedilmiştir.

Çizelge 1. Mısır (*Zea mays* L.) çeşitlerine ait bazı özellikler

Table 1. Some properties of maize (*Zea mays* L.) varieties

Çeşitler <i>Varieties</i>	Çeşit Sahibi <i>Variety Owner</i>	Tescil Yılı <i>Reg. Year</i>	Olum Süresi (g) <i>Ripening period (d)</i>	FAO Olum Grubu <i>FAO Group</i>
Calcio	Maisadour Semences Toh. Tic. Ltd. Şti.	2011	135	FAO 700
Colonia	Agromar Marmara Tar. Ü. San Tic. A.Ş.	2006	125	FAO 650
DK 743	Dako Tohumculuk San. ve Tic. A.Ş.	2007	125	FAO 650
MAS74G	Maisadour Semences Toh. Tic. Ltd. Şti.	-	135	FAO 700
Pasha	Özbuğday Tarım İşl. ve Toh. A.Ş	2010	120	FAO 600

Çizelge 2. Deneme alanına ait iklim özellikleri (2014, 2015 ve uzun yıllar)

Table 2. Climate properties of experimental area (2014, 2015 and long term)

Aylar <i>Months</i>	Toplam Yağış (mm) <i>Total Precipitation (mm)</i>			Yağışlı Gün Sayısı <i>Number of Rainy Days</i>			Ortalama Sıcaklık (°C) <i>Average Temperature(°C)</i>			Nisbi Nem (%) <i>Relative Humidity(%)</i>		
	2014	2015	Uzun Yıllar*	2014	2015	Uzun Yıllar*	2014	2015	Uzun Yıllar*	2014	2015	Uzun yıllar*
Ocak	44.4	61.5	68.3	9	12	8.78	8.0	5.6	4.8	90.3	82.7	82.7
Şubat	6.0	94.6	54.3	5	13	8.13	8.6	6.5	5.4	85.0	79.4	80.7
Mart	73.6	29.8	54.7	17	15	7.78	9.9	8.5	7.2	81.6	82.5	79.7
Nisan	46.8	65.2	41.3	16	11	7.00	13.3	11.4	11.7	83.4	74.9	77.1
Mayıs	72.1	32.2	37.1	15	5	6.10	17.5	18.5	16.6	80.6	76.2	76.4
Haziran	69.6	52.6	37.9	19	11	5.45	21.7	21.3	21.1	76.5	73.9	72.3
Temmuz	107.7	0.5	23.7	6	3	2.85	24.7	24.9	23.6	73.9	71.3	68.8
Ağustos	80.0	-	15.7	5	2	1.80	25.9	26.1	23.7	74.7	69.5	69.4
Eylül	98.1	34.9	34.8	13	10	3.55	21.6	22.8	20.1	77.9	77.9	73.3
Ekim	136.5	85.1	61.8	10	13	5.23	14.4	16.4	15.6	80.1	80.7	78.4
Kasım	35.2	48.6	75.3	11	22	7.18	13.0	13.8	11.2	85.5	81.4	82.1
Aralık	80.3	0.7	81.7	11	1	9.63	6.2	7.5	7.1	89.5	80.6	82.8
Top./Ort. Tot./Avr.	850.3	505.7	586.69	148	107	73.48	15.4	15.3	14.0	81.6	77.6	77.0

Uzun yıllar: 1940-2016 yıllar arası kapsamaktadır.

Çizelge 3. Deneme alanına ait toprak özellikleri

Table 3. Soil properties of experimental area

Özellikler <i>Properties</i>	
Ph (%)	7.54
Organik Madde (%)	1.14
Toplam Azot (N) (%)	0.05
Yarayırlı Fosfor (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ) kg da <sup>-1</sup>	8.46
Kalsiyum (Ca) ppm	4634.24
Alınabilir Potasyum (K <sub>2</sub> O) kg da <sup>-1</sup>	94.22
Magnezyum (Mg) ppm	355.67
Bakır (Cu) ppm	1.51
Demir (Fe) ppm	17.60
Mangan (Mn) ppm	6.29
Çinko (Zn) ppm	0.86
Toplam Kireç %	2.04

Analizler T.C. Malkara Ticaret Borsası'nda yaptırılmıştır.

Araştırmanın ilk yılında 6 Ekim 2014 tarihinde ikinci yılında ise 19 Eylül 2015 tarihinde koçandaki tanelerin sarı olum döneminde bitkiler hasat edilmiştir.

Araştırmada bitki boyu, gövde çapı, yaprak sayısı, ortalama yaprak eni, ortalama yaprak boyu, koçan yüksekliği, koçan boyu, koçan çapı, bitki yaş ağırlığı, yaprak yaş ağırlığı, koçan yaş ağırlığı, bitki kuru ağırlığı, yaprak kuru ağırlığı, koçan kuru ağırlığı, hasıl verimi incelenmiştir (Moralı, 2011).

Tesadüfen belirlenen 10 bitkiden 5'inin gölgede yavaş yavaş yeşil rengini kaybettiği dönem sonrasında parçalara ayrılarak kurutma fırınında 48 saat 70 °C 'de kurutulup 24 saat ortamda bekletildikten sonra tartılmış ve kuru ağırlıkları belirlenmiştir (Ünal ve Eraç, 2000) .Gözlemlerden alınan veriler TARIST (Açıkgöz ve ark., 1994) ve MSTAT-C (Anonim,1990) istatistik paket programları ile analiz edilmiştir.

## BULGULAR ve TARTIŞMA

Tekirdağ ekolojik koşullarında denemeye alınan 5 adet silajlık mısır çeşidinin verim ve verim özellikleri ile ikili ilişkileri incelenmiş ve elde edilen sonuçlar başlıklar halinde verilmiştir.

Çizelge 4. Kültürel uygulamalar  
Table 4. Cultivation practices

Gübreleme		
Dönem	Gübre Miktarı	
Ekim	3.25 kg da <sup>-1</sup> N, 6.25 kg da <sup>-1</sup> P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , 1.25 kg da <sup>-1</sup> K <sub>2</sub> O, 2.5 kg da <sup>-1</sup> SO <sub>3</sub> , 0.125 kg da <sup>-1</sup> Zn	
Bitkiler 50 cm boya ulaştığında	11,5 kg da <sup>-1</sup> N	
Sulama		
Dönem	1. Yıl	2. Yıl
Bitkiler 15-20 cm boya ulaştığında	+	+
Bitkiler 50 cm boya ulaştığında	-	+
Tepe püskülü çıkarma döneminde	-	+
Çapalama		
Bitkiler 15-20 cm boya ulaştığında		

#### Bitki boyu (cm)

Denemede ele alınan silajlık mısır çeşitlerinin ikinci yıl bitki boyu (261.32 cm) ilk yıla göre (237.17 cm) yüksek belirlenmiştir. Yıllar arası farklılığın ilk yılda düşen yağış miktarı ve nisbi nemin yüksekliğinden kaynaklandığı söylenebilir. İlk yıl düşen yağışın normalin çok üzerinde olması, bulutlu havanın güneşlenme süresini azaltması nedeni ile kuru madde üretiminin olumsuz etkilendiği söylenebilir (Çizelge 5).. Bundan dolayı bitki boyu beklenen yüksekliğe ulaşamamıştır. Bitki boyuna ait sonuçlarımız İptaş (1993; 177,4-292,4 cm), Taş (2010; 145.9–303 cm) , Keskin ve ark.,(2017; 204.2-313.19 cm) bulgularına benzer, Akdeniz ve ark., (2004)'nın sonuçlarından yüksek, Karadeniz bölgesinde yürütülen ve Calcio çeşidinin de (322.27 cm) materyal olarak kullanıldığı

araştırmada Öner ve Güneş (2019; 308.47-365.20cm)'in bulgularından düşük bulunmuştur. Farkın çeşit özelliği, olgunlaşma süresi ile bölgenin iklim ve toprak koşullarından kaynaklandığı söylenebilir. Yıl x çeşit etkileşimini ile çeşitlerin bitki boyları arasındaki farkın istatistikî olarak önemli olmadığı belirlenmiştir (Çizelge 5).

#### Yaprak sayısı (adet)

Araştırmanın her iki yılında silaj kalitesini doğrudan etkileyen bitkideki yaprak sayısı (11.62-12.20 adet) bakımından mısır çeşitleri arasında istatistikî olarak önemli bulunmamıştır (Çizelge 5). Bu araştırma bulguları Taş (2010; 12.49–18.49 adet)'in ve Öner ve Güneş (2019; 11.67-13.63 adet)'in bulgularına yakın bulunmuştur.

Çizelge 5. Bitki boyu, yaprak sayısı ortalama değerleri ve LSD grupları

Table 5. Average values of plant height, number of leaves and LSD groups

Çeşitler Varieties	Bitki Boyu (cm) (Plant Height (cm))			Yaprak Sayısı (adet/bitki) (Number of Leaves (pcs/plant))		
	2014	2015	Ort. (Avr.)	2014	2015	Ort. (Avr.)
MAS 74G	233.40	263.73	248.57	11.77	11.97	11.87
Pasha	234.93	260.53	247.73	11.83	11.40	11.62
Colonia	249.17	265.03	257.10	12.40	11.93	12.17
DK-743	230.03	260.83	245.43	12.13	12.27	12.20
Calcio	238.30	256.33	247.38	12.40	11.80	12.10
Ort./Avr.	237.17 b	261.32 a	249.24	12.11	11.87	11.99
LSD	Yıl: 5.252 Çeşit: - YılxÇeşit: -			Yıl: - Çeşit: - YılxÇeşit: -		

#### Gövde çapı (cm)

Mısır çeşitlerinin gövde çapı değerleri (2.67-2.86 cm)arasındaki fark ile yılların gövde çapı değerlerinin yıllık ortalamaları arasındaki fark (2.79-2.66 cm)istatistikî olarak önemli bulunmamıştır(Çizelge 6).

#### Gövde yaş ağırlığı (g)

Denemede ele alınan silajlık mısır çeşitlerinin gövde yaş ağırlıkları ikinci yılda ilk yıla göre yüksek

bulunmuştur. Yağmur nedeni ile bulutlanma süresinin arttığı dolayısı ile bitki gelişimini dolayısı ile gövde gelişimini olumsuz etkilemiş ve yıllar arası farkı beraberinde getirmiştir. Yıl x çeşit etkileşiminde mısır çeşitlerinin yaş gövde ağırlığı en az (510.95 g) ve en fazla (531.25 g) gövde yaş ağırlığı ilk ve ikinci yılda Pasha çeşidinde belirlenmiştir. Pasha çeşidinin yüksek verim potansiyeline sahip olmakla beraber değişen iklim ve çevre koşullarından etkilendiğini söyleyebiliriz. İki yıllık ortalamalarda ise istatistikî

olarak önemli bir fark bulunmamıştır (Çizelge 6).  
Elde edilen bulgular Moralar (2011) (181.66-203.33

g)'ın bulgularından yüksek, Ergül (2008) (424.33-699.33 g) ve Han(2016)'ın (489.3-572.6 g) bulgularına yakın bulunmuştur.

Çizelge 6. Gövde çapı, gövde yaş ağırlığı ortalama değerleri ve LSD grupları

Table 6. Average values of stem diameter, stem fresh weight and LSD groups

Çeşitler <i>Varieties</i>	Gövde Çapı (cm) ( <i>Stem Diameter (cm)</i> )			Gövde Yaş Ağırlığı (g) ( <i>Stem Fresh Weight(g)</i> )		
	2014	2015	Ort. (Avr.)	2014	2015	Ort. (Avr.)
MAS 74G	2.86	2.48	2.67	512.93 ef	507.80 fg	510.37
Pasha	2.68	2.67	2.67	490.93 h	566.30 a	528.62
Colonia	2.72	2.68	2.70	536.93 c	520.37 d	528.65
DK-743	2.80	2.66	2.73	502.80 g	517.40 de	510.10
Calcio	2.91	2.82	2.86	511.17 ef	544.40 b	527.78
Ort./Avr.	2.79	2.66	2.73	510.95 b	531.25 a	521.10
LSD	Yıl: - Çeşit: - YılxÇeşit: -			Yıl: 14.986 Çeşit: - YılxÇeşit: 6.501		

### Koçan çapı (cm)

Koçan çapı değerlerinin analizi sonucunda yıllar arası farkın önemli, çeşit ve yıl x çeşit interaksyonu bakımından yapılan değerlendirmelerin istatistiki açıdan önemli olmadığı belirlenmiştir. Mısır çeşitlerinin ikinci yıl koçan çapı (6.37 cm) ilk yıla göre (5.55 cm) yüksek bulunmuştur. İkinci yıl daha fazla gelişen mısır çeşitlerinin daha iri koçan oluşturması doğaldır (Çizelge 7). Bulgularımız Taş (2010)'ın sonuçları ile 4.94–5.27 mm uygunluk göstermiştir.

### Koçan boyu (cm)

Mısır çeşitlerinin koçan boyu ilk yıl ortalama değerleri (24.10 cm) ikinci yıla (30.97 cm) göre daha düşük bulunmuştur. Koçan boyu yıl x çeşit interaksyonuna göre incelendiğinde istatistiki olarak önemli olmadığı görülmektedir. İki yıllık ortalamalarda ise en yüksek koçan boyu Calcio çeşidinde (30.50 cm) en düşük ise Pasha çeşidinde (25.47 cm) çeşidinde belirlenmiştir (Çizelge 7).

Çizelge 7. Koçan çapı ve koçan boyu ortalama değerleri ve LSD grupları

Table 7. Average values of corn cob diameter, corn cob length and LSD groups

Çeşitler <i>Varieties</i>	Koçan Çapı (cm) ( <i>CornCob Diameter (cm)</i> )			Koçan Boyu (cm) ( <i>CornCobLength (cm)</i> )		
	2014	2015	Ort. (Avr.)	2014	2015	Ort. (Avr.)
MAS 74G	5.49	6.28	5.89	24.87	29.09	26.98 bc
Pasha	5.69	6.23	5.96	23.90	27.03	25.47 c
Colonia	5.26	6.65	5.95	23.71	34.37	29.04 ab
DK-743	5.49	6.33	5.91	21.73	29.65	25.69 c
Calcio	5.85	6.37	6.11	26.30	34.70	30.50 a
Ort./Avr.	5.55 b	6.37 a	5.96	24.10 b	30.97 a	27.53
LSD	Yıl: 0.319 Çeşit: - YılxÇeşit: -			Yıl: 1.968 Çeşit: 3.269 YılxÇeşit: -		

Elde edilen bulgular Çağtay ve Konuşkan (2017; 16.60-20.57 cm), Alpaya (2009; 16.83-21.54 cm), İdikut ve Kara (2013; 17.1-26.3 cm), Çetin (2009; 17.2-20.3 cm), Budak ve ark. (2013; 18.1-19.5 cm), Sönmez ve ark. (2013; 21.6-23.9 cm) ve Sabancı (2016; 18.6-22.7 cm)'nın bulgularından yüksek, Yozgatlı ve ark., (2019; 26.08-35.46 cm)'nın bulgularına yakın bulunmuştur.

Acar ve ark. (2017; 83-125 cm) ve Moralar (2011; 85.00-121.66 cm) bulgularına yakın, Piker,(2010; 96.3-123.8 cm), Cerit ve ark. (2011; 104.70-124.00 cm), Özata ve ark. (2013; 109,2-145.0 cm), Çetin (2009; 112.6-140.6 cm) ve Şen (2017; 122.46-144.73 cm)'in bulgularından düşük bulunmuştur. Farklılığın araştırmanın yürütüldüğü yöre ve çeşitlerin farklı olmasından kaynaklandığı söylenebilir.

### Koçan yüksekliği (cm)

Denemede ele alınan silajlık mısır çeşitlerinde en fazla koçan yüksekliği ilk yılda, Colonia çeşidinde en az koçan yüksekliği ise 77.03 cm ile Pasha çeşidinde belirlenmiştir. Yıl x çeşit interaksyonu ile yıl ortalamasında elde edilen koçan yüksekliği değerleri arası farklar, istatistiki olarak önemli bulunmamıştır (Çizelge 8). Elde ettiğimiz sonuçlar Olgun ve ark. (2012; 72.78-133.61 cm), Sarı (2009; 74.8-106.3 cm),

### Koçan yaş ağırlığı (g)

Denemede ele alınan silajlık mısır çeşitlerinin koçan yaş ağırlıkları ikinci yılda ilk yıla göre yüksek bulunmuştur (Çizelge 8). En yüksek koçan yaş ağırlığı ikinci yılda Calcio çeşidinde (441.67 g) belirlenmiştir. İki yıllık ortalama verilere göre en yüksek koçan yaş ağırlığı Calcio çeşidinde (417.78 g), en düşük ise Colonia çeşidinde (356.74 g) belirlenmiştir (Çizelge 8). Elde edilen bulgular Demirci (2009; 167.47-249.4 g) ve

Moralars (2011; 210.00-300.00 g)'ın bulgularından yüksek, Ergül (2008; 282.33-453.66 g) ve Eser (2014;

364.26-435.43 g) Sarıyerli ve Soylu (2016)'nın (347.88-402.94g) bulgularına yakın bulunmuştur.

Çizelge 8. Koçan yüksekliği ve koçan yaş ağırlığı ortalama değerleri ve LSD grupları

Table 8. Average values of corncob diameter, corncob fresh weight and LSD groups

Çeşitler Varieties	Koçan yüksekliği (cm) (Corncob Height (cm))			Koçan Yaş ağırlığı (g)(Corncob Fresh weight (g))		
	2014	2015	Ort. (Avr.)	2014	2015	Ort. (Avr.)
MAS 74G	86.20 bc	90.00 abc	88.10	367.65 de	423.23 b	395.44 b
Pasha	77.03 e	89.96 abc	83.50	362.42 e	374.50 d	368.46 c
Colonia	94.77 a	86.36 bc	90.57	315.05 g	398.43 c	356.74 d
DK-743	84.27 cd	91.73 ab	88.00	315.05 g	396.07 c	361.00 d
Calcio	85.80 bc	78.60 de	83.86	393.90 c	441.67 a	417.78 a
Ort./Avr.	85.61	87.33	86.81	352.99 b	406.78 a	379.88
LSD	Yıl: -; Çeşit: -; YılxÇeşit: 6.367			Yıl: 3.062; Çeşit: 4.841; YılxÇeşit: 5.936		

### Koçan kuru ağırlığı (g)

Denemede ele alınan silajlık mısır çeşitlerinin koçan kuru ağırlıkları ikinci yılda ilk yıla göre yüksek bulunmuştur. En yüksek koçan kuru ağırlığı ikinci

yılda Calcio çeşidinde belirlenmiştir. İki yıllık ortalama verilere göre en yüksek koçan kuru ağırlığı Calcio ve MAS 74 G çeşitlerinde (310.48 ve 306.42 g) en düşük ise Colonia çeşidinde (266.97 g) belirlenmiştir (Çizelge 9).

Çizelge 9. Koçan kuru ağırlığı, yaprak eni ortalama değerleri ve LSD grupları

Table 9. Average values of corncob dry weight, leaf width and LSD groups

Çeşitler Varieties	Koçan kuru Ağırlığı (g) (Corncob Dry Weight (g))			Yaprak Eni (cm) (Leaf Width (cm))		
	2014	2015	Ort. (Avr.)	2014	2015	Ort. (Avr.)
MAS 74G	286.12 d	326.73 a	306.42 a	9.82 a	9.11 a	9.20 a
Pasha	299.18 bc	292.67 cd	295.92 b	8.82 ab	8.75 ab	8.78 ab
Colonia	238.33 f	295.60 bcd	266.97 d	7.89 c	8.83 ab	8.36 b
DK-743	254.10 e	303.33 b	278.72 c	8.38 bc	8.71 ab	8.54 b
Calcio	303.67 b	317.30 a	310.48 a	9.42 a	8.75 ab	9.09 a
Ort./Avr.	276.28 b	307.13 a	291.70	8.76	8.83	8.79
LSD	Yıl: 5.005 Çeşit: 7.913 YılxÇeşit: 9.703			Yıl: - Çeşit: 0.54 YılxÇeşit: 0.713		

### Yaprak eni (cm)

Silajlık mısır çeşitlerinin yaprak eni değerleri arasında yıllara göre istatistiki olarak önemli bir fark bulunmamıştır. En yüksek yaprak eni sırasıyla ilk yılda MAS 74G ve Calcio çeşitleri ile ikinci yılda MAS 74G çeşidinde belirlenmiştir. İki yıllık ortalamalarda ise en yüksek yaprak eni MAS 74G çeşidinde (9.20 cm) en düşük ise Colonia çeşidinde (8.36 cm) belirlenmiştir (Çizelge 9). Elde edilen bulgular Olgun ve ark., (2012; 8.78-11.72 cm) ile Yozgatlı ve ark., (2019; 8.74-9.70)'nın bulgularına yakın, Ergül (2018; 10.70-12.86 cm) bulgularından düşük bulunmuştur.

### Yaprak Boyu (cm)

İncelenen beş mısır çeşidinin yaprak boyu çeşitler ve yıl x çeşit kombinasyonunda benzer, yıllar arasında ise önemli düzeyde farklılık göstermiştir (Çizelge 10). İkinci yıl yaprak boyu (75.72 cm) ilk yıla göre (65.48 cm) yüksek bulunmuştur Yaprak boyu yıl x çeşit interaksyonuna göre incelendiğinde ve iki yıllık ortalamalarda istatistiki olarak önemli olmadığı görülmektedir (Çizelge 10). Bulgularımız Yozgatlı ve ark., (2019) (78.90-81.21)'nin bulgularına yakın bulunmuştur.

### Yaprak yaş ağırlığı (g/bitki)

Mısır çeşitlerinin yaprak yaş ağırlıkları yıl, çeşit ve interaksyonları bakımından önemli bulunmuştur. Mısırın yaş yaprak ağırlığı ikinci yılda ilk yıla göre yüksek bulunmuştur. Yaprak yoğunluğunun fotosentezi özellikle de verimi olumlu yönde etkileyen faktörler arasında yer almaktadır. En yüksek yaprak yaş ağırlığı 2. yılda Colonia çeşidinde belirlenmiştir. İki yıllık ortalamada ise en yüksek yaprak yaş ağırlığı Mas 74G (158.55 g) çeşidinde, en düşük yaprak yaş ağırlığı DK-743 (150.27 g) çeşidinde belirlenmiştir (Çizelge 10). Elde edilen bulgular Moralars (2011)'in bulgularından yüksek (60.00-118.33 g), Ergül (2008)'ün bulgularına yakın (144.00-297.66 g), Han (2016; 188.6-268.6 g) ile Güneş ve Acar (2006; 247.50-323.03 g)'ın bulgularından düşük bulunmuştur.

### Yaprak kuru ağırlığı (g/bitki)

Mısır çeşitlerinin yaprak kuru ağırlıkları ikinci yılda (82.35 g) ilk yıla göre (64.28 g) yüksek bulunmuştur. Yaprak kuru ağırlığı yıl x çeşit kombinasyonunda ikinci yılda 87.47 g ile ilk sırada DK-743 çeşidi, son sırada ise ilk yılda 53.47 g ile Colonia çeşidinde belirlenmiştir. Mısır çeşitleri arasında en yüksek kuru

yaprak ağırlığının Calcio çeşidinde (77.12 g) bulunurken, en düşük ise Colonia (68.72 g) çeşidinde belirlenmiştir (Çizelge 11). İklim koşullarının uygun

olması, iyi gelişme gösteren çeşitlerin yaprak kuru ağırlığını artırması doğaldır. Elde edilen bulgular Arslan (2016)' dan yüksek bulunmuştur.

Çizelge 10. Yaprak boyu, yaprak yaş ağırlığı ortalama değerleri ve LSD grupları

Table 10. Average values of leaf length, leaf fresh weight, and LSD groups

Çeşitler Varieties	Yaprak Boyu (cm) (Leaf Length (cm))			Yaprak Yaş Ağırlığı (g/bitki) (Leaf Fresh Weight (g/plant))		
	2014	2015	Ort. (Avr.)	2014	2015	Ort. (Avr.)
MAS 74G	65.36	76.96	71.16	142.87 e	174.23 b	158.55 a
Pasha	64.41	77.29	70.85	144.53 e	168.83 c	156.68 ab
Colonia	63.25	75.43	69.35	124.90 g	183.83 a	154.37 b
DK-743	67.24	76.25	71.74	138.03 f	162.50 d	150.27 c
Calcio	67.12	72.67	69.89	146.93 e	160.77 d	153.85 b
Ort./Avr.	65.48 b	75.72 a	70.60	139.45 b	170.03 a	154.74
LSD	Yıl: 1.976 Çeşit: - YılxÇeşit: -			Yıl: 1.958 Çeşit: 3.096 YılxÇeşit: 3.796		

Çizelge 11. Yaprak kuru ağırlığı, bitki yaş ağırlığı ortalama değerleri ve LSD grupları

Table 11. Average values of leaf dry weight, plant fresh weight and LSD groups

Çeşitler Varieties	Yaprak Kuru Ağırlığı (g/bitki) (Leaf Dry Weight (g/plant))			Bitki Yaş Ağırlığı (g) (Plant Fresh Weight (g))		
	2014	2015	Ort. (Avr.)	2014	2015	Ort. (Avr.)
MAS 74G	64.77 cd	82.93 a	73.85 ab	1023.45	1105.27	1064.36 ab
Pasha	70.30 b	72.73 b	71.52 bc	997.88	1109.60	1053.74 b
Colonia	53.47 e	83.97 a	68.72 c	976.88	1102.63	1039.76 bc
DK-743	63.27 d	87.47 a	75.37 ab	960.10	1079.30	1023.03 c
Calcio	69.90 bc	84.63 a	77.12 a	1055.33	1113.50	1082.75 a
Ort./Avr.	64.28 b	82.35 a	73.31	1002.73 b	1102.06 a	1052.73
LSD	Yıl: 2.670 Çeşit: 4.222 YılxÇeşit: 5.176			Yıl: 18.024 Çeşit: 28.499 YılxÇeşit: -		

### Bitki yaş ağırlığı (g)

Denemede ele alınan silajlık deneme materyalimiz beş farklı mısır çeşidinin bitki yaş ağırlığı değerleri ikinci yılda (1102.06 g) ilk yıla göre (1102.06 g) yüksek bulunmuştur. Yeşil bitki olarak en fazla gelişmiş çeşidin 1082.75 g ile Calcio çeşidinde, en az gelişme gösteren çeşidin ise 1023.03 g ile DK-743 olduğu belirlenmiştir (Çizelge 11). Yıl x çeşit interaksyonu istatistiki olarak önemli bulunmamıştır. Elde edilen bulgular Ergül (2008; 851-1444 g) ile Güneş ve Acar

(2006; 913.60-1198.00 g)' in bulgularına yakın olarak bulunmuştur.

### Bitki kuru ağırlığı (g)

Denemede ele alınan silajlık mısır çeşitlerinin her iki yılda ve iki yıllık ortalamalarda bitki kuru ağırlıkları arasındaki farklar istatistiki olarak önemli bulunmamıştır (Çizelge 12).

Çizelge 12. Bitki kuru ağırlığı, hasıl verimi ortalama değerleri ve LSD grupları

Table 12. Average values of plant dry weight, herbage yield and LSD groups

Çeşitler Varieties	Bitki Kuru Ağırlığı (g) (Plant Dry Weight (g))			Hasıl Verimi (kg da <sup>-1</sup> ) (Herbage Yield (kg da <sup>-1</sup> ))		
	2014	2015	Ort. (Avr.)	2014	2015	Ort. (Avr.)
MAS 74G	673.15	721.67	697.41	7263.00 d	7811.00 ab	7537.00 ab
Pasha	684.28	654.70	669.49	7026.33 e	7793.00 abc	7409.67 bc
Colonia	666.43	670.70	668.57	6981.33 e	7739.67 abc	7360.50 bc
DK-743	659.50	697.97	678.73	6884.67 e	7648.33 bc	7266.50 c
Calcio	700.93	700.93	700.93	7565.00 c	7942.77 a	7753.89 a
Ort./Avr.	676.86	689.19	683.03	7144.07 b	7786.95 a	7465.51
LSD	Yıl: - Çeşit: - YılxÇeşit: -			Yıl: 72.925 Çeşit: 115.304 YılxÇeşit: 234.686		

### Hasıl Verimi (kg/da)

Silaj mısır üretiminde en önemli parametre hasıl verimidir. Araştırmada mısır çeşitlerinin hasıl verimleri ikinci yılda (7786.95 kg/da) ilk yıla göre (7144.07 kg/da) yüksek bulunmuştur. Yıl x çeşit

interaksiyonunda en yüksek verimin 7942.77 kg/da ile ikinci yılda Calcio çeşidinde, en düşük verimin ise 6884.67 kg/da DK-743 çeşidinde olduğu belirlenmiştir. En yüksek hasıl veriminin 7753.89 kg/da Calcio çeşidinde, en düşük ise DK-743 çeşidinde (7266.50 g)

belirlenmiştir (Çizelge 12). Güçük ve Baytekin (1999), 9026.79 -9250.00 kg da<sup>-1</sup> yeşil ot verimi aldıkları hasat döneminin ilerlemesiyle yeşil ot veriminin arttığını bildirmişlerdir. Elde ettiğimiz sonuçlar Özata ve Kapar (2017) ilk yıl (3512.5-6128 kg da<sup>-1</sup>) ile ikinci yıl (3241.5-7164.3 kg da<sup>-1</sup>) bulgularından yüksek, Pasha çeşidinin (7676.2 kg/da) materyal olarak kullanıldığı araştırmada Atış ve ark., (2013; 6464.3-8169.1 kg/da)'nın bulguları ile Şen (2017; 6096-7758.7 kg da<sup>-1</sup>)' in elde ettiği sonuçlara yakın, Güçük ve Baytekin (1999)'nin süt olum döneminde elde ettikleri sonuçlar (9026.79 -9250.00 kg / da) ile Şimşek (2006; 7773.81-13297.62 kg da<sup>-1</sup>) Olgun (2011; 8443-10561 kg da<sup>-1</sup>) ve Kuşvuran (2015; 13190 kg/ da)'ın bulgularından düşük bulunmuştur. Silajlık mısırdaki hasıl verimleri çeşide, çeşidin olgunlaşma süresine ve yetiştirildiği bölgenin iklim ve toprak koşullarına göre önemli ölçüde değişiklik gösterebilmektedir.

### Önemli Bazı Verim Unsurları ve Hasıl Verimi Arasındaki İkili İlişkiler

Verim ve verim unsurları arasındaki ilişkiler araştırmanın yürütüldüğü bölgenin ekolojik koşullarına bağlı olarak değişmektedir. İncelenen karakterler arasındaki ikili ilişkiler ve katsayıları Çizelge 13' de verilmiştir. Bitki boyu ile yaprak sayısı arasında ( $r = 0.067$ ) olumlu ancak önemsiz ilişki belirlenirken (Kapoor ve Batra, 2015;  $r = 0.507^{**}$ ); yaprak sayısı ile gövde kuru ağırlığı ( $r = 0.162$ ), koçan yüksekliği ( $r = 0.328$ ), yaprak eni ( $r = 0.192$ ) (Kapoor ve Batra, 2015;  $r = 0.176^{*}$ ) ve bitki kuru ağırlığı ( $r = 0.120$ ) arasında (Kapoor ve Batra, 2015;  $r = 0.329^{**}$ ) arasında olumlu ve önemsiz ilişki belirlenmiştir. Bitki boyu ile yaprak sayısı; Yaprak sayısı ile yaprak eni, bitki kuru ağırlığı arasında olumlu ve önemli ilişki olduğunu bildiren Kapoor ve Batra (2015)'nin bulgularına yakın sonuçlar saptanmıştır.

Bitki boyu ile gövde çapı arasında ( $r = -0.249$ ) olumsuz ve önemsiz ilişki belirlenirken (Çarpıcı ve Çelik, 2010;  $r = 0.323^{**}$ ; İptaş ve ark., 2009;  $r = 0.400^{**}$ ); gövde çapı ile yaprak eni ( $r = 0.296$ ) ve bitki kuru ağırlığı ( $r = 0.030$ ) arasında olumlu ve önemsiz ilişki belirlenmiştir. Bulgularımız Ergül ve Soylu (2009)'nun sonuçlarına benzer iken; İptaş ve ark., (2009) ile Çarpıcı ve Çelik (2010)'in bulgularından farklı bulunmuştur. Bitki boyu artışı ile birlikte bitki yaş ağırlığı ve gövde ağırlığı artmıştır.

Bitki boyu ile koçan yüksekliği arasında ( $r = 0.450^{*}$ ) 0.05 düzeyinde olumlu ilişki belirlenirken; (Çarpıcı ve Çelik, 2010;  $r = 0.847^{**}$ ) koçan yüksekliği ile koçan çapı ( $r = 0.045$ ) (Çarpıcı ve Çelik, 2010;  $r = 0.255^{**}$ ), koçan boyu ( $r = 0.033$ ), yaprak boyu ( $r = 0.280$ ), yaprak yaş ağırlığı ( $r = 0.037$ ), bitki yaş ağırlığı ( $r = 0.106$ ), bitki kuru ağırlığı ( $r = 0.128$ ) ve hasıl verimi ( $r = 0.062$ ) arasında olumlu ve önemsiz ilişki belirlenmiştir. Yüksek bitki boyu ile ilk koçan yüksekliği arasındaki olumlu ilişkiyi işaret eden Öktem ve Çölkesen (1997),

Elmalı ve Soylu (2008) ve Çarpıcı ve Çelik (2010)'in bulguları ile uygunluk gösterirken, Koçan yüksekliği ile koçan çapı arasında olumlu, ancak önemsiz bulunan ilişki, Çarpıcı ve Çelik (2010) tarafından olumlu ve önemli bulunmuştur. Sonuçları Bu araştırma bulguları ile uygun bulunmuştur.

Bitki boyu ile koçan çapı arasında ( $r = 0.614^{**}$ ) 0.01 düzeyinde olumlu ilişki belirlenirken; (Kapoor ve Batra, 2015;  $r = 0.645^{**}$ ; Çarpıcı ve Çelik, 2010,  $r = 0.560^{**}$ ), koçan çapı ile koçan boyu ( $r = 0.645^{**}$ ), koçan yaş ağırlığı ( $r = 0.651^{**}$ ), koçan kuru ağırlığı ( $r = 0.583^{**}$ ), yaprak boyu ( $r = 0.742^{**}$ ), yaprak yaş ağırlığı ( $r = 0.740^{**}$ ), yaprak kuru ağırlığı ( $r = 0.697^{**}$ ), bitki yaş ağırlığı ( $r = 0.659^{**}$ ) ve hasıl verimi ( $r = 0.657^{**}$ ) arasında 0,01 düzeyinde olumlu ilişki belirlenmiştir. Elde edilen sonuçlar Kapoor ve Batra, (2015) ile Çarpıcı ve Çelik (2010) sonuçları ile uygunluk göstermiştir. Uzun boylu bitkilerin iyi geliştikleri ve verim unsurlarını olumlu yönde etkiledikleri 0.01 düzeyinde önemli olarak belirlenen ilişkiden de anlaşılmaktadır.

Bitki boyu ile koçan boyu arasında ( $r = 0.583^{**}$ ) 0.01 düzeyinde olumlu ilişki belirlenirken (Selveraj ve Nagarajan, 2011;  $r = 0.863^{**}$ ), koçan boyu ile koçan yaş ağırlığı ( $r = 0.746^{**}$ ), koçan kuru ağırlığı ( $r = 0.568^{**}$ ), yaprak boyu ( $r = 0.560^{**}$ ), yaprak yaş ağırlığı ( $r = 0.719^{**}$ ), yaprak kuru ağırlığı ( $r = 0.696^{**}$ ), bitki yaş ağırlığı ( $r = 0.659^{**}$ ) ve hasıl verimi ( $r = 0.751^{**}$ ) arasında 0.01 düzeyinde olumlu ilişki belirlenmiştir. İyi gelişen bitkinin iri koçan meydana getirmesi ve bol yapraklı olması, bunu verime yansıttığını söylemek mümkündür. Bitki boyu ile koçan boyu arasında olumlu ilişki olduğunu belirten Begum ve ark., (2016) ile Selveraj ve Nagarajan (2011)'nin sonuçları bulgularımızı destekler niteliktedir.

Bitki boyu ile koçan yaş ağırlığı arasında ( $r = 0.539^{**}$ ) 0.01 düzeyinde olumlu ilişki belirlenirken (Maske ve ark., 2018,  $r = 0.852^{**}$ ); koçan yaş ağırlığı ile koçan kuru ağırlığı ( $r = 0.915^{**}$ ), yaprak eni ( $r = 0.495^{**}$ ), yaprak boyu ( $r = 0.615^{**}$ ), yaprak yaş ağırlığı ( $r = 0.742^{**}$ ), yaprak kuru ağırlığı ( $r = 0.832^{**}$ ), bitki yaş ağırlığı ( $r = 0.817^{**}$ ), bitki kuru ağırlığı ( $r = 0.504^{**}$ ) ve hasıl verimi ( $r = 0.869^{**}$ ) arasında 0.01 düzeyinde olumlu ilişki belirlenmiştir. Koçan yaş ağırlığının verim unsurları arasında olumlu ve 0.01 düzeyinde önemli ilişki olduğu belirlenmiştir. Bitki boyu ile koçan yaş ağırlığı arasında olumlu ve önemli ilişki olduğunu vurgulayan Maske ve ark., (2018)' nin bulguları bu araştırma sonuçlarını desteklemektedir.

Bitki boyu ile koçan kuru ağırlığı arasında ( $r = 0.423^{**}$ ) olumlu ve 0,01 düzeyinde ilişki belirlenirken; koçan kuru ağırlığı ile yaprak eni ( $r = 0.601^{**}$ ), yaprak boyu ( $r = 0.554^{**}$ ), yaprak yaş ağırlığı ( $r = 0.698^{**}$ ), yaprak kuru ağırlığı ( $r = 0.767^{**}$ ), bitki yaş ağırlığı ( $r = 0.727^{**}$ ), bitki kuru ağırlığı ( $r = 0.514^{**}$ ) ve hasıl verimi ( $r = 0.726^{**}$ ) arasında 0,01 düzeyinde olumlu ilişki



Çizelge 13. Önemli bazı verim ve verim unsurları arasındaki ikili ilişkiler  
 Table 13. Relations between some important yield and yield components

	Bitki Boyu	Yaprak Sayısı	Gövde Çapı	Koçan Yüksekliği	Koçan Çapı	Koçan Boyu	Koçan Yaş Ağırlığı	Koçan Kuru Ağırlığı	Yaprak Eni	Yaprak Boyu	Yaprak Yaş Ağırlığı	Yaprak Kuru Ağırlığı	Bitki Yaş Ağırlığı	Bitki Kuru Ağırlığı	Hasıl Verimi
Bitki Boyu	1.000														
Yaprak Sayısı	0.067	1.000													
Gövde Çapı	-0.249	-0.110	1.000												
Koçan Yüksekliği	0.450*	0.328	-0.243	1.000											
Koçan Çapı	0.614**	-0.154	-0.067	0.045	1.000										
Koçan Boyu	0.583**	-0.233	-0.145	0.033	0.645**	1.000									
Koçan Yaş Ağırlığı	0.539**	-0.123	-0.078	-0.141	0.651**	0.746**	1.000								
Koçan Kuru Ağırlığı	0.423**	-0.130	-0.168	-0.191	0.583**	0.568**	0.915**	1.000							
Yaprak Eni	0.068	0.192	0.296	-0.052	0.202	0.095	0.495**	0.601**	1.000						
Yaprak Boyu	0.759**	-0.265	-0.176	0.280	0.742**	0.560**	0.615**	0.554**	0.204	1.000					
Yaprak Yaş Ağırlığı	0.710**	-0.189	-0.278	0.037	0.740**	0.719**	0.742**	0.698**	0.325	0.833**	1.000				
Yaprak Kuru Ağırlığı	0.642**	-0.108	-0.116	-0.100	0.697**	0.696**	0.832**	0.767**	0.346	0.749**	0.832**	1.000			
Bitki Yaş Ağırlığı	0.767**	-0.038	-0.080	0.106	0.684**	0.659**	0.817**	0.727**	0.443*	0.198	0.821**	0.778**	1.000		
Bitki Kuru Ağırlığı	0.214	0.120	0.030	0.128	0.224	0.215	0.504**	0.514**	0.390*	0.765**	0.228	0.425*	0.160	1.000	
Hasıl Verimi	0.670**	-0.219	-0.131	0.062	0.657**	0.751**	0.869**	0.726**	0.285	0.766**	0.817**	0.773**	0.865**	0.325	1.000

belirlenmiştir. Koçan kuru ağırlığının silajlık mısırın verim ve verim unsurlarına olumlu ve önemli katkısı olduğu söylenebilir. Bitki boyu ile yaprak eni arasında ( $r= 0.068$ ) olumlu ve önemsiz ilişki belirlenirken (Kapoor ve Batra, 2015;  $r=0.479^{**}$ ) yaprak eni ile bitki yaş ağırlığı ( $r= 0.443^*$ ) ve bitki kuru ağırlığı ( $r= 0.390^*$ ) arasında 0.05 düzeyinde olumlu ilişki belirlenmiştir.

İkili ilişkilerin değerlendirilmesi ile yaprak eni ile bitki yaş ağırlığı arasında olumsuz ve önemsiz (İptaş ve Yavuz, 2008) ilişki bulunduğunu belirten araştırmacıların sonuçlarından farklı, Kapoor ve Batra (2015)'nin bulguları ile benzer olduğu saptanmıştır.

Bitki boyu ile yaprak boyu arasında ( $r= 0.759^{**}$ ) 0.01 düzeyinde önemli ilişki belirlenirken (Kapoor ve Batra, 2015;  $r=0.868^{**}$ ); yaprak boyu ile yaprak yaş ağırlığı ( $r= 0,833^{**}$ ), yaprak kuru ağırlığı ( $r= 0.749^{**}$ ), bitki kuru ağırlığı ( $r= 0.765^{**}$ ) ve hasıl verimi ( $r= 0.766^{**}$ ) arasında 0.01 düzeyinde olumlu ilişki belirlenmiştir. Yüksek boylu bitkilerin bol ve iyi gelişmiş yaprak meydana getirmeleri beklenen bir durumdur. Kapoor ve Batra (2015)'nin bulguları bu araştırma sonuçlarını destekler niteliktedir.

Bitki boyu ile yaprak yaş ağırlığı arasında ( $r= 0.710^{**}$ ) 0.01 düzeyinde olumlu ilişki belirlenirken; yaprak yaş ağırlığı ile yaprak kuru ağırlığı ( $r= 0.832^{**}$ ), bitki yaş ağırlığı ( $r= 0.821^{**}$ ) ve hasıl verimi ( $r= 0.817^{**}$ ) arasında 0.01 düzeyinde olumlu ilişki belirlenmiştir (Çizelge 13). Yaş yaprak ağırlığının hasıl verimi ve bu verimi olumlu yönde etkileyen diğer karakterler ile olumlu ve önemli ilişkiye sahip önemli bir karakter olduğunu söyleyebiliriz.

Bitki boyu ile yaprak kuru ağırlığı arasında ( $r = 0.642^{**}$ ) 0,01 düzeyinde olumlu ilişki belirlenirken; Yaprak kuru ağırlığının bitki yaş ağırlığı ( $r = 0.778^{**}$ ) ve hasıl verimi ( $r = 0.773^{**}$ ) arasında 0.01, bitki kuru ağırlığı ( $r = 0.425^*$ ) arasında ise 0.05 önemli ve olumlu ilişki belirlenmiştir. Elde edilen sonucun Hunter (1986) ile İptaş ve Yavuz (2008)'un bulguları ile benzer bulunmuştur.

Bitki boyu ile bitki yaş ağırlığı arasında ( $r= 0.767^{**}$ ) 0.01 düzeyinde olumlu ilişki belirlenirken (Çarpıcı ve Çelik, 2010,  $r=0.623^{**}$ ); Bitki yaş ağırlığı ile hasıl verimi arasında ( $r= 0.865^{**}$ ) 0.01 düzeyinde olumlu ilişki belirlenmiştir. Tek bitki ağırlığının, hasıl verimini doğrudan etkileyen karakter olması nedeni ile olumlu ve 0,01 düzeyinde önemli bulunması doğaldır.

Bitki boyu ile bitki kuru ağırlığı arasında ( $r= 0.214$ ) olumlu ve önemsiz ilişki belirlenirken; bitki kuru ağırlığı ile hasıl verimi arasında ( $r= 0.325$ ) olumlu ve önemsiz ilişki belirlenmiştir. Bulgularımız diğer araştırmacıların sonuçları ile yakın bulunmuştur (Çarpıcı ve Çelik, 2010). Bitki boyu ile hasıl verimi arasında ( $r= 0.670^{**}$ ) 0.01 düzeyinde olumlu ilişki belirlenmiştir. Bu konuya ilişkin bulgular (Çizelge 13) ile Gallais ve ark., (1976), Kara ve ark., (1999),

Babaoğlu (2003), İdikut ve Kara (2013), Çağtay ve Konoşkan (2017), Alpaya (2009), Çarpıcı ve Çelik (2010) ve Olgun ve ark., (2012)'nin sonuçları ile benzerlik göstermektedir.

## SONUÇ ve ÖNERİLER

Hayvanlarımızın beslenmesinde kaba yem kaynaklarımızın sınırlı olması nedeni ile verimi yüksek türlerin tarımını zorunlu hale getirmiştir. Bu amaçla yapılan bu çalışmada materyal olarak kullanılan Calcio, Colonia, DK-743, Mas 74G, Pasha çeşitlerinin Tekirdağ koşullarındaki performansları değerlendirilmiştir. Silajlık mısır çeşitlerinin verim ve verim unsurları arasındaki ilişkilerin değerlendirilmesi sonucunda; gövde çapı ve yaprak sayısı dışında tüm karakterler ile hasıl verimi arasında olumlu ilişki olduğu; ele alınan karakterler arasında koçan yaş ağırlığı, bitki yaş ağırlığı, yaprak yaş ağırlığı, yaprak boyu, koçan boyu, koçan kuru ağırlığı ve koçan çapı ile mısırın hasıl verimi arasında olumlu ve 0,01 düzeyinde önemli ilişki olduğu saptanmıştır. İki yıl süre ile yürütülen araştırmada; Silaj üretimi için en önemli parametre olan hasıl verimi yönünden yapılan değerlendirmede; Calcio çeşidinin diğer çeşitlerin üzerinde verim potansiyeline sahip olduğu, bölge koşullarında yetiştirilmesi ile ihtiyaç duyulan kaliteli kaba yem üretimine katkı sağlayacağı sonucuna varılmıştır.

## Teşekkür

Bu çalışma Yasin Öztürk'ün yüksek lisans tezinin bir bölümüdür.

## Çıkar Çatışması Beyanı

Makale yazarları aralarında herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan ederler.

## Araştırmacıların Katkı Oranı Beyan Özeti

Yazarlar makaleye eşit oranda katkı sağlamış olduklarını beyan ederler.

## KAYNAKÇA

- Acar N, Yılmaz M F, Kara R 2017. Kahramanmaraş Koşullarına Uygun Tane Mısır (*Zea mays* L.) Çeşitlerinin Belirlenmesi. Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi, 26: 80-85.
- Açıkgöz N, Akbaş ME, Moghaddam A, Özcan K. 1994. PC'ler için Veritabanı Esaslı Türkçe İstatistik Paketi: TARİST. 1. Tarla Bitkileri Kongresi. 24-28.04.1994. İzmir. s: 264-267.
- Akdemir H, Alçiçek A, Erkek R 1997. Farklı Mısır Varyetelerinin Agronomik Özellikleri, Silolanma Kabiliyeti ve Yem Değeri Üzerine Araştırmalar. 1. Türkiye Birinci Silaj Kongresi. Uludağ Ün. Ziraat Fak. Zootekni Böl.16-19 Eylül 1997, Bursa, 235-239s.

- Akdeniz H, Yılmaz İ, Andiç N, Zorer Ş 2004. Bazı Mısır Çeşitlerinde Verim ve Yem Değerleri Üzerine Bir Araştırma. Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Bilimleri Dergisi(J. Agric. Sci.), 14(1): 47-51.
- Alpaya N 2009. Bornova Koşullarında Bazı Hibrit Mısır Çeşitlerinin Verim ve Verim Özellikleri Üzerine Araştırmalar. Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarla Bitkileri Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, 98 sy, İzmir.
- Anonim,1990. MSTAT-C, MSTAT Users Guide: A Microcomputer Program for the Design, Management, and Analysis of Agronomic Research Experiments. Michigan State University, East Lansing, Chapter 3.1.1. pp. 3.3-3.7.
- Anonim 2018. Yem Bitkileri Üretimi 1988-2017 www.tuik.gov.tr/PreIstatistikTablo.do?istab\_id=61 (Erişim Tarihi, 15.11.2018).
- Arslan M 2016. Silajlık Mısır Yetiştiriciliğinde Organik Gübre Kullanımının Verim ve Bazı Verim Özelliklerine Etkisi. Research Journal of Agricultural Sciences 9 (2): 37-41.
- 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 ABD Yüksek Lisans Tezi. 108 s.
- Begum S, Amiruzzaman M, Matin QI, Alam SS, Rohman MM 2016. Estimation of Combining Ability of Baby Corn (*Zeamays* L.) for Cob and Fodder Yield Using line x tester Design. J. of Bio. and Nat. 6(4): 181-188.
- Budak B, Soya H, Avcioglu R 2013. İzmir İli Farklı Lokasyon Koşullarında Kimi Mısır (*Zea mays* L.) Çeşitlerinin İkinci Ürün Olarak Tane Verimi Ve Bazı Verim Özellikleri Üzerinde Bir Araştırma. Anadolu Ege Tarımsal Araştırma Enstitüsü Dergisi, 24(1): 25-32.
- Bulut S 2016. Bazı Silajlık Mısır Çeşitlerinin Kayseri Koşullarına Adaptasyonu. Iğdır Üni. Fen Bilimleri Enst. Der. 6(1): 117-126, 2016.
- Cerit İ, Bolat A, Uçak AB, Türkay MA, Sarıhan H 2011. Bazı At Dişi Mısır (*Zea mays indentata* Sturt) Çeşitlerinde Tane Verimi Ve Bazı Tarımsal Özelliklerin Saptanması. Türkiye IX. Tarla Bitkileri Kongresi, 12-15 Eylül 2011 Bursa.
- Cox WJ, Chemey JH, Chemey DJR, Pardee WD 1994. Forage Quality and Harvest Index of Corn Hybrids Under Different Growing Conditions. Agron. J., 86: 277-282.
- Çağtay A, Konaşkan Ö 2017. Bazı Ana Ürün Mısır Çeşitlerinin Hatay Ekolojik Koşullarında Verim Düzeylerinin Belirlenmesi. Mustafa Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 22(2):1-9.
- Çevik M 2012. Mısır Raporu. Ulusal Hububat Konseyi, Konya.
- Çarpıcı EB, Çelik N 2010. Farklı Bitki Sıklıkları ve Azot Dozlarının Silajlık Mısırın Stoma Özellikleri Üzerine Etkileri. Uludağ Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Dergisi, 25 (1) : 79-86.
- Çetin A 2009. Mısırdaki Verim ve Verim Unsurları Yönüyle Genotip x Çevre İnteraksiyonunun Belirlenmesi. Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarla Bitkileri Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi, 91 s, Konya.
- Demirci G 2009. Hibrit Mısır Çeşitlerinde Verim, Verim Öğeleri, Tane Nem Kaybetme Hızı İle Aralarındaki İlişkilerin Belirlenmesi. Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarla Bitkileri Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi, 67 s, Konya.
- Dok M, Torun M, Gizlenci Ş, Yulafçı A 2002. Samsun Şartlarında Silajlık Mısır Yetiştirme İmkânları Üzerinde Araştırmalar. KTAE, SAMSUN.
- Elmalı H, Soylu S 2008. Melez At dişi Mısırdaki Farklı Taban Gübresi Çeşitlerinin Tane Verimi, Verim Unsurları ve Kalite Üzerine Etkileri. Selçuk Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi, 22(44): 104-112.
- Ergül Y 2008. Silajlık Mısır Çeşitlerinin Önemli Tarımsal ve Kalite Özelliklerinin Belirlenmesi. Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarla Bitkileri Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi, 65 s, Konya.
- Ergül Y, Soylu S 2009. Silajlık Mısır Çeşitlerinde Verim ve Morfolojik Özelliklerin Seleksiyon Kriteri Olarak Değerlendirilmesi. VIII Tarla Bitkileri Kongresi 19-22 Ekim Hatay, s:296-300.
- Eser C 2014. Orta Anadolu Koşullarında Şeker Mısır (*Zea mays* L. *Saccharata* Sturt.) Çeşitlerinin Taze Koçan Ve Tane Verimleri İle Önemli Agronomik Özelliklerinin Belirlenmesi. Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarla Bitkileri Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi, 90 s, Konya.
- Gallais A, Pollacsek M, Huguet L 1976. Possibilities de Selection du Mais en Tant Que Plante Fourragere. Annales d'Amelioration Des Plantes. 26:591-605.
- Gücük T, Baytekin H 1999. Bozova Sulu Koşullarında II. Ürün Olarak Yetiştirilen Silaj Mısır, Silaj Sorgum ve SorgumxSudan Otu Melez Çeşitlerinde Hasat Zamanının Verim ve Bazı Silaj Özelliklerine Etkisi. Türkiye 3. Tarla Bitkileri Kongresi. 15-18 Kasım. Cilt III, Çayır Mera ve Yemelik Tane Baklagiller, 178-183, Adana.
- Güneş A, Acar R 2006. Karaman Ekolojik Koşullarında Silajlık Hibrit Mısır Çeşitlerinin İkinci Ürün Olarak Yetiştirme İmkânlarının Belirlenmesi. Selçuk Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi, 20(39): 84-92.
- Han E 2016. Bazı Mısır Çeşitlerinin Dane Verimleri İle Silaj ve Kalite Özelliklerinin Belirlenmesi. Ordu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarla Bitkileri Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi, 65 s, Ordu.
- Han S 2015. Azaltılmış Toprak İşleme Koşullarında Uygun İkinci Ürün Silajlık Mısır Çeşitlerinin Belirlenmesi. Erciyes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarla Bitkileri Anabilim Dalı, 44 s,

- Yüksek Lisans Tezi.
- Hunter RB 1986. Selecting Hybrids for Silage Maize Production: A Canadian Experience. Proceedings of the 13th Congress of the Maize and Sorghum Section of EUCARPIA, Wageningen, The Netherlands, 9-12 September 1985. Pp. 140-146.
- İdikut L, Kara SN 2013. Tane Ürünü İçin Yetiştirilen İkinci Ürün Mısır Çeşitlerinin Bazı Verim Öğeleri ile Tane Nişasta Oranlarının Belirlenmesi. KSÜ Doğa Bilimleri Dergisi, 16(1): 8-15.
- İptaş S 1993. Tokat Şartlarında Birinci Ürün Silajlık Mısır (*Zea mays*), Sorgum (*Sorghum vulgare*), Sudanotu (*Sorghum sudanense*) ve Sorgum Sudanotu Melezinin Değişik Olgunluk Devrelerinde Yapılan Hasatların Verim Ve Silajlık Özellikler İle Kaliteye Etkileri Üzerinde Araştırmalar. Ege Üniv. Fen Bilimleri Enstitüsü Tarla Bitkileri Anabilim Dalı (Basılmamış Doktora Tezi), 133 s, Bornova-İzmir,
- İptaş S, Yavuz M 2008. Effect of Pollination Levels on Yield and Quality of Maize Grown For Silage, Turk J. Agric. For. Tubitak 32(1) : 41-48.
- İptaş S, Geren H, Yavuz M. 2009. Yem bitkileri, 'Genel Bölüm', Bölüm 4.2, Silaj Yapım Tekniği, T.C. Tarım ve Köyişleri Bakanlığı, TÜGEM, Cilt:1, 142-162s.
- Kara SM, Deveci M, Dede O, Sekeroglu N 1999. The Effects of Different Plant Densities and Nitrogen Levels on Forage Yield and Some Attributes in Silage Corn. III. Field Crops Congress in Turkey, Adana III: 172-177.
- Kapoor R, Batra C 2015. Genetic Variability and Association Studies in Maize (*Zea mays* L.) for Green Fodder Yield and Quality Traits. Electronic Journal of Plant Breeding, 6(1): 233-240.
- Keskin S 2001. Silajlık Olarak Yetiştirilen Mısır Çeşitlerinde Bitki Sıklığının Verim ve Bazı Komponentlere Etkisi. Yüksek Lisans Tezi. Selçuk Üniversitesi. Fen Bilimleri Enstitüsü Tarla Bitkileri Ana Bilim Dalı. 56 s, Konya.
- Keskin B, Temel S, Eren B 2017. Bazı Silajlık Mısır Çeşitlerinin Verim ve Bitkisel Özelliklerinin Belirlenmesi. Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 7(1): 347-351.
- Kızılsimşek M, Erol A, Kaplan M 2005. Farklı Bitki Sıklıklarının Silajlık Mısır Çeşitlerinde Yaprak Alanı Gelişimi ve Işık Kullanımı Üzerine Etkileri. Türkiye VI. Tarla Bitkileri Kongresi, 5-9 Eylül 2005, Antalya, Cilt II, Sayfa 1005-1010.
- Koca A 2013. Bazı Mısır Çeşitlerinin Kayseri Koşullarında Yeşil Gübre Uygulamasından Sonra Silaj Amacıyla Yetiştirilebilme Olanakları. Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 47 s, Ankara.
- Koç A, Çalışkan M 2016. Azotun Silaj Verimine ve Kalitesine Etkisi. Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi, 25 (Özel sayı-2):265-271.
- Maske NM, Pramanik K, Asewar BV 2018. Correlation Studies for Yield and Yield Contributing Characters in Sweetcorn (*Zea mays* L. *saccharata*). International Journal of Bio-Resource, Environment and Agricultural Sciences (IJBEAS) 4(1) :656-661.
- Moralı E 2011. Tekirdağ İlinde Yetiştirilen Bazı Silajlık Mısır (*Zea mays* L.) Çeşitlerinde Gelişme Sürecinin Belirlenmesi Ve Verimliliklerinin Tespiti. Namık Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarla Bitkileri Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi, 51 s, Tekirdağ.
- Olgun F 2011. Silajlık Melez Mısır Çeşitlerinin Farklı Hasat Zamanının Verim, Verim Unsurları Ve Kalite Üzerine Etkisi. Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarla Bitkileri Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi, 69 s, Konya.
- Olgun M, Kutlu İ, Ayter NG, Budak Başçiftçi Z, Kayan N 2012. Farklı Silajlık Mısır Genotiplerinin Eskişehir Koşullarında Adaptasyon Yeteneklerinin Belirlenmesi. Biyoloji Bilimleri Araştırma Dergisi, 5(1): 93-97.
- Öktem A, Çölkesen M 1997. Harran Ovası II. Ürün Koşullarına Uygun Erkenci Mısır (*Zea mays* L.) Genotiplerinin Ve İncelenen Özellikler Arası İlişkilerin Belirlenmesi Üzerine Araştırmalar. Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Fen ve Mühendislik Dergisi, 1(1): 131-143.
- Öner F, Güneş A 2019. Determination of Silage Yield and Quality Characteristics of Some Maize (*Zea mays* L.) Varieties. Journal of Tekirdag Agricultural Faculty 16(1): 42-50.
- Özata E, Geçit HH, Öz A, Ünver İkincikarakaya S 2013. Atdışi Hibrit Mısır Adaylarının Ana Ürün Koşullarında Performanslarının Belirlenmesi. Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 3(1): 91-98.
- Özata E, Kapar H 2017. Nitelikli Saf Hatlardan Elde Edilen Silajlık Hibrit Mısır Çeşit Adaylarının Verim ve Kalite Özelliklerinin Belirlenmesi. Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi, 26, 161-168.
- Özata E, Öz A, Kapar H 2012. Silajlık Hibrit Mısır Adaylarının Verim ve Kalite Özelliklerinin Belirlenmesi. Tarım Bilimleri Araştırma Dergisi 5 (1): 37-41.
- Özkan U, Şahin Demirbağ N 2016. Türkiyede Kaliteli Kaba Yem Kaynaklarını Mevcut Durumu. Türk Bilimsel Derlemeler Dergisi 9 (1): 23-27.
- Piker SS 2010. Sakarya ve Düzce Ekolojik Koşullarında Yetiştirilen Değişik Olum Gruplarındaki Bazı Melez Mısır (*Zea mays Indentata* Sturt.) Çeşitlerinin Verim ve Verim Öğelerinin Belirlenmesi. Namık Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarla Bitkileri Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi, 56 s, Tekirdağ.
- Sarı O 2009. Bazı Melez Mısır Çeşitlerinin Manisa Koşullarında İkinci Ürün Ekimindeki Verim ve Verim Öğelerinin Saptanması. Adnan Menderes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarla Bitkileri

- Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi, 54 s, Aydın.
- Sabancı İ 2013. Mısır-Soya Birlikte Üretiminde Farklı Ekim Sistemlerinin Verim ve Bazı Agronomik Karakterlere Etkisi. Adnan Menderes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarla Bitkileri Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi, 101 s, Aydın.
- Sabancı S 2016. Ege Bölgesinde Yetiştirilen Bazı Mısır (*Zea mays* L.) Çeşitlerinin Verim, Kalite Ve Antioksidan Aktivitelerinin Belirlenmesi. Adnan Menderes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarla Bitkileri Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi, 60 s, Aydın.
- Sarıyerli Ş, Soylu S 2016. Sivas Koşullarında Farklı Bitki Sıklıklarında Silajlık Mısır Çeşitlerinin Verim ve Verim Unsurlarının Belirlenmesi. Bahri Dağdaş Bitkisel Araştırma Dergisi 5 (2): 77-88.
- Selvaraj CI, Nagarajan P 2011. Interrelationship and Path Coefficient Studies for Qualitative Traits, Grain Yield and Other Yield Attributes Among Maize (*Zea mays* L.). International Journal of Plant Breeding and Genetics 5(3):209-223
- Seydoşoğlu S, Saruhan V 2017. Mısır Bitkisinde (*Zea mays* L.) Ekim Zamanı ve Çeşidin Silaj Kalitesi Üzerine Etkisi. Ege Üniv. Ziraat Fak. Derg.. 54 (3):361-366
- Sönmez K, Alan Ö, Kınacı E, Kınacı G, Kutlu İ, Budak Başçiftçi Z, Evrenosoğlu Y 2013. Bazı Şeker Mısırı Çeşitlerinin (*Zea mays Saccharata* Sturt) Bitki, Koçan ve Verim Özellikleri. Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 8(1):28-40.
- Şen H 2017. Küçük Menderes Havzasında Bazı Silajlık Mısır (*Zea mays* L.) Çeşitlerinin Adaptasyon, Verim ve Kalite Özelliklerinin Belirlenmesi. Adnan Menderes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarla Bitkileri Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi, 48 s, Aydın.
- Şimşek D 2006. Antalya Şartlarında İkinci Ürün Olarak Ekilebilecek Silajlık Hibrit Mısır Çeşitlerinin Bazı Tarımsal Özelliklerinin Belirlenmesi. Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarla Bitkileri Ana Bilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, 54 s, Konya.
- Tansı V, Sağlamtimur T, Ülger AC, Baytekin H, Kızılsimşek M, Çakır B, Yücel C, Öktem A 1997. II. Ürün Mısırdaki Bitki Sıklığı ve Azot Gübrelemesinin Tane ve Hasıl Verimi ve Bazı Tarımsal Karakterlerine Etkisi. Başbakanlık Güneydoğu Anadolu Projesi (GAP) Tarımsal Araştırma İnceleme ve Geliştirme Proje Paketi. Genel Yayın No: 158.
- Taş T 2010. Harran Ovası Şartlarında Farklı Ekim Sıklıklarında Yetiştirilen Mısırdaki Değişik Büyüme Dönemlerinde Yapılan Hasadın Hâsıl ve Tane Verimine Etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 104 s, Adana.
- Ünal S, Eraç A 2000. Nohut Geveni (*Astragalus cicer* L.) Ayrık (*Agropyron Gaertn.*) Ekimi Karışım Oranlarının Yem Verimi Ve Botanik Kompozisyona Etkileri Üzerinde Araştırmalar Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi (9), 1-2 2000.
- Yıldırım Ö, Baytekin H 2003. Mısırdaki Bitki Sıklığının Yeşil Ot ve Tane Verimi ile Bazı Tarımsal Karakterlere Etkisi. Türkiye 5. Tarla Bitkileri Kongresi, 13-17 Ekim 2003. II. Cilt, s. 448, Diyarbakır.
- Yıldız H, İlker E, Yıldırım A 2017. Bazı Silajlık Mısır (*Zea mays*) Çeşit ve Çeşit Adaylarının Verim ve Kalite Özelliklerinin Belirlenmesi. Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi 12 (2):81-89.
- Yozgatlı O, Başaran U, Gülümser E, Mut H, Çopur Doğrusöz M 2019. Yozgat Ekolojisinde Bazı Mısır Çeşitlerinin Morfolojik Özellikleri, Verim ve Silaj Kaliteleri. KSÜ Tarım ve Doğa Dergisi 22(2): 170-177.

## Makarnalık Buğday (*Triticum durum Desf.*) B27 × Ege 88 Resiprokal Melez Popülasyonunda F<sub>4</sub> Kuşağının Allele Özgü Markörlerle Değerlendirilmesi

Merve BÜYÜKAKKAŞLAR<sup>1</sup>, İlker YÜCE<sup>2</sup>, Tuğba BAŞKONUŞ<sup>3</sup>, Tevrican DOKUYUCU<sup>4</sup>, Aydın AKKAYA<sup>5</sup>  
Ziya DURLUPINAR<sup>6\*</sup>

<sup>1,2,6</sup>Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Tarımsal Biyoteknoloji Bölümü, Kahramanmaraş, <sup>3,4,5,6</sup>Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü, Kahramanmaraş, Türkiye  
<sup>1</sup><https://orcid.org/0000-0002-2150-3315>, <sup>2</sup><https://orcid.org/0000-0002-9761-3561>, <sup>3</sup><https://orcid.org/0000-0002-0744-6086>  
<sup>4</sup><https://orcid.org/0000-0002-7704-6790>, <sup>5</sup><https://orcid.org/0000-0001-9560-1922>, <sup>6</sup><https://orcid.org/0000-0003-3119-6926>  
✉: [zdumlupinar@ksu.edu.tr](mailto:zdumlupinar@ksu.edu.tr)

### ÖZET

Makarnalık buğday ıslah çalışmalarında kalite verim ve hastalıklara dayanıklılık önemli ıslah hedefleridir. Bu çalışmada, Türkiye’de belli bir ekim alanına sahip Ege 88 çeşidi ile bazı hastalık ve kalite özellikleri bakımından iyi olduğu bilinen B27 yerel makarnalık buğday çeşidinin resiprokal olarak melezlenmesiyle elde edilen ve F<sub>4</sub> döl kuşağına getirilen, ebeveynlerle beraber toplam 39 genotip, mumsuluk (*Wx-A1*), kara pas (*Sr49*), gluten mukavemeti (*Glu-B1*), yüksek protein oranı (*Gpc-B1*), çavdar translokasyonu (*1AL.1RS*), vernalizasyon (*Vrn-A1*) ve bin dane ağırlığı özelliklerine ait allel spesifik markörler ile karakterize edilmiştir. Araştırmada kullanılan 39 makarnalık buğday genotipi sekiz allel spesifik DNA primeri ile taranmış ve 56 adet polimorfik bant elde edilmiş ve bu data kullanılarak genotiplerin genetik mesafeleri belirlenmiştir. Ortalama bant sayısı 7 olarak bulunurken, en çok bant üreten markör 15 bant ile Sun 479, en az bant üreten markör bir bant ile Bx<sup>70E</sup> markörü olmuştur. Ortalama polimorfizm bilgi içeriği (PIC) değeri 0.875 olarak hesaplanmıştır. En yüksek PIC değeri 0.99 ile SUN1, SUN479, Bx<sup>70E</sup>, RIS ve VRN1 markörlerinden, en düşük PIC değeri ise 0.39 ile UHW89 marköründen elde edilmiştir. Elde edilen markör verileri ile oluşturulan dendrograma göre, Ege 88 × B27\_3 genotipinin diğerlerinden genetik olarak uzak olduğu ve Ege 88 × B27\_7- Ege 88 × B27\_8 ve B27 × Ege 88\_5 - B27 × Ege 88\_6 genotipleri ise % 100 benzer bulunmuştur. Makarnalık buğday genotiplerinde mumsuluk (*Wx-A1*), kara pas (*Sr49*), yüksek protein oranı (*Gpc-B1*), gluten mukavemeti (*Glu-B1*) ve çavdar translokasyonları (*1AL.1RS*) ile ilgili alleller tespit edilirken, vernalizasyon (*Vrn-A1*) ve bin tane ağırlığı ile ilgili beklenen uzunluklarda bant elde edilememiştir.

### Araştırma Makalesi

### Makale Tarihiçesi

Geliş Tarihi : 01.05.2020

Kabul Tarihi : 11.06.2020

### Anahtar Kelimeler

Makarnalık buğday  
Resiprokal melez  
Yerel çeşit  
Kara pas  
Gluten mukavemeti

## Evaluation of F<sub>4</sub> Individuals Obtained from B27 × Ege 88 Durum Wheat (*Triticum durum Desf.*) Reciprocal Cross Population by Allele Specific Markers

### ABSTRACT

Yield, quality and disease resistance are important variables in durum wheat breeding studies. In this study, durum wheat cultivar Ege 88 which have been grown in a certain area in our country and durum wheat landrace B27 which is known as diseases tolerant with high quality properties were crossed as reciprocal and 39 F<sub>4</sub> individuals with their parents were screened with allele specific markers for waxiness (*Wx-A1*), stem rust (*Sr49*), gluten strength (*Glu-B1*), high protein ratio (*Gpc-B1*), rye translocation (*1AL.1RS*), vernalisation (*Vrn-A1*) and thousand kernel weight. In the research, 39 genotypes were screened with eight allele specific markers and produced 56 polymorphic bands and genetic distance of the genotypes were determined. The average allele number was determined as 7, while the most allelic marker was Sun479 with 15 bands and the lowest allele number was obtained from Bx<sup>70E</sup> with only one allele.

### Research Article

### Article History

Received : 01.05.2020

Accepted : 01.06.2020

### Keywords

Reciprocal cross  
Durum wheat  
Landrace  
Stem rust  
Gluten strength

The average polymorphism information content (PIC) was calculated as 0.875. The highest PIC value was obtained from SUN1, SUN479, Bx7<sup>OE</sup>, RIS and VRN1 markers as 0.99, while the lowest value was calculated as 0.39 from the UHW89 marker. According to the dendrogram created by the marker data Ege 88 × B27\_3 genotype was the most diverse one and Ege 88 × B27\_7- Ege 88 × B27\_8 and B27 × Ege 88\_5- B27 × Ege 88\_6 genotypes were found 100% identical. The alleles for waxiness (*Wx-A1*), stem rust (*Sr49*), high protein ratio (*Gpc-B1*), gluten strength (*Glu-B1*) and rye translocation (*1AL.1RS*) were found on durum wheat genotypes, while the alleles for vernalisation (*Vrn-A1*) and thousand kernel weight were not identified.

**To Cite :** Büyükakkaşlar M, Yüce İ, Başkonuş T, Dokuyucu T, Akkaya A, Dumlupınar Z 2020. Makarnalık Buğday (*Triticum durum* Desf.) B27 × Ege 88 Resiprokal Melez Popülasyonunda F<sub>4</sub> Kuşağının Allele Özgü Markörlerle Değerlendirilmesi. KSÜ Tarım ve Doğa Derg 23 (6): 1647-1655. DOI: 10.18016/ksutarimdoga.vi.730633.

## GİRİŞ

Buğday bitkisi kromozom sayılarına göre diploid (2n=2x=14), tetraploid (2n=4x=28) ve hekzaploid (2n=6x=42) olarak ele alınmaktadır. Hekzaploidler ekmeklik buğday (*Triticum aestivum* L.) olarak adlandırılmakta ve daha çok un için tercih edilmekte, tetraploid buğday (*Triticum durum* Desf.) bulgur ve makarna yapımında kullanılmakta, diploidlerin tarımı ise daha çok yerel olarak yapılmaktadır. Son yıllarda az miktarda da olsa özellikle bulgur yapımında diploid buğdaylar da tercih edilmektedir.

Türkiye’de üretim miktarı bakımından tahıllar içerisinde ilk sırada yer alan buğday bitkisinde bölgelere adapte olmuş çeşitlerin seçiminde, kalite ve verim unsurları önemli rol oynamıştır (Güngör ve Dumlupınar, 2019).

Moleküler markörler ıslahta; genetik kaynakların özgünleştirilmesi, ıslah çalışmasında kullanılacak ebeveynlerin belirlenmesi, genotipler arasındaki farklılık ve benzerliklerin belirlenmesi, yeni geliştirilmiş olan genotiplerin korunması ve kalitatif - kantitatif genlerin belirlenmesinde kullanılmaktadır (Özcan, 2008). Moleküler markörlerin kaynağını, üretilen bitkilerin DNA’ları oluşturmakta, bitki popülasyonundaki varyasyon ya da çeşitler arasındaki ilişki teşhisinde % 100 doğrulukta sonuç vermektedir (Gülşen ve Mutlu, 2005). Moleküler markör teknolojileri; i) polimeraz zincir reaksiyonu (PZR) temelli (SSR, AFLP ve modifiye formları), ii) hibridizasyon temelli (RFLP, RAPD ve modifiye formları) ve iii) DNA dizileme temelli (EST, SNP vb.) olmak üzere 3 gruba ayrılmaktadır (Khan, 2015). Hibridizasyon temelli moleküler markörler pahalı ve daha uzun süreye ihtiyaç duyduğu için PZR’a dayalı markörler geliştirilmiştir (Özcan, 2008).

Makarnalık buğday ıslah çalışmalarında streslere dayanıklılık yanında verim ve kaliteyi yükseltmek en önemli ıslah hedefleridir. Son yıllarda moleküler markör teknolojilerinin ıslah programlarında kullanımının yaygınlaşması (ön-ıslah) ile birlikte etkin, doğru, çok amaçlı ve erken dönemde

seleksiyonun önü açılmıştır. Çünkü, moleküler markör yardımıyla ıslah çalışmalarında istenilen özelliğe sahip genotipler allel spesifik markörlerle belirlenebilmektedir. Böylece, seleksiyonun daha hızlı ve doğru yapılması sağlanmakta ve ıslah süresi de kısaltılmaktadır.

Moleküler markörler genotipleri tanımlanmada, gen (QTL) bölgelerini belirlemede, linkage haritalama çalışmalarında ve genetik çeşitliliğin belirlenmesinde yaygın olarak kullanılmaktadırlar (Leisova ve Ovesna, 2001, Medini ve ark., 2005, Roussel ve ark., 2005, Nersting ve ark., 2006, Leisova ve ark., 2007., Li ve ark. 2000, 2007, Fu ve ark., 2007, He ve Bjornstad, 2012, Montilla-Bascon ve ark., 2013, Dumlupınar ve ark., 2016). Basit dizi tekrarları (SSR), tek nükleotid değişimi (SNP) ve çoğaltılmış parça uzunluğu polimorfizmi (AFLP) bazı moleküler markör teknolojilerindedir. Bunlardan SNP ve SSR markör teknolojileri en yaygın kullanıma sahiplerdir. Tek nükleotid değişimi markörleri yeni nesil dizileme teknolojileri ile birlikte çok fazla üretilebilmeleri ve bu sayede daha kesin sonuçlar verdikleri için günümüzde oldukça yaygın bir kullanıma sahip olmuşlardır. Basit dizi tekrarları markörlerinin kullanımının yaygın olmasının nedeni ise basit kullanımı, fazla miktarda allel üretebilmesi, tekrarlanabilir olması ve yüksek polimorfizm oranlarıdır. SNP ve SSR markörleri, germplazmaların değerlendirilmesi ve germplazm koleksiyonlarındaki duplikasyonları önlemede de ideal markörler haline gelmiştir (Devos ve ark., 1995, Plaschke ve ark., 1995, Korzun ve ark., 1997, Leisova ve ark., 2007, Dumlupınar ve ark., 2016).

Bu çalışmada, kalite ve hastalıklara dayanıklılık yönünden üstün olduğu bilinen B27 yerel makarnalık buğday genotipi ile Türkiye’de önemli bir üretim alanına sahip olan, ancak kalite ve hastalıklara dayanıklılık konusunda iyileştirmeye ihtiyacı olan Ege 88 çeşidi kullanılmıştır. Bu genotiplerin resiprokal olarak melezlenmesinden elde edilen F<sub>4</sub> bitkilerinde, DNA markörleri kullanılarak çavdar translokasyonu ve vernalizasyon geninin yanı sıra protein oranı, gluten mukavemeti, bin tane ağırlığı, mumsuluk, kara

pasla ilgili özellikler açısından moleküler olarak karakterizasyon yapılmıştır.

## MATERYAL ve METOT

Çalışmada materyal olarak yerel makarnalık buğday genotipi B27 (*Triticum durum* Desf.) ve Ege 88 (*Triticum durum* Desf.) çeşidinin resiproklular olarak melezlenmesi sonucu elde edilen (37) F<sub>4</sub> bireyleri ve ebeveynleri ile toplam 39 genotip kullanılmıştır. Genotiplere ait genomik DNA'ların elde edilmesi için tohumlar viyollara ekilmiş ve çimlenme kabiniinde 25 °C sıcaklıkta, 2 yapraklı olana kadar yetiştirilmiştir (Oliver ve ark., 2010). DNA izolasyonu işleminde cetyl trimethyl ammonium bromide (CTAB) yöntemi uygulanmıştır (Oliver ve ark., 2010). Genotiplere ait yaprak örnekleri 2 ml'lik ependorf tüpler içerisinde sıvı azot ile öğütülmüş ve her tüpün içerisine 1 ml'lik izolasyon solüsyonu (1 M Tris-HCl (pH:8), 0.5 M EDTA (pH:8), 5 M NaCl, % 2 w/v CTAB, % 2 polyvinylpyrrolidone-40, % 5 sarcosyl) ilave edilmiştir. Daha sonra tüpler yavaşça altüst edilip 1 saat süreyle 65 °C'de su banyosuna alınmıştır. Örnekler su banyosundan

çıkarıldıktan sonra, 1 ml chloroform: isoamil alkol (24:1) eklenerek 10000 (rpm) devirde 20 dakika santrifüj edilmiştir. Santrifüj işleminden sonra üstte kalan sıvı kısım, altta kalan yaprak parçacıkları ile karıştırılmadan mikro pipet yardımı ile yeni tüplere alınmıştır. Yeni tüplere çekilen sıvı miktarı kadar isopropanol (-20 °C) alkol eklenilerek, 10000 (rpm) devirde, 30 dakika santrifüj edilmiştir. Bu işlem ile DNA'lar tüpün dibine çökmüş ve üstte kalan sıvı kısım DNA'lardan uzaklaştırılmıştır. DNA'ların üzerine 1 ml % 70'lik etanol eklenerek, 13000 (rpm) devirde 2 dakika santrifüj işlemi uygulanmıştır. Santrifüj işlemi sonrasında sıvı kısım uzaklaştırılmış ve temizlenmiş DNA pelletleri kurumaya hazır hale getirilmiştir. DNA pelletlerinin üzerine 250 µl RNase solüsyonu (100 ml 10 mM Tris HCl EDTA solüsyonuna 1 ml RNase stok solüsyonu) eklenerek DNA izolasyonu tamamlanmıştır. Makarnalık buğday genotiplerinde (37 genotip + 2 ebeveyn) bazı özellikler ile ilgili allellerin belirlenmesi için sekiz adet allel spesifik DNA markörü kullanılmıştır. Bu DNA markörlerine ait bilgiler Çizelge 1'de verilmiştir.

Çizelge 1. Moleküler karakterizasyonda kullanılan DNA primerleri  
Table 1. DNA primers used in molecular characterization

No Number	Primer Adı Primer name	Primer Dizisi (5'-3') Primer sequence (5'-3')	Referans Reference	Gen Bölgesi Gene Region	Beklenen Bant Uzunluğu (bp) Expected Band Length (bp)	Marker tipi Marker Type
1	Sun1_F Sun1_R	CGCTCCCTGAAGAGAGAAAGAA ATAGGCACAACCCCTAAC	Sharoflou ve Sharp, 1999	Mumusuluk Waxy Wx-A1	Xsun-7A, 219, 233, 260, 271, 275, 285 ve 289	Eş baskın
2	Sun209_F Sun209_R	AGCTATGAGCTTCGCTATTG GTGATTGGTTCGGATTACTTA	Bansal ve ark., 2015	Kara pas Sr49	148	Eş Baskın
3	Sun479_F Sun479_R	CAAATGAAATGTGATCCTGTT TCATCTAACCAAGCAATGGTAT	Bansal ve ark., 2015	Kara pas Sr49	200	Eş Baskın
4	Bx <sup>70E</sup> _F Bx <sup>70E</sup> _R	CCTCAGCATGCAAACATGCAGC CTGAAACCTTTGGCCAGTCATGTC	Butow ve ark., 2003	Gluten Mukavemeti Glu-B1	563	Eş Baskın
5	UHW89_F UHW89_R	TCTCCAAGAGGGGAGAGACA TTCTCTACCCATGAATCTAGCA	Distelfeld ve ark., 2006	Yüksek Protein Gpc-B1	122	Eş Baskın
6	RİS_F RİS_R	TAATTTCTGCTTGCTCCATGC ACTGGGGTGCCTGGATTAG	Koebner, 1995	Çavdar Translokasyonu 1AL.1RS	110	Baskın
7	XGWM68_F XGWM68_R	AGGCCAGAATCTGGGAATG CTCCCTAGATGGGAGAAGGG	Roder ve ark., 1998)	Bin Tane Ağırlığı	166	Eş Baskın
8	VRN1-F VRN1-R	GAAAGGAAAATTCGCTCG GCACGAAATCGAAATCGAAG	Yan ve ark., 2004	Vernalizasyon Vrn-A1	464	Baskın

Polimeraz zincir reaksiyonları (PZR) 0.02 ml hacmindeki 96'lık PZR platelerine; 1µl dNTP karışımı (10 mM karışım (A+T+G+C)), 3 µl 10x buffer, 1.2 µl

MgCl<sub>2</sub>, SSR primer çifti (1 µl F ve 1 µl R), 3 µl (50 ng) genomik DNA, 9.5 µl ddH<sub>2</sub>O, ve 0.3 µl Taq DNA polimeraz (5U/µl, Fermantes) şeklinde toplamda 20



$\mu$ l'lik PZR solüsyonu hazırlanarak "eppendorf" marka thermal cycler cihazında; 95 °C'de 5 dakika çalıştırılmıştır. Daha sonra 95 °C'de (DNA iplikçilerinin ayrışması) 1 dakika, 55 °C'de (primerlerin yapışması, tavlama) 1 dakika ve 72 °C'de (DNA eşleşmesi) 1 dakika olmak üzere cihaz çalıştırılmıştır. Aynı zamanda 95 °C ile 72 °C arasında 35 döngü yapması sağlanarak, son aşamada 72 °C'de 5 dakika çalıştırılıp reaksiyon tamamlanmıştır. Elde edilen PZR ürünleri -20 °C tutulmuştur. PZR işleminden sonra fragment analizleri için elde edilen ürünler, Qiagen firmasına ait "QIAxcel Advanced System" fragment analiz cihazında yürütülmüş ve genotiplere ait DNA bantları elde edilmiştir. Çalışmada, okuma aralığını belirleyebilmek için genotiplerin fragment analizi sonuçlarına bakılıp, elde edilen sonuçlara göre okuma aralığı 15 ile 5000 baz çifti (bç) arası tercih edilmiştir. Skorumla esnasında hassasiyet  $\pm$  4 bç olarak kabul edilmiş ve alleller buna göre değerlendirilmiştir. NTSYSpc 2.21q (Rohlf, 2005) programında Dice indeks (Dice, 1945) kullanılarak genotiplerin birbirleriyle genetik olarak benzerlikleri hesaplanmıştır. Genotiplere ait DNA bantları "0" veya "1" olarak kodlanmış ve ikili (binary) veri matrisi oluşturulmuştur. Oluşturulan matris yardımıyla

UPGMA (Unweighted Pair Group Method Arithmetic Average) kullanılarak, genotiplerin benzerliklerini gösteren dendrogram elde edilmiştir. Moleküler analizlerde kullanılan her bir DNA markörü için polimorfizm bilgi içerikleri (PIC), Weir (1996)'e göre aşağıda belirtilen formülle hesaplanmıştır.

$$PIC=1-\sum P_i^2$$

P<sub>i</sub>; araştırmada çalışılan 39 adet makarnalık buğday genotipinde (37 F<sub>4</sub> bireyi + iki ebeveyn) i'inci allelin frekansdır.

## BULGULAR ve TARTIŞMA

Araştırmada kullanılan 39 farklı makarnalık buğday genotipi arasındaki benzerlikler ve farklılıklar, sekiz adet allel spesifik DNA markörü ile taranmış ve 56 adet polimorfik bant tespit edilmiştir (Çizelge 2). B27, Ege 88 ve resiprokal F<sub>4</sub> döl kuşaklarının fonksiyonel markörler ile karakterizasyonu sonucu elde edilen allelik varyasyonlarına ait bilgiler Çizelge 3'te verilmiştir. Araştırmada kullanılan markörlerden SUN1'e ait fragment analizi görüntüsü Şekil 1'de, 56 bant kullanılarak oluşturulan dendrogram Şekil 3'te gösterilmiştir.

Çizelge 2. DNA markörlerinin PIC değerleri ve toplam allel sayıları

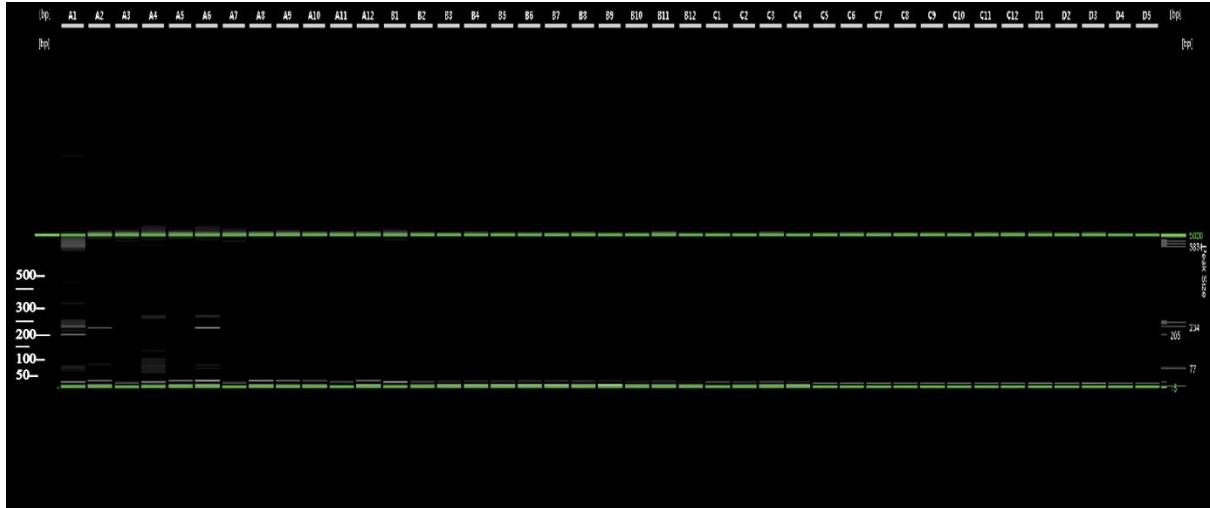
Table 2. PIC values and total allele numbers of DNA markers

No/Number	Primer Adı/Primer Name	Allel Sayısı/Allele Number	PIC Değeri/PIC Value
1	SUN1	7	0.99
2	SUN209	2	0.92
3	SUN479	15	0.99
4	Bx7 <sup>OE</sup>	1	0.99
5	UHW89	5	0.39
6	RIS	10	0.99
7	VRN1	13	0.99
8	XGWM68	3	0.74
Ortalama		7	0.87

Araştırmada kullanılan DNA markörlerinin ortalama allel sayısı 7 olurken, en çok allel üreten markör 15 bant ile Sun 479, en az allel üreten markör bir adet bant ile Bx7<sup>OE</sup> olmuştur. Çalışma sonucuna göre ortalama polimorfizm bilgi içeriği (PIC) değeri 0.87 olurken, en yüksek PIC değeri 0.99 (SUN1, SUN479, Bx7<sup>OE</sup>, RIS ve VRN1) ve en düşük PIC değeri ise 0.39 (UHW89) olarak bulunmuştur. Doğrar ve ark. (2008), kışlık makarnalık buğdaylarda SSR markörlerinde % 60.9 ile 87.2 arasında değişen bir polimorfizm bilgi içeriği değeri bildirirken, Akar (2002), makarnalık buğdaylarda, RAPD markörlerinde % 74 ile 99 arasında bir PIC değeri belirtmiştir. Bilgin ve Korkut (2005) ise, ekmeklik buğday çeşit ve hatlarında, RAPD markörlerinde % 94 PIC değeri bulmuşlardır. Özbek (2006), yabancı tetraploid buğdaylarda AFLP primerleri ile yaptığı çalışmada, Türkiye orijinliler için % 40.5, İsrail orijinliler için ise % 48.6 PIC değeri saptamıştır. Motawei ve ark. (2007), RAPD markörlerinde % 71, Abdul ve Tahır (2008) SSR

markörleri ile yaptığı çalışmada ekmeklik buğdaylar için % 28.6, makarnalık buğdaylar için ise % 33.3 ile 81.8 arasında PIC değeri belirlemişlerdir. Kekilli (2019) ticari makarnalık buğdaylar ile yaptığı çalışmada, bazı kalite ve hastalıkla ilgili fonksiyonel markörlerde % 85 PIC değeri, Güngör (2019) ise çalışmasında % 72.5 PIC değeri belirlemiştir.

Sharoflou ve Sharp (1999) tarafından geliştirilen ve mumsuluk özelliğine ait gen (*Wx-A1*) ile ilişkilendirilen SUN1 primeri kullanılarak makarnalık buğday genotipleri taranmıştır. Tarama sonuçlarına göre B27, Ege 88, B27 × Ege 88\_2 ve B27 × Ege 88\_4 genotiplerinde mumsuluk (*Wx-A1*) özelliğine ait genler (234 bç) belirlenmiştir. Mumsuluk (*Wx-A1*) özelliğini belirlemede SUN1 primerini kullanarak, Maryami ve ark. (2014) 230 ve 265 bç, Shariflou ve Sharp (1999) 219, 233, 260, 271, 275, 285 ve 289 bç uzunluklarında alleller tespit etmişlerdir.



Şekil 1. SUN1 primerine ait fragment analizi görüntüsü (A1:B27, A2:Ege 88, A3: B27 × Ege 88\_1, A4: B27 × Ege 88\_2, A5: B27 × Ege 88\_3, A6: B27 × Ege 88\_4, A7: B27 × Ege 88\_5, A8: B27 × Ege 88\_6, A9: B27 × Ege 88\_7, A10: B27 × Ege 88\_8, A11: B27 × Ege 88\_9, A12: B27 × Ege 88\_10, B1: B27 × Ege 88\_11, B2: B27 × Ege 88\_12, B3: B27 × Ege 88\_13, B4: B27 × Ege 88\_14, B5: B27 × Ege 88\_15, B6: B27 × Ege 88\_16, B7: B27 × Ege 88\_17, B8: B27 × Ege 88\_18, B9: B27 × Ege 88\_19, B10: Ege 88 × B27\_1, B11: Ege 88 × B27\_2, B12: Ege 88 × B27\_3, C1: Ege 88 × B27\_4, C2: Ege 88 × B27\_5, C3: Ege 88 × B27\_6, C4: Ege 88 × B27\_7, C5: Ege 88 × B27\_8, C6: Ege 88 × B27\_9, C7: Ege 88 × B27\_10, C8: Ege 88 × B27\_11, C9: Ege 88 × B27\_12, C10: Ege 88 × B27\_13, C11: Ege 88 × B27\_14, C12: Ege 88 × B27\_15, D1: Ege 88 × B27\_16, D2: Ege 88 × B27\_17, D3: Ege 88 × B27\_18)

Figure 1. Fragment analysis image of SUN1 primer (A1:B27, A2:Ege 88, A3: B27 × Ege 88\_1, A4: B27 × Ege 88\_2, A5: B27 × Ege 88\_3, A6: B27 × Ege 88\_4, A7: B27 × Ege 88\_5, A8: B27 × Ege 88\_6, A9: B27 × Ege 88\_7, A10: B27 × Ege 88\_8, A11: B27 × Ege 88\_9, A12: B27 × Ege 88\_10, B1: B27 × Ege 88\_11, B2: B27 × Ege 88\_12, B3: B27 × Ege 88\_13, B4: B27 × Ege 88\_14, B5: B27 × Ege 88\_15, B6: B27 × Ege 88\_16, B7: B27 × Ege 88\_17, B8: B27 × Ege 88\_18, B9: B27 × Ege 88\_19, B10: Ege 88 × B27\_1, B11: Ege 88 × B27\_2, B12: Ege 88 × B27\_3, C1: Ege 88 × B27\_4, C2: Ege 88 × B27\_5, C3: Ege 88 × B27\_6, C4: Ege 88 × B27\_7, C5: Ege 88 × B27\_8, C6: Ege 88 × B27\_9, C7: Ege 88 × B27\_10, C8: Ege 88 × B27\_11, C9: Ege 88 × B27\_12, C10: Ege 88 × B27\_13, C11: Ege 88 × B27\_14, C12: Ege 88 × B27\_15, D1: Ege 88 × B27\_16, D2: Ege 88 × B27\_17, D3: Ege 88 × B27\_18)

Araştırmada kullanılan kara pas geni (*Sr49*) ile ilişkili SUN209 primerinden B27 × Ege 88\_2, B27 × Ege 88\_4, B27 × Ege 88\_5, B27 × Ege 88\_6, B27 × Ege 88\_9, B27 × Ege 88\_14, B27 × Ege 88\_18, Ege 88 × B27\_2, Ege 88 × B27\_9 ve Ege 88 × B27\_14 beklenen uzunlukta (148 bç) bant elde edilmiştir. Bansal ve ark. (2015) yaptıkları araştırmada, SUN209 primerinin çoğalttığı 148 bç DNA bandının, kara pas hastalığına dayanıklılık geniyle (*Sr49*) bağlantılı olduğunu belirlemişlerdir. Kara pasa dayanıklılık geni (*Sr49*) ile ilişkili markörlerden bir tanesi de SUN479 primeridir. Makarnalık buğday F<sub>4</sub> döl kuşaklarından B27 × Ege 88\_16, B27 × Ege 88\_17, B27 × Ege 88\_18, B27 × Ege 88\_19, Ege 88 × B27\_1 ve Ege 88 × B27\_3 kara pas hastalığına dayanıklılık geni (204 bç) belirlenmiştir. Bansal ve ark. (2015), SUN479 primerini kullanarak kara pasa dayanıklılık genini (*Sr49*) belirlemek için yaptıkları araştırmada 200 bç uzunluğunda DNA bandını, kara pas dayanıklılık geni (*Sr49*) ile ilişkili olduğunu tespit etmişlerdir.

Gluten mukavemetini kontrol eden genlerden birisi olan *Glu-B1* ile ilişkili olduğu bilinen Bx7<sup>OE</sup> primeri, F<sub>4</sub> döl kuşaklarından B27 × Ege 88\_14 ve Ege 88 × B27\_4'te istenilen uzunlukta (563 bç) bant üretmiştir. Butow ve ark. (2003), Bx7<sup>OE</sup> primerini kullanarak yaptıkları çalışmada, bu primerin 750 bç kısmına denk

gelen eş-baskın bir işaretleyici ve *Glu-B1* (520 bç)'yi içermeyen hatların 43 bç bir ilave ile 563 bç uzunluğunda alleller saptadıklarını belirtmişlerdir. UHW89 primeri yüksek protein oranı *Gpc-B1* genini belirlemede kullanılan bir belirteçtir. Çalışmamızda kullandığımız B27, Ege 88, B27 × Ege 88\_1, B27 × Ege 88\_2, B27 × Ege 88\_3, B27 × Ege 88\_4, B27 × Ege 88\_5, B27 × Ege 88\_6, B27 × Ege 88\_7, B27 × Ege 88\_8, B27 × Ege 88\_9, B27 × Ege 88\_10, B27 × Ege 88\_11, B27 × Ege 88\_12, B27 × Ege 88\_13, B27 × Ege 88\_14, B27 × Ege 88\_15, B27 × Ege 88\_17, B27 × Ege 88\_18, B27 × Ege 88\_19, Ege 88 × B27\_1, Ege 88 × B27\_2, Ege 88 × B27\_4, Ege 88 × B27\_5, Ege 88 × B27\_6, Ege 88 × B27\_7, Ege 88 × B27\_8, Ege 88 × B27\_9, Ege 88 × B27\_12, Ege 88 × B27\_13, Ege 88 × B27\_14, Ege 88 × B27\_15, Ege 88 × B27\_17 ve Ege 88 × B27\_18 genotiplerinde istenilen uzunlukta (122 bç) yüksek protein oranı ile ilişkili allel (*Gpc-B1*) tespit edilmiştir. Distelfeld ve ark. (2006), UHW89 primerini kullanarak, 122 ve 126 bç uzunluğunda alleller elde etmiş, 4 baz çiftlik polimorfizmin ACTT duplikasyonu sonucunda meydana geldiğini belirtmişlerdir.

Çavdar translokasyonuna ait gen (*1AL.1RS*) belirlemede kullanılan markörlerden RIS primeri, F<sub>4</sub> döl kuşaklarından B27 × Ege 88\_13 ve B27 × Ege 88\_19'da beklenen uzunlukta (110 bç) DNA bantları

vermiş ve çavdar translokasyonlarına ait genin (*IAL1RS*) bulunduğu saptanmıştır. Koebner (1995) yürüttüğü çalışmada, RIS primerinin 110 baz çiftinde bant verdiğini, Yediay ve ark. (2010) RIS primerini kullanarak yaptıkları araştırmada, 117 baz çifti uzunluğunda bant elde ettiklerini belirtmişlerdir.

VRN1 vernalizasyon genlerinden bir tanesi olan *Vrn-A7* belirlemede kullanılan bir primerdir. Araştırmada kullanılan genotiplerde bu primere ait beklenen uzunlukta (464 bp) bant tespit edilememiştir. Ayrıca, bin tane ağırlığı ile ilişkili Xgwm68 primeri de

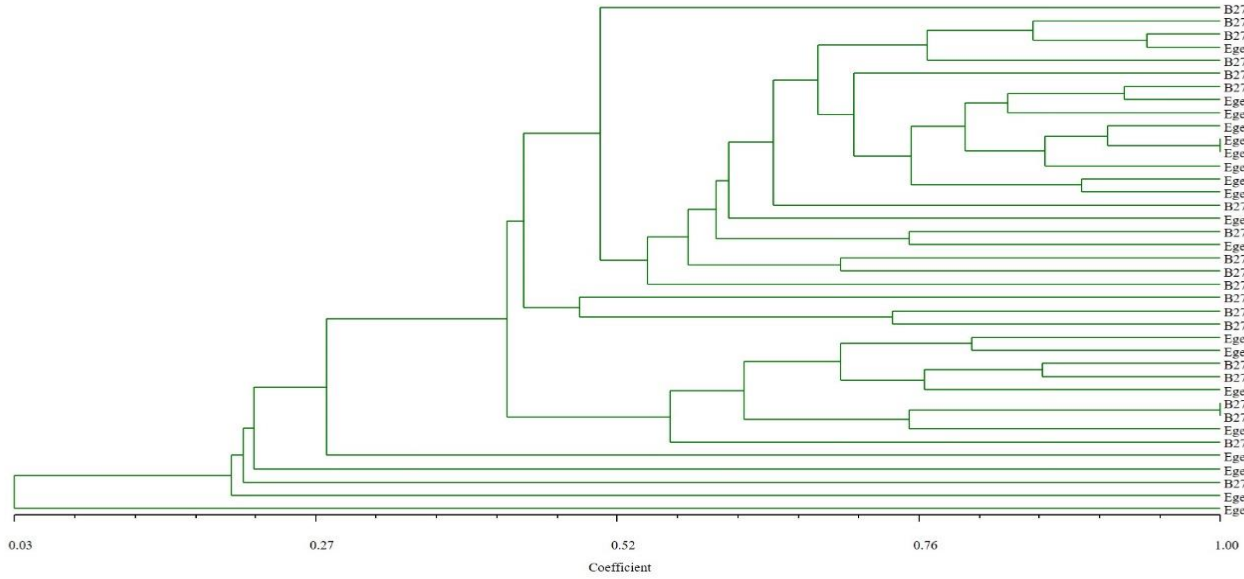
araştırmada kullanılan genotiplerde beklenen uzunlukta (166 bp) bant üretmemiştir (Çizelge 3).

Markör verileri kullanılarak oluşturulan dendrogram iki ana gruba ayrılmıştır. Birinci grupta sadece Ege 88 × B27\_3 genotipi yer alırken diğer genotiplerden % 97 farklı bulunmuş, ikinci grupta ise hem ebeveynler hem de popülasyona ait diğer melezler tespit edilmiştir. Ege 88 × B27\_7 ile Ege 88 × B27\_8 ve B27 × Ege 88\_5 ile B27 × Ege 88\_6 genotiplerinde genetik benzerlik % 100 olarak tespit edilmiştir.

Çizelge 3. B27, Ege 88 ve resiproklü F<sub>4</sub> döl kuşaklarına ait allelik varyasyonlar

Table 3. Allelic variation of B27, Ege 88 and reciprocal F<sub>4</sub> population

Markör /Marker Genotip/Genotype	SUN1	SUN209	SUN479	Bx7 <sup>OE</sup>	UHW89	RIS	VRN1	XGWM68
B27	+	-	-	-	+	-	-	-
Ege 88	+	-	-	-	+	-	-	-
B27 × Ege 88-1	-	-	-	-	+	-	-	-
B27 × Ege 88-2	+	+	-	-	+	-	-	-
B27 × Ege 88-3	-	-	-	-	+	-	-	-
B27 × Ege 88-4	+	+	-	-	+	-	-	-
B27 × Ege 88-5	-	+	-	-	+	-	-	-
B27 × Ege 88-6	-	+	-	-	+	-	-	-
B27 × Ege 88-7	-	-	-	-	+	-	-	-
B27 × Ege 88-8	-	-	-	-	+	-	-	-
B27 × Ege 88-9	-	+	-	-	+	-	-	-
B27 × Ege 88-10	-	-	-	-	+	-	-	-
B27 × Ege 88-11	-	-	-	-	+	-	-	-
B27 × Ege 88-12	-	-	-	-	+	-	-	-
B27 × Ege 88-13	-	-	-	-	+	+	-	-
B27 × Ege 88-14	-	+	-	+	+	-	-	-
B27 × Ege 88-15	-	-	-	-	+	-	-	-
B27 × Ege 88-16	-	-	+	-	-	-	-	-
B27 × Ege 88-17	-	-	+	-	+	-	-	-
B27 × Ege 88-18	-	+	+	-	+	-	-	-
B27 × Ege 88-19	-	-	+	-	+	+	-	-
Ege 88 × B27-1	-	-	+	-	+	-	-	-
Ege 88 × B27-2	-	+	-	-	+	-	-	-
Ege 88 × B27-3	-	-	+	-	-	-	-	-
Ege 88 × B27-4	-	-	-	+	+	-	-	-
Ege 88 × B27-5	-	-	-	-	+	-	-	-
Ege 88 × B27-6	-	-	-	-	+	-	-	-
Ege 88 × B27-7	-	-	-	-	+	-	-	-
Ege 88 × B27-8	-	-	-	-	+	-	-	-
Ege 88 × B27-9	-	+	-	-	+	-	-	-
Ege 88 × B27-10	-	-	-	-	-	-	-	-
Ege 88 × B27-11	-	-	-	-	-	-	-	-
Ege 88 × B27-12	-	-	-	-	+	-	-	-
Ege 88 × B27-13	-	-	-	-	+	-	-	-
Ege 88 × B27-14	-	+	-	-	+	-	-	-
Ege 88 × B27-15	-	-	-	-	+	-	-	-
Ege 88 × B27-16	-	-	-	-	+	-	-	-
Ege 88 × B27-17	-	-	-	-	+	-	-	-
Ege 88 × B27-18	-	-	-	-	+	-	-	-



Şekil 2. DNA markörleri ile taranarak elde edilen veriler sonucunda oluşturulan filogenetik ağaç  
Figure 2. A dendrogram was created as a result of data obtained by screening with DNA markers

Medini ve ark. (2005), Tunus orijinli makarnalık buğdayların yabancılardan ayırmak amacıyla yürüttükleri çalışmada, AFLP ve SSR primerleri kullanılmışlar ve SSR primerinde genetik çeşitliliğin 0.036-0.727, AFLP primerinde genetik çeşitliliğin 0.313-0.81 arasında farklılık gösterdiğini tespit etmişlerdir. Çifci ve Yağdı (2011), 14 ticari makarnalık buğday çeşidini RAPD markörleri kullanarak karakterize etmişler ve genetik çeşitlilik oranının 0.434 ile 0.874 arasında olduğunu tespit etmişlerdir. Kiraz ve ark. (2019), ekmeçlik buğday mutantlarında 0.22 ile 0.76 arasında bir genetik çeşitlilik bildirirken, Güngör (2019) ticari ve yerel makarnalık buğdaylarda 0.49 ile 0.86 arasında bir genetik çeşitlilik saptamıştır.

## SONUÇ ve ÖNERİLER

Bu çalışmada 39 adet makarnalık buğday genotipi, sekiz adet allel spesifik DNA markörü ile değerlendirilerek, bu genotiplerin bazı özellikler ile ilgili allelleri tespit edilmiştir.

Araştırmada, 56 adet polimorfik bant elde edilmiş ve ortalama bant sayısı 7 olarak tespit edilmiştir. En çok bant üreten markör 15 bant ile Sun 479, en az bant üreten markör 1 adet bant ile Bx7<sup>OE</sup> olmuştur. Ortalama polimorfizm bilgi içeriği (PIC) değeri ortalama 0.875 olarak bulunmuştur. En yüksek PIC değeri 0.99 ile SUN1, SUN479, Bx7<sup>OE</sup>, RIS ve VRN1 markörlerinden, en düşük PIC değeri ise 0.39 ile UHW89 marköründen elde edilmiştir.

Elde edilen markör verileri ile bir dendrogram oluşturulmuştur. Buna göre, Ege 88 × B27\_3 döl kuşağının diğerlerine genetik olarak % 3 benzer olduğu, Ege 88 × B27\_7 ile Ege 88 × B27\_8 ve B27 × Ege 88\_5 ile B27 × Ege 88\_6 genotiplerinin ise % 100 benzer olduğu sonucuna varılmıştır.

Araştırmada kullanılan B27, Ege 88, B27 × Ege 88\_2, B27 × Ege 88\_4 genotiplerinde mumsuluk (*Wx-A1*) geni, B27 × Ege 88\_2, B27 × Ege 88\_4, B27 × Ege 88\_5, B27 × Ege 88\_6, B27 × Ege 88\_9, B27 × Ege 88\_14, B27 × Ege 88\_16, B27 × Ege 88\_17, B27 × Ege 88\_18, B27 × Ege 88\_19, Ege 88 × B27\_1, Ege 88 × B27\_2, Ege 88 × B27\_3, Ege 88 × B27\_9 ve Ege 88 × B27\_14 genotiplerinde kara pasa dayanıklılık geni (*Sr49*) tespit edilmiştir. B27, Ege 88, B27 × Ege 88\_1, B27 × Ege 88\_2, B27 × Ege 88\_3, B27 × Ege 88\_4, B27 × Ege 88\_5, B27 × Ege 88\_6, B27 × Ege 88\_7, B27 × Ege 88\_8, B27 × Ege 88\_9, B27 × Ege 88\_10, B27 × Ege 88\_11, B27 × Ege 88\_12, B27 × Ege 88\_13, B27 × Ege 88\_14, B27 × Ege 88\_15, B27 × Ege 88\_17, B27 × Ege 88\_18, B27 × Ege 88\_19, Ege 88 × B27\_1, Ege 88 × B27\_2, Ege 88 × B27\_4, Ege 88 × B27\_5, Ege 88 × B27\_6, Ege 88 × B27\_7, Ege 88 × B27\_8, Ege 88 × B27\_9, Ege 88 × B27\_12, Ege 88 × B27\_13, Ege 88 × B27\_14, Ege 88 × B27\_15, Ege 88 × B27\_16, Ege 88 × B27\_17 ve Ege 88 × B27\_18 genotiplerinde yüksek protein geni (*Gpc-B1*) belirlenmiştir. Ayrıca, B27 × Ege 88\_14 ve Ege 88 × B27\_4 genotiplerinde gluten mukavemeti geni (*Glu-B1*), ve B27 × Ege 88\_13 ve B27 × Ege 88\_19 genotiplerinde çavdar translokasyonlarına ait gen tespit edilmiştir. Xgwm68 ve VRN1 primerlerinden beklenen uzunlukta bant elde edilememiştir.

## Çıkar İlişkisi

Yazarlar bu çalışmada hiçbir çıkar ilişkisi olmadığını beyan etmektedirler.

## Çıkar Çatışması Beyanı

Makale yazarları aralarında herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan ederler.

### Araştırmacıların Katkı Oranı Beyan Özeti

Yazarlar makaleye eşit oranda katkı sağlamış olduklarını beyan ederler.

### KAYNAKLAR

- Abdul N, Tahır R 2008. Germination Characteristics and Molecular Characterizations of Some Wheat Varieties in Sulaimanyah by SSR Marker. *Turkish Journal of Biology* 34: 109-117.
- Akar T 2002. Türkiye’de Yetiştirilen Yerel Makarnalık Buğday Çeşitlerinde Genetik Farklılığın Polimorfik DNA Analizi ile Belirlenmesi. Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarla Bitkileri Anabilim Dalı, Yayınlanmamış Doktora Tezi, 98sy
- Bansal UK, Muhammad S, Forrest KL, Hayden MJ, Bariana HS 2015. Mapping of A New Stem Rust Resistance Gene Sr49 in Chromosome 5B of Wheat. *Theoretical and Applied Genetics* 128: 2113-2119.
- Bilgin O, Korkut Z 2005. Bazı Ekmeklik Buğday (*Triticum Aestivum*) Çeşit ve Hatlarının Genetik Uzaklıklarının Belirlenmesi. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi* 2 (3): 245-252.
- Butow BJ, Ma W, Gale KR, Cornish GB, Rampling L, Larroqueand O, Bekes F 2003. Molecular Discrimination of Bx7<sup>OE</sup> Alleles Demonstrates That A Highly Expressedhigh-Molecular-Weight Glutenin Allele Has A Major Impact on Wheat Flourdough Strength. *Theoretical And Applied Genetics* 107(8): 1524-1532.
- Çifçi AE, Yağdı K 2011. Türkiye’de Yetiştirilen Bazı Makarnalık Buğday Çeşitlerinde Genetik Farklılıkların Belirlenmesi, Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi 25(2): 7-18.
- Devos KM, Bryan GJ, Collins AJ, Stephenson P, Gale MD 1995. Application of Two Microsatellite Sequences in Wheat Storage Proteins as Molecular Markers. *Theoretical and Applied Genetics* 90: 241-252.
- Dice LR 1945. Measures of the Amount of Ecologic Association between Species. *Ecology* 26, S. 297-302.
- Distelfeld A, Uauy C, Fahima T, Dubcovsky J 2006. Physical Map of the Wheat Highgrain Protein Content Gene Gpc-B1 and Development of A High-Throughput Molecular Marker. *New Phytologist* 169: 753-763.
- Dograr N, Akın-Yahn A, Akkaya MS 2008. Discriminating Durum Wheat Cultivars Using Highly Polymorphic Simple Sequence Repeat DNA Markers. *Plant Breeding* 119: 360-362.
- Dumlupınar Z, Jellen EN, Bonman JM, Jackson EW 2016. Genetic Diversity and Crown Rust Resistance of Oat Landraces from Various Locations throughout Turkey. DOI: 10.3906/Tar-1509-43, *Turk J Agric For* 40: 262-268.
- Fu YB, Peterson GW, Chong J, Fetch T, Wang ML 2007. Microsatellite Variation in *Avena sterilis* Oat Germplasm. *Theoretical and Applied Genetics* 114: 10229-11038.
- Gülşen O, Mutlu N 2005. Bitki Biliminde Kullanılan Genetik Markırlar ve Kullanım Alanları. *Alatarım* 4 (2): 27-37.
- Güngör H 2019. Allelic Variations and Agronomic Comparisons of Durum Wheat Cultivars under East-Mediterranean Conditions *International Journal of Agriculture and Biology* 21(4):891-898 DOI: 10.17957/IJAB/15.0972.
- 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.
- He X, Bjornstad A 2012. Diversity of North European Oat Analyzed by SSR, AFLP and Dart Markers. *Theoretical and Applied Genetics* 125: 57-70.
- Kekilli Ö 2019. Bazı Makarnalık Buğday Çeşitlerinin Allel Spesifik DNA Markörlerle Karakterizasyonu, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarımsal Biyoteknoloji Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi. 30 s.
- Khan F 2015. Molecular Markers: An Excellent Tool for Genetic Analysis. *J Mol Biomark Diagn* 6: 233. doi: 10.4172/2155-9929.1000233.
- Kiraz H, Yüce İ, Kaya E, Kekilli Ö, Ocaktan H, Topsakal M, Gürocak NY, Osanmaz H, Kılınç FM, Başkonuş T, Dumlupınar Z 2019. Characterization of M3 Mutants of Seri 82 Bread Wheat Cultivar Using Functional Markers. *BSJ Agri* 2(4): 194-202.
- Koebner RMD 1995. Generation of PCR-Based Markers for The Detection of Rye Chromatin in A Wheat Background. *Theoretical and Applied Genetics* 90(5): 740-745.
- Korzun V, Roder MS, Worland AJ, Borner A 1997. Intrachromosomal Mapping of the Genes for Dwarfing (Rht12) and Vernalisation Response (Vrn1) in Wheat by Using RFLP and Microsatellite Markers. *Plant Breeding* 116: 227-232.
- Leisova L, Kucera L, Dotlacil L 2007. Genetic Resources of Barley and Oat Characterized by Microsatellites. *Czech J Genet Plant* 43: 97-104.
- Leisova L, Ovesna J 2001. The Use of Microsatellite Analysis for The Identification of Wheat Varieties. *Czech J Genet Plant* 116: 227-232.
- Li YC, Fahima T, Peng JH, Roder MS, Kirzhner VM, Beiles A, Korol AB, Nevo E 2000. Edaphitic Microsatellite DNA Divergence in Wild Emmer Wheat, *Triticum Dicoccoides*, at A Microsite: Tabigha, Israel. *Theoretical and Applied Genetics* 101: 1029-1038.
- Li Y, Wongprasert K, Shekhar M, Ryan J, Dierens L, Meadows J, Preston NP, Coman GJ, Lyons RE 2007. Development of Two Microsatellite Multiplex Systems for Black Tiger Shrimp *Penaeus Monodon* and Its Application in Genetic Diversity Study for Two Populations. *Aquaculture* 266: 279-288.

- Maryami Z, Fazeli A, Mehrabi AA 2014. Investigation of Diversity of Waxy-A1 Gene Using Amplification in Different Spices in A Genome Wheat's. *Advances in Environmental Biology* 8(7): 2004-2007.
- Medini M, Hamze S, Rebai A, Baum M 2005. Analysis of Genetic Diversity in Tunisian Durum Wheat Cultivars and Related Wild Species by SSR and AFLP Markers. *Genet Resour Crop Ev* 52: 21-31.
- Montilla-Bascon G, Sanchez-Martin J, Rispail N, Rubiales D, Mur L, Langdon T, Griffiths I, Howarth C, Prats E 2013. Genetic Diversity and Population Structure among Oat Cultivars and Landraces. *Plant Mol Biol Rep* 31: 1305-1314.
- Motawei MI, Al-Doss AA, Moustafa KA 2007. Genetic Diversity among Selected Wheat Lines Differing in Heat Tolerance Using Molecular Markers. *Journal of Food, Agriculture & Environment* 5(1): 180-183.
- Nersting LG, Andersen SB, Von Bothmer R, Gullord M, Jorgensen RB 2006. Morphological and Molecular Diversity of Nordic Oat through One Hundred Years of Breeding. *Euphytica* 150: 327-337.
- Oliver RE, Obert DE, Hu G, Bonman JM, O'Leary-Jepsen E, Jackson EW 2010. Development of Oat-Based Markers from Barley and Wheat Microsatellites. *Genome* 53(6): 458-471.
- Özbek Ö 2006. Yabani Tetraploit Buğday *Triticum turgidum* var. *dicoccoides* (Körn. Schwein) Popülasyonlarında Genetik Çeşitliliğin Moleküler Markörler (AFLP, RFLP) ile Tespit Edilmesi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, 123s.
- Özcan B 2008. Kendilenmiş Monoik Atlantik Sakızı Popülasyonunda Genetik Haritalama için Polimorfik Yöntem ve Markörlerin Belirlenmesi. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Biyoteknoloji Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, 68s.
- Plaschke J, Ganai MW, Roder MS 1995. Detection of Genetic Diversity in Closely Related Bread Wheat Using Microsatellite Markers. *Theoretical and Applied Genetics* 91: 1001-1007.
- Roder MS, Korzun V, Wendehake K, Plaschke J, Tixier M, Leroy P, Ganai MW 1998. A Microsatellite Map of Wheat. *Genetics* 149: 2007-2023.
- Rohlf FJ 2005. NTSYS-Pc: Numerical Taxonomy and Multivariate Analysis System Version 2.2. Setauket, Exeter Publishing, New York, USA.
- Roussel V, Leisova L, Exbrayat F, Stenho Z, Balfourier F 2005. SSR Allelic Diversity Changes in 480 European Bread Wheat Varieties Released from 1840 to 2000. *Theoretical and Applied Genetics* 111: 162-170.
- Shariflou MR, Sharp PJ 1999. A Polymorphic Microsatellite in the 3'end of 'Waxy' genes of Wheat, *Triticum Aestivum*. *Plant Breeding*, 118: 275-277.
- Weir BS 1996. *Genetik Veri Analizi II*, 2. Baskı. Sinauer Associates Inc, Sunderland, MA.
- Yan L, Helguera M, Kato K, Fukuyama S, Sherman J, Dubcovsky J 2004. Allelic Variation at the VRN1 Promoter Region in Polyploid Wheat. *Theoretical and Applied Genetics* 109(8): 1677-1686.

## Güneydoğu Anadolu Bölgesinde Antep Fıstığı Yetiştirilen Bazı Alanların Topraklarında Borun (B) Kimyasal Fraksiyonları ve Toprak Özellikleri İle İlişkisi

Kadir SALTALI<sup>1\*</sup>, Esra GÜNEŞ<sup>2</sup>, Bedriye BİLİR<sup>3</sup>

Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Ziraat Fak, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü. Kahramanmaraş  
<sup>1</sup><https://orcid.org/0000-0001-5301-1350>, <sup>2</sup><https://orcid.org/0000-0002-0711-5527>, <sup>3</sup><https://orcid.org/0000-0002-0038-9509>  
✉: kadors@ksu.edu.tr

### ÖZET

Bor bitkiler için gerekli mikro bitki besin elementlerinden birisidir. Topraklarda borun hangi toprak bileşenleri ile ilişkili olduğunun belirlenmesi, bor dinamiği ve bitkiler tarafından alınabilirliği hakkında değerlendirmeler yapmamıza yardımcı olmaktadır. Bu çalışmada, Güney Doğu Anadolu Bölgesi'nde bulunan Gaziantep ilinin 15 farklı alanından 0-30 cm toprak derinliğinden alınan toprak örneklerinde, borun; kolay çözünebilir (KÇ-B), spesifik olarak adsorbe olmuş (SPA-B), oksitlere bağlı (OK-B), organik maddeye bağlı (OM-B) ve bakiye (RES-B) fraksiyonları belirlenmiş ve bu fraksiyonların bazı toprak özellikleri ile ilişkileri incelenmiştir. Topraklarda toplam bor (TOP-B) içeriğinin fraksiyonlardaki ortalama dağılımının; KÇ-B % 0.96, SPA-B % 1.47, OK-B % 0.84, OM-B % 0.84 ve RES-B % 95.88 olduğu belirlenmiştir. Araştırma sonuçlarına göre, toprak organik maddesi ile KÇ-B ( $p < 0.01$ ) ve OM-B ( $p < 0.05$ ) arasında istatistiksel olarak önemli pozitif ilişki elde edilmiştir. Benzer şekilde, KÇ-B ile OK-B arasında da pozitif ( $p < 0.01$ ) bir ilişki vardır. Bu sonuçlara göre, organik maddenin topraklarda KÇ-B içeriğini olumlu yönde etkilediği şeklinde yorumlanabilir.

### Araştırma Makalesi

#### Makale Tarihi

Geliş Tarihi : 29.04.2020

Kabul Tarihi : 18.06.2020

#### Anahtar Kelimeler

Antepfıstığı  
Bor fraksiyonları  
Sıralı ekstraksiyon  
Toprak

## Boron (B) Chemical Fractions and Its Relationships with Soil Properties in the Some Areas of Pistachios Grown in the South East Anatolia Region

### ABSTRACT

Boron (B) is one of the essential nutrients required for plants. Determining of the relation between B fractions and soil components is useful tool to make assessments about the B dynamics in the soil and plant uptake. In this study, soil samples were taken from 0-30 cm soil depths from 15 different locations of Gaziantep in South East Anatolia Region to determine chemical fractions of B such as readily soluble B (KÇ-B), specifically adsorbed B (SPA-B), oxide bound B (OK-B), organically bound B (OM-B) and residual B (RES-B), and their relation to the soil properties. The average contribution of chemically defined fractions to total B were determined as KÇ-B 0.96%, SPA-B 1.47%, OK-B 0.84%, OM-B 0.84%, and RES-B 95.88%, respectively. Moreover, the relationship between soil B fractions and some soil characteristics has also been examined. The results of the study indicated that there was a positive significant correlations between soil organic matter contents and KÇ-B ( $p < 0.01$ ) and OM-B ( $p < 0.05$ ). Similarly, there was a positive ( $p < 0.01$ ) relationship between KÇ-B and OK-B. This could be interpreted that organic matter can be a key soil properties to increase the amount of KÇ-B in the studied soils.

### Research Article

#### Article History

Received : 29.04.2020

Accepted : 18.06.2020

#### Keywords

Pistachios  
Boron fractions  
Sequential extraction  
Soil.

**To Cite** : Saltalı K, Güneş E, Bilir B 2020. Güneydoğu Anadolu Bölgesinde Antep Fıstığı Yetiştirilen Bazı Alanların Topraklarında Borun (B) Kimyasal Fraksiyonları ve Toprak Özellikleri ile İlişkisi. KSÜ Tarım ve Doğa Derg 23 (6): 1656-1662. DOI: 10.18016/ksutarimdog.vi.728795.

### GİRİŞ

Güneydoğu Anadolu Bölgesi Antep fıstığının gen

merkezlerinden birisidir. Bölgenin tarımsal üretiminde Antep fıstığı önemli bir yer almaktadır.

Ekonomik olarak önemli olan bu bitkinin döllenme biyolojisi, verim ve kalite üzerinde etkili olan besin maddelerinden birisi de bor elementidir. Bor noksanlığı Antep fıstığında döllenme yetersizliğine, erken çiçek ve meyve dökümüne neden olmaktadır (Açar ve ark., 2016). Aynı zamanda bor bitkilerin büyüme ve gelişmelerini düzenleyen, fizyolojik olaylarda etkili bir mikro besin elementidir. Bor bitkilerde hücre duvarının oluşması, polen çimlenmesi, polen tüpü büyümesi, karbonhidrat ve protein sentezi gibi birçok fonksiyonu vardır. Bor noksanlığında bitkilerde kloroz ve nekrozlar, yaprak, gövde ve meyvede çatlama, mantarlaşma, rozetleşme tomurcuk ve çiçek oluşumunda azalma gibi birçok belirtiler oluşabilmektedir (Güneş ve ark., 2000). Hem noksanlığı hem de toksitesi yönüyle bitkisel üretimde sorun olan borun, tarım topraklarındaki fazlalığı veya noksanlığı bitkilerde beslenme bozukluklarının ortaya çıkmasına, verim ve kalitenin azalmasına neden olmaktadır (Degryse, 2017).

Bitkiler boru pH'ya bağlı olarak borik asit ( $H_3BO_3$ ) veya borat anyonları  $B(OH)_4^-$  formunda alırlar. Bor adsorpsiyonu pH değeri 7.0'den küçük olan topraklarda çok az olurken, pH değeri 7.0-9.0 aralığında hızla artmaktadır (Degryse, 2017). Gaziantep yöresi topraklarının pH değeri 7.01-8.40 arasında (ortalama 7.74), kireç içeriği ise % 0.10-63.0 arasında (ortalama 7.87) değişmektedir (Karaduman ve Çimrin, 2016). Bölgede Antep fıstığı genellikle yüksek pH ve kireçli topraklarda yetiştirilmektedir. Yüksek kireç ve pH'ya sahip topraklarda bor adsorpsiyonu yüksektir (Baydaa ve ark., 2019). Ayrıca, bor adsorpsiyonunda toprakların kil içeriği, organik madde kapsamı, oksihidratlar ve toprak tekstürü de etkilidir (Elrashidi ve O'Connor, 1982, Padbhushan ve Kumar 2017). Bitkilerin bor ile beslenmesinde toprak bileşenleri ve toprak özellikleri, borun kimyasal fraksiyonlardaki dağılımını önemli düzeyde etkilemektedir (Saltalı ve Akın, 2010).

Toprakların bor fraksiyonu ve bu fraksiyonların toprak özellikleri ve zeytin bitkisinin bor alımı arasındaki ilişkilerin araştırıldığı bir çalışmada, toplam bor içeriğinin; %85-88'ni bakiye bor, %2.84-4.50'ni organik bileşiklere bağlı bor, %0.93-1.31'ni spesifik adsorbe bor, %7.27-8.31'ni oksit bileşiklerine bağlı bor ve %0.40-0.50'ni ise kolay çözünebilir bor (alınabilir) fraksiyonları oluşturmaktadır. Aynı çalışmada bor fraksiyonları ile meyve bor konsantrasyonu arasında yakın ilişkilerin olduğu rapor edilmiştir (Gürel ve ark., 2019).

Tokat Kazova topraklarda bor fraksiyonlarının araştırıldığı bir çalışmada, toplam bor içeriğinin; % 12.6'ni kolay çözünebilir bor, % 5.1'ni spesifik adsorbe bor, % 11.8'ni oksitlere bağlı bor, % 3.2'ni organik bileşiklere bağlı bor, %67.3'nü residüyal borun oluşturduğu ve toprak özellikleri ile bor fraksiyonları arasındaki önemli istatistiksel ilişkilerin olduğu

bildirilmiştir (Saltalı ve Akın, 2010).

Borun kimyasal olarak fraksiyonlarına ayrılması ve bu fraksiyonların toprak özellikleri ile ilişkilerinin saptanması topraklarda borun davranışı, bitkiler tarafından alınabilirliği ve topraklarda bağlanma formları hakkında bilgiler vermektedir. Farklı toprak bileşenlerindeki bu dağılımın bilinmesi, borun topraklardaki kimyasını ve bu fraksiyonların bitki alımına potansiyel katkısını anlamak açısından bir temel oluşturur (Datta ve ark., 2002, Padbhushan ve Kumar, 2017).

Bu nedenle, Antep fıstığı yetiştirilen yöre topraklarında borun toprakta hangi fraksiyonlarda bulunduğu araştırılması ve toprak özellikleri ile arasındaki ilişkilerin belirlenmesi önem arz etmektedir.

Bu çalışmanın amacı, Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde bulunan Gaziantep ilinde Antep fıstığı yetiştirilen alanlardan alınan topraklarda borun kimyasal fraksiyonlarını belirlemek ve bu fraksiyonların (çözünebilir bor, spesifik olarak adsorbe olmuş bor, oksitlere bağlı bor, organik bileşiklere bağlı bor ve residüyal bor) bazı toprak özellikleri ile arasındaki ilişkileri belirlemektir.

## MATERYAL ve METOT

### Materyal

Araştırma alanı Güney Doğu Anadolu Bölgesi'nde bulunan Gaziantep ilini kapsamaktadır. Bu çalışmada, Gaziantep ilinin farklı ilçelerinden (Yavuzeli, Şehitkamil, Nizip, Karkamış) 15 farklı noktadan 0-30 cm derinlikten alınan topraklar materyal olarak kullanılmıştır (Şekil 1). Alınan toprak örnekleri kurutulduktan sonra, 2 mm' lik elekten elenerek analize hazır hale getirilmiştir.

### Metotlar

Bünye, Bouyoucus; (1951), hidrometre metoduna göre; suya doygunluk (%), Richards (1954) tarafından önerilen metoda göre; pH, saturasyon çamurunda cam elektrotlu pH metre ile; EC ( $dSm^{-1}$ ), saturasyon çamurundan EC metre cihazı ile; kireç eşdeğeri ( $CaCO_3$ ) (%), Scheibler kalsimetresinde (Hızalan ve Ünal, 1966), organik madde (%), modifiye edilmiş Walkley-Black yöntemine göre (Nelson ve Sommers, 1996); alınabilir fosfor; Olsen yöntemine göre (Olsen ve ark., 1954); ekstrakte edilebilir potasyum, kalsiyum, magnezyum ve sodyum ( $mg\ kg^{-1}$ ) amonyum asetat yöntemine göre (Helmke ve Sparks, 1996); yarayışlı mikro elementler (Fe, Zn, Cu ve Mn), Lindsay ve Norvell (1978) tarafından önerilen metoda göre belirlenmiştir.

### Borun Kimyasal Fraksiyonlarına Ayrılması ve Sıralı Ekstraksiyonu

Borun sıralı ekstraksiyonu ve analizleri için 5 g toprak



alındı ve ardışık olarak aynı örnekte kolay çözünebilir bor 0,01 M CaCl<sub>2</sub> çözeltisi ile, spesifik olarak adsorbe olmuş bor 0,05 M KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub> çözeltisi ile, oksitlere bağlı bor 0,2 M asidik NH<sub>4</sub>-oksalat çözeltisi ile, organik bileşiklere bağlı bor 0,02 M HNO<sub>3</sub> ve 5 ml % 30'luk H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> çözeltisi ile ekstrakte edildi ve ICP-OES (Perkin Elmer Optima 4300) cihazında okundu (Hou ve ark., 1994). Toplam bor ise mikrodalga numune hazırlama setinde HNO<sub>3</sub>+HCl+HF (8:5:1 oranında) yakılarak

Whatman 42 filtre kağıdında süzülde ve ICP-OES (Perkin Elmer Optima 4300) cihazında okundu (Tessier ve ark., 1979; Datta ve ark., 2002; Hou ve ark., 1996). Bakiye bor fraksiyonunun belirlenmesi ise kolay çözünebilir bor, spesifik olarak adsorbe olmuş bor, oksitlere bağlı bor, organik bileşiklere bağlı bor değerleri, toplam bor değerinden çıkarılarak bulunmuştur (Hou ve ark., 1996).



Şekil 1. Toprak örneklerinin alındığı yerler  
Figure 1. Location of soil samples

### İstatistik Analizler

Toprak özellikleri ve bor fraksiyonları arasındaki ilişkilerin değerlendirilmesinde SPSS 13.0 paket programı kullanılmıştır (SPSS, 2013). Özellikler arasında korelasyon analizi yapılmış olup Pearson korelasyon katsayısı dikkate alınmıştır.

### BULGULAR ve TARTIŞMA

#### Toprakların Genel Özellikleri

Araştırma alanından alınan topraklarının bazı fiziksel ve kimyasal özelliklerine ait maksimum, minimum ve ortalama değerleri Çizelge 1'de verilmiştir.

Analiz edilen toprakların pH'sı 6.9-8.0, EC değeri 0.44-1.11 dSm<sup>-1</sup>, kireç içerikleri, % 18.2 -49.7 arasında değişmektedir. Toprakların organik madde içerikleri % 0.3-3.1 arasında değişim göstermektedir. Toprakların değişebilir Ca içerikleri 5786-25249 mg kg<sup>-1</sup>, Mg içerikleri 58-762 mg kg<sup>-1</sup>, K içerikleri 285-822 mg kg<sup>-1</sup>, Na içerikleri ise 245-315 mg kg<sup>-1</sup> arasında değiştiği belirlenmiştir. Toprakların alınabilir (DTPA ile ekstrakte edilebilir) Fe içerikleri 1.0-5.68 mg kg<sup>-1</sup>, Zn içerikleri 0.11-0.78 mg kg<sup>-1</sup>, Cu içerikleri 0.94-2.17 mg kg<sup>-1</sup>, Mn içerikleri ise 2.05-20.13 mg kg<sup>-1</sup> arasında bulunmuştur.

Toprakların ortalama pH değeri 7.7 hafif alkalin sınıfta yer almaktadır (Alpaslan ve ark., 1998). Araştırılan toprakların ortalama EC değeri 0.71 dSm<sup>-1</sup> olup tuzsuz sınıfındadır (Richard, 1954). Ortalama kireç içeriği %42.9 olup çok fazla kireçli sınıfındadır (Hızalan ve Ünal, 1966). Ortalama organik madde içeriği % 1.51 olup az sınıfındadır (Güçdemir, 2006). Alpaslan ve ark., (1998) tarafından bildirildiğine göre toprakların ortalama alınabilir besin elementleri değerlendirildiğinde, fosfor içeriği yeterli, kalsiyum içeriği çok fazla, magnezyum içeriği genellikle yeterli, potasyum içeriği fazla, demir ve çinko içeriği genellikle az, bakır içeriği ise yeterlidir.

#### Toprakların Bor Fraksiyonları ve Toprak Özellikleri ile İlişkisi

Toprakların bor fraksiyonları Çizelge 2'de ve bu fraksiyonların toprak özellikleri ile arasındaki ilişkiler Çizelge 3'de verilmiştir.

#### Kolay Çözünebilir Bor (KÇ-B)

Bu çalışmada, kolay çözünebilir bor 0.17- 0.58 mg kg<sup>-1</sup> arasında değişmekte olup ortalama kolay çözünebilir B içeriği 0.26 mg kg<sup>-1</sup> dir (Çizelge 2). Bu fraksiyonun büyük bir kısmı toprak çözeltisinde bulunmakla

birlikte bir kısmı da toprak parçacıkları tarafından zayıf bağlarla tutulmaktadır. Aynı zamanda bu fraksiyon, bitkiler tarafından kolaylıkla yararlanılan fraksiyon olarak değerlendirilmektedir (Hou ve ark., 1994). Kolay çözünebilir bor, toplam borun ortalama %0.96'sını oluşturmaktadır. Harmankaya ve Gezgin (2005), Konya Ovası topraklarında, kolay çözünebilir B için ekstrakt çözeltisi olarak 0.01M CaCl<sub>2</sub> kullanmışlar. Konya Ovasında kolay çözünebilir B'un 0.0-31.33 mg kg<sup>-1</sup> arasında değiştiğini ve ortalama

3.30 mg kg<sup>-1</sup> olduğunu rapor etmişlerdir. Benzer şekilde, Saltalı ve Akın (2010) Tokat yöresi topraklarında yaptıkları çalışmada, kolay çözünebilir bor fraksiyonunun 0.23-9.88 mg kg<sup>-1</sup> arasında değiştiğini, ortalamanın 2.11 mg kg<sup>-1</sup> olduğunu bildirmişlerdir. Toprakların kolay çözünebilir B içeriklerinin farklı olması ekolojik koşullar ve toprak özellikleri ile ilgili olabilir (Padbushan ve Kumar, 2017).

Çizelge 1. Toprakların bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri  
Table 1. Some physical and chemical properties of soils

Örn. No	pH	EC dS/m	CaCO <sub>3</sub> ...	OM ...	Kum (%)	Kil ...	Silt ...	P ...	Ca ...	Mg ...	K mg kg <sup>-1</sup>	Na ...	Fe ...	Zn ...	Cu ...	Mn ...
1	7.9	0.80	41	0.3	33	37	30	5.4	10650	416	463	265	1.01	0.11	0.94	2.05
2	7.8	0.54	50	0.4	45	25	30	23.5	5786	58	693	245	1.12	0.37	0.95	3.51
3	7.6	0.95	44	0.6	29	45	26	6.6	9084	512	822	255	1.20	0.17	1.69	3.46
4	7.9	0.67	50	1.2	35	35	31	24.3	7583	266	608	260	1.63	0.32	1.45	5.09
5	7.4	0.57	49	1.6	43	35	22	19.8	7971	77	315	280	2.38	0.25	1.84	6.84
6	6.9	0.75	49	2.2	47	35	18	21.0	13426	243	550	275	2.43	0.43	1.91	8.76
7	7.7	0.88	38	1.1	30	45	25	8.6	14748	634	605	300	3.86	0.23	1.58	5.91
8	7.6	0.66	49	1.8	50	35	15	24.2	8502	153	300	275	4.06	0.76	1.78	15.52
9	7.8	0.44	49	2.1	52	36	12	23.7	7835	88	285	260	3.02	0.52	1.09	10.96
10	7.7	0.79	49	3.1	40	37	23	20.7	9455	200	530	270	4.80	0.78	2.17	18.59
11	7.7	0.47	21	1.7	48	36	16	37.0	7586	88	350	260	4.06	0.77	1.72	20.13
12	7.8	1.11	18	2.1	18	47	34	26.0	13405	627	550	255	5.46	0.38	1.58	4.97
13	7.9	0.89	49	1.5	41	34	25	17.4	7674	83	335	305	5.68	0.54	1.25	9.61
14	8.0	0.51	38	1.3	33	42	25	14.0	25249	762	565	315	4.96	0.37	1.78	9.56
15	7.8	0.62	49	1.6	45	32	23	10.4	7541	91	355	300	2.35	0.35	1.44	3.81
Min.	6.9	0.44	18	0.3	18	25	12	5.4	5786	58	285	245	1.01	0.11	0.94	2.05
Mak.	8.0	1.11	50	3.1	52	47	34	37.0	25249	762	822	315	5.68	0.78	2.17	20.13
Ort.	7.7	0.71	43	1.51	39	37	24	18.8	10433	287	488	275	3.20	0.42	1.54	8.58

Çizelge 2. Topraklarda borun kimyasal fraksiyonları (mgkg<sup>-1</sup>)  
Table 2. Boron chemical fractions in soils (mgkg<sup>-1</sup>)

Örnek No	KÇ-B.....	SP-B.....	OK-B.....	OM-B	RES-B.....	TOP-B..
1	0.17	0.27	0.21	0.14	23.51	24.30
2	0.18	0.34	0.19	0.13	25.46	26.30
3	0.19	0.39	0.20	0.15	30.53	31.46
4	0.17	0.29	0.20	0.13	26.68	27.47
5	0.25	0.42	0.16	0.22	28.75	29.80
6	0.24	0.44	0.19	0.20	45.21	46.28
7	0.18	0.35	0.15	0.17	26.12	26.97
8	0.28	0.50	0.23	0.26	23.87	25.14
9	0.28	0.52	0.26	0.28	23.80	25.14
10	0.58	0.15	0.43	0.33	20.32	22.81
11	0.32	0.52	0.24	0.29	21.77	23.14
12	0.17	0.30	0.31	0.13	22.73	23.64
13	0.32	0.53	0.23	0.34	28.21	29.63
14	0.27	0.54	0.21	0.33	19.46	20.81
15	0.30	0.42	0.23	0.34	23.85	25.14
Min.	0.17	0.15	0.15	0.13	19.46	20.81
Mak.	0.58	0.54	0.43	0.34	45.21	46.28
Ort.	0.26	0.40	0.23	0.23	26.08	27.20

KÇ-B, kolay çözünebilir bor; SP-B, spesifik adsorbe bor; OK-B, oksitlere bağlı bor; OM-B, organik maddeye bağlı bor; RES-B, bakiye bor; TOP-B, toplam bor.

Çizelge 3. Toprakların bor fraksiyonları ile toprak özellikleri arasındaki ilişkiler  
Table 3. Relationships between boron fractions of soil and soil properties

	pH	EC	Kireç	OM	Kum	Kil	Silt	KÇ-B	SP-B	OK-B	OM-B	RES-B
KÇ-B	-0.20	-0.16	0.17	0.73**	0.37	-0.16	-0.41					
SP-B	-0.07	-0.45	-0.02	-0.04	0.46	0.09	-0.60*	-0.11				
OK-B	0.18	0.19	-0.16	0.70**	-0.05	0.10	-0.03	0.76**	-0.42			
OM-B	0.13	-0.38	0.15	0.53*	-0.48	-0.18	-0.56*	0.76**	0.46	0.37		
RES-B	-0.8**	0.19	0.34	0.003	0.16	-0.10	-0.14	-0.27	0.12	-0.42	-0.29	
TOP-B	-0.8**	0.18	0.35	0.06	0.19	-0.12	-0.17	-0.20	0.11	-0.37	-0.24	0.99**

\*\* p<0.01, \* p<0.05

Araştırmada, en yüksek KÇ-B içeren örneğin aynı zamanda en yüksek organik madde (% 3.1) içerdiği görülmektedir. Topraklarda kolay çözünebilir bor ile organik madde arasında istatistiksel olarak önemli (p<0.01) pozitif korelasyon elde edilmiştir (Çizelge 3). Bu durum, topraklarda kolay çözünebilir bor fraksiyonunu organik maddenin olumlu yönde etkilediğini ve kontrol ettiğini göstermektedir. Elrashidi ve O'Connor, (1982), toprakların alınabilir B içeriği ile organik karbon içeriği arasında önemli pozitif ilişki olduğunu, bu nedenle bitkilerin B ile beslenmesinde organik maddenin önemli olduğunu ileri sürmüştür. Bu durum özellikle alkali topraklarda daha belirgindir. Zira anyonik formda bulunan B formları ile humat/fulvat anyonları ya da bazı organik asitler adsorpsiyon yüzeyleri için rekabet edebilmektedir.

#### Spesifik Olarak Adsorbe Bor (SP-B)

Çalışmada, topraklar tarafından spesifik olarak adsorbe edilen bor içeriği 0.15 ile 0.54 mg kg<sup>-1</sup> arasında değişmekte olup, ortalama 0.40 mg kg<sup>-1</sup>'dir (Çizelge 2). Spesifik olarak adsorbe edilen B (SP-B), organik/inorganik partiküllerinin ve kil minerallerinin yüzeylerine ve oksitlere bağlanan boru temsil ettiği rapor edilmiştir (Keren ve Gast, 1983). Teknik ve tanımsal olarak spesifik adsorpsiyon, iyonların bağ değişimi ya da oksit yapıları içerisine sızması olarak tanımlanmaktadır (Bayraklı, 1998). Spesifik olarak adsorbe edilen bor içeriği toprakların toplam bor içeriğinin ortalama % 1.47' sini oluşturmaktadır. En yüksek SP-B içeren toprak, ortalamanın üzerinde kil (% 42) içermektedir. Spesifik adsorbe bor ile kil arasında önemli olmasa da pozitif bir ilişki olup, kil içeriğinin SP-B içeriğine olumlu etkisinin olduğu yargısına varılabilir. Nitekim Padbushan ve Kumar (2017), kil içeriğinin SP-B içeriğini artırdığını rapor etmiştir. Spesifik adsorbe bor ile silt arasında ise önemli (p<0.05) negatif bir ilişki söz konusudur. Bu durum, aslında dolaylı bir ilişkidir. Kaba fraksiyonların fazla olması spesifik adsorpsiyon için gerekli şartların oluşmasını engellediği söylenebilir. Spesifik adsorpsiyon daha çok oksitlerin çözünme ve amorf yapıda tekrar çökeltme sürecinde gerçekleşmektedir. Siltin fazla olması redoks

potansiyelinin bu çözünmeleri oluşturabilecek kadar düşmesini engellediği düşünülmektedir.

#### Oksitlere Bağlı Bor (OK-B)

Oksitlere bağlı bor 0.15-0.43 mgkg<sup>-1</sup> arasında değişmekte olup, ortalama 0.23 mg kg<sup>-1</sup> ve toplam borun ortalama % 0.84'ünü oluşturmaktadır (Çizelge 2). Topraklarda OK-B ile KÇ-B arasında istatistiksel olarak önemli (p<0.01) pozitif bir ilişki elde edilmiştir (Çizelge 3). Bu durum, topraklarda kolay çözünebilir bor fraksiyonunu OK-B'un olumlu yönde etkilediğini göstermektedir. Harmankaya ve Gezgin (2005) bor fraksiyonlarının belirlenmesi konusunda yaptıkları çalışmada, kolay çözünebilir B ile mangan oksitlere bağlı B, amorf Fe ve Al oksitlere bağlı B, kristalin Fe ve Al oksitlere bağlı bor arasında önemli pozitif ilişkinin olduğunu rapor etmiştir. Datta ve ark. (2002) oksitlere bağlı B'u ekstrakte etmek için kullanılan NH<sub>4</sub>-oksalat çözeltisinin kristalize ve kristalize olmayan Fe ve Al oksihidratları çözebildiğini, NH<sub>4</sub>-oksalat çözeltisinin ligant değişim yoluyla oksitler yüzeyinde tutulan B(OH)<sub>3</sub> ve B(OH)<sub>4</sub> iyonlarını ekstrakte edebildiğini bildirmiştir. Benzer şekilde OK-B ile toprak organik madde içeriği arasında da önemli pozitif ilişki elde edilmiştir. Organik maddenin ayrışması ile ortaya çıkan organik bileşiklerin OK-B'un ligant değişim yolu ile çözeltiye geçmesine katkıda bulunduğu yorumu yapılabilir. Aynı zamanda, topraklarda organik maddenin ayrışması sırasında yüksek oksijen ihtiyacı nedeniyle oksit bileşiklerinin indirgenmesine (Avnimelech ve ark., 2004; Liu ve ark., 2014) ve oksitler tarafından adsorbe edilen borun serbestlenmesine neden olabilir. Ayrıca, oksitlere bağlı B'u ekstrakte etmek için kullanılan NH<sub>4</sub><sup>+</sup> oksalat çözeltisi asidik karakterdedir. Asidik özellikte olan çözeltinin topraklarda kireç tarafından adsorbe edilen B çözebilir ya da ekstrakte edebilir. Bu durum da OK-B ile KÇ-B arasında önemli ilişkinin çıkmasına neden olabilir.

#### Organik Maddeye Bağlı Bor (OM-B)

Organik bileşiklere bağlı bor (OM-B) değerleri Çizelge 2' de görüldüğü gibi 0.13 – 0.34 mg kg<sup>-1</sup> arasında değişmekte olup, ortalama ise 0.23 mg kg<sup>-1</sup> dir. Bu

fraksiyon, toplam borun ortalama % 0.84'ini oluşturmaktadır. Toprakların organik madde içeriği, topraklarda borun bitkiler tarafından alınabilirliğini ve tutulmasını önemli düzeyde etkilemektedir. Saltalı ve Akın (2011), Tokat Kazova topraklarında organik bileşiklere bağlı borun 0.11-2.66 mg kg<sup>-1</sup> arasında değiştiğini ve ortalama 0.54 mg kg<sup>-1</sup> olduğunu saptamışlardır. Araştırma sonuçları Tokat Kazova topraklarına benzemektedir. Ancak, Konya ovası topraklarında organik maddeye bağlı borun, toplam bor içeriğinin % 5,48'ini oluşturduğu bildirilmiştir (Harmankaya ve Gezgin, 2005). Bu çalışmada, ortama OM-B'un Konya Ovası topraklarına göre düşük olması, Konya Ovası topraklarının daha yüksek OM (ort. % 2.1) ve toplam B (399 mg kg<sup>-1</sup>) içermesine bağlanabilir.

Toprakların OM-B ile % OM arasında istatistiksel olarak önemli (p<0.05) pozitif ilişki elde edilmiştir (Çizelge 3). Ayrıca, OM-B ile KÇ-B arasında da istatistiksel olarak önemli (p<0.01) pozitif ilişki elde edilmiştir. Hou ve ark. (1994), toprakların B fraksiyonu konusunda yaptıkları çalışmada, toprakların OM içeriği ile OM-B arasında önemli pozitif ilişkinin olduğunu rapor etmişlerdir. Bu durum, toprakların organik madde içeriğinin bölgede alınabilir B içeriğinin kontrolüne katkı yaptığını göstermektedir.

### Residüyal (Bakiye) Bor (RES-B)

Araştırma topraklarının residüyal bor içerikleri, 19.5 ile 45.2 mg kg<sup>-1</sup> arasında değişmekte olup, ortalama 26.1 mg kg<sup>-1</sup> bulunmuştur (Çizelge 2). Residüyal bor fraksiyonu toprakların toplam bor içeriğinin ortalama % 95.9 gibi yüksek bir kısmını oluşturmaktadır (Çizelge 2). Residüyal bor, bitkiler tarafından alınabilir formda değildir. RES-B topraklarda primer ve sekonder minerallerin yapısında bulunmakta olup, kil minerallerindeki tabakalar arasında kuvvetli şekilde tutulmaktadır (Goldberg, 1997). Residüyal bor ile pH arasında önemli (p<0.01) negatif bir ilişki vardır (Çizelge 3). Bu durum toprak pH değerindeki değişime (azalma veya yükselme) bağlı olarak RES-B içeriğinin de dalgalı bir seyir izlediği şeklinde yorumlanabilir. Toprakların toplam bor içeriği ile RES-B arasında istatistiksel olarak önemli (p<0.01) pozitif ilişki vardır ve bu durum RES-B'nin toplam borun çok yüksek bir kısmını oluşturmasının bir sonucudur (Çizelge2).

### SONUÇLAR ve ÖNERİLER

Çalışma alanı topraklarının toplam B içeriği ortalama 27.20 mg kg<sup>-1</sup> 'dır (Çizelge 2). Toplam B içeriğinin % 95.88'ni RES-B oluşturmaktadır. Benzer şekilde toplam B'un % 0.96'nı KÇ-B, % 1.47'ni SPA-B, % 0.84'nü OK-B ve OM-B oluşturmaktadır. Araştırma sonuçlarına göre, toprak organik maddesi ile KÇ-B (p<0.01) ve OM-B (p<0.05) arasında istatistiksel olarak önemli pozitif ilişki elde edilmiştir (Çizelge 3).

Bu durum, organik maddenin topraklarda KÇ-B miktarını olumlu yönde etkilediği şeklinde yorumlanabilir. Bu sonuçlara göre, antepfıstığı yetiştirilen toprakların organik madde içeriğinin artırılması ile bor yarayışlılığının önemli ölçüde kontrol edilebileceği değerlendirilmektedir.

### Çıkar Çatışması Beyanı

Makale yazarları aralarında herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan ederler.

### Araştırmacıların Katkı Oranı Beyan Özeti

Tüm yazarlar makaleye katkı sağlamış olduklarını beyan ederler.

### KAYNAKLAR

- Açar İ, Doran İ, Aslan N, Kalkancı ND 2016. Boron Affects the Yield and Quality of Noirrigated Pistachio (*Pistacia vera* L.) Trees. T J Agric Forest 40: 664-670.
- Alpaslan M, Güneş A, İnal A 1998. Deneme Tekniği. Ankara Üni. Ziraat Fakültesi Yayınları No: 1501, Ankara, 56 sy.
- Avnimelech Y, Ritvo G, Kochva M 2004. Evaluating the Active Redox and Organic Fractions in Pond Bottom Soils: EOM, Easily Oxidized Material. Aquaculture 233: 283-292.
- Baydaa HA, Suad AS, Ibrahim BR 2019. Effect of Boron Supplement on Yield of Wheat Grown in Calcareous Soils of Different Textural Classes under Arid Conditions. J Agric Sci 11(1): 112-117.
- Bayraklı F 1998. Toprak Kimyası. 19. Mayıs Ün. Zir. Fak. Ders Kitabı. No:26, Samsun, 90 sy.
- Bouyoucos GJ 1952. A Recalibration of the Hydrometer for Making Mechanical Analysis of Soils. Agron J 43: 434-438.
- Datta SP, Rattan RK, Suribabu K, Datta SC 2002. Fractionation and Colorimetric Determination of Boron in Soils. J Plant Nutr Soil Sci 165: 179-184.
- Degryse F 2017. Boron Fertilizers: Use, Challenges and the Benefit of Slow-Release Sources – A Review. Boron 2 (3): 111 – 122.
- Elrashidi MA, O'Connor GA 1982. Boron Sorption and Desorption in Soils. Soil Sci Soc Am. J 46: 27-31.
- Gürel S, Başar H, Keskin H, Dirim MS 2019. The Determination of Soil Boron Fractions, their Relationships to Soil Properties and the Availability to Olive (*Olea europea* L.) Trees. Comm Soil Sci Plant Anal 50(3): 1-19.
- Goldberg S 1997. Reaction of Boron with Soils. Plant Soil 193: 35-48.
- Güçdemir İH 2006. Türkiye Gübre ve Gübreleme Rehberi, T.C. Tarım ve Köyşleri Bakanlığı, TAGEM, Araştırma Enst. Müd. Yayınları. Genel yayın no: 231. Ankara.
- Güneş A, Alpaslan M, İnal A 2000. Bitki Besleme ve Gübreleme. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi

- Yayınları, No:1514. Ankara, 461-487 sy.
- Harmankaya M, Gezgin S 2005. Konya Ovası Topraklarında Bor Fraksiyonlarının Belirlenmesi. S.Ü. Zir Fak Derg 19 (36): 93-105.
- Helmke PA, Sparks DL 1996. Lithium, Sodium, Potassium, Rubidium, and Calcium (Methods of Soil Analysis, Part 3, Chemical Methods, SSSA Book Series Number 5, SSSA, Madison USA: Sparks DL (Ed)) 551-574.
- Hızalan E, Ünal H 1966. Topraklarda Önemli Kimyasal Analizler. A.Ü. Ziraat Fakültesi Yayınları. 278. Ankara, 5-7 sy.
- Hou J, Evans L J, Spiers GA 1994. Boron Fractionation in Soils. *Comm Soil Sci Plant Anal* 25: 1841-1853.
- Hou J, Evans L J, Spiers GA 1996. Chemical Fractionation of Soil Boron: I. Method Development. *Can J Soil Sci* 76: 485-491.
- Karaduman A, Çimrin KM 2016. Gaziantep Yöresi Tarım Topraklarının Besin Elementi Durumları ve Bunların Bazı Toprak Özellikleri ile İlişkileri. *KSÜ Doğa Bil Derg* 19(2): 117-129.
- Keren R, Gast RG 1983. pH-dependent Boron Adsorption by Montmorillonite Hidroxi-Aluminum Complexes. *Soil Sci. Soc. Am. J* 47(6): 1116-1121.
- Lindsay W L, Norvell WA 1978. Development of a DTPA Soil Test for Zinc, Iron, Manganese and Copper. *Soil Sci Soc Am J* 43: 421- 428.
- Liu Y, Lou J, Li FB, Xu JM, Yu XS, Zhu LA, Wang F 2014. Evaluating Oxidation-Reduction Properties of Dissolved Organic Matter from Chinese Milk Vetch (*Astragalus sinicus* L.): A Comprehensive Multi-Parametric Study. *Environ Technol* 35 (13-16): 1916-27.
- Nelson DW, Sommers LE 1996. Total Carbon, Organic Carbon, and Organic Matter (Methods of Soil Analysis, Part 3, Chemical Methods, SSSA Book Series Number 5, SSSA, Madison USA: Sparks DL (Ed)) 961-1010.
- Olsen SR, Cole CV, Watanabe FS, Dean LA 1954. Estimation of Available Phosphorus in Soils by Extraction with Sodium Bicarbonate. USDA Cric. 939. US Government Printing Office, Washington DC
- Padbhushan R, Kumar D 2017. Fractions of Sol Boron: A Review. *J Agric. Sci.* 155: 1023–1032.
- Richards L A 1954. Diagnosis and Improvement of Saline and Alkaline Soils, US Salinity Laboratory, USDA, Handbook, 60.
- Saltalı K, Akın A 2011. Tokat Kazova Topraklarında Borun Kimyasal Fraksiyonları ve Bu Fraksiyonlar ile Toprak Özellikleri Arasındaki İlişkiler. *Ege Ün. Zir. Fak Derg. Özel Sayı*: 379-385.
- SPSS 2013. IBM SPSS Statistics 21.0 for Windows. Armonk, NY.
- Tessier, A., Campbell P.G.C. ve Bisson M., 1979. Sequential Extraction Procedure for the Speciation of Particulate Trace Metals. *Anal Chem* 51: 844-851.

## Farklı Hasat Döneminin Çemen (*Trigonella foenum-graecum* L.) Otunun Kimyasal Bileşimi, Metan Üretimi ve Kondense Tanen İçeriği Üzerine Etkisi

Fatma AKBAY<sup>1\*</sup>, Adem EROL<sup>2</sup>, Adem KAMALAK<sup>3</sup>

<sup>1,2</sup>Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, <sup>3</sup>Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Zootečni Bölümü

<sup>1</sup><https://orcid.org/0000-0002-0156-9974>, <sup>2</sup><https://orcid.org/0000-0002-3381-8402>, <sup>3</sup><https://orcid.org/0000-0003-0967-4821>

✉: [ftm.akbay01@gmail.com](mailto:ftm.akbay01@gmail.com)

### ÖZET

Araştırma, Kahramanmaraş ekolojik koşullarda, 2017-2018 yetiştirme sezonu içerisinde farklı hasat dönemlerinde biçilen çemen otunun potansiyel beslenme değerini, metan üretimini ve kondense tanen içeriğini belirlemek için gerçekleştirilmiştir. Araştırma sonucunda hasat dönemleri çemen otunun kondense tanen oranını etkilemezken, incelenen diğer kriterlerin çok önemli düzeyde etkilendiği tespit edilmiştir ( $P \leq 0.01$ ). Araştırma sonuçlarına göre; hasat döneminin gecikmesiyle ham yağ, ham kül, ham protein oranlarında azalmalar tespit edilirken, kuru madde, asit deterjan lif ve nötr deterjan lif oranlarında artış saptanmıştır ( $P \leq 0.01$ ). Çemen otu örneklerinin 24. saatte ölçülen gaz ve metan ölçüm değeri incelendiğinde; metabolik enerjileri (ME) 8.75-9.86 MJ/kg KM, organik madde sindirilme dereceleri (OMSD) %64.26-73.40, toplam gaz üretimleri 41.91-52.18 ml ve metan üretimleri ise %8.75-9.86 arasında değiştiği saptanmıştır. Araştırma bulguları incelendiğinde çemen otunun çiçeklenme öncesi ve %50 çiçeklenme döneminde hasat edilmesi yem değeri ve metan üretimi açısından önerilebileceği söylenebilir.

### Araştırma Makalesi

### Makale Tarihçesi

Geliş Tarihi : 13.02.2020

Kabul Tarihi : 02.04.2020

### Anahtar Kelimeler

Beslenme değeri

*In vitro* gaz üretimi

Kondense tanen

*Trigonella foenum-graecum* L

## The Effect of Different Harvesting Period on the Chemical Composition, Methane Production and Condensed Tannin Content of Fenugreek Grass (*Trigonella foenum-graecum* L.)

### ABSTRACT

The research was carried out to determine the potential nutritional value, methane production and condense tannin content of fenugreek grass, which was harvested at different harvest times in 2017-2018 growing season in Kahramanmaraş ecological conditions. Results indicated that, while the harvest times did not affect the proportion of fenugreek grass condense tannins, the other criteria examined were affected significantly ( $P \leq 0.01$ ). Also, with the progress of harvest time, crude oil, crude ash, crude protein content were decreased, while dry matter, acid detergent fiber and neutral detergent fiber ratios were increased ( $P \leq 0.01$ ). When the gas and methane measurement value of fenugreek samples measured at 24 hours was examined; metabolic energy (ME), organic matter digestibility (OMSD), total gas production, and methane production were 8.75-9.86 MJ/kg KM, 64.26-73.40%, 41.91-52.18 ml and 8.75-9.86%. respectively. When the research findings were examined, it could be said that harvesting fenugreek grass before and during the 50% flowering period can be suggested in terms of feed value and methane production.

### Research Article

### Article History

Received : 13.02.2020

Accepted : 02.04.2020

### Keywords

Condense tannin

*In vitro* gas production

Nutritional value

*Trigonella foenum-graecum* L

**To Cite** : Akbay F, Erol A, Kamalak A 2020. Farklı Hasat Döneminin Çemen (*Trigonella foenum-graecum* L.) Otunun Kimyasal Bileşimi, Metan Üretimi ve Kondense Tanen İçeriği Üzerine Etkisi. KSÜ Tarım ve Doğa Derg 23 (6): 1663-1668. DOI: 10.18016/ksutarimdog.vi.688749.

### GİRİŞ

Leguminosae familyası içerisinde yer alan çemen (*Trigonella foenum-graecum* L.), tek yıllık bir bitki

olup kazık köklüdür. Genellikle Akdeniz havzasında yayılım göstermekte ve yaklaşık 50 türü bulunmaktadır. Bu türlerden 45'i Türkiye'de doğal

olarak yetişmektedir. Bunlardan en yaygın yetiştirileni ise *Trigonella foenum-graecum* L' dir (Davis, 1982; Arslan ve ark., 1989; Özçelik ve Şahin 2018). Türkiye'de yetiştirilen çemen bitkisinin ortalama boy uzunluğu 30-60 cm arasında değişmekte olup, sapları gelişme döneminin başlarında tüylü, daha sonra tüsüz bir yapı göstermektedir. Yaprak özellikleri yönünden yoncalara çok benzerler ve yaprak üç yaprakçıktan oluşan bileşik yaprak formundadır. Çiçekler 10-18 mm arası uzunluğunda, baklalar ise 6-11 cm arasındadır. Baklalarında 10 ila 20 adet arası tohum bulunmaktadır (Gençkan, 1983; Köroğlu, 1985; Żuk-Gołaszewska ve Wierzbowska, 2017). Çemen tohumları kumarin (cumarin) adı verilen glikozitten dolayı daha çok sığır, at ve domuzların beslenmesinde kullanılmakta olup; bu hayvanların rasyonlarına günde 25-30 gr katılması önerilmektedir. Çemen otunun ise besin içeriği yonca otuna yakın olması nedeniyle, ruminant beslemede alternatif bir kaba yem bitkisi olarak değerlendirilebileceği ve ayrıca ruminant hayvanlarda iştahı artırarak yem tüketimini teşvik edeceği bildirilmektedir (Acar, 2000; Acharya ve ark., 2007; Sahota, 2010; Zandi ve ark., 2010; Basu ve Prasad, 2011). Böylece çemen otunun sığırlarda kas büyümesini teşvik ettiği ve karkas ağırlığını arttırdığı bildirilmektedir (Acharya ve ark., 2008).

Mir ve ark. (1993), %50 tohum bağlama döneminde hasat edilen çemen otunu %10 çiçeklenme ve tam çiçeklenme döneminde hasat edilen yonca otu ile karşılaştırdıkları araştırmada, çemen otunun ham protein ve ham lif (selüloz) özellikleri yonca otu ile benzer olduğu, *in vitro* kuru madde sindirimi ise daha yüksek olduğu bildirmişlerdir. Mustafa ve ark. (1996) tarafından yapılan çalışmada, çemen otu samanının geç hasat edilmiş yonca otuyla benzer olduğunu bildirmişlerdir. Ayrıca çiçeklenme başlangıcında hasat edilen çemen otunun toplam *in vitro* gaz üretimini 47.82 ml, metan üretimini 8.78 ml, metan üretim oranını %18.37, metabolik enerji (ME) içeriğini 9.98 MJ/kg KM, organik madde sindirilebilirliği (OMD) %72.87 olarak belirlenmiştir (Uslu ve ark. 2018).

Bu çalışma, Kahramanmaraş ilinde yetiştiriciliği yapılan çemenin farklı dönemlerde hasat edilmesinin kimyasal bileşimine, *in vitro* gaz üretimi ile kondense tanen içeriği üzerine olan etkilerini ortaya koymak amacıyla yürütülmüştür.

## MATERYAL ve METOT

Araştırma, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Kampüsü, Tarla Bitkileri Bölümü deneme alanında 2017-2018 yılları arasında gerçekleştirilmiştir.

Çizelge 1. Kahramanmaraş ilinin iklim verileri (Anonim, 2019)

Table 1. Climate data of Kahramanmaraş Province (Anonim, 2019)

Aylar (Months)	Ortalama Yağış (mm) (Total Precipitation(mm))		Ortalama Sıcaklık (°C) (Average tempature(°C))		Ortalama Nispi Nem (%) (Relative Humidity(%))	
	2017-2018	1980-2018	2017-2018	1980-2018	2017-2018	1980-2018
Kasım (November)	91.2	87.5	12.2	11.5	64.17	66.68
Aralık (December)	33.4	116.6	8.8	6.8	68.97	79.85
Ocak (January)	149.4	125.4	7.4	4.9	69.45	69.99
Şubat (February)	60.2	108.3	9.6	6.4	69.44	65.62
Mart (March)	50.2	93.4	14.1	10.6	60.80	60.00
Nisan (April)	46.8	69.8	18.4	15.5	45.31	57.59
Mayıs (May)	48.9	41.2	21.6	20.3	52.58	54.95
Haziran (Jun)	43.4	8.4	25.4	25.3	49.06	49.67
Toplam/Ortalama (Total/ Average)	523.5	650.8	14.7	12.6	59.97	63.04

Çizelge 1'de görüldüğü gibi ekimin yapıldığı dönemde toplam yağış 523.5 mm olarak gerçekleşmiş ve uzun yıllar ortalamasına göre 127.3 mm daha az yağış söz konusu olmuştur. Yine Sıcaklık ortalaması deneme yapıldığı dönemde ortalama 14.7 °C ve uzun yıllara göre 2.1 °C daha sıcak olmuştur. Uzun yıllar ortalaması göre Kahramanmaraş'ta ortalama nispi nem %63.04 olurken, 2017-2018 döneminde %59.97 olarak gerçekleşmiştir.

Araştırma tesadüf bloklar deneme desenine göre üç tekerrürlü olarak yürütülmüştür. Bitki materyali olarak Afganistan-2 genotipi kullanılmıştır (Akbay, 2017). Ot örnekleri yirmi gün aralıkla üç farklı dönemde (çiçeklenme öncesi, %50 çiçeklenme dönemi

ve %50 bakla bağlama) ve her tekerrürden yaklaşık 2 kg alınmıştır.

## Kimyasal analizler

Farklı hasat döneminde biçilen çemen otu örnekleri; 70°C'de etüvde kurutulmuş ve elde edilen kuru ot örnekleri öğütülerek (1 mm elek çapı) analizler için paketlenmiştir. Elde edilen örneklerin kuru madde (KM), ham protein (HP), ham kül (HK) ve ham yağ (HY) içerikleri AOAC (1990) tarafından bildirilen analiz yöntemlerine göre saptanmıştır. Bitki hücre duvarında bulunan nötr deterjanda çözünen lif (NDF) içeriği ve asit deterjanda çözünen lif (ADF) içeriği ANKOM 200 Fiber Analyzer cihazı ile belirlenmiştir

(Van Soest ve ark., 1991). Ot örneklerinde bulunan kondense tanen (KT) içeriğinin tespitinde ise Bütanol-HCl yönteminden yararlanılmıştır (Makkar ve ark., 1995).

### **İn vitro gaz üretim tekniğinin uygulanması**

Menke ve ark. (1979) tarafından bildirilen *in vitro* gaz üretim tekniğinden yararlanılmıştır. Bu yöntemle üç farklı hasat döneminde biçilen çemen otunun *in vitro* gaz ve metan üretimleri saptanmıştır. Denemede kullanılan rumen sıvısı 3 tane rumen kanüllü erkek koçtan alınmıştır. Rumen sıvısı alınan koçlar rumen sıvısı alım döneminde %60 yonca ve %40 arpa karışımından oluşan rasyonla beslenmişler ve önlerinde temiz içme suyu bulundurulmuştur. Alınan rumen sıvıları altı kat tülbent bezinden süzülerek denemede kullanılmıştır. Yöntem için geliştirilen özel şırıngalara yaklaşık 0.200 gr öğütülmüş çemen otu ve 30 ml rumen sıvısı ve tampon çözeltisi ilave edilerek 39 °C ayarlanmış su banyosunda inkübasyona alınmıştır. İnkübasyon işleminden 30 dakika sonra her saat başında şırıngalar hafifçe çalkalanmıştır. Yirmidört saat sonra plastik şırınga yardımıyla oluşan gazlar çekilip, İnfrared Metan Analiz cihazına aktarılmıştır ve metan üretimi % olarak tespit edilmiştir (Goel ve ark. 2008).

Metan üretimi (ml) = Toplam gaz (mL) x Metan (%)

Metan üretimini hesaplamak için yukarıda belirtilen denklemden yararlanılmıştır. Farklı dönemde hasat edilen çemen otunun metabolik enerji (ME) içeriği ve organik madde sindirim derecesi (OMSD) aşağıda belirtilen eşitlikler yardımıyla tespit edilmiştir (Menke ve Steingass, 1988).

ME (MJ/kg KM) = 2.20 + (0.136 x GÜ) + (0.057 x HP) + (0.002859 x HY<sup>2</sup>)

OMSD (%) = 14.88 + (0.889 x GÜ) + (0.45 x HP) + (0.0651 x HK)

Burada yer alan “GÜ” Yirmi dört saatlik gaz üretimini (ml), “HP” Ham proteini, “HY” ham yağı ve “HK” ham külü ifade etmektedir.

Çalışmanın yapılabilmesi için KSÜ Hayvan Deneyleri Etik Kurulu’ndan (27.03.2020 tarih ve 2020/3-1 sayılı toplantı) izin alınmıştır.

### **İstatistiksel analizler**

Araştırma sonucunda elde edilen sonuçlarının varyans analizi SAS istatistiksel paket programında yapılmış, ortalamaların karşılaştırılmasında ise LSD çoklu karşılaştırma testi kullanılmıştır (SAS, 1999).

### **ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA**

#### **Farklı hasat dönemlerinin çemen otunun kimyasal bileşimine etkisi**

Bu çalışmada, üç farklı hasat döneminde biçilen çemen otunun kimyasal bileşimi saptanmış ve Çizelge 2’de verilmiştir. Çemen otunun kondense tanen (%)

bileşimi hariç diğer besin maddeleri istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (P<0.01). Kuru madde içeriği ile ilgili bulgular incelendiğinde; hasatta %19.34-22.44 arasında değişmiştir. Analiz anında ise kuru madde içeriği %90.05-91.47 arasında değişmiştir. Hasat dönemi ilerledikçe kuru madde oranında artışlar gözlemlenmiş ve %50 bakla bağlama döneminde en yüksek kuru madde içeriği tespit edilmiştir (P<0.01). Elde edilen bulgular, Özçelik ve Şahin (2018) ve Kamalak ve ark. (2011) tarafından yürütülen araştırmalarda hasat zamanına bağlı olarak biçilen otlarda kuru madde içeriğinin zamanla arttığı bildirilmiştir doğrulamaktadır.

Çemen otunun ham kül, ham yağ ve ham protein içerikleri sırasıyla; %8.03-10.71, %1.38-1.90 ve %15.57-19.43 arasında değişmiştir. Gelişmenin ilerlemesiyle birlikte ham kül, ham yağ ve ham protein içerikleri azalmıştır (P<0.01). Bu azalma bitkinin olgunlaşmasıyla besleme değeri yüksek yaprak oranının düşmesi ile açıklanabilir (Kaçar, 1977; Buxton, 1996). Bu nedenle en yüksek değerler çiçeklenme öncesi dönemden elde edilmiştir (P<0.01). Bu durum Geren ve ark. (2003), Özyiğit ve Bilgen, (2006) ve Özçelik ve Şahin (2018) tarafından yapılan çalışmalarla uyum içerisinde olmuştur. Ayrıca çiçeklenme döneminde hasat edilen çemen otlarındaki ham protein ve ham yağ oranları ile ilgili bulgular incelendiğinde; Akbay (2017) tarafından Kahramanmaraş ekolojik koşullarında yürütülen çalışmada Afganistan-2 genotipin de HP %19.41 ve HY %2.47 olduğu, Alp (2019) tarafından Şanlıurfa ekolojik koşullarında yürütülen çalışmada HP %13.87-20.95 arasında değiştiğini ve Uslu ve ark. (2018) tarafından yürütülen çalışmada HP %20.17 ve HY %1.49 olduğu bildirilmiştir. Bulgular arasındaki bu farklılıkların ekolojik, ekim normu ve çeşit veya hat farklılığından kaynaklanmış olabileceği söylenebilir.

Yem bitkilerinde bulunan kondense tanenler hayvan besleme açısından oldukça önemlidir (Yalçın, 2013). Tanenler yemin beslenme değerini azaltabilir ve hayvan sağlığına olumsuz etkide bulunma potansiyeline sahiptirler. Düşük miktarda tanenin (%2-3) şişmeyi önlediği (Barry ve Blaney, 1987), yüksek miktarda tanenin ise (%5) yem tüketimini ve protein sindirimini azalttığı bildirilmiştir (Frutos ve ark., 2004). Çemen otu kondense tanen içeriği %0.76-1.61 arasında değişmiştir. Araştırma üç farklı dönemde hasat edilen çemen otlarının kondense tanen içerikleri kabul edilebilir sınırlar içerisinde bulunmuş olup, bu düzeyde kondense tanenin ruminant hayvanlar için önerilebileceği söylenebilir.

Araştırmada, çemen otunun ADF ve NDF değerleri incelendiğinde sırasıyla; %25.39-35.31 ve %39.89-55.25 arasında değiştiği gözlemlenmiştir. Hasat zamanı ilerledikçe çemen otunun ADF ve NDF içeriği arttığı ve buna bağlı olarak besin maddelerin sindirimini güçleştireceği söylenebilir.



Çizelge 2. Farklı hasat döneminde biçilen çemen otunun kimyasal bileşimi  
Table 2. The chemical composition of fenugreek cut at different harvest periods

Kompozisyon, % (Composition, %)	Hasat Dönemleri (Harvest Periods)				
	Çiçeklenme Öncesi (Flowering before)	%50 Çiçeklenme (50% flowering)	%50 Bakla Bağlama (%50 bean linking)	Ö.D (I.L)	LSD (LSD)
Hasatta Kuru Madde (70 °C) (Dry Matter in Harvest 70 °C)	19.34 <sup>c</sup>	21.14 <sup>b</sup>	22.44 <sup>a</sup>	**	1.13
Kuru Madde (105 °C) (Dry Matter 105 °C)	90.05 <sup>c</sup>	90.69 <sup>b</sup>	91.47 <sup>a</sup>	**	0.17
Ham Kül (Ash)	10.71 <sup>a</sup>	8.32 <sup>b</sup>	8.03 <sup>b</sup>	**	0.60
Ham Yağ (Ether Extract)	1.90 <sup>a</sup>	1.56 <sup>b</sup>	1.38 <sup>c</sup>	**	0.09
Ham Protein (Crude Protein)	19.43 <sup>a</sup>	18.12 <sup>b</sup>	15.57 <sup>c</sup>	**	0.32
Kondense Tanen (Condensed Tannin)	1.61	1.10	0.76	-	1.51
Asit deterjan lif (ADF) (Acid Detergent Fibre)	25.39 <sup>c</sup>	32.06 <sup>b</sup>	35.31 <sup>a</sup>	**	3.02
Nötr deterjan lif (NDF) (Neutral Detergent Fibre)	39.89 <sup>b</sup>	50.25 <sup>a</sup>	55.25 <sup>a</sup>	**	5.13

Ö.D: Önem Derecesi, \*\*: P<0.01, LSD: Least Significant Difference

### Farklı hasat döneminin çemen otunun *in vitro* gaz üretimi, metan üretimi, metabolik enerji ve organik madde sindirim derecesi üzerine etkisi

Farklı hasat dönemlerinin çemen otunun *in vitro* gaz üretimi, metan üretimi (ml, %), ME (MJ/kg KM) ve OMSD (%) üzerindeki etkisi saptanmış ve Çizelge 3'de verilmiştir.

Farklı hasat dönemleri çemen otlarının metan üretim oranını (%) önemli düzeyde ekilememesine rağmen metan üretiminin (ml) (P<0.05), diğer tüm ölçülen parametreleri önemli düzeyde (P<0.01) etkilediği saptanmıştır. Toplam *in vitro* gaz üretimi 41.91-52.18 ml, metan üretimi 5.31-7.02 ml, metan üretim oranı

%12.08-14.60, ME 8.75-9.86 MJ/kg KM ve OMSD %64.26-73.40 arasında değiştiği tespit edilmiştir. Çizelge 3'deki sonuçlar incelendiğinde hasat dönemine bağlı olarak çemen otunun sindirim derecesi (%) ve metabolik enerji (ME/kg KM) içeriği azalmıştır. En yüksek ME ve OMSD değerleri çiçeklenme öncesi dönemden elde edilmiştir. Metabolik enerji ve OMSD tespitinde oluşan gaz, HP, HY ve HK değerleri kullanarak hesaplanmıştır. Yirmidört saatlik fermentasyon sonucunda oluşan *in vitro* gaz, HP, HY ve HK gibi unsurların hasat zamanına bağlı olarak azalması çemen otunun ME ve OMSD'nin azalmasına neden olmuştur.

Çizelge 3. Farklı hasat zamanlarında biçilen çemen otunun gaz üretimi, metan üretimi, metabolik enerji ve organik madde sindirim derecesinin incelenmesi

Table 3. Gas production, methane production, metabolic energy and organic matter digestion degree of fenugreek harvested at different harvest times

Parametreler (Parameters)	Hasat Dönemleri (Harvest Periods)				
	Çiçeklenme Öncesi (Flowering before)	%50 Çiçeklenme (50% flowering)	%50 Bakla Bağlama (%50 bean linking)	Ö.D (I.L)	LSD (LSD)
Toplam gaz, ml (Total gas, ml)	52.18 <sup>a</sup>	48.08 <sup>b</sup>	41.91 <sup>c</sup>	**	3.07
Metan, ml (Methane, ml)	6.31 <sup>b</sup>	7.02 <sup>a</sup>	5.31 <sup>c</sup>	*	0.46
Metan, % (Methane %)	12.08	14.60	12.65	-	2.19
ME, MJ/kg KM (ME, MJ/kg DM)	9.86 <sup>a</sup>	9.24 <sup>b</sup>	8.75 <sup>c</sup>	**	0.59
OMSD, % (OMSD, %)	73.40 <sup>a</sup>	67.48 <sup>b</sup>	64.26 <sup>c</sup>	**	3.88

ME: Metabolik enerji, OMSD: Organik madde sindirim derecesi, Ö.D: Önem Derecesi, \*\*: P<0.01 \*: P<0.05 -: önemsiz, LSD: Least Significant Difference

Ayrıca Van Soest, (1994) biçim dönemlerinin kaba yemlerin sindiriminde farklılığa yol açtığını bildirmiştir. Yavuz ve ark., (2009)'u ise bitkilerde genç yapraklarda ve gelişme döneminin başında sindirim oranı %90 olurken, biçimin geciktiği evrelerde bu oran %50'lere kadar düştüğünü bildirmişlerdir. Araştırmada OMSD düşüşte bitkide yaprak oranının azalması (Yavuz ve ark., 2009) ve buna bağlı olarak

ADF ve NDF içeriğinin artması (Çizelge 2) ile açıklanabilmektedir.

### SONUÇ

Farklı hasat dönemlerinde biçilen çemen otu ile ilgili araştırma bulguları incelendiğinde; HP, HY, HK, KT, ADF ve NDF içerikleri sırasıyla; %15.57-19.43, %1.38-1.90, %8.03-10.71, %0.76-1.61, %25.39-35.31 ve

%39.89-55.25 arasında değişmiştir. Ayrıca *in vitro* gaz üretimi 41.91-52.18 ml, metan üretimi 5.31-7.02 ml, metan oranı %12.08-14.60, ME 8.75-9.86 MJ/kg KM ve OMSD %64.26-73.40 arasında değişmiştir. Hasat dönemleri çemen otunun beslenme değerini ve sindirimini önemli derecede etkilemiştir ( $P<0.05$ ;  $P<0.01$ ). Hasat döneminin gecikmesi çemen otunun sindirimini güçleştirmiş ve beslenme değerlerinin düşürmüştür. Ayrıca çemen otlarında bulunan kondense tanen oranı ise ruminant hayvanların tüketimi sınırları içerisinde bulunmuştur. Araştırmanın sonuçları incelendiğinde çemen otunun çiçeklenme öncesi ve %50 çiçeklenme döneminde biçilmesi durumunda kaliteli kaba yem üretilebileceği söylenebilir.

### Çıkar çatışması beyanı

Yazarlar arasında çıkar çatışması yoktur.

### Yazar Katkı Oranları

Yazarlar makaleye eşit oranda katkı sağladıklarını beyan ederler.

### KAYNAKLAR

- Acar R 2000. Çemen (*Trigonella foenum-graceum* L.) Tarımı. Ticaret Borsası Dergisi, 7: 26-31.
- Acharya SN, Thomas JE, Basu SK 2006. Fenugreek: An "Old World" Crop for the "New World", Biodiversity, 7(3-4): 27-30.
- Acharya SN, Thomas JE, Basu SK 2008. Fenugreek (*Trigonella foenum-graceum* L.) an Alternative Crop for Semiarid Regions of North America. Crop Science 48: 841-853.
- Akbay F 2017. Farklı Çemen Genotiplerinin Morfolojik ve Tarımsal Özellikleri Yönünden Değerlendirilmesi. Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarla Bitkileri Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, 70 sy. Kahramanmaraş.
- Alp H 2019. Şanlıurfa Ekolojik Koşullarında Çemen (*Trigonella foenum-graceum* L.) Bitkisinde Farklı Ekim Zamanlarının Tarımsal Karakterlere Etkisinin Araştırılması. Harran Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarla Bitkileri Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi. 38 sy. Şanlıurfa
- AOAC 1990. Association of Official Analytical Chemists. Official Method of Analysis. 15th. ed. Washington, DC. USA. pp 66-88.
- Arslan N, Tekeli S, Gençtan T 1989. Değişik Yörelere Ait Çemen (*Trigonella foenum-graceum* L.) Populasyonlarının Tohum Verimleri. VIII. Bitkisel İlaç Hammaddeleri Toplantısı 19-21 Mayıs, Cilt II: 93-97
- Barry TN, Blaney BJ 1987. Secondary Compounds of Forages. In: Hacker, J.B. and Ternouth, J.H. (eds) Nutrition of Herbivores, pp. 91-120. (Academic Press: Sydney).
- Basu SK, Prasad R 2011. Trends in New Technological Approaches for Forage Improvement. Aust J Agric Engg 2(6): 176-185.
- Davis PH 1982. Flora of Turkey an the East Aegean Islands. Edinburg University, 3: 465-482
- Frutos P, Hervas G, Giraldez FJ, Mantecon AR 2004. Review. Tannins and Ruminant Nutrition. Spanish Journal of Agricultural Research, 2: 191-202
- Gençkan MS 1983. Yem Bitkileri Tarımı, Ege Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Yayınları, No.467, İzmir. 39 pp.141-146.
- Geren H, Soya H, Avcıoğlu R 2003. Yıllık İtalyan Çimi ve Tüylü Fiğ Karışımlarında Farklı Hasat Zamanlarının Bazı Kalite Özelliklerine Etkisi Üzerinde Araştırmalar. Ege Üniversitesi. Ziraat Fakültesi Dergisi 40(2):17-24
- Goel G, Makkar HPS, Becker K 2008: Effect of Sesbania Sesban and Carduus Pycnocephalus Leaves and Fenugreek (*Trigonella foenum-graecum* L) Seeds and Their Extract on Partitioning of Nutrients from Roughage and Concentrate Based Feeds to Methane. Animal Feed Science Technol, 147(1-3): 72-89.
- Kaçar B 1977. Bitki Besleme. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları: 637, Ders Kitabı: 200, Ankara, 317 sy.
- Kamalak A, Atalay AI, Özkan CO, Kaya E, Tatliyer A 2011 Determination of Potential Nutritive Value of *Trigonella Kotshi* Fenzl Hay Harvested at Three Different Maturity Stages. Journal of the Faculty of Veterinary Medicine, Kafkas University 17(4): 635-640.
- Köroğlu HA 1985. Çemen Bitkisinde Fenolojik, Morfolojik ve Teknolojik Özellikleri Üzerine Araştırmalar. Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi. 83 sy. Ankara
- Makkar HPS, Blummel M, Becker K, 1995. Formation of Complexes Between Polyvinyl Pyrrolidones or Polyethylene Glycols and Their Implication in Gas Production and True Digestibility *in Vitro* Techniques. British Journal of Nutrition, 73(6): 897-913.
- Menke KH, Raab L, Salewski A, Steingass H, Fritz D, Schneider W 1979. The Estimation of The Digestibility and Metabolisable Energy Content of Ruminant Feding Stuffs From The Gas Production When They Are Incubated With Rumen Liquor, Journal of Agricultural Sciences, 93(1): 217-222.
- Menke KH, Steingass H 1988. Estimation of The Energetic Feed Value Obtained from Chemical Analysis and *In Vitro* Gas Production Using Rumen fluid. Animal Research and Development. 28:7-55.
- Mir PS, Mir Z, Townley-Smith L 1993. Comparison of The Nutrient Content and *In Situ* Degradability of Fenugreek (*Trigonella foenum-graecum*) and Alfalfa Hays. Canadian Journal of Animal Science, 73(4): 993-996

- Mustafa AF, Christensen DA, McKinnon JJ 1996. *In Vitro* and *In Situ* Evaluation of Fenugreek (*Trigonella foenum-graecum*) Hay and Straw. Canadian Journal of Animal Science, 76: 625-628.
- Özçelik ŞN, Şahin A 2018. Çemen (*Trigonella Foenum-Graecum* L.) Otunun ve Tohumunun Besin Madde İçerikleri ve *In Vitro* Sindirilebilirliğinin Belirlenmesi. Hayvan Bilimi ve Ürünleri Dergisi, 1(1): 25-35.
- Özyiğit Y, Bilgen M 2006. Bazı Baklagil Yem Bitkilerinde Farklı Biçim Dönemlerinin Bazı Kalite Faktörleri Üzerine Etkisi. Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 19(1): 29-34.
- Sahota TS 2010. Alternate Forages For Dairy Cattle, 5 th Atlantic Canada Agronomy Workshop, February Northwest Link, Charlottetown 9-10.
- SAS 1999. SAS Institute Inc., SAS/STAT User's Guide, Version 8, SAS INSTITUTE Inc., Cary, NC.
- Uslu OS, Kurt O, Kaya E, Kamalak A 2018. Effect of Species on Chemical Composition, Metabolizable Energy, Organic Matter Digestibility and Methane Production of Some Legume Plants Grown In Turkey. Journal of Applied Animal Research, 46(1):1158-1161.
- Van Soest PJ 1994. Nutritional Ecology of The Ruminant (2<sup>nd</sup> Ed.). Cornell University press., Ithaca, N. Y., s.7-21.
- Van Soest PJ, Robertson JD, Lewis BA 1991. Methods for Dietary Fibre, Neutral Detergent Fibre and Non-Starch Polysaccharides In Relation To Animal Nutrition. Journal of Dairy Science, 74: 3583-3597.
- Yalçın S 2013. Yemlerde Antinutrisyonel Faktörler, Yemler ve Yem Hijyeni ve Teknolojisi, Genişletilmiş 5. Baskı, s.261-286, Ankara Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Ankara.
- Yavuz M, İptaş S, Ayhan V, Karadağ Y 2009. Yem Bitkilerinde Kalite Tayini ve Kullanım Alanları. Yem bitkileri Genel Bölüm (Cilt 1). Tarım ve Köyişleri Bakanlığı Tarımsal Üretim ve Geliştirme Genel Müdürlüğü. s.163-172.
- Zandi P, Daneshian J, ShiraniRad AH 2010. Determination of Ideal Nitrogen Fertilizer Rate and Plant Density in Fenugreek under Dry Farming Conditions: The Regional Congress on Modern Results in Agronomy and Nanotechnology, Quds Azad University, Quds city, Iran.
- Żuk-Golaszewska K, Wierzbowska J 2017. Fenugreek: Productivity, Nutritional Value and Uses. Journal of Elementology, 22(3): 1067-1080.

## Improve Quality Of Alfalfa Silage Ensiled With Orange Pulp And Bacterial Additive

Maghsoud BESHARATI<sup>1,2,3,4</sup>, Mojtaba KARIMI<sup>2</sup>, Akbar TAGHIZADEH<sup>3</sup>, Zabihollah NEMATİ<sup>4</sup>, Ali KAYGISIZ<sup>5</sup>

<sup>1,2,3,4</sup>University of Tabriz, Ahar Faculty of agriculture and Natural resources, Department of Animal Science, 51666, Tabriz, Iran,

<sup>5</sup>Kahramanmaraş Sütçü İmam University Agriculture Faculty Animal Science Department Kahramanmaraş

<sup>1</sup><https://orcid.org/0000-0002-5233-6425>, <sup>2</sup><https://orcid.org/0000-0002-7495-7150>, <sup>3</sup><https://orcid.org/0000-0002-9120-1662>,

<sup>4</sup><https://orcid.org/0000-0001-8842-012X>, <sup>5</sup><https://orcid.org/0000-0002-5302-2735>

✉: m\_besharati@hotmail.com

### ABSTRACT

This study evaluated the effects of *Lactobacillus buchneri* (LAB) and orange pulp (OP) supplementation on chemical composition, *in vitro* and *in situ* degradability, dry matter (DM), pH and aerobic stability of alfalfa silage. Treatments were 1) alfalfa without any additive (control), 2) alfalfa + OP (70% alfalfa mixed with 30% fresh OP, LAB0), 3) treatment 2 with 1.5 g LAB/ton (LAB1), 4) treatment 2 with 3 g LAB/ton (LAB2) and 5) treatment 2 with 4.5 g LAB/ton (LAB3). Treatments were replicated three times in laboratory mini silos for 90 d in a closed barn with a ambient temperature (15 to 18 °C). As a result of this study, the experimental treatments did not affect on DM of silage at the end of the ensiling period. Control treatment had the highest pH (4.5) among the experimental treatments ( P<0.05). Supplementation alfalfa with OP resulted in significant increase in water soluble carbohydrate (WSC) and total volatile fatty acids (VFAs) ( P<0.05). Treating alfalfa silage with OP and LAB improved aerobic stabilities of treatments significantly, as compared to LAB0. Supplementation of silage with OP and bacterial inoculant increased DM digestibility. These findings indicated that LAB can improve the aerobic stability and quality of silage in laboratory silos and also, OP and LAB might improve silage quality and cause better silage management in the farm.

### Research Article

#### Article History

Received : 11.01.2020

Accepted : 04.06.2020

#### Keywords

Aerobic stability

Alfalfa silage

Bacterial additive

*Lactobacillus Buchneri*

Orange pulp

**To Cite :** Besharati M, Karimi M, Taghizadeh A, Nemati Z, Kaygisiz A 2020. Improve Quality Of Alfalfa Silage Ensiled With Orange Pulp And Bacterial Additive. KSU J. Agric Nat 23 (6): 1669-1677. DOI: 10.18016/ksutarimdog.vi.673623.

### INTRODUCTION

Improving rumen condition and production in livestock production farms is dependent on improving the conditions for digestion of the fiber (Jalc et al. 2009; Hashemzadeh et al. 2011). Alfalfa in dry condition is more used than silage, which in some cases accounts for more than half of the ration (Delavar et al. 2004; Kowsar et al. 2008; Soltani et al. 2009, Hashemzadeh et al. 2011). However, alfalfa silage is commonly used in dairy ration to benefit production (Benchaar et al., 2007). Especially, silage of legumes compared to dried herbs milk they have higher feeding value for their cows (Mut et al., 2020). Recent 30 to 40 years, the addition of carbohydrate and bacterial additives to improve the quality of the silage has been studied. Citrus pulp, tomato pomace, apple pomace and pistachio pulp are among the by-products of the agricultural and processing industries that are introduced as a potential source of livestock feeding (Alnaimy et. al., 2017; Ayaşan and İnci, 2019). These materials are produced in the respective factories depending on the season of production of fruit and are largely disposed of without

contaminating the environment (Karimi et al. 2017).

Applying technically appropriate silage making procedure is prerequisite to obtain a high-quality silage. In addition, variability of silage micro flora, their interaction and growth in silo are main factors affecting silage quality

Exposure of silage to the air at the time of feeding causes deterioration of the silage. Yeasts that are able to metabolise lactic acid are the first cause of deterioration, which causes a rise in pH (Kleinschmit and Kung 2006; Jalc et al. 2010), which is also a stimulant for the growth of other harmful microorganisms in the silage (Sadegni et al. 2012; Anonim 2016). These unwanted reduces livestock production due to food depreciation or poisoning. It was showed that use of *Lactobacillus buchneri* improves aerobic stability of silage (Kleinschmit and Kung 2006). Many studies have been carried out by many researchers on this microorganism, which has proven that *Lactobacillus buchneri*, by converting lactic acid to acetic acid, increases the resistance of silage to aerobic corrosion (Oude et. al 2001; Kleinschmit and Kung 2006; Sadegni et al. 2012).

This study evaluated the effects of *Lactobacillus buchneri* 40788 inoculants on the dry matter (DM) content pH, aerobic stability and microbial population in alfalfa with fresh orange pulp silage.

## MATERIALS and METHODS

Whole fourth cut alfalfa was harvested in the pre-bloomed stage (Ahar town, Iran, late september of 2016) at DM of 22 % and with orange pulp chopped manually with a theoretical size of 2.5 centimeters and wilted at room temperature for 24 h. Chemical composition of wilted alfalfa and OP before ensiling are given in Table 1.

Table 1. Chemical characteristics of alfalfa and orange pulp before ensiling (% Of DM)

Items	Alfalfa	Orange pulp
DM (%)	35	25
pH	6.34	5.08
CP	18.02	6.12
ADF	29.9	22.8
NDF	30.9	24.5
WSC	3.8	5.2

ADF: acid detergent fibre, NDF: Neutral detergent fibre, WSC: Water soluble carbohydrate, CP: crude protein, DM: dry matter.

Based on mini silos capacity, the amount of 1750 g of alfalfa was blended with 750 g of orange pulp and after adding levels of 0,  $1.5 \times 10^8$  cfu/g,  $3 \times 10^8$  cfu/g and  $4.5 \times 10^8$  cfu/g of the bacterial additive (*Lactobacillus buchneri* MT40788) was ensiled for 90 days. Distilled water used to dissolve bacterial supplements was added to the control treatment, which was 2.5 kg of alfalfa forage before the ensiling. The laboratory silos were made of UPVC tubes with a height of 90 cm and a diameter of 10 cm with a volume of 2.5 kg. Treatments were 1) alfalfa without any additive (control), 2) alfalfa + OP (70% alfalfa mixed with 30% fresh OP, LAB0), 3) treatment 2 with 1.5 g LAB/ton (LAB1), 4) treatment 2 with 3 g LAB/ton (LAB2) and 5) treatment 2 with 4.5 g LAB/ton (LAB3).

At the end of 90 days ensiling, silos were opened and immediately pH, DM, microbial culture and soluble carbohydrate samples were measured and the remaining samples were stored in the refrigerated room at -20 ° C for subsequent analysis. Acid detergent fibre (ADF) and neutral detergent fibre (NDF) contents were determined with the method described by Van Soest et al. (1991), Crude ash (CA) and crude protein (CP) contents of the resultant silages were determined by the method of AOAC (2000). Water-soluble carbohydrates were determined according to the method described by Dubois et al. (1956). Concentration of VFA of silages were measured according to the method of Filya (2003).

The aerobic stability was measured using the method described by Adesogan et al. (2004). 400 g of each sample was transferred into containers, and a thermometer was placed in the center of each silage mass and two thermometers in two different points of the room (ambient temperature 12° C). Silage and ambient temperature were recorded manually every two hours until heating occurred. When the silage mass temperature reached 2 °C above the ambient temperature, silage was considered to be spoiled (Ranjit and Kung 2000).

### *In situ* trail

Two rumen-cannulated sheep (18±2 months old, 45±3 kg) were used to study the *in situ* rumen degradation of the silage. The animals were offered 400 g lucerne, 200 g barley and 200 g soybean meal twice a day at 09:00 h and 17:00 h (NRC, 1980). Animals had free access to water. Dried and ground (1 mm screen) silage samples (three replications) were weighed into polyester nylon bags (Vanzant et al. 1998). The incubation times were 0, 2, 4, 6, 8, 12, 16, 24, 48, 72, 96 h. There were 4 bags per treatment for every hour.

The animal protocol used in this study was approved by The Research Bioethics Committee of the University of Tabriz, and the study was carried out in accordance with EU Directive 2010/63/EU for animal experiments.

### *In vitro* trial

The amount of *in vitro* DM degradation of treatments was measured in bottles (in 3 replications) using the technique described by Fedorak and Hurdy (1983). The amount of DM disappearance of treatments was recorded at 2, 4, 8, 12 and 24 h post-incubation.

### Statistical analysis

The results of the experiment were analyzed by one-way analysis of variance and treatment means were compared by the Duncan multiple range test (SAS, 2002).

## RESULTS

Bacterial inoculation and OP effects on nutritional value of the resultant alfalfa silages are given in Table 2. The results showed that the addition of OP to alfalfa silage reduced pH compared to control (P<0.05).

Bacterial additives were also reduced pH in comparison to control (P<0.05). This decrease in pH value was intensified by increasing the use of additives, but no significant difference was observed between 4 different levels tested. The addition of OP to the alfalfa silages increased soluble carbohydrates compared to the control (P<0.05). The DM of silages

was not affected by the bacterial additives or OP. Total volatile fatty acids in the treatment of alfalfa

with OP without bacterial additive increased compared to control (P<0.05; Table 2).

Table 2. The chemical characteristics of experimental silages after 90 d (% of DM).

Items	Treatments <sup>1</sup>					SEM	Trt	Contrasts (P<) <sup>3</sup>		
	CON	LB0	LB1	LB2	LB3			Linear	Quadratic	Cubic
DM	33.03	30.2	33.93	30.93	31.03	0.923	0.077	0.017	0.413	0.236
pH	4.50 <sup>a</sup>	4.34 <sup>b</sup>	4.33 <sup>b</sup>	4.26 <sup>b</sup>	4.24 <sup>b</sup>	0.043	0.020	0.628	0.009	0.004
WSC	1.33 <sup>c</sup>	1.99 <sup>a</sup>	1.26 <sup>d</sup>	1.40 <sup>b</sup>	1.40 <sup>b</sup>	0.009	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001
tVFA, mM	13.66 <sup>c</sup>	18.00 <sup>b</sup>	18.33 <sup>b</sup>	21.66 <sup>a</sup>	22.33 <sup>a</sup>	0.394	<0.0001	0.563	<0.0001	<0.0001
NDF	29.56	31.36	31.03	29.83	30.03	0.658	0.297	0.729	0.071	0.154
ADF	20.96 <sup>b</sup>	23.23 <sup>a</sup>	19.46 <sup>b</sup>	20.13 <sup>b</sup>	20.46 <sup>b</sup>	0.327	0.0001	<0.0001	0.363	0.954
CP	17.75 <sup>a</sup>	16.87 <sup>b</sup>	17.06 <sup>b</sup>	16.31 <sup>c</sup>	16.18 <sup>c</sup>	0.95	<0.0001	<0.009	<0.0001	<0.0001
QI <sup>2</sup>	90.87	91.53	99.40	96.20	97.46	2.613	0.163	0.0591	0.1810	0.1393

<sup>1</sup>Treatments: CON: alfalfa with no additive, alfalfa (70%) with fresh orange pulp (30%) and treated with LAB for final application rate 0, 1.5, 3 and 4.5 g LAB inoculant/ton (LB0, LB1, LB2 and LB3, respectively).

<sup>2</sup>Quality index: 220+(2×DM%-15)·40×pH.

<sup>3</sup>Significant level of treatment effect.

Within a row, means followed by different letters differ (P<0.05).

Although OP did not affect the NDF contents of the resultant silages, OP significantly increased ADF in LB0 compared to the control (P<0.05). Bacterial additive consumption in all 3 levels decreased ADF compare to LB0 that this reduction was significant (P<0.05). Addition of OP and bacterial additives

reduced CP contents of silages compared to the control (P<0.05).

The effects of inoculation and OP on aerobic stability of wilted alfalfa silages are given in Figure 1. Additional OP to alfalfa silage decreased aerobic stability compared to control and other treatments.

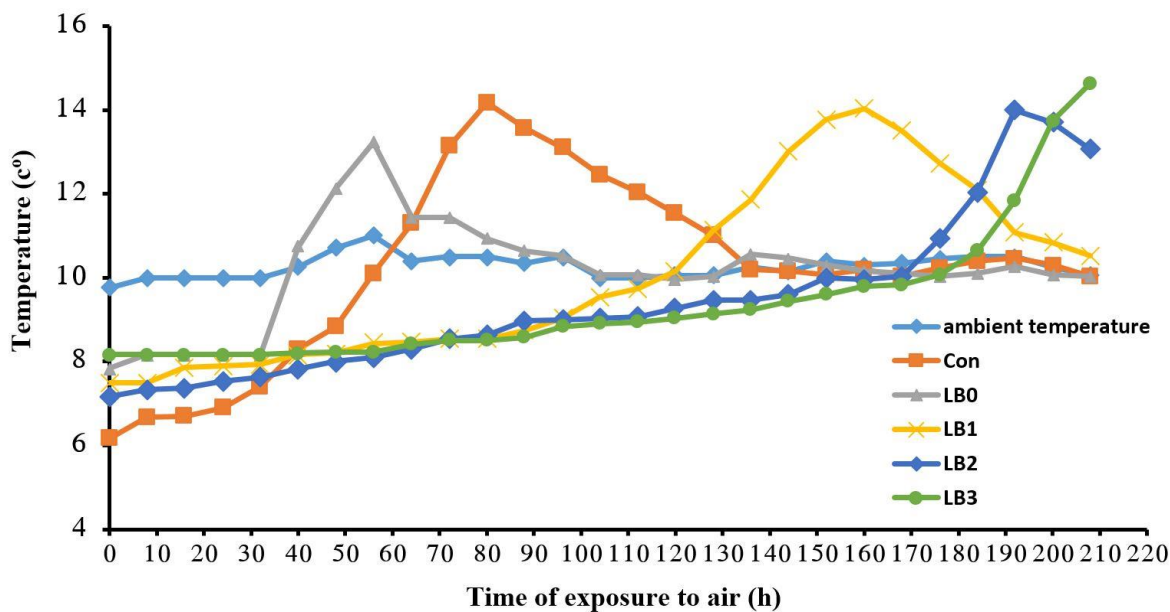


Figure 1. Bacterial additive and orange pulp effects on aerobic stability of alfalfa silages.

The effect of nocolation and OP supplementation on bacterial populations of the resultant silages are shown in Table 3. The addition of OP to wilted alfalfa did not affect yeast and fungi population but the OP silage increased the population of lactobacilli and total bacterial numbers compared to the control treatment (P<0.01). Higher bacterial additives level were significantly decreased the population of yeasts and fungi. This reduction increased with increasing

intakes of additives and significant differences were observed among different bacterial treatments (P<0.01).

Effect of treatments on *in situ* DM disappearance on incubation times are shown in Table 4 and Figure 2. Adding OP to alfalfa silage significantly increased the dry matter degradation at all incubation times except for 0 h (P<0/05). Rapidly degraded fraction (*a*) for LB3 and LB2 was higher than the other treatments,

Table 3. Effect of treatments on silage microbial population

Treatments	SDA (log 10 <sup>4</sup> )	MRS (log 10 <sup>5</sup> )	NA (log 10 <sup>6</sup> )
CON	5.10 <sup>ab</sup>	7.13 <sup>e</sup>	8.49 <sup>e</sup>
LB0	5.17 <sup>a</sup>	7.22 <sup>d</sup>	8.71 <sup>d</sup>
LB1	5.06 <sup>ab</sup>	7.77 <sup>c</sup>	8.80 <sup>c</sup>
LB2	4.98 <sup>b</sup>	7.87 <sup>b</sup>	8.90 <sup>b</sup>
LB3	4.55 <sup>c</sup>	8.03 <sup>a</sup>	9.08 <sup>a</sup>
SEM	0.03	0.01	0.01

Treatments; alfalfa with no additive (CON), alfalfa (70%) with fresh orange pulp (30%) and treated with LAB for final application rate 0, 1.5, 3 and 4.5 g LAB inoculant/ton (LB0, LB1, LB2 and LB3, respectively).

Within a row, means followed by different letters differ (P<0.05).

which it shows these treatments had high level of nonstructural carbohydrates (Table 5). All treatments except control had greatest amount of fraction *b* (insoluble but fermentable component; P<0.05).

Effect of treatments on *in vitro* DM degradation on incubation times are shown in Table 6 and Figure 3. After 24 h incubation LB0 and control treatments had the highest and lowest DM degradability among treatments, respectively (P<0.05).

## DISCUSSION

The results showed that the addition OP to alfalfa silage reduce pH compared to control (P<0.05). The results obtained in the current study were consistent with the results of Touqir et al. (2007) and Hashemzadeh et al. (2011) who studied the effect of different carbohydrate sources on different silages.

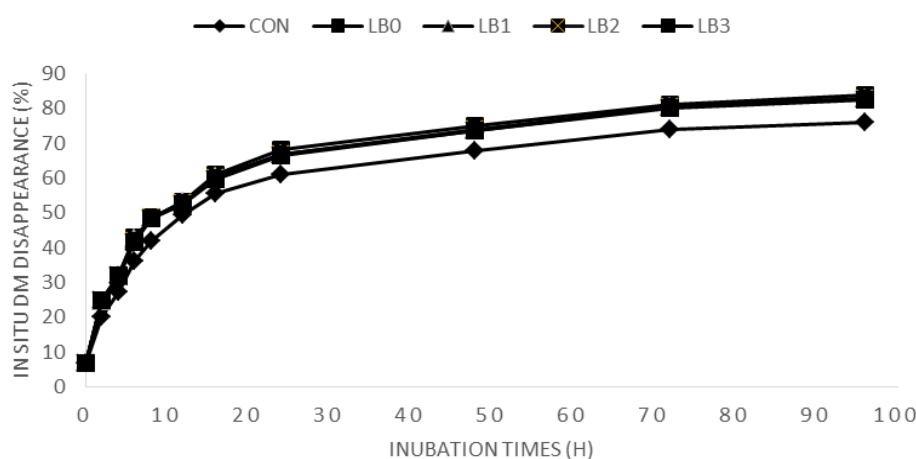


Figure 2. Effect of treatments on *in situ* DM disappearance on incubation times

Table 4. Effect of treatments on *in situ* DM disappearance on incubation times (%)

Treatments <sup>†</sup>	Incubation times (h)										
	0	2	4	6	8	12	16	24	48	72	96
CON	6.80	20.16 <sup>b</sup>	27.16 <sup>c</sup>	36.25 <sup>d</sup>	41.91 <sup>b</sup>	49.50 <sup>d</sup>	55.41 <sup>d</sup>	61.08 <sup>c</sup>	67.75 <sup>c</sup>	74.08 <sup>c</sup>	76.08 <sup>d</sup>
LB0	6.81	24.75 <sup>a</sup>	32.16 <sup>a</sup>	42.83 <sup>a</sup>	48.41 <sup>a</sup>	53.33 <sup>a</sup>	60.91 <sup>a</sup>	68.16 <sup>a</sup>	75.00 <sup>a</sup>	81.16 <sup>a</sup>	83.75 <sup>a</sup>
LB1	6.75	24.66 <sup>a</sup>	31.91 <sup>ab</sup>	42.58 <sup>a</sup>	48.50 <sup>a</sup>	53.16 <sup>a</sup>	60.41 <sup>b</sup>	66.66 <sup>b</sup>	73.58 <sup>b</sup>	80.58 <sup>b</sup>	82.91 <sup>b</sup>
LB2	6.73	24.83 <sup>a</sup>	31.83 <sup>b</sup>	41.91 <sup>b</sup>	48.58 <sup>a</sup>	52.66 <sup>b</sup>	59.83 <sup>c</sup>	66.66 <sup>b</sup>	73.83 <sup>b</sup>	80.33 <sup>b</sup>	82.83 <sup>bc</sup>
LB3	6.70	24.91 <sup>a</sup>	32.16 <sup>a</sup>	41.50 <sup>c</sup>	48.50 <sup>a</sup>	52.33 <sup>c</sup>	59.50 <sup>c</sup>	66.64 <sup>b</sup>	73.75 <sup>b</sup>	80.25 <sup>b</sup>	82.58 <sup>c</sup>
SEM	0.063	0.145	0.093	0.107	0.107	0.010	0.137	0.147	0.130	0.115	0.105

<sup>†</sup>Treatments; CON: alfalfa with no additive, alfalfa (70%) with fresh orange pulp (30%) and treated with LAB for final application rate 0, 1.5, 3 and 4.5 g LAB inoculant/ton (LB0, LB1, LB2 and LB3, respectively). Within a row, means followed by different letters differ (P<0.05).

Bernardes et al. (2005) examined three levels of citrus pulp on Marando silage and had also similar results. Taiwo et al. (1995) ensiled citrus pulp alone and observed a significant reduction in pH after a 61-day period. The results obtained in the current study were consistent with findings of Habeeb et al. (2017) and Allam et al. (2020) who used citrus pulp along with forage rye and oats. Volanis et al. (2006) also reported drop in the silage pH compared to the beginning of the period.

Hashemzadeh et al. (2011) showed that Lalsil bacterial inoculation reduced the pH but Ecosil did not affect silage pH. Besharati et al. (2017) as a result of the addition of *L. buchneri* to the silage alfalfa after a 90-day period were reported to reduce the pH in the treatments. Nishino et al. (2004) and Kizilsimsek et al. (2007) reported similar results. Filya (2003), Schmidt et al. (2009) and Yanbing and Naoki (2011) and reported results contrary to our results. In general, the lower pH of treatment compared to the control is the highest level of soluble carbohydrates

Table 5. Effect of treatments on *in situ* degradability parameters

Treatments <sup>†</sup>	Parameters		
	a	b	c
CON	9.11 <sup>c</sup>	63.48 <sup>b</sup>	0.084 <sup>c</sup>
LB0	11.09 <sup>b</sup>	67.19 <sup>a</sup>	0.088 <sup>ab</sup>
LB1	11.05 <sup>b</sup>	67.35 <sup>a</sup>	0.089 <sup>a</sup>
LB2	11.24 <sup>ab</sup>	67.27 <sup>a</sup>	0.087 <sup>b</sup>
LB3	11.36 <sup>a</sup>	66.99 <sup>a</sup>	0.087 <sup>b</sup>
SEM	0.082	0.575	0.0005

<sup>†</sup>Treatments: CON: alfalfa with no additive, alfalfa (70%) with fresh orange pulp (30%) and treated with LAB for final application rate 0, 1.5, 3 and 4.5 g LAB inoculant/ton (LB0, LB1, LB2 and LB3, respectively).

Within a column, means followed by different letters differ (P<0.05).

and high availability of nutrients for domination of lactic acid bacteria and production of lactic acid and VFA, that lactic acid by increasing the concentration of H<sup>+</sup>, can reduce the level of silage pH to the intolerable range for harmful bacteria.

In the current study, DM contents of the resultant silages was not affected by the bacterial additives or OP. This result is in agreement with findings of Filya (2003); Kung et al. (2003), Bernardes et al. (2005), Filya et al. (2007) and Schmidt et al. (2009) and Hashemzadeh et al. (2011) with the addition of citrus pulp to Marando forage reported numerical increase in the WSC that the number of increased is non-significant.

Table 6. Effect of treatments on *in vitro* DM digestibility (%)

Treatments <sup>†</sup>	Incubation times (h)				
	2	4	8	12	24
CON	12.44 <sup>b</sup>	22.05 <sup>c</sup>	30.77 <sup>c</sup>	37.55 <sup>c</sup>	52.44 <sup>d</sup>
LB0	18.66 <sup>a</sup>	28.50 <sup>a</sup>	37.22 <sup>a</sup>	44.88 <sup>a</sup>	62.55 <sup>a</sup>
LB1	18.77 <sup>a</sup>	28.61 <sup>a</sup>	36.88 <sup>a</sup>	44.77 <sup>a</sup>	61.77 <sup>b</sup>
LB2	18.77 <sup>a</sup>	27.61 <sup>b</sup>	35.00 <sup>b</sup>	43.11 <sup>b</sup>	59.44 <sup>c</sup>
LB3	18.55 <sup>a</sup>	27.77 <sup>b</sup>	34.77 <sup>b</sup>	42.77 <sup>b</sup>	59.44 <sup>c</sup>
SEM	0.09	0.15	0.15	0.11	0.22

<sup>†</sup>Treatments: alfalfa with no additive (CON), alfalfa (70%) with fresh orange pulp (30%) and treated with LAB for final application rate 0, 1.5, 3 and 4.5 g LAB inoculant/ton (LB0, LB1, LB2 and LB3, respectively).

Within a column, means followed by different letters differ (P<0.05).

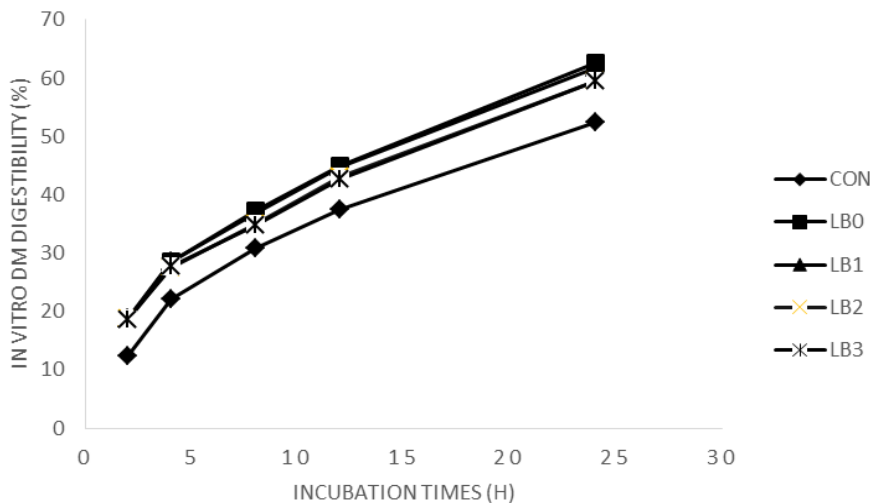


Figure 3. Effect of treatments on *in vitro* DM digestibility (%)

This is probably due to the use of citrus pulp in that experiment was much lower than our test. The results of studies by Silva (2002), who was ensiled Tanzania forage along with citrus pulp for 60 days also conformed. Silva (2002) reported that the addition of 120 g per kg of dry matter from the peels to feed increased 3 percent is soluble carbohydrate. Asadi et al. (2002) and Hashemzadeh et al. (2011), used a carbohydrate source such as molasses cause to

increase the amount of soluble carbohydrates compared to control. Bacterial additive reduces the amount of soluble carbohydrates compare to LB0 (P<0.05). Besharati et al. (2017) examined the effects of *L. Buchneri* alone and in combination with molasses at different levels in a 90-day period on alfalfa silage, reported the reduction in soluble carbohydrates in *L. Buchneri* treatment compared to the control. Our result corresponded with Filya (2003) studied the effects of *L. Buchneri*, *L. Plantrum* and a



mixture of the two bacteria on three forage maize, sorghum and wheat silage in a 60-day period. In another experiment, the effect of 14 different additive bacterial includes two types of *L. Buchneri* on the first and second cutting alfalfa silage were examined by Filya (2003), in first cut all of additives declined soluble carbohydrates compared to the control, in the second cut, both of *L. Buchneri* along with 6 other additives reduce and 6 other additives increase in soluble carbohydrates than the control treatment. This results with the results of Kung et al. (2003), Schmidt et al. (2009) and many other tests that the effects of adding *L. Buchneri* examined on different silage, was consistent. The reduction in soluble carbohydrates can interpreted by increase bacterial activity and fermentation to produce organic acids.

Total volatile fatty acids in the treatment of wilted Alfalfa with OP without bacterial additives increased compared to control ( $P<0.05$ ; Table 2). Hashemzadeh et al. (2011), were investigated the addition of molasses to wilted alfalfa reported increases in the total amount of the volatile fatty acids. Increase in total volatile fatty acids in other studies such as Islam et al. (2001), Asadi et al. (2002), Aksu et al. (2006), Khan et al. (2006), that they looked the effect of different sources of carbohydrate on different silage have been reported. Bacterial additives at levels lower than manufactory recommended could not cause significant changes to the LB0 but in 2 other levels of bacterial additives, the total volatile fatty acids rose compared to other treatments ( $P<0.05$ ). The results in agreement with the results of Baytok et al. (2005), Kleinschmit and Kung (2006), Filya et al. (2007), Liu et al. (2016), Besharati et al., (2017) and Koç et al. (2020). Evaluated 14 types of bacterial additive on the first cutting of alfalfa hay, reported that all additives increased VFA. The increase in total volatile fatty acids can be attributed with high populations of LAB and the availability of carbohydrate source to produce organic acids such as lactic acid and acetic acid in the treatments compared to the control.

Bacterial additives at all 3 levels compared to control treatment did not cause a change in the NDF. Ranjit and Kung (2000), Asadi et al. (2002), Kizilsimsek et al. (2007), Hashemzadeh et al. (2011) and Besharati et al., (2017) reported similar results with the results of the current study. In Filya et al. (2007) studied, at 6 additives an increase in the NDF, 5 additives without change and 3 additives reported a decrease in the NDF compared to control. In the second stage of this study on the second cutting alfalfa forage 10 additives decreased, 2 Additives increased and 2 additives unchanged compared to the control.

Orange pulp significantly increased ADF in LB0 compared to the control ( $P<0.05$ ). Bacterial additive consumption in all 3 levels decreased ADF compare to

LB0 significantly ( $P<0.05$ ). In Ranjit and Kung (2000) experiment consumption, low level of *L. Buchneri* was reduced ADF. In a study conducted by Kung and Ranjit (2001) *L. Buchneri* additives used at 3 levels on barley hay, which reduces numerically ADF in 100-day silage. Hashemzadeh et al. (2011), , Adesogan et al. (2004), Khorvash et al. (2006) ; Kizilsimsek et al. (2007), Besharati et al., (2017), in a different experimental reported reduction in the ADF that affected by bacterial inoculant.

Addition of OP and bacterial additives caused to reduce crude protein (CP) compared to the control ( $P<0.05$ ). This is possibly due to low crude protein content in OP. Hashemzadeh et al. (2011) in their study on the effect of adding molasses to alfalfa reported a reduction in crude protein content with increasing levels of molasses. Bacterial additives at low levels control did not cause a change in the amount of crude protein compared to LB0, but at higher levels of additives reduced crude protein than the LB0 treatment ( $P<0.05$ ). Addition of OP and bacterial additives caused to improve silage quality index compared to the control. Uher et al., (2019) bacterial inoculant treatments had lower values of ADF, NDF and pH and significantly lower values butyric acid, alcohols and  $\text{NH}_3\text{-N}$ /total nitrogen compared to control silage and showed that bacterial inoculant increases silage quality compared to control silage.

Additional OP to alfalfa silage decreased aerobic stability compared to control and other treatments. The aerobic stability in all *L. Buchneri* additives were used increased compare to control and LB0 treatment that this rate of increase in aerobic stability, improve by increasing the amount of *L. Buchneri* (LB1, LB2 and LB3, 144,192 and 200, respectively).

Current results were well correlated with the results of Ranjit and Kung (2000) were studied *L. Buchneri* at 2 levels on corn silage. Driehuis et al. (2001) in three different experiments examined *L. Buchneri* additives alone and in combination with *L. Plantrum* on forage grasses in the 90 and 180-day periods. In all trials, both *L. Buchneri* and in combination with *L. Plantrum* improved aerobic stability, and the positive response continued by increasing amount of *L. Buchneri*, up to 480 hours of exposure to air. Filya (2003) were evaluated the effects of *L. Buchneri* alone and in combination with *L. Plantrum* on wheat, sorghum and maize that in all treatments improve aerobic stability were reported. Our results with the results of Ranjit and Kung (2000), Driehuis et al. (2001) matched. In general impact on improving aerobic stability of *L. Buchneri* can be interpreted by increased acetic acid bacteria and also reduce the amount of residual soluble carbohydrates and less accumulation of lactic acid and ammonia nitrogen.

The Addition of OP to wilted alfalfa caused a little

numerical increase in population of yeasts and fungi that the increase was not significant compared to the control treatment ( $P>0.01$ ) but the OP silage increased the population of lactobacilli and total bacterial numbers compared to the control treatment ( $P<0.01$ ). This can be explained by an increase in carbohydrate resources available for growth all microbial species present in the silage. Bacterial additives in their higher level were significantly decreased the population of yeasts and fungi, that this reduction, increased with increasing intakes of additives and significant differences were observed among different bacterial treatments ( $P<0.01$ ). Also, bacterial additives caused to increase the population of lactobacilli and total bacterial numbers in the silage compare to treatment LAB0. This increase has a direct and significant relation with higher amounts of bacterial additives that used ( $P<0.01$ ). Schmidt et al. (2009) examined the effects of *L. Buchneri* alone or in combination with Pedico cocos pantese on total bacterial numbers in 120-day period on corn silage in six different geographic regions, reported a significant increase in the total population of lactic acid bacteria and significantly reduced in yeasts and fungi population. The trial results also matched with the results of Nishino et al. (2004) study. Kızılsimşek et al. (2020) showed that bacterial inoculation decreased the pH level, increased the production of lactic acid, whereas decreased the acetic acid, propionic acid and butyric acid in silage content. *L. brevis* strain as well as wilting can be used successfully in alfalfa silage production when crude protein and lactic acid production in silage were taken into consideration. Dumlu Gül et al. (2015) suggested that in order to make successful silage from alfalfa, addition of molasses + rolled barley, cutting alfalfa in late flowering and wilting after cutting can be useful.

Adding OP to alfalfa silage did not caused any effect on DM digestibility at 0 h of the test, but from 2 pm to 96 hours significantly increased digestibility compared to control treatment (Table 4) ( $P<0.05$ ). The increase in digestion, similar to other studies that used different sources of carbohydrates, due to higher soluble carbohydrate content of this treatment seems reasonable. Overall degradation due to the break in the silage treated with molasses Ligno celluloses links between structural composition and amount of soluble carbohydrates in this category silage (Rowghani and Zamiri, 2009). Bacterial additives at a low level until 12 h demonstrated no change in digestion compare to LB0, but from 12 h to 96 h was significantly reduced digestibility (Table 4) ( $P<0/05$ ). At higher levels of additives from 6 h to the end of trial except 8 h, significant reductions were observed in digestibility compare to LB0 (Table 4) ( $P<0/05$ ). Haghparvar et al. (2012) that examined the effect of the addition *L. Plantrum* to corn silage at three stages of maturity in

a 25-day period, founded that Bacterial additive in the third stage of maturity increased degradation of a section and reduced degradation of b section compare to the control. The researchers explained increase of degradation in a section and decrease of a degradation in b section by bacterial activity and decomposition Lignocellulose of the cell wall and providing nutrients for the rumen bacteria. Vatandost et al. (2011) by adding *L. Plantrum* to sorghum silage over a period of 40 days, reported a significant reduction in degradation of a section and increased degradation of b section.

Rapidly degraded fraction (*a*) for LB3 and LB2 was higher than the other treatments, which showed treatments had high level of nonstructural carbohydrates (Table 5). All treatments except control had greatest amount of fraction *b* (insoluble but fermentable component;  $P<0.05$ ). The LAB strains used in the study of Ertekin and Kızılsimşek (2020), positively affected fermentation properties and feed quality parameters of treatments compared to control.

## CONCLUSION

Results of this study indicated that LAB can improve the aerobic stability and silage quality in laboratory silos and also, OP and LAB might improve silage quality and cause a better management of alfalfa silage in farms.

## Ethical statement

None of the animals were harmed during the collection of in situ trial and in vitro trials.

## Conflict of interest

We have declared no conflict of interest.

## REFERENCE

- Adesogan AT, Krueger N, Salawu MB, Dean DB, Staples CR 2004. The influence of treatment with dual purpose bacterial inoculants or soluble carbohydrates on the fermentation and aerobic stability of bermudagrass. *J Dairy Sci* 87(10): 3407–3416.
- Aksu T, Baytok E, Karsli MA, Muruz H 2006. Effects of formic acid, molasses and inoculant additives on corn silage composition, organic matter digestibility and microbial protein synthesis in sheep. *Small Rumin Res* 61(1): 29-33.
- Alnaimy A, Gad AE, Mustafa MM, Atta MAA, Basuony HAM 2017. Using of citrus by-products in farm animals feeding. *Open Access J Sci*. 1(3):58-67. DOI: 10.15406/oajs.2017.01.00014
- Anonim 2016. Minimizing yeast growth in silage. <https://www.dairyherd.com/article/minimizing-yeast-growth-silage>
- AOAC 2000. Official Methods of Analysis (17th ed.): .

- Association of Official Analytical Chemists, Inc., Arlington, Virginia, USA.
- Asadi ME, Clemente RS, Gupta AD, Loof R, Hansen GK 2002. Impacts of fertigation via sprinkler irrigation on nitrate leaching and corn yield in an acid-sulfate soil in Thailand. *Agric. Water Manage* 52(3): 197-213.
- Ayaşan T, İnci H 2019. Use of citrus co-products in animal nutrition. ISPEC 3. International conference on agriculture, animal science and rural development-III. 20-22 December 2019, Van. pp:524-536.
- Baytok E, Aksu T, Karsli MA, Muruz H 2005. The effects of formic acid, molasses and inoculant as silage additives on corn silage composition and ruminal fermentation characteristics in sheep. *Turk J Vet Anim Sci* 29 (2): 469-474.
- Benchaar C, Petit HV, Berthiaume R, Ouellet DR, Chiquette J, Chouinard P Y 2007. Effects of essential oils on digestion, ruminal fermentation, rumen microbial populations, milk production, and milk composition in dairy cows fed alfalfa silage or corn silage. *Journal of Dairy Sci* 90(2): 886-897.
- Bernardes TF, Reis RA, Moreira AL 2005. Fermentative and microbiological profile of marandu-grass ensiled with citrus pulp pellets. *Scientia Agricola* 62(3): 214-220.
- Besharati M, Shafipour N, Abdi E, Nemati Z 2017. Effects of supplementation alfalfa silage with molasses, orange pulp and *Lactobacillus buchneri* on in vitro dry matter digestibility and gas production. *J Bio Biotech* 6(1): 43-47.
- Delavar, MH, Danesh Mesgaran M 2004. Chemical and digestive (ruminal and intestinal) components of treated alfalfa silage with urea and sulfuric acid and their effects on milk production and composition of dairy cows. *J Agri Indus Sci* 17(3): 231-219.
- Dubois M, Giles KA, Hamilton JK, Rebers PT, Smith F 1956. Colorimetric method for determination of sugars and related substances. *Anal Chem* 28(3): 350-356.
- Dumlu Gül Z, Tan M, Fayetörbay Kaynar D, Kharazmi K 2015. Effects of Some Additives. Harvest stage and wilting on quality Characteristics of Alfalfa Silage. *Atatürk Üniv J of the Agricultural Faculty* 46 (2): 113-118.
- Ertekin İ, Kızılsimşek M 2020. Effects of Lactic Acid Bacteria Inoculation in Pre-Harvesting Period on Fermentation and Feed Quality of Alfalfa Silage. *Asian-Australian Journal of Animal Science* 33 (2): 245-253.
- Fedorak PM, Hruday DE 1983. A simple apparatus for measuring gas production by methanogenic cultures in serum bottles. *Environ Technol* 4(10): 425-432.
- Filya I 2003. The effect of *Lactobacillus buchneri* and *Lactobacillus plantarum* on the fermentation, aerobic stability, and ruminal degradability of low dry matter corn and sorghum silages. *J Dairy Sci* 86(11): 3575-3581.
- Filya I, Muck RE, Contreras-Govea FE 2007. Inoculant effects on alfalfa silage: fermentation products and nutritive value. *J Dairy Sci* 90(11): 5108-5114.
- Haghparvar R, Shojaian K, Rowghani E, Parsaei S, Yousef EM 2012. The effects of *Lactobacillus plantarum* on chemical composition, rumen degradability, *in vitro* gas production and energy content of whole-plant corn ensiled at different stages of maturity. *Iranian J Veterinary Res* 13(1): 8-15.
- Hashemzadeh-Cigari F, Khorvash M, Ghorbani GR, Taghizadeh, A 2011. The effects of wilting, molasses and inoculants on the fermentation quality and nutritive value of lucerne silage. *South African J Anim Sci* 41(4): 377-388.
- Islam M, Enishi O, Purnomoadi A, Higuchi K, Takusari N, Terada F 2001. Energy and protein utilization by goats fed Italian ryegrass silage treated with molasses, urea, cellulase or cellulase + lactic acid bacteria. *Small Ruminant Res* 42(1): 49-60.
- Jalč D, Lauková A, Kišidayová S 2010. Effect of inoculants on fermentation parameters and chemical composition of grass and corn silages. *Czech J Anim Sci* 43(3): 141-146.
- Jalč D, Lauková A, Simonová M, Váradyová Z, Homolka P 2009. The use of bacterial inoculants for grass silage: their effects on nutrient composition and fermentation parameters in grass silages. *Czech J Anim Sci* 54(2): 83-90.
- Karimi M, Besharati M, Taghizadeh A, Safari R 2017. Effects of *Lactobacillus* inoculants on characteristics and composition of alfalfa wilted by orange pulp silage. *Anim Prod Res* 6(1): 27-37.
- Khan MA, Sarwar M, Nisa M, Iqbal Z, Khan MS, Lee WS, Lee HJ, Kim HS 2006. Chemical composition, in situ digestion kinetics and feeding value of Oat grass (*Avena sativa*) ensiled with molasses for Nili-Ravi Buffaloes. *Asian-Aust. J Anim Sci* 19(8): 1127-1133.
- Khorvash M, Colombatto D, Beauchemin KA, Ghorbani GR, Samei A 2006. Use of adsorbants and inoculants to enhance the quality of corn silage. *Can J Anim Sci* 86(1): 97-107.
- Kızılsimşek M, Adem E, Dönmez R, Katrancı, B 2016. Silaj mikro florasının birbirleri ile ilişkileri, silaj fermentasyonu ve kalitesi üzerine etkileri. *Tarım ve Doğa Dergisi*, 19 (2): 136.
- Kızılsimşek M, Keklik K, Günaydın T 2020. Using possibilities of new lactic acid bacteria isolates as microbial inoculant on different dry matter containing alfalfa (*Medicago sativa* L.) silage. *KSÜ Tarım ve Doğa Derg* 23 (5): 1331-1339.

- Kizilsimsek M, Schmidt RJ, Kung JrL 2007. Effects of a mixture of lactic Acid bacteria applied as a freeze-dried or fresh culture on the fermentation of alfalfa silage. *J. Dairy Sci* 90(12): 5698-5705.
- Kleinschmit DH, Kung JrL 2006. A meta-analysis of the effects of *Lactobacillus buchneri* on the fermentation and aerobic stability of corn and grass and small-grain silages. *J Dairy Sci* 89(10): 4005-4013.
- Koç F, Karapınar B, Okuyucu B, Korucu Erdem D 2020. Kefir İlavesinin Yonca Silajlarının Fermantasyon Özellikleri ve Aerobik Stabilitesi Üzerine Etkileri. *KSU Tarım ve Doğa Derg* 23(2): 535-542.
- Kowsar R, Ghorbani GR, Alikhani M, Khorvash M, Nikkhah A 2008. Corn silage partially replacing short lucerne hay to optimize forage use in total mixed rations for lactating cows. *J Dairy Sci* 91(12): 4755-4764.
- Kung JrL, Ranjit NK 2001. The effect of *Lactobacillus buchneri* and other additives on the fermentation and aerobic stability of barley silage. *J Dairy Sci* 84(5): 1149-1155.
- Kung JrL, Taylor CC, Lynch MP, Neylon JM 2003. The effect of treating alfalfa with *Lactobacillus buchneri* 40788 on silage fermentation, aerobic stability, and nutritive value for lactating dairy cows. *J Dairy Sci* 86(1): 336-343.
- Liu C, Lai Y, Lu X, Guo P, Luo H 2016. Effects of Lactic Acid Bacteria Inoculants on Alfalfa (*Medicago sativa* L.) Silage Quality: Assessment of Degradation (*in situ*) and Gas Production (*in vitro*). *Journal of Integrative Agriculture* 15(12): 2834-2841.
- Mut H, Gülümser E, Çopur Doğrusöz M, Başaran, U 2020. Değişik Arkadaş Bitkilerin Yonca Silaj Kalitesine Etkisi. *KSÜ Tarım ve Doğa Derg* 23 (4): 975-980. DOI: 10.18016/ksutarimdog.vi.669234.
- Nishino N, Wada H, Yoshida M, Shiota H 2004. Microbial Counts, Fermentation Products, and Aerobic Stability of Whole Crop Corn and a Total Mixed Ration Ensiled With and Without Inoculation of *Lactobacillus casei* or *Lactobacillus buchneri*. *J Dairy Sci* 87(8): 2563-2570.
- Oude Elferink SJWH, Krooneman J, Gottschal JC, Spoelstra SF, Faber F, Driehuis F 2001. Anaerobic conversion of lactic acid to acetic acid and 1, 2-propanediol by *Lactobacillus buchneri*. *Appl Environ Microbiol* 67(1): 125-132.
- Rowghani E, Zamiri MJ 2009. The effects of a microbial inoculant and formic acid as silage additives on chemical composition, ruminal degradability and nutrient digestibility of corn silage in sheep. *Iranian J Vet Res* 10(2): 27-35.
- Sadeghi K, Khorvash M, Ghorbani GR, Forouzmand MA, Boroumand M, Hashemzadeh, CF 2012. Effects of homo-fermentative bacterial inoculants on fermentation characteristics and nutritive value of low dry matter corn silage. *Iranian J Veterinary Res* 13(4): 303-309.
- SAS 2002. Statistical Analysis System Version 9.1, SAS Institute Inc., Cary, N.C., USA.
- Schmidt RJ, Hu W, Mills JA, Kung Jr L 2009. The development of lactic acid bacteria and *Lactobacillus buchneri* and their effects on the fermentation of alfalfa silage. *J Dairy Sci* 92(10): 5005-5010.
- Silva, CL 2002. Perfil de fermentação das silagens de capim-Tanzânia com aditivos. Lavras: UFLA. (Dissertação - Mestrado).
- Sinclair WB 1984. Biochemistry and physiology of the lemon and other citrus fruits. Food and Agriculture Organization of the United Nations.
- Soltani A, Ghorbani GR, Alikhani M, Samie A, Nikkhah A 2009. Ground versus steam-rolled barley grain for lactating cows: A clarification into conventional beliefs. *J Dairy Sci* 92(7): 3299-3305.
- Taiwo AA, Adebowale EA, Greenhalgh JFD, Akinsoyinu AO 1995. Techniques for trapping ammonia generated from urea treatment of barley straw. *Anim Feed Sci Technol* 56(1-2): 133-141.
- Touqir NA, Ajmal Khan M, Sarwar M, Nisa M, Lee WS, Lee HJ, Kim HS 2007. Influence of varying dry matter and molasses levels on berseem and lucerne silage characteristics and their *in situ* digestion Kinetics in Nili buffalo bulls. *Asian-Aust J Anim Sci* 20(6): 887-893.
- Uher D, Konjačić M, Jareš D, Maćešić D 2019. The effect of bacterial inoculant on chemical composition and fermentation of alfalfa silage. *J Central Eur Agri* 20(2): 657-664.
- Van Soest PJ, Robertson JB, Lewis BA 1991. Methods of dietary fiber, neutral detergent fiber, and non-starch polysaccharides in relation to animal nutrition. *J Dairy Sci* 74(10): 3583-3597.
- Vanzant ES, Cochran RC, Titgemeyer EC 1998. Standardization of *in situ* techniques for ruminant feedstuff evaluation. *J Anim Sci* 76(10): 2717-2729.
- Vatandoost M, Danesh Mesgaran M, Vakili AR 2011. Fermentation characteristics, *in situ* rumen degradation and nutritional value of whole crop barley ensiled with microbial inoculant or ammonium propionate for lactating dairy holstein cows. *J Agricul Sci Technol* 1(11): 1095-1102.
- Volanis M, Zoiopoulos P, Panagou E, Tzerakis C 2006. Utilization of an ensiled citrus pulp mixture in the feeding of lactating dairy ewes. *Small Rumin Res* 64(1): 190-195.
- Woolford MK 1990. The detrimental effects of air on silage. *J Appl Bacteriol* 68(2): 101-116.
- Yanbing L, Naoki N 2011. Effects of inoculation of *Lactobacillus rhamnosus* and *Lactobacillus buchneri* on fermentation, aerobic stability and microbial communities in whole crop corn silage. *Japanese Society of Grassland Science, Grassland Sci* 57(4): 184-191.

## Simental Irkı Sığırlarda *GH* ve *PIT-1* Gen Polimorfizmleri ile Süt Verimleri Arasındaki İlişkinin Araştırılması

Mustafa KORKMAZ<sup>1</sup>, Bilal AKYÜZ<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>Erciyes Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Zootekni Anabilim Dalı, Kayseri, <sup>2</sup>Erciyes Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Genetik Anabilim Dalı, Kayseri

<sup>1</sup><https://orcid.org/0000-0002-4108-914X>, <sup>2</sup><https://orcid.org/0000-0001-7548-9830>

✉: bakyuz@erciyes.edu.tr

### ÖZET

Bu çalışmada Simental ırkı sığırlarda büyüme hormonu (*GH*) ve hipofiz spesifik transkripsiyon faktör-1 (*PIT-1*) genleri ile 1. ve 2. laktasyon toplam süt verimleri ve günlük süt verimleri arasındaki ilişkinin araştırılması amaçlanmıştır. Çalışmada, Kayseri ili civarında yetiştirilen 203 baş Simental ırkı sağmal inek incelenmiştir. *GH* genotiplerinin belirlenmesi amacıyla yapılan PCR işlemi sonunda elde edilen 223 bp'lik PCR ürünleri *AluI* restriksiyon enzimiyle kesilmiştir. *PIT-1* genotiplerinin belirlenmesi amacıyla yapılan PCR işlemi sonunda elde edilen 600 bp'lik PCR ürünleri ise *HinI* enzimi ile kesilmiştir. *GH-AluI* ve *PIT-1-HinI* genotipleri ile günlük ve laktasyon toplam süt verimleri arasındaki ilişki tek yönlü varyans analizi (ANOVA) ile değerlendirilmiştir. *GH-AluI* polimorfizmi yönünden incelenen Simental ırkı sığırlarda iki allel (A ve B) ile üç genotip (LL, LV ve VV) gözlenmiştir. İncelenen örneklerde LL genotip frekasının en yüksek (0.52), VV genotip frekasının ise en düşük (0.11) olduğu belirlenmiştir. *PIT-1-HinI* polimorfizmi yönünden incelenen Simental ırkı ineklerde iki genotip (AB ve BB) gözlenmiştir. AA genotipine incelenen örneklerde rastlanılmamıştır. İncelenen Simental ırkı sığırlarda BB genotip frekasının en yüksek (0.74) olduğu belirlenmiştir. Çalışma sonunda Simental ırkı ineklerde *GH-AluI* ve *PIT-1-HinI* polimorfizmleri ile 1., 2. laktasyon toplam süt verimleri ve günlük süt verimi arasında istatistik olarak önemli ilişki olmadığı belirlenmiştir (P>0.05). Simental ırkı sığırlarda *GH-AluI* ve *PIT-1-HinI* polimorfizmleri ile diğer süt verim özellikleri ile büyüme ve et verim özellikleri arasındaki ilişkilerin araştırıldığı çalışmaların planlanması gerektiği düşünülmüştür.

### Araştırma Makalesi

### Makale Tarihi

Geliş Tarihi : 14.01.2020

Kabul Tarihi : 14.05.2020

### Anahtar Kelimeler

*GH*

*PIT-1*

RFLP

Simental

Süt verimi

## Investigation of the Relationship between *GH* and *PIT-1* Gene Polymorphisms and Milk Yields in Simmental Cattle Breed

### ABSTRACT

The aim of this study was to investigate the relationship between growth hormone (*GH*) and pituitary-specific transcription factor-1 (*PIT-1*) genes and 1<sup>th</sup>, 2<sup>nd</sup> lactation total milk yield and daily milk yield in Simmental cattle breed. In this study 203 Simmental dairy cows, reared in Kayseri vicinity, were examined. In order to determine *GH* genotypes, 223 bp PCR products obtained by PCR were digested with *AluI* restriction enzyme. In order to determine *PIT-1* genotypes, 600 bp PCR products obtained by PCR were digested with *HinI* restriction enzyme. The mean differences of 305-day milk yield among the genotype groups of *GH-AluI* and *PIT-1-HinI* were assessed by one-way analysis of variance (ANOVA). Two alleles (A and B) and three genotypes (AA, AB and BB) for *GH-AluI* polymorphism were observed in examined Simmental cows. The LL genotype frequency was found highest (0.52) and the VV genotype frequency was found the lowest (0.11) in examined Simmental cows.

### Research Article

### Article History

Received : 14.01.2020

Accepted : 15.05.2020

### Keywords

*GH*

Milk yield

*PIT-1*

RFLP

Simental

The frequency of the L allele was found higher (0.7) than V allele (0.3) in this study. Two alleles (A and B) and two genotypes (AB and BB) for *PIT-1-HinfI* polymorphism were observed in examined Simmental cows in this study. The AA genotype was not found in the examined samples. The BB genotype frequency was found to be highest (0.74) in examined Simmental cows. End of the study, the genotype effects for *GH-AluI* and *PIT-1-HinfI* polymorphisms on daily and lactation total milk yield were not found to be significant in examined Simmental cows ( $P>0.05$ ). It was thought that further studies on the association between *GH-AluI* and *PIT-1-HinfI* polymorphism and other milk yield traits and meat yield traits in Simmental cattle breed should be conducted.

**To Cite :** Korkmaz M, Akyüz B 2020. Simental Irkı Sığırlarda GH ve PIT-I Gen Polimorfizmleri ile Süt Verimleri Arasındaki İlişkinin Araştırılması. KSÜ Tarım ve Doğa Derg 23 (6): 1678-1686. DOI: 10.18016/ksutarimdog.vi.674618.

## GİRİŞ

Dengeli ve sağlıklı bir beslenme için her bireyin günlük tükettiği gıdanın yaklaşık %50'sinin hayvansal kökenli gıda olması gereklidir (Lorcu ve Bolat, 2012). Dolayısıyla artan nüfus da göz önünde bulundurulduğunda, her ülkenin mevcut hayvansal kökenli gıda üretim kapasitesini devamlı artırma zorunluluğu ile karşı karşıya olduğu bir gerçektir.

Hayvansal kökenli gıdalar arasında sütün önemli bir yeri vardır. Bir litre inek sütü yetişkin bir insanın ihtiyaç duyduğu günlük kalsiyum, fosfor, B2 ve B12 vitaminleri ihtiyacının tamamını karşılarken, protein ihtiyacının ise yaklaşık yarısını karşılamaktadır (Karakaya ve Akbay, 2013). Türkiye'deki yıllık süt verimi 2010 yılında hayvan başına 2847 kg iken, 2018 yılında sadece %11'lik artışla 3161 kg'a çıkmıştır. Buna karşın 2010 yılında 3.5 milyon baş olan Türkiye'deki saf sütçü sığır ırkı varlığı, 2018 yılında yaklaşık %37'lik artışla 4.9 milyon başa çıkmıştır (Anonim, 2019). Bu dönemler arasında hayvan sayısındaki artış ile sağılan hayvan başına yıllık süt verimindeki artışın uyumlu olmaması, Türkiye'de süt üretimi için kullanılan hayvanların verimlerinin düşük olduğunun ve eldeki süt sığırlarının verimlerinin artırılmasının gerekliliğin ortaya koymaktadır.

Simental ırkı, Türkiye'de eldeki düşük verimli yerli sığır ırklarının ıslahında kullanılmak için Avrupa'dan ithal edilen ilk sığır ırkı olmuştur. Türkiye'de Simental yetiştiriciliğine ilk olarak 1925 yılında Macaristan'dan 10 inek ve 5 boğa getirilmesiyle başlamıştır. Ancak bu ırkın yetersiz bulunması nedeniyle yetiştiriciliğinden ve ithalatından 1970 yılına kadar vazgeçilmiştir (Özkan ve Güneş, 2007). Hastalıklara karşı dayanıksız ve et verimi nispeten düşük olan Holştayn ırkının alternatifi olarak, Avrupa'da saf ve melezlerinin yetiştiriciliğinin artmasına bağlı olarak Türkiye'de de Simental ırkına ilgi artmış ve 1970 yılında öncelikle Almanya'dan olmak üzere Simental ırkı ithalatına tekrar başlamıştır (Özkan ve Güneş, 2007; Koç, 2016). Irk yüksek adaptasyon kabiliyeti ve kombine verimli

olmasına nedeniyle tüm dünyada Holştayn ırkından sonra, süt verimi için en yaygın yetiştiriciliği yapılan ikinci sığır ırkı olmuştur (Koç, 2016). Diğer taraftan Simental ırkı Rusya dahil Avrupa ülkelerindeki düşük verimli yerli ırkların ıslahında ve tüm dünyadaki sığır eti ihtiyacını karşılamak için yapılan melezleme çalışmalarında da yoğun olarak kullanılmıştır (Özkan ve Güneş, 2007; Koç, 2016).

Çiftlik hayvanları yetiştiriciliğinde, verimin artırılması amacıyla yapılacak seleksiyon çalışmalarında, iyileştirilmek istenen verimin ortaya çıkmasındaki fizyolojik süreçlerde görev alan genlerin kullanılmasına yönelik çalışmalara ilgi hızla artmaktadır (Dekkers, 2004). Bilinen klasik seleksiyon yöntemlerinin uzun ve kararlı bir şekilde uygulanması sonucu sığır gibi jenerasyon aralığı uzun olan türlerde önemli ıslah başarıları elde edilmiştir. Ancak son yıllarda damızlık değeri düşük bireylerin yaş ve cinsiyetten bağımsız olarak, kısa sürede seçilebilmesi düşüncesi araştırmacıları yeni araştırma seçeneklerini aramaya yöneltmiştir. Genetik alanında elde edilen bilgi birikimi ve moleküler genetik alanında her geçen gün geliştirilen yeni teknikler, çiftlik hayvanları yetiştiriciliğinde genomik seleksiyon fikrini doğurmuş ve araştırmacıları bu alanda çalışmalara yönlendirmiştir.

Süt verimi, ortaya çıkmasında birçok genin rol aldığı düşük kalıtım dereceli kantitatif bir özelliktir. Bu amaçla çiftlik hayvanlarında özellikle de sığırlarda sütün üretim sürecinde rol oynayan gen ve bu genlerdeki polimorfizmlerin belirlenerek süt verim özelliklerinin ıslahında kullanılması araştırmacıların ilgisini çekmektedir (Maryam ve ark., 2014). Bu amaçla farklı ülkelerde ve farklı ırklarda yapılan çalışmalar sonunda süt proteinlerinden  $\kappa$ -kazein ve  $\beta$ -laktoglobülin, *GH*, *LEP*, *MYF5*, *DGAT1*, *GHR* ve *PIT-1* genleri gibi bazı hormon ve protein genlerinin süt verimini artırmada aday gen olarak kullanılabileceği bildirilmiştir (Chrenek ve ark., 2003; Hradecká ve ark., 2008; Jiang ve ark., 2010; Komisarek ve ark., 2011; Thuy ve ark., 2018; Kıyıcı ve ark., 2019). Meme bezinin gelişmesi, laktasyonun

başlaması, kas gelişmesinin düzenlenmesi, yemden yararlanma, protein, lipid ve karbonhidrat metabolizması gibi birçok fizyolojik olaya katılan büyüme hormonunu (GH) kodlayan genin süt verimi için aday gen olabileceği bildirilmiştir (Hradecká ve ark., 2008). Sığırlarda 19. kromozom (BTA19) üzerinde lokalize olan *GH* geni, yaklaşık 1800 (1793) baz çifti uzunluğunda, beş ekzon ve dört introndan oluşmaktadır (Tatsuda ve ark., 2008). Sığırlarda farklı verim özelliklerinin iyileştirilmesi yönünde yapılan çalışmalarda, *GH* geninde belirlenen polimorfizmlerinden ikisi en çok kullanılmıştır. Bunlardan biri *GH* geninin 5. eksonunun 127. pozisyonda Guanin-Adenin değişimine neden olarak, genin kodladığı proteinde bir Lösin (L)-Valin (V) amino asiti değişimine sebep olan ve *AluI* restriksiyon enzimi ile belirlenen polimorfizmdir (Lucy ve ark., 1991).

Sığırlarda yaklaşık 33 kDa ağırlığında ve 291 amino asitten oluşan hipofiz spesifik transkripsiyon faktör-1 (pituitary specific transcription factor-1, PIT-1 veya POU1F1), hipofiz bezinin gelişimi ve hipofiz bezinin hormon salgılamasından sorumlu, hipofiz spesifik bir transkripsiyon faktörüdür (Renaville ve ark., 1997). Sığır karyotipinin 1. kromozomunda (BTA1) bulunan ve beş intron ile altı eksona sahip olan *PIT-1* genindeki bazı mutasyonların hipofiz tarafından salgılan büyüme, prolaktin ve tiroid uyarıcı hormonlarının (TSH) üretimini durmasına veya az üretilmesine sebep olduğu bildirilmiştir (Renaville ve ark., 1997; Thuy ve ark., 2018). Bu görevlerinden dolayı *PIT-1* geninin çiftlik hayvanlarında süt üretiminin artırılması, büyüme ve gelişmenin düzenlenmesinde iyi bir aday gen olduğu düşünülmüştür (Zhang ve ark., 2009; Heidari ve ark., 2012).

Yapılan literatür taramasında Türkiye’de yetiştirilen Simental ırkı sığırlarda *GH* ve *PIT-1* genleri ile süt verim özellikleri arasındaki ilişkinin araştırıldığı çalışmaya rastlanılmamıştır. Bu çalışmada Simental ırkı sığırlarda *GH-AluI* ve *PIT-1-HinI* polimorfizmleri ile 1., 2. laktasyon toplam ve günlük süt verimleri arasındaki ilişkinin araştırılması amaçlanmıştır.

## MATERYAL ve METOD

*GH* ve *PIT-1* genleri ile süt verim özellikleri arasındaki ilişkiyi belirlemek amacıyla, aynı işletmede ikinci laktasyonunu bitirmiş 203 baş Simental ırkı sağmal inek incelenmiştir. Yapılan polimeraz zincir reaksiyonu (PCR) işlemi için gerekli DNA’lar daha önce EÜHADYEK 18/154 karar no ile "Etik Kurul İzinine Tabi Değildir" yazısına istinaden laboratuvarımızda bulunan kanlardan, fenol-kloroform-izoamil alkol (25:24:1) yöntemi ile izole edilmiştir.

*GH-AluI* polimorfizmlerinin belirlenmesi için yapılan

PCR işleminde, Schlee ve ark. (1994) tarafından önerilen ileri dizisi F:5'-GCT GCT CCT GAG GGC CCT TCG-3' ve geri dizisi R:5'-GCG GCG GCA CTT CAT GAC CCT-3' olan bir primer seti kullanılmıştır. PCR işlemi hazırlanan PCR karışımlarının 94 °C’de 5 dakika tutulmasını takiben her bir döngüsü 94 °C’de 40 saniye, 60 °C’de 40 saniye, 72 °C’de 40 saniye olacak şekilde 40 döngü olarak yapılmıştır. Son döngünün bitiminden sonra tüpler 72 °C’de 10 dakika tutularak PCR işlemi sonlandırılmıştır. PCR işlemi sonunda elde edilen 223 bp’lik ürünler *AluI* restriksiyon endonükleaz ile kesilmiştir.

*Pit-1-HinI* polimorfizmi yönünden genotiplerinin belirlenmesi amacıyla yapılacak PCR işleminde primer olarak Javanmard ve ark. (2005) tarafından önerilen F: 5'-GAG CCT ACA TGA GAC AAG CAT C-3' ve R: 5'-AAA TGT ACA ATG TGC CTT CTG A-3' olan bir primer seti kullanılmıştır. PCR, hazırlanan karışımın 95 °C’de 2 dakika tutulmasını takiben her bir döngüsü 94 °C’de 45 saniye, 60 °C’de 1 dakika, 72 °C’de 1 dakika olacak şekilde 30 döngü yapıldıktan sonra tüpler 72 °C’de 3 dakika tutularak yapılmıştır. Elde edilen 600 bp’lik PCR ürünleri *HinI* restiriksiyon endonükleaz ile kesilmiştir.

Her iki gen için yapılan RFLP işlemi sonunda elde edilen kesim ürünlerine göre her bireyin genotipi belirlenip, kaydedilerek veri setleri oluşturulmuştur. Hazırlanan veri setlerinin normal dağılıma uygunluğu Q-Q plot, histogram ve Kolmogorov Smirnov testiyle değerlendirilmiştir. *GH-AluI* ve *PIT-1-HinI* polimorfizmleri ile süt verimleri arasındaki farklılığın istatistiksel önem kontrolü Tek Yönlü Varyans Analizi (ANOVA) ile yapılmıştır. İstatistik analizlerde NCSS 9 (Kaysville, Utah, USA, 2013) programı kullanılmıştır. Genotip ortalamaları arasındaki farklılıkların istatistik olarak önemli olup olmadıklarının kontrolünde anlamlılık düzeyi P<0.05 olarak belirlenmiştir.

## BULGULAR ve TARTIŞMA

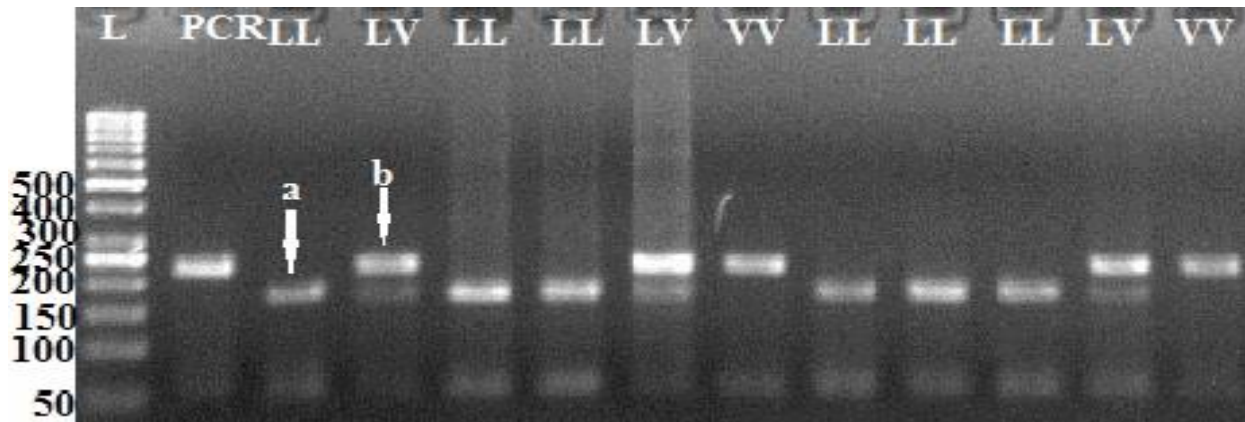
### *GH-AluI* ve *PIT-1-HinI* Polimorfizmleri

PCR işlemi sonunda elde edilen 223 bp’lik PCR ürünleri *AluI* restriksiyon enzimi ile kesilmesi sonucu LL genotipindeki bireylerde 171 ve 52 bp uzunluğunda iki bant, LV genotipindeki bireylerde 223, 171 ve 52 bp’lik üç bant ve VV genotipindeki bireylerde ise 223 bp’lik tek bantın görülmesi beklenmiştir. Ancak 52 bp’lik bantın çok küçük olması nedeniyle %3’lük agaroz jel elektroforezi ile görüntülenememiştir. Buna rağmen yapılan elektroforez işlemi sonunda 223 ve 171 bp’lik bantları bir arada veya tek olarak görülmeleri bireylerin genotiplerinin belirlenmesi için yeterli olduğu görülmüştür (Şekil 1).

Çalışma sonunda incelenen Simentallerde LL genotipinin en yüksek frekansa sahip olduğu (0.52),

VV genotipinin en düşük frekansa sahip olduğu (0.11) olduğu görülmüştür. Diğer taraftan, L allel frekansının (0.7), V allel frekansından (0.3) yüksek olduğu görülmüştür. Bu çalışmada incelenen dişi

Simentallerin *GH-AluI* polimorfizmi yönünden Hardy-Weinberg (H-W) dengesinde oldukları ve dolayısıyla bu polimorfizm yönünden varyasyonu devam ettirdikleri gözlenmiştir (Çizelge 1).



Şekil 1. 223 bp'lik PCR ürünlerinin *AluI* enzim kesim görüntüsü; L: 50 bp'lik DNA merdiveni; a: 171 bp'lik *AluI* kesim ürünü; b: 223 bp'lik *AluI* kesim ürünü; PCR: Polimeraz zincir reaksiyonu ürünü

Figure 1. Image of *AluI* enzyme digestion of 223 bp PCR products; L: 50 bp DNA ladder; a: 171 bp *AluI* digestion product; b: 223 bp *AluI* digestion product; PCR: Polymerase chain reaction product

Çizelge 1. İncelenen Simental ırkı sağmal hayvanlarda *GH* ve *PIT-1* genotip ve allel frekansları  
Table 1. *GH* and *PIT-1* genotype and allele frequencies in examined Simental milch animals

Gen (Gene)	Genotip Frekansı (Genotype Frequencies)			Allel Frekansı (Allele Frequencies)		Ki-kare Analizi (HW) (Chi-square Analysis)
	LL (n=105)	LV (n=76)	VV (n=22)	L	V	
<i>GH</i>	0.52	0.37	0.11	0.7	0.3	$\chi^2 = 2.068^{ÖD}$ (Sd=1)
<i>PIT-1</i>	AA (n=0)	AB (n=52)	BB (n=151)	A	B	$\chi^2 = 4.38^*$ (Sd=1)
	0.0	0.26	0.74	0.13	0.87	

ÖD; Önemi değil; Sd: Serbestlik derecesi; \*: İstatistiksel olarak 0.05 düzeyinde önemli

Bu çalışma bulguları ile benzer şekilde daha önce farklı ülkelerde yetiştirilen Simental ırkı sığırlarda ve *Bos taurus* kökenli farklı sığır ırkları ile *Bos indicus* orijinli sığır ırklarında *GH-AluI* polimorfizmi yönünden L allel frekansının, V allel frekansından yüksek olduğu bildirilmiştir (Çizelge 2). Ancak *Bos taurus*'tan köken alan Avrupa orijinli sığır ırkları ile karşılaştırıldığında *Bos indicus*'tan köken alan sığır ırklarında L allel frekansının oldukça yüksek olduğu görülmektedir (Çizelge 2). Benzer şekilde literatürde, LL genotip frekansı *Bos indicus*'tan köken alan ırklarda, *Bos taurus*'tan köken alan ırklara göre daha yüksek bulunmuş ve VV genotipi *Bos indicus*'tan köken alan ırklarda hiç gözlenmediği görülmüştür (Çizelge 2). Gerek *Bos taurus*'tan köken alan ırklarda gerekse *Bos indicus*'tan köken alan ırklarda L allelinin, V allelinden yüksek olması, L allelinin sığır ırklarında atasal bir allel olduğunu düşündürmüştür.

Çalışmada incelenen Simental ırkı sığırlarda *PIT-1-HinI* polimorfizminin belirlenmesi amacıyla yapılan PCR işlemi sonunda elde edilen 600 bp'lik ürünlerin, *HinI* endonükleaz enzim kesimi sonucunda AA genotipli bireylerde 600 bp'lik tek bant, BB genotipli bireylerde 357 ve 243 bp'lik iki bant ve AB genotipli

bireylerde ise 600, 357 ve 243 bp'lik üç bant aranmıştır (Şekil 2).

Çalışma sonunda *PIT-1-HinI* polimorfizmi yönünden incelenen Simental ırkı sığırlarda AA genotipli bireylere rastlanılmamış, buna karşın BB genotipinin en yüksek frekansa sahip olduğu (0.74) gözlenmiştir. Çizelge 3'te de görüleceği üzere AA genotip frekansı özellikle Avrupa orijinli sığır ırklarında oldukça düşüktür. Bu nedenle tesadüfi olarak, AA genotipli hiçbir bireyin bu çalışmaya dahil edilememiş olduğu düşünülmektedir. İncelenen Simental ırkı sığırlarda B allel frekansının (0.87), A allel frekansından (0.13) yüksek olduğu gözlenmiştir. Yapılan Ki-kare analizi sonunda incelenen Simental ırkı sığırların *PIT-1-HinI* polimorfizmi yönünden Hardy-Weinberg dengesinden saptıkları gözlenmiştir ( $P < 0.05$ ) (Çizelge 1).

Bu durum *Bos taurus*'tan köken alan farklı sığır ırklarında yapılan çalışmalarla uyumludur (Çizelge 3). Gerek bu çalışma gerekse farklı sığır ırklarının incelendiği diğer çalışmalar göstermiştir ki *PIT-1-HinI* polimorfizmi yönünden, *Bos taurus* orijinli sığır ırklarında B allel frekansı, A allel frekansından; BB genotip frekansı ise diğer genotiplerden yüksektir (Çizelge 3). Ancak literatürde, *Bos taurus* orijinli sığır



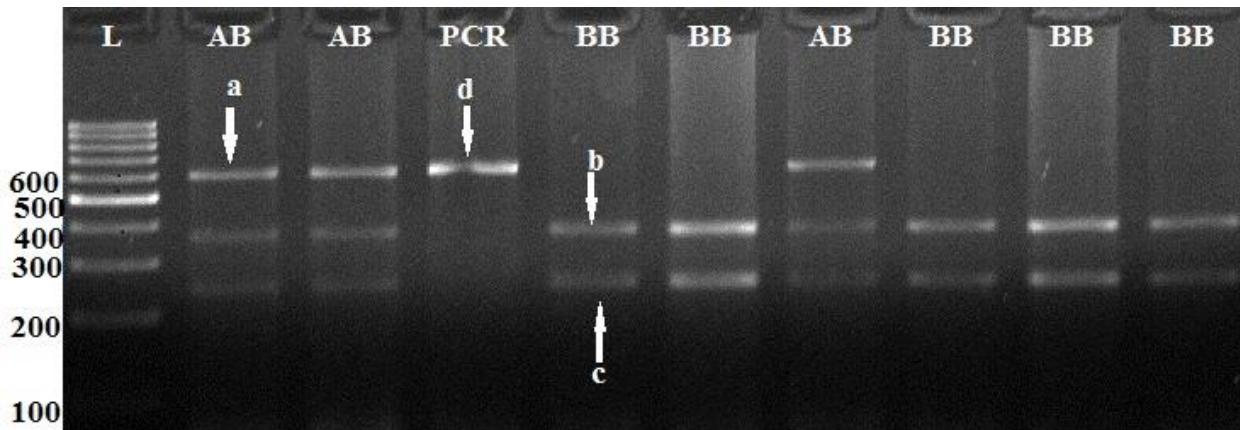
ırklarından sadece İsviçre Esmeri sığır ırkında, diğer çalışmalarından farklı olarak AB genotipinin en yüksek frekansa sahip olduğu bildirilmiştir (Aytekin ve Boztepe, 2013). Yapılan literatür taramasında İsviçre Esmerlerinde *PIT-1-HinI* polimorfizminin araştırıldığı başka bir çalışmaya ratlanılamamıştır.

Bu nedenle İsviçre Esmeri ırkında, diğer Avrupa orijinli sığır ırklarından farklı olarak AB genotipinin diğer genotiplerden yüksek bulunmasının, ırk özelliği ya da Aytekin ve Boztepe, (2013) tarafından incelenen populasyona özgü bir durum olduğu konusunda karar verilememiştir.

Çizelge 2. Farklı sığır ırklarında *GH-AluI* allel ve genotip frekansları

Table 2. *GH-AluI* allele and genotype frequencies in different cattle breeds

Irk (Breed)	Allel Frekansı (Allele Frequencies)		Genotip Frekansı (Genotype Frequencies)			Literatür (Literature)
	L	V	LL	LV	VV	
Simental	0.694	0.306	0.500	0.389	0.111	Jakaria ve ark. (2009)
Simental	0.734	0.226	0.57	0.32	0.11	Ağaoğlu ve Akyüz, (2013)
Simental	0.42	0.58	0.06	0.77	0.19	Bekseitov ve ark. (2017)
Simental	0.695	0.305	0.462	0.467	0.071	Trakovická ve ark. (2013)
Simental	0.56	0.44	0.37	0.39	0.24	Dolmatova ve ark. (2011)
Holştayn	0.86	0.14	0.714	0.286	0.0.0	Tyul'kin ve ark. (2013)
Holştayn	0.896	0.104	0.803	0.186	0.011	Balogh ve ark. (2009)
İsviçre Esmeri	0.781	0.219	0.63	0.31	0.06	Ağaoğlu ve Akyüz, (2013)
Jersey	0.52	0.48	0.22	0.61	0.17	Dario ve ark. (2008)
Limosin	0.731	0.269	57.70	30.76	11.54	Sedykh ve ark. (2017)
Hereford	0.684	0.316	0.474	0.421	0.105	Sedykh ve ark. (2017)
Nellore ( <i>Bos indicus</i> )	1	0	1	0	0	Curi ve ark. (2006)
Canchim	0.93	0.07	0.867	0.133	0.0	Curi ve ark. (2006)
Nellore ( <i>Bos indicus</i> ) × Simental	0.76	0.24	0.433	0.567	0.0	Curi ve ark. (2006)
Nellore ( <i>Bos indicus</i> ) × Angus	0.92	0.08	0.845	0.155	0.0	Curi ve ark., (2006)
Canchim ( <i>Bos indicus</i> )	0.99	0.09	0.818	0.182	0.00	Silveira ve ark. (2008)



Şekil 2. Yapılan PCR işlemi sonunda elde edilen 600 bp'lik ürünlerin *HinI* enzim kesim görüntüsü; L: 100 bp'lik DNA merdiveni; a: 600 bp'lik kesim ürünü; b: 357 bp'lik kesim ürünü; c: 243 bp'lik kesim ürünü; PCR: Polimeraz zincir reaksiyonu ürünü

Figure 2. Image of *HinI* enzyme digestion of 600 bp PCR products; L: 100 bp DNA ladder; a: 600 bp digestion product; b: 357 bp digestion product; c: 243 bp digestion product; PCR: Polymerase chain reaction product

Diğer taraftan literatürde, *Bos indicus*'tan köken alan farklı sığır ırklarında *PIT-1-HinI* polimorfizminin araştırıldığı çalışmalarda A allel frekansının ve AA genotip frekansının en yüksek olduğu görülmüştür (Çizelge 3). İncelenen *Bos indicus* orijinli sığır ırklarından sadece Sahiwal ırkında B allel ve BB genotip frekansı yüksek bulunmuştur (Chauhan ve ark., 2015). Diğer *Bos indicus* orijinli sığır ırklarında ise BB genotipi ya hiç bulunamamış ya da çok düşük frekansta bulunduğu bildirilmiştir (Curi ve ark.,

2006). Bu durumun *Bos taurus* ve *Bos indicus* kökenli sığır ırklarının ayrılmasında kullanılıp kullanılmayacağı da araştırılabileceği düşünülmüştür.

### *GH-AluI* ve *PIT-1-HinI* Polimorfizmi ve Süt Verim İlişkileri

Tüm laktasyon dönemlerinde *GH-AluI* genotipleri ile 1., 2. laktasyon günlük ve toplam laktasyon süt verimleri ve sağımda geçen gün sayısı (SGGS)

istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmamıştır ( $P>0.05$ ) (Çizelge 4). İstatistiksel olarak anlamlı bir fark belirlenememesine rağmen 1.

laktasyonda LL genotipli bireylerin, 2. laktasyonda ise VV genotipli bireylerin incelenen özellikler yönünden daha iyi oldukları görülmüştür (Çizelge 4).

Çizelge 3. Farklı sığır ırklarında *PIT-1-HinfI* allel ve genotip frekansları

Table 3. *PIT-1-HinfI* allele and genotype frequencies in different cattle breeds

İrk (Breed)	Allel Frekansı (Allele Frequencies)		Genotip Frekansı (Genotype Frequencies)			Literatür (Literature)
	A	B	AA	AB	BB	
Simental	0.22	0.78	0.118	0.197	0.685	Cosier ve ark. (2008)
Simental	0.249	0.751	0.054	0.391	0.555	Trakovická ve ark. (2013)
Holştayn	0.25	0.75	0.05	0.40	0.55	Öner ve ark. (2017)
İsviçre Esmeri	0.374	0.626	0.12	0.51	0.37	Aytekin ve Boztepe, (2013)
Limosin	0.273	0.727	0.069	0.408	0.523	Dybus ve ark. (2004)
Sahival ( <i>Bos indicus</i> )	0.195	0.805	0.039	0.312	0.649	Chauhan ve ark. (2015)
Nellore ( <i>Bos indicus</i> )	0.9	0.1	0.795	0.205	0.0	Curi ve ark. (2006)
Canchim ( <i>Bos indicus</i> )	0.88	0.12	0.80	0.167	0.033	Curi ve ark. (2006)
Nellore × Simental	0.87	0.13	0.733	0.267	0.00	Curi ve ark. (2006)
Nellore ×Angus	0.64	0.36	0.295	0.693	0.012	Curi ve ark. (2006)

Çizelge 4. *GH-AluI* genotiplerine ile ilk iki laktasyon süt verim özellikleri arasındaki ilişkiler

Table 4. Relationships between *GH-AluI* genotypes and the first two lactation milk yield traits

Süt Verim Özellikleri (Milk Yield Traits)	Genotipler (Genotypes)			P
	LL (n=105)	LV (n=76)	VV (n=22)	
1. Laktasyon TSV	6009.03±154.32	5622.39±199.12	5664.03±335.06	0.262
1. Laktasyon GSV	19.87±0.39	18.87±0.53	19.05±0.75	0.262
SGG	302.91±5.18	297.14±5.90	294.00±8.77	0.648
2. Laktasyon TSV	7111.79±145.61	6996.23±163.36	7727.60±414.14	0.138
2. Laktasyon GSV	23.80±0.41	23.78±0.47	24.77±0.83	0.579
SGG	299.20±3.85	294.97±4.33	311.32±12.71	0.266

TSV: Toplam Süt Verimi; GSV: Günlük Süt Verimi SGG: Sağımda Geçen Gün

Bu çalışmaya benzer şekilde, daha önce yapılan Simental (Schlee ve ark., 1994), Holştayn (Hradecká ve ark., 2008; Balogh ve ark., 2009; Hartatik ve ark., 2015) ve Jersey (Komisarek ve ark., 2011) sığır ırklarının incelendiği çalışmalarda *GH-AluI* polimorfizmi ile süt verimi arasında ilişki bulunmadığı bildirilmiştir. Buna karşın Simental ve Holştayn ırkı sığırlarda *GH-AluI* polimorfizmi yönünden VV genotipli sığırların diğer genotiplilere göre daha yüksek süt verdiğini bildiren çalışmalarda bulunmaktadır (Dolmatova ve ark., 2011; Bekseitov ve ark., 2017). Diğer taraftan farklı ülkelerde yapılan benzer çalışmalarda; Holştayn (Shariflou ve ark., 2000), İsviçre Esmeri (Chrenek ve ark., 2008) ve Jersey (Dario ve ark., 2008) ırkı sığırlarda LL genotipli sığırların süt verimlerinin diğer genotiplilere göre daha yüksek olduğu da bildirilmiştir. Ayrıca Holştayn ırkı sığırlarda yapılan bir başka çalışmada ise LV genotipli bireylerin süt verimlerinin daha iyi olduğu bildirilmiştir (Kıyıcı ve ark., 2019).

Simental ırkının incelendiği bu çalışmada *PIT-1-HinfI* genotipleri ile 1. ve 2. laktasyon toplam süt verimleri ve günlük süt verimleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmamıştır ( $P>0.05$ ) (Çizelge 5). İstatistiksel olarak anlamlı bir fark belirlenememesine rağmen 1. ve 2. laktasyonda BB

genotipli bireylerin incelenen özellikler yönünden daha iyi oldukları görülmüştür (Çizelge 5).

Literatürde, farklı sığır ırklarında *PIT-1-HinfI* polimorfizmi ile süt verim özelliklerinin araştırıldığı çalışmalara rastlanılmasına rağmen, Simental sığır ırkında bu tür çalışmaların nispeten az olduğu görülmüştür. Bu çalışmaların birinde Slovakya'da yetiştirilen Simental ırkı sığırlar incelenmiş ve çalışma sonunda *PIT-1-HinfI* polimorfizmi ile süt verimi ve sütteki somatik hücre skoru arasında ilişki olmadığı bildirilmiştir (Trakovická ve ark., 2013). Benzer durum farklı sığır ırklarında yapılan çalışmalarda da gözlenmiştir. Örnek olarak, Türkiye'de ve Çin'de yetiştirilen Holştayn ırkı sığırlarda (Yan ve ark., 2011; Ozdemir ve ark., 2018), Polonya'da yetiştirilen ve Holştayn ırkından geliştirilen Polonya Siyah-Beyaz sığırlarında (Dybus ve ark., 2004), İsviçre Esmeri sığır ırkında (Aytekin ve Boztepe, 2013), etçi bir sığır ırkı olan Limosin ırkında (Dybus ve ark., 2003) ve bir Endonezya yerli sığır ırkı olan Pasundan ırkı sığırlarda (Putra ve ark., 2019) *PIT-1-HinfI* polimorfizmi ile süt verim özellikleri arasında bir ilişkinin olmadığı bildirilmiştir.

Buna karşın bir başka çalışmada Romanya'da yetiştirilen Simental ırkı sığırlarda *PIT-1-HinfI* polimorfizmi yönünden A alleli daha yüksek süt

verimi ile ilişkili bulunduğu, bu nedenle süt verimi yönünden yapılacak seleksiyon çalışmalarında AA ve AB genotipli bireylerin seçilmesinin daha iyi olacağı bildirilmiştir (Coşier ve ark., 2008). Benzer şekilde İran'da yetiştirilen Holştaynlarda AB genotipli hayvanların (Heidari ve ark., 2012), Viyetnam'da

yetiştirilen Holştayn ırkı sığırlarda (Thuy ve ark., 2018) ve Hindistan'da yetiştirilen *Bos indicus* orijinli Sahiwal ırkı sığırlarda (Chauhan ve ark., 2015) ise AA genotipli sığırların diğer genotipli bireylerden daha yüksek süt verdikleri bildirilmiştir.

Çizelge 5. *PIT-1-HinfI* genotipleri ile ilk iki laktasyon süt verim özellikleri arasındaki ilişkiler  
Table 5. Relationships between *PIT-1-HinfI* genotypes and the first two lactation milk yield traits

Süt Verim Özellikleri (Milk Yield Traits)	Genotipler (Genotypes)			P
	AA (n=0)	AB (n=52)	BB (n=151)	
1. Laktasyon TSV		5749.70±193.83	5853.47±140.18	0.695
1. Laktasyon GSV		19.45±0.56	19.39±0.35	0.933
SGG		295.98±5.77	301.10±4.41	0.535
2. Laktasyon TSV		6890.43±145.66	7219.58±134.82	0.099
2. Laktasyon GSV		23.11±0.50	24.17±0.35	0.110
SGG		300.63±5.45	298.34±3.44	0.732

TSV: Toplam Süt Verimi; GSV: Günlük Süt Verimi SGG: Sağımında Geçen Gün Sayısı

Yapılan çalışmalarda göstermiştir ki Simental ırkı da dahil farklı sığır ırklarında *PIT-1-HinfI* polimorfizmi ile süt verim özellikleri arasında ya ilişki bulunamamış, bulunarlarda ise BB genotipi ile süt verim özellikleri arasında negatif ilişki olduğu bildirilmiştir. Bizim çalışmamızda ise AA genotipine hiç rastlanılmamış, buna karşın BB genotipi en yüksek frekansta bulunmuştur (Çizelge 5). Bu nedenle Simental ırkında *PIT-1-HinfI* polimorfizmi ile süt verim özellikleri arasında ilişki hakkında kesin bir sonuca varılabilmesi için içerisinde AA genotipli bireylerinde olacağı daha geniş sayıda örneğin inceleneceği yeni bir çalışmanın yapılması gerektiği düşünülmüştür.

Sonuç olarak literatürde, Türkiye'de yetiştirilen Simental sığır ırkında *GH-AluI* ve *PIT-1-HinfI* polimorfizmleri ile süt verim özellikleri arasındaki ilişkinin araştırıldığı her hangi bir çalışmayla rastlanılmamıştır. Diğer taraftan farklı ülkelerde de Simental ırkında bu iki polimorfizim ile süt verim özelliklerinin araştırıldığı çalışma sayısının çok az olduğu görülmüştür. Yapılan bu çalışmada hem Türkiye'de yetiştirilen Simental ırkı sığırların *GH-AluI* ve *PIT-1-HinfI* polimorfizmleri yönünden genotiplerinin belirlenmesi, hemde bu polimorfizmler ile süt verimi arasındaki ilişkinin ortaya konulması amaçlanmıştır.

Bu çalışmada incelenen hepsi de ikinci laktasyonda olan 203 baş sağmal Simental ırkı inekte *GH-AluI* ve *PIT-1-HinfI* polimorfizmleri ile toplam laktasyon ve günlük süt verimleri arasında ilişki olmadığı belirlenmiştir. İncelenen özellikler ile *GH-AluI* ve *PIT-1-HinfI* polimorfizmleri arasında rakamsal farklılıklar gözlenmiştir. Bu nedenle genotipleme yapılan polimorfizmlerin incelenen verim özellikleri üzerine etkilerinin daha kesin ortaya konulması için her genotipte yeterli sayıda bireyin olduğu çalışmaların planlanması gerektiği düşünülmüştür.

## TEŞEKKÜR

Bu çalışmayı TYL-2019-8822 proje kodu ile destekleyen Erciyes Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi'ne teşekkür ederiz.

## Çıkar Çatışması Beyanı

Yazarlar arasında çıkar çatışması yoktur.

## Yazar Katkı Oranları

Yazarlar makaleye eşit oranda katkı sağladıklarını beyan ederler.

## KAYNAKLAR

- Ağaoğlu ÖK, Akyüz B 2013. Growth hormone gene polymorphism in four cattle breeds in Turkey. Kafkas Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi, 19(3): 419-422.
- Anonim 2019. Süt raporu. <http://www.zmo.org.tr>. Erişim tarihi: 15.10.2019.
- Aytekin I, Boztepe S 2013. Associations of *PIT-1* gene polymorphism with milk yield and composition traits in Brown Swiss cattle. The Journal of Animal & Plant Sciences, 23(5): 1281-1289.
- Balogh O, Kovacs K, Kulcsar M, Gaspard A, Zsolnai A, Katai L, Pesci A, Fesüs L, Butler WR, Huszenicza GY 2009. *AluI* polymorphism of the bovine growth hormone (*GH*) gene, resumption of ovarian cyclicity, milk production and loss of body condition at the onset of lactation in dairy cows. Theriogenology, 71(4): 553-559.
- Bekseitov T, Abeldinov R, Asanbaev T, Dzhaksybaeva G 2017. Expression of candidate genes of lipid metabolism in the Kazakhstani breeding Simmental cattle. Annals of Agrarian Science, 15(4): 443-446.
- Chauhan A, Tiwari M, Singh SP, Sharma D, Kumar S, Goel R, Bhattacharya A, Singh, V 2015. Association of *PIT-1* gene polymorphism with milk

- production traits in Sahiwal cattle. *Indian Journal of Animal Sciences*, 85(6): 610-612.
- Chrenek P, Huba J, Vasicek D, Peskovicová D, Bulla J 2003. The relation between genetic polymorphism markers and milk yield in Brown Swiss cattle imported to Slovakia. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 16(10): 1397-1401.
- Cosier V, Vlaic A, Carsai C, Socol C 2008, Constantinescu R. Research concerning the genetic structure of Romanian Simmental and Maramures Brown breeds at the pituitary transcription factor locus. *Scientific Papers Animal Science and Biotechnologies*, 41(1): 45-48.
- Curi RA, Palmieri DA, Suguisawa L, Oliveira HND, Silveira AC, Lopes CR 2006. Growth and carcass traits associated with *GH1/AluI* and *POU1F1/HinfI* gene polymorphisms in Zebu and crossbred beef cattle. *Genetics and Molecular Biology*, 29(1): 56-61.
- Dario C, Carnicella D, Bufano G 2005. A note on the growth hormone (GH1-AluI) polymorphism in Podolian cattle in Southern Italy. *Animal Science Papers and Reports* 23 43-49.
- Dekkers JCM 2004. Commercial application of marker- and gene-assisted selection in livestock-strategies and lessons. *Journal of Animal Science*, 82(13): 313-328.
- Dolmatova IY, Ilyasov IG 2011. Association of cattle growth hormone gene polymorphism with milk productivity. *Russian Journal of Genetics*, 47(6): 720-725.
- Dybus A, Kmiec M, Sobek Z, Pietrzyk W, Wiśniewski B 2003. Associations between polymorphisms of growth hormone releasing hormone (GHRH) and pituitary transcription factor 1 (PIT1) genes and production traits of Limousine cattle. *Archives Animal Breeding*, 46(6): 527-534.
- Dybus A, Szatkowska I, Czerniawska-Piatkowska E, Grzesiak W, Wójcik J, Rzewucka E, Zych S 2004. *PIT1-HinfI* gene polymorphism and its associations with milk production traits in Polish Black-and-White cattle. *Archives Animal Breeding*, 47(6): 557-563.
- Hartatik T, Kurniawati D, Adiarto A 2015. Associations between polymorphism of growth hormone gene with milk production, fat and protein content in Friesian Holstein cattle. *Journal of the Indonesian Tropical Animal Agriculture*, 40(3): 133-137.
- Heidari M, Azari MA, Hasani S, Khanahmadi A, Zerehdaran S 2012. Effect of polymorphic variants of GH, Pit-1, and  $\beta$ -LG genes on milk production of Holstein cows. *Russian Journal of Genetics*, 48(4): 417-421.
- Hradecká E, Citek J, Panicke L, Rehout V, Hanusova L 2008. The relation of GH1, GHR and DGAT1 polymorphisms with estimated breeding values for milk production traits of German Holstein sires. *Czech Journal of Animal Science*, 53(6): 238-245.
- Jakaria J, Noor RR 2011. Analysis on *Alu-I* growth hormone (*GHA/Alu-I*) gene in Bali cattle. *Journal of the Indonesian Tropical Animal Agriculture*, 36(2): 77-82.
- Javanmard A, Asadzadeh N, Banabazi MH, Tavakolian J 2005. The allele and genotype frequencies of bovine pituitary-specific transcription factor and leptin genes in Iranian cattle and buffalo populations using PCR-RFLP. *Iranian Journal of Biotechnology*, 3(2): 104-108.
- Jiang L, Liu J, Sun D, Ma P, Ding X, Yu Y, Zhang Q 2010. Genome wide association studies for milk production traits in Chinese Holstein population. *PLoS ONE*, 5(10): e13661
- Karakaya E, Akbay C 2013. İstanbul ilinde tüketicilerin süt ve süt ürünleri tüketim alışkanlıkları. *Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 27(1): 65-78.
- Kıyıcı JM, Arslan K, Akyuz B, Kaliber M, Aksel EG, Çınar MU 2019. Relationships between polymorphisms of growth hormone, leptin and myogenic factor 5 genes with some milk yield traits in Holstein dairy cows. *International Journal of Dairy Technology*, 72(1): 1-7.
- Koç A 2016. Simmental yetiştiriciliğinin değerlendirilmesi: 1. Dünyada ve Türkiye'deki yetiştiriciliği. *Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 13(2): 97-102.
- Komisarek J, Michalak A, Walendowska A 2011. The effects of polymorphisms in DGAT 1, GH and GHR genes on reproduction and production traits in Jersey cows. *Animal Science Papers and Reports*, 29(1): 29-36.
- Lorcu F, Bolat BA 2012. Edirne ilinde kırmızı et tüketim tercihlerinin incelenmesi. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 9(1): 71-85.
- Lucy MC, Hauser SD, Eppard PJ, Krivi GG, Collier RJ 1991. Genetic polymorphism within the bovine somatotropin (bST) gene detected by polymerase chain reaction and endonuclease digestion. *Journal of Dairy Science*, 74(Suppl. 1): 284.
- Maryam J, Babar ME, Bao Z, Nadeem A 2016. A novel selection signature in stearoyl-coenzyme A desaturase (SCD) gene for enhanced milk fat content in *Bubalus bubalis*. *Tropical Animal Health and Production*, 48(7): 1343-1349.
- Ozdemir M, Topal M, Aksakal V 2018. The relationships between performance traits and the bGH/AluI and Pit-1/HinfI polymorphisms in Holstein cows. *Indian Journal of Animal Research*, 52(2): 186-191.
- Öner Y, Yılmaz O, Okut H, Ata N, Yılmazbaş-Mecitoğlu G, Keskin A 2017. Associations between GH, PRL, STAT5A, OPN, PIT-1, LEP and FGF2 polymorphisms and fertility in Holstein-Friesian heifers. *Kafkas Üniversitesi Veteriner Fakültesi*

- Dergisi, 23(4): 527-534.
- Özkan M, Güneş H 2007. Kayseri'deki özel işletmelerde yetiştirilen simmental sığırların süt verimi özellikleri üzerinde araştırmalar. İstanbul Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi, 33(3): 17-30.
- Putra WPB, Agung PP, Said S 2019. The polymorphism in g. 1256G> A of bovine pituitary specific transcription factor-1 (bPIT-1) gene and its association with body weight of Pasundan cattle. Journal of the Indonesian Tropical Animal Agriculture, 44(1): 19-27.
- Renaville R, Gengler N, Vrech E, Prandi A, Massart S, Corradini C, Bertozzi C, Mortiaux F, Burny A, Portetelle D 1997. PIT-1 gene polymorphism, milk yield, and conformation traits for Italian Holstein Friesian bulls. Journal of Dairy Science, 80(12): 3431-3438.
- Schlee P, Graml R, Rottmann O, Pirchner F 1994. Influence of growth-hormone genotypes on breeding values of Simmental bulls. Journal of animal Breeding and Genetics, 111: 253-256.
- Sedykh TA, Gladyr EA, Kharzinova VR, Gizatullin RS, Kalashnikova LA 2017. Effect of GH and DGAT1 gene polymorphism on feeding qualities of bull calves. Russian Agricultural Sciences, 43(1): 48-52.
- Shariflou MR, Moran C, Nicholas FW 2000. Association of the Leu127 variant of the bovine growth hormone (bGH) gene with increased yield of milk, fat, and protein in Australian Holstein-Friesians. Australian Journal of Agricultural Research, 51(4): 515-522.
- Silveira LGG, Furlan LR, Curi RA, Ferraz ALJ, Alencar MMD, Regitano LCA, Matins CL, Arrigoni MDB, Suguisawa L, Silveira AC, Oliveira HND 2008. Growth hormone 1 gene (GH1) polymorphisms as possible markers of the production potential of beef cattle using the Brazilian Canchim breed as a model. Genetics and Molecular Biology, 31(4): 874-879.
- Tatsuda K, Oka A, Iwamoto E, Kuroda Y, Takeshita H, Kataoka H, Kouno S 2008. Relationship of the bovine growth hormone gene to carcass traits in Japanese black cattle. Journal of Animal Breeding and Genetics, 125: 45-49.
- Thuy NTD, Thu NT, Cuong NH, Ty LV, Nguyen TTB, Khoa DVA 2018. Polymorphism of PIT-1 and prolactin genes and their effects on milk yield in Holstein Friesian dairy cows bred in Vietnam. Russian Journal of Genetics, 54(3): 346-352.
- Trakovická A, Moravčíková N, Minarovič T 2013. PCR-RFLP analyses for studying the diversity of GH and Pit-1 genes in Slovak Simmental cattle. Scientific Papers Animal Science and Biotechnologies, 46(2): 79-83.
- Tyul'kin SV, Akhmetov TM, Valiullina EF, Vafin RR 2013. Polymorphism of somatotropin, prolactin, leptin, and thyreoglobulin genes in bulls. Russian Journal of Genetics: Applied Research, 3(3): 222-224.
- Yan LJ, Fang XT, Zhang RF, Zhang CL, Chen H 2011. Analysis of pituitary specific transcription factor-1 gene polymorphism in several indigenous Chinese cattle and crossbred cattle. Journal of Applied Animal Research, 39(3): 269-274.
- Zhang C, Liu B, Chen H, Lan X, Lei C, Zhang Z, Zhang R 2009. Associations of a HinfI PCR-RFLP of POU1F1 gene with growth traits in Qinchuan cattle. Animal Biotechnology, 20(2): 71-74.

## Muş İli Besi Sığırcılığı İşletmelerinin Bazı Yapısal Özelliklerinin Belirlenmesi

Galip BAKIR<sup>1</sup> Mustafa KİBAR

<sup>1</sup>Kahramanmaraş Sütçüimam Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Zootečni Bölümü, Kahramanmaraş, <sup>2</sup>Siirt Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Zootečni Bölümü Siirt, Türkiye

<sup>1</sup><https://orcid.org/0000-0002-0816-227X>, <sup>2</sup><https://orcid.org/0000-0002-1895-019X>

✉: galipbakir@hotmail.com

### ÖZET

Bu araştırmada, sığır besi işletmelerinin bazı yapısal özelliklerini belirlemek amacıyla Muş İlinde 368 işletme sahibiyle yüz yüze anket çalışması yapılmıştır. Buna göre, işletmecilerin ortalama yaşı 44.74 yıl, hayvancılık yaptığı süre 20.0 yıl ve işletmelerde bulunan hayvan sayısı ortalama 41.72 baş olarak belirlenmiştir. İşletmecilerin eğitim düzeyi genellikle ilkokul (%45.8) ve ortaokul (%33.6) olarak tespit edilmiştir. Okuryazar olmayan işletmecilerin oranı %4.1 ve üniversite mezunu olanların oranı ise sadece %1.7 olarak bulunmuştur. İldeki besi işletmelerinin %86'sını kombine işletmeler oluşturmaktadır. İşletmecilerin %39.3'ünün birliğe ve %15.9'unun kooperatife üye oldukları belirlenmiştir. İşletmecilerin %77.5'i Muş ilinin besiciliğe uygun olduğunu düşünürken, besiciliğe uygun olmadığını düşünen işletmecilerin %64'ü kesif ve kaba yemin pahalı olmasını ileri sürmüşlerdir. İşletmelerde yetiştirilen yerli, melez ve kültür ırklarının oranları sırasıyla %26.6, %45.6 ve %47.7 şeklindedir. İşletmelerde melez ırklar içerisinde en fazla Simental ve Esmer melezleri bulunmaktadır. İşletmelerde en çok belirtilen sorunlar, yem fiyatlarının yüksek ve destek priminin az olması ile veteriner hizmetlerinin pahalı olması şeklinde sıralanmaktadır. İşletmecilerin yetkililerden en çok beklentileri ise, ucuz maliyetli kredi temini, damızlık hayvan ve destek primlerinin artırılması olarak belirlenmiştir.

### Araştırma Makalesi

### Makale Tarihçesi

Geliş Tarihi : 25.02.2020

Kabul Tarihi : 30.04.2020

### Anahtar Kelimeler

Sığır besi işletmeleri

Yapısal özellikler

Muş ili

## Determination of Some Structural Features of Cattle Fattening Farms in Muş Province

### ABSTRACT

In this research, a face-to-face survey was conducted with 368 farmers in Muş province in order to determine some structural characteristics of fattening farms. Results indicated that the average farmers' age was 44.74, the experience in animal husbandry was 20.0 years and the average number of animals in the farms were 41.72 head. The level of education of the farmers was generally determined as primary school (45.8%) and secondary school (33.6%). Combined farms account for 86% of fattening farms in the province. Of the farmers, 39.3% were members of the union and 15.9% were members of the cooperative. Overall, 77.5% of the farmers thought province of Muş was suitable for cattle fattening, while 64% of whom did not. It Concentrated feed and roughage are reported to be too expensive in the region. The ratios of native, crossbreed and cultural breeds raised in the farms were 26.6%, 45.6% and 47.7% respectively. Among the hybrid races in the farms were the most Simental and Swiss Brown hybrids. The most mentioned problems in farms were high feed prices, low support premium and expensive veterinary services. The expectations of the farmers from the authorities were to have low costed credits, increase the number of breeding animals and support premiums.

### Research Article

### Article History

Received : 25.02.2020

Accepted : 30.04.2020

### Keywords

Cattle fattening farms

Structural features

Muş province

## GİRİŞ

Besi sığırcılığı yetiştiriciye, milli ekonomiye ve insan sağlığına önemli katkıları olan ve kendisinden başta et olmak üzere birçok yan sanayi ürünü elde edilen bir hayvansal üretim faaliyetidir. Artan Dünya nüfusunun besin madde ihtiyaçlarının karşılanmasında en az diğer sektörler kadar besi sığırcılığı da önem arz etmektedir. Yeterli ve dengeli beslenemeyen toplumların verimli olması düşünülemeyeceği için bireylerin hayvansal protein ihtiyacının karşılanmasında büyük bir payı olan besi sığırcılığının önemi gün geçtikçe artış göstermektedir. Ancak, Türkiye’de canlı hayvan ve karkas ithalatı, kaba ve konsantre yem maliyetlerin sürekli yükselmesi, düşük verimlilik ve hastalıklar gibi bazı faktörler bu faaliyetten elde edilen ürün miktarını ve yetiştiricilerin gelirini olumsuz etkilemektedir. Bu olumsuzlukların giderilmesi için sığır işletmelerinin mevcut durumunun yerinde belirlenmesi, devlet politikalarının ve yapılacak bilimsel çalışmaların bunların dikkate alınarak düzenlenmesi mutlak başarıyı artıracaktır (Anonim, 2015). Tüzemen (2018) kırmızı et üretiminde sığırların payının Dünya’da %30, Türkiye’de %88 olduğunu ve Türkiye’de et üretiminin ve kişi başına düşen et tüketiminin yetersiz kaldığını bildirmektedir.

İşletmelerde mevcut durumun belirlenmesine yönelik Türkiye’de birçok çalışma yürütülmüştür (Han ve Bakır, 2009; Daş ve ark., 2014; Sever ve ark. 2017). Bu çalışmalar sonucunda işletmecilerin eğitim düzeyi, yaşı, tecrübesi, sığırın ırkı, kooperatife üyelik durumu, sorunları, beklentileri, işletme tipi, hayvan sayısı gibi özellikleri belirlenebilmektedir. Bu özelliklerin bazılarının besi sığırcılığında elde edilen ürün miktarını ve geliri etkilediği tespit edilmiştir (Aygül ve Özkütük, 2012; Çelik ve Sariözkan, 2017). Bu çalışmaların her bölgede hatta her ilde yapılmasının işletmelerin mevcut durumunun tespitinde daha isabetli olacağı ve yapılacak çalışmaların da buna bağlı olarak başarısının ve verimliliğinin daha da artacağı düşünülmektedir. Bu çalışmanın amacı, Muş ilindeki besi sığırcılığı işletmelerine ait bazı yapısal özelliklerin belirlenmesi ile birlikte yetiştiricilerin sorunları ve beklentilerinin de belirlenmesidir.

## MATERYAL-METOT

Araştırma materyalini, Muş ili merkez ve ilçelerinde (Malazgirt, Bulanık, Hasköy, Korkut ve Varto) bulunan büyükbaş besi işletmelerinde yüz yüze yapılan anket verileri oluşturmuştur. Araştırmada, büyükbaş hayvan varlığı bakımından ilçeleri temsil eden köyler, Tarım ve Orman İl Müdürlüğü teknik personelinin görüşü de alınarak belirlenmiştir. Muş yöresine kayıtlı büyükbaş hayvancılık işletmelerinden besi yapanlara ait veriler 2017

yılında anket yolu ile toplanmıştır. Muş İl Tarım ve Orman Müdürlüğü kayıtlarından alınan toplam (2.000) işletme sayısı dikkate alınarak, 368 (%18.4) işletme tesadüfi olarak belirlemiştir. İşletme sayısının belirlenmesinde örnek hacminin en az %3’ünün (Yamane, 2006) veya en çok örnek hacminin %10’unun (Cochran, 1977) alınmasının yeterli olacağı ilkesi dikkate alınmıştır. Verilerin analizinde SPSS 25.0 paket programı kullanılarak, çapraz tablolar (crosstabs) oluşturulmuştur. İlçeler arasındaki farklılıkların belirlenmesi için ki-kare önemlilik testi (Düzgüneş ve ark., 1983) yapılmış ve bazı özelliklere ait ortalama, maksimum ve minimum frekans değerleri verilmiştir.

## BULGULAR ve TARTIŞMA

İşletmecilerin hane halkı sayısı çoğunlukla (%60.2) 5-8 kişi aralığında iken, ortalama 6.6 kişi (min. 1;max. 18) olarak bulunmuştur (Çizelge 1). Ekonomik ve sürdürülebilir işletmecilik için iş gücünün önemli olduğu bir faaliyet olan hayvancılıkta, işletmecilerin iş gücünü aile bireylerinden karşıladığı belirlenmiştir. Hane halkı sayısı bakımından arasında önemli ( $p<0.01$ ) farklılıklar bulunmuştur. Buna göre, Merkez ve Hasköy’deki işletmelerde hane halkı sayısının daha fazla olduğu (9 ve üzeri grupta) , Malazgirt ve Korkut ilçesindeki işletmelerde ise nispeten daha az olduğu (6 ve daha az grupta) belirlenmiştir. İşletmecilerin eğitim düzeyi genellikle ilkökul (%45.8) ve ortaokul (%33.6) olarak tespit edilmiştir (Çizelge 1). Okuryazar olmayan işletmecilerin oranı %4.1 ve üniversite mezunu olanların oranı ise sadece %1.7 olarak bulunmuştur. Han ve Bakır (2009) Ergani ilçesindeki besi sığırcılığı işletmelerinin yapısal durumunu inceledikleri araştırmada hane halkı sayısını ortalama 9 kişi ve eğitimi düzeyini ise %58.1 oranında ilkökul olarak bildirmektedirler. Ertek ve ark. (2016) TRA bölgesinde (Erzurum, Erzincan, Bayburt, Kars, Ağrı, Iğdır ve Ardahan) yaptığı çalışmada, sığır yetiştiricilerinin eğitim durumlarını ilkökul (%47.4), ortaokul (%28.8) ve lise (%19.1) olarak bildirmişlerdir. Köknaroğlu ve ark. (2017) çalışmasında eğitim düzeyi ile besi işletmelerinden elde edilen verimlilik arasında doğrusal önemli bir ilişki tespit etmiştir. Muş ilinde yetiştiricilerin yaklaşık %84’ünün eğitim seviyesinin lise düzeyinden daha aşağıda olduğu belirlenmiş ve bu bakımdan yetersiz görülmüştür. Alkan ve Ünlü (2018) Giresun ilinde işletmecilerin eğitim durumunun çoğunlukla (%78.15) okuryazar/ilkökul seviyesinde olduğunu bildirmiştir. Alkan ve Güney (2019) Ordu ilindeki sığır işletmecilerinin %7.74’ünün okuryazar olmadığını, %54.16’sının ilkökul mezunu olduğunu ve işletmelerin %44.87’sinde hane halkı sayısının 4’ten fazla olduğunu bildirmişlerdir. Öz ve Kızılaslan (2019) Sinop ili Erfelek ilçesinde besi işletmecilerinin

eğitim durumunu ilkököl (%67.60), ortaokul (%20.40) ve lise (%8) olarak ve Doğan ve Altuntaş (2017) Kırşehir ili Körpınar ve Taşlıtepe köylerinde bulunan 88 besi yetiştiricisine ait aile birey sayısının çoğunlukla 7-9 ve 4-6 arasında yoğunlaştığını bildirmişlerdir. Aynı araştırmacılar işletmecilerin eğitim durumunun çoğunlukla lise, ortaokul ve ilkököl seviyesinde olduğunu bildirmişlerdir. Birçok

çalışmadan farklı olan bu sonucun Kırşehir ilinde yapılan çalışmada işletmelerin gayeli olarak seçilmesinden kaynaklı olduğu düşünülmektedir. Genel olarak Türkiye’de sığırcılık yapan işletmecilerin eğitim durumunun çoğunlukla ilkököl ve ortaokul olduğu ve Muş ili besi işletmecilerinin de bu durum ile uyum içerisinde olduğu anlaşılmaktadır.

Çizelge 1. İşletmelerdeki hane halkı sayısı ve eğitim durumunun mevkiye göre dağılımı

Table 1. Distribution of number of households in farms and farmers of educational status by location

Mevki (Location)	Birey**(Households)					Eğitim durumu (Educational status)						
		<4	5-6	7-8	9+	Toplam (Total)	O.yazar değil (Illiterate)	İlkokul (Primary school)	Ortaokul (Secondary school)	Lise (High school)	Üniversite (University)	Toplam (Total)
Merkez	Sayı	5	19	16	20	60	3	25	17	10	2	57
	%	8.3	31.7	26.7	33.3	100	5.3	43.9	29.8	17.5	3.5	100.0
Malazgirt	Sayı	24	27	19	4	74	4	27	34	6	0	71
	%	32.4	36.5	25.7	5.4	100	5.6	38.0	47.9	8.5	0.0	100.0
Bulanık	Sayı	15	26	29	20	90	2	46	25	14	3	90
	%	16.7	28.9	32.2	22.2	100	2.2	51.1	27.8	15.6	3.3	100.0
Hasköy	Sayı	1	1	6	6	14	0	7	5	2	0	14
	%	7.1	7.1	42.9	42.9	100	0.0	50.0	35.7	14.3	0.0	100.0
Korkut	Sayı	28	13	22	7	70	0	23	36	9	0	68
	%	40	18.6	31.4	10	100	0.0	33.8	52.9	13.2	0.0	100.0
Varto	Sayı	6	25	18	7	56	2	22	16	10	1	51
	%	10.7	44.6	32.1	12.5	100	3.9	43.1	31.4	19.6	2.0	100.0
Toplam (Total)	Sayı	79	111	110	64	364	11	150	133	51	6	351
	%	21.7	30.5	30.2	17.6	100	3.1	42.7	37.9	14.5	1.7	100.0

\*\*p<0.01

İşletmecilerin yaş ortalaması 44.74 yıl (min. 20 yıl ve max. 80 yıl) olup, çoğunlukla (%51.8) 41-60 yıl yaş aralığında oldukları belirlenmiştir. İşletmecilerin hayvancılık yaptıkları süre ortalama 20.0 (min. 2; maks.70) yıl iken, hayvancılık yapılan sürenin çoğunlukla (%35.7) 10 yılın altında olduğu belirlenmiştir (Çizelge 2). Uzun süreli (31+ yıl) besicilik yapan işletmecilerin oranı %17.5 olarak bulunmuştur. Hayvancılık yapılan süre bakımından ilçeler arasındaki farklılıklar önemli (p<0.01) bulunmuştur. Buna göre, işletmecilerin hayvancılık yaptıkları süre Malazgirt ve Korkut ilçelerinde çoğunlukla 10 yıldan az iken, en fazla hayvancılıkla uğraşan işletmecilerin Hasköy ilçesinde olduğu tespit edilmiştir. Han ve Bakır (2009) Ergani ilçesindeki besi sığırcılığı işletmelerinin yapısal durumunu inceledikleri araştırmada, işletmecilerin ortalama 40.8 yıl yaşında (18-39 yaş aralığında) ve 1-7 yıl deneyime sahip (ort. 9.8 yıl) olduklarını bildirmektedir. Aygül ve Özkütük (2012) Malatya ilinde besi sığırcılığı işletmelerinin ortalama tecrübesini 18.6 yıl olarak bulmuştur. Ertek ve ark. (2016) TRA bölgesinde işletmecilerin yaşının 31-50 yıl (%55.2) ve 51-70 yıl (%37.0) arasında olduğunu ve tecrübelerinin 6-10 yıl (%35.8), 11-20 yıl (%27.6) ve 1-5 yıl (%20.1) olduğunu bildirmişlerdir. Doğan ve Altuntaş (2017) Kırşehir ilinde besi işletmecilerinin yaşının

çoğunlukla 41-60 ve 21-40 arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Alkan ve Güney (2019) Ordu ilindeki sığır işletmecilerinin %44.29’unun 11-20 yıl arasında hayvancılık tecrübesine sahip olduklarını bildirmişlerdir. Öz ve Kızılaslan (2019) Sinop ili Erfelek ilçesinde besi işletmecilerinin %54’ünün 51 ve üzeri yaşta ve %38.80’inin 31-50 yaş arasında olduğunu bildirmişlerdir. Türkiye’de sığır işletmecilerinin yaşının genellikle yaşlı olduğu düşünülmektedir. Orta yaşlıların çoğalmasında ise belli bir kazanç elde ettikten sonra verilen desteklerle ek gelir elde etmek için hayvancılık yapmalarının etkisinin olduğu düşünülmektedir. Genç yetiştiricilerin az olmasının ise üniversite okumaya aşırı bir ilginin olmasından ve ileri yaşlara kadar öğrenciliklerin devam etmesi ile gençlerin gerek düşük karlılık gerekse kırsalda yaşamının zorluğu nedeniyle bu işi yapmak istememesinin neden olduğu düşünülmektedir. Ayrıca sigortalı bir işte çalışmak için de gençlerin hayvancılığa yönelmediği düşünülmektedir. İşletmecilerin yaşı için bulunan değer, Giresun ve Ordu illerinde bulunan değerden yüksek, TRA bölgesi, Kırşehir ve Sinop ili ile Ergani ilçesi için bulunan değerle benzer bulunmuştur. Hayvancılık yapılan süre için bulunan değer, Malatya ilinde ve Ergani ilçesinde bulunan değerden yüksek, Ordu ilinde bulunan değerle benzer bulunmuştur.



Çizelge 2. İşletmecilerin yaş ve hayvancılık yaptığı sürenin mevkiye göre dağılımı

Table 2. Distribution of age of the farmers and the period of livestock according to the location

Mevki (Location)		Yaş** (Age)				Toplam (Total)	Hay. yapılan süre**(Period of livestock year)				Toplam (Total)
		<40	41-50	51-60	61+		<10	11-20	21-30	31+	
Merkez	Sayı	17	19	16	8	60	6	17	19	18	60
	%	28.3	31.7	26.7	13.3	100	10	28.3	31.7	30	100.0
Malazgirt	Sayı	33	27	14	1	75	41	18	13	1	73
	%	44	36.0	18.7	1.3	100	56.2	24.7	17.8	1.4	100.0
Bulanık	Sayı	29	27	21	13	90	26	23	15	25	89
	%	32.2	30.0	23.3	14.4	100	29.2	25.8	16.9	28.1	100.0
Hasköy	Sayı	3	7	4	0	14	1	3	4	5	13
	%	21.4	50.0	28.6	0.0	100	7.7	23.1	30.8	38.5	100.0
Korkut	Sayı	37	20	3	10	70	39	20	4	7	70
	%	52.9	28.6	4.3	14.3	100	55.7	28.6	5.7	10	100.0
Varto	Sayı	18	18	13	7	56	16	18	15	7	56
	%	32.1	32.1	23.2	12.5	100	28.6	32.1	26.8	12.5	100.0
Toplam (Total)	Sayı	137	118	71	39	365	129	99	70	63	361
	%	37.5	32.3	19.5	10.7	100	35.7	27.4	19.4	17.5	100.0

\*\*p<0.01

İldeki besi işletmelerinin %86'sını kombine işletmeler oluşturmaktadır (Çizelge 3). İşletmeciler kombine işletmelerde yetiştirdikleri hayvanların dişilerini damızlıkta kullanırken, erkek hayvanlarını ise besi materyali olarak değerlendirdikleri belirlenmiştir. İşletme tipi bakımından arasındaki farklılıklar önemli (p<0.01) bulunmuştur. Buna göre, Malazgirt ilçesindeki işletmelerin tamamı kombine tipinde iken, en fazla süt tipi işletmeler %38.5 oranıyla Hasköy ilçesi ve il merkezinde bulunmuştur.

Alkan ve Ünlü (2018) Giresun ilindeki sığırcılık işletmelerinin %35.51'inin süt, %8.50'sinin besi ve %55.24'ünün kombine olduğunu bildirmiştir. Alkan ve Güney (2019) sığır işletmelerinin %62.09'unun kombine yapıda olduğunu bildirmişlerdir. Can ve Boğa (2019) Niğde ilinde sığır işletmelerinin %86.1'inde kombine yetiştiricilik yapıldığını bildirmişlerdir. İşletmecilerin kombine yetiştiricilik yapmasının Türkiye'de hayvancılık alanında damızlık, etçi, sütçü gibi ihtisas alanlarının oluşmamasına bağlı olarak meydana geldiği düşünülmektedir. Genellikle erkek doğan buzağular işletmelerde beslenir ve para ihtiyacı olduğu zaman satılır. Fakat bu şekilde besiciliği bilmeyen işletmelerde de hayvanın verim potansiyeli ortaya çıkarılamaz ve sonuç olarak verim düşüklüğü yaşanır. Sonuçta da kar etmeyi planlarken zarar edilebilmektedir. Kombine tipi işletmeler için bulunan değer, Giresun ve Ordu illerinde bulunan değerden yüksek, Niğde ilinde bulunan değerle benzer bulunmuştur.

Yapılan çalışmada işletmelerde hayvan sayısı ortalama 41.72 baş (minimum 1 ve maksimum 41.72 baş) olarak bulunmuştur (Çizelge 3). İşletmelerin %33.7'sinde 9 baş ve daha az besi hayvanı

bulunmaktadır. İşletmelerdeki hayvan sayısı bakımından İlçeler arasında önemli farklılıklar bulunmuştur (p<0.01). Buna göre, Korkut ilçesinde bulunan işletmelerin %64.3'ünde hayvan sayısı 9 baş ve daha az iken, 41 baş ve üzeri en çok hayvan bulunan işletmeler Malazgirt, Varto ve Bulanık ilçelerinde tespit edilmiştir (Çizelge 3). Han ve Bakır (2009) Ergani ilçesindeki besi sığırcılığı işletmelerinde ortalama hayvan sayısını 23.9 baş olarak bildirmekte idiler. Aydın ve Sakarya (2012) Kars ve Erzurum illerinde ortalama besi sığırcılığı işletme başına düşen hayvan sayısını 31.8±2.06 baş olarak bildirmişlerdir. Aygül ve Özkütük (2012) Malatya ilinde besi işletmelerinin hayvan kapasitesini 43.8 baş, işletme başına düşen hayvan sayısını 28.1 baş ve kapasite kullanım oranını %58.8 olarak bildirmişlerdir. Can ve Boğa (2019) Niğde ilinde sığır işletmelerinin %77'sinde en fazla 10 baş hayvan, %18'inde 11-20 arasında hayvan ve %5'inde 30 baştan fazla hayvanın olduğunu bildirmişlerdir. Çelik ve Sarıözkan (2017) büyük ölçekli işletmelerin (51-150 baş) orta ölçekli işletmelere (21-50 baş) ve küçük ölçekli işletmelere (1-20 baş) göre hayvan başına sırasıyla 474 TL ve 1098 TL daha fazla kar ettiklerini bildirmişlerdir. Buna göre Muş ili besi işletmeleri başta olmak üzere Türkiye'de işletmelerin küçük olmasının ekonomik açıdan uygun olmadığı sonucu çıkarılabilmektedir. Mevcut çalışmada hayvan sayısı için bulunan değer (?), Ergani ilçesinde, Niğde, Kars ve Erzurum illerinde bulunan değerlerden yüksek bulunmuştur.

İşletmecilerin sadece %39.3'ü birliğe ve %15.9'u kooperatife üye oldukları belirlenmiştir (Çizelge 4). Birliğe veya kooperatife üyelik bakımından arasındaki farklılıklar önemli bulunmuştur (p<0.01).

Çizelge 3. İşletme tipi ve hayvan sayısının mevkiye göre dağılımı  
 Table 3. Distribution of farm type and number of animals by location

Mevki (Location)	İşletme tipi** (Farm type)		Toplam (Total)	Hayvan sayısı** (Number of animals)				Toplam (Total)	
	Besi (Fattening)	Kombine (Combine)		<9	10-20	21-40	41+		
Merkez	Sayı	22	28	50	11	32	11	6	60
	%	44	56	100.0	18.3	53.3	18.3	10.0	100.0
Malazgirt	Sayı	0	72	72	29	10	11	26	76
	%	0.0	100	100.0	38.2	13.2	14.5	34.2	100.0
Bulanık	Sayı	13	75	88	16	25	14	35	90
	%	14.8	85.2	100.0	17.8	27.8	15.6	38.9	100.0
Hasköy	Sayı	5	8	13	4	4	1	4	13
	%	38.5	61.5	100.0	30.8	30.8	7.7	30.8	100.0
Korkut	Sayı	4	65	69	45	5	7	13	70
	%	5.8	94.2	100.0	64.3	7.1	10	18.6	100.0
Varto	Sayı	4	48	52	18	6	11	21	56
	%	7.7	92.3	100.0	32.1	10.7	19.6	37.5	100.0
Toplam (Total)	Sayı	48	296	344	123	82	55	105	365
	%	14	86	100.0	33.7	22.5	15.1	28.8	100.0

\*\*p<0.01

Buna göre, Hasköy ilçesindeki işletmecilerin %62.5'i ve Bulanık ilçesindeki işletmecilerin %46.7'si birliğe üye iken, en fazla kooperatife üye olan işletmeler ise Hasköy ilçesinde tespit edilmiştir. İşletmecilerin birlik ve kooperatife üyeliğinin en fazla Hasköy ilçesinde bulunması, bu ilçedeki işletmecilerin birey sayılarının da fazla olduğu dikkate alınır, besiciliği yegâne gelir kaynağı olarak gördükleri ve besiciliğe diğer işletmecilere nazaran daha çok önem verdikleri düşünülmektedir. Alkan ve Ünlü (2018) Giresun ilindeki sığır yetiştiricilerinin %53.41'inin herhangi bir tarımsal örgüte üye olmadığını bildirmiştir. Alkan ve Güney (2019) Ordu ilinde sığır işletmecilerinin %72.53'ünün herhangi bir tarımsal örgüte üye olmadığını bildirmişlerdir. Ertek ve ark. (2016) TRA bölgesindeki işletmecilerin eğitim ve tecrübe düzeylerinin kooperatife üye olma durumunu negatif etkilediğini, işletmenin ilçeye olan uzaklığı, üreticinin yaşı, üretimin yapılma amacı, tarım dışı elde edilen gelir, işletmedeki hayvan sayısı ve desteklemelerden yararlanma miktarının ise pozitif etkilediğini bildirmişlerdir. Mevcut çalışma ile Ertek ve ark. (2018)'in bulguları kısmen uyum içerisindedir. Öz ve Kızılaslan (2019) Sinop ili Erfelek ilçesindeki besi işletmecilerinin yaşı ve eğitim durumu ile kooperatife ortak olması arasında önemli bir ilişki bulunmamıştır. Aynı araştırmacılar işletmecilerin ekonomik nedenlerle kooperatife yöneldiğini bildirmişlerdir. Muş ili başta olmak üzere Türkiye'de kooperatiflere üyeliklerin az olduğu ve bunun da kooperatiflerin özellikle girdi temini ve satış pazarlama aşamasındaki etkin olmayan yapısından ve yönetsel sorunlardan kaynaklı olduğu düşünülmektedir. Kooperatife ve birliğe üyelik için bulunan değer, Giresun ve Ordu illerinde bulunan değerden oldukça düşük bulunmuştur. İşletmelerin girdi ve ürünlerinin pazarlanması hususunda önemli bir yeri olan birlik

ve kooperatife işletmecilerin üyeliklerinin düşük olması gelir ve karlılıklarının artmasında imkan vermediğinden, üye olmaları konusunda teşvik edilmeleri sağlanmalıdır.

İşletmecilerin %77.5'i Muş ilinin besiciliğe uygun olduğunu düşünürken, hayır diyen işletmecilerin %64'ü kaba ve konsantre yemin pahalı olmasını ileri sürmüşlerdir (Çizelge 5). Muş ilinin besiciliğe uygunluğu bakımından mevkiiler arasındaki farklılıklar önemli (p<0.01) bulunmuştur. Buna göre, Muş ilini besiciliğe uygun gören işletmeler en fazla Hasköy ve Varto ilçelerinde tespit edilmiştir. Bu soruya benzer yapılan bir çalışmaya rastlanmamış olup, bu sorunun bundan sonraki çalışmalarda bir öncülük etmesi düşünülmektedir. Bu soru işletmelerin bulunduğu bölgelerin hayvancılığa uygun olup olmadığını ve işletmecilere göre sebeplerini belirlemede önemlidir. Bu sebepler belirlenerek yerinde yapılan araştırmalar ile eksikliklerin giderilmesi, başka bölgelere teşviklerin verilmesi veya yetiştiricilerin yönlendirilmesinin sağlanabileceği düşünülmektedir.

İşletmelerde bulunan hayvanların ırk dağılımı frekans değerlerine göre bakıldığında, işletmelerin %26.6'ında yerli, %45.6'sında melez ve %47.7'inde kültür ırk yetiştirildiği belirlenmiştir. Çizelge 6'da görüldüğü gibi işletmelerde yetiştirilen ırk bakımından mevkiiler arasındaki farklılıklar önemli (p<0.01) bulunmuştur. Buna göre, Merkez, Hasköy ve Varto ilçelerindeki işletmelerde çoğunlukla (%33.3, %47.5 ve %73.2) melez ırk yetiştirildiği belirlenmiştir.

İşletmeler arasında en fazla yerli ırkın Malazgirt ilçesinde yetiştirilmesi dikkat çekici bulunmuştur. Han ve Bakır (2009) Ergani ilçesindeki besi sığırcılığı işletmelerinde sığır ırklarının dağılımını %40.5 yerli, %58.3 melez ve %1.2 kültür ırkı şeklinde bildirmek

tedirler. Aygül ve Özkütük (2012) Malatya ilindeki besi işletmelerinin 2/3'ünde kültür ırkı ve kültür melezlerinin çoğunlukta olduğunu ve yerli ırkların daha çok kullanıldığı işletmelerin oranını %31.58 olarak bildirmişlerdir. Alkan ve Ünlü (2018) Giresun ilindeki işletmelerin %19.27'sinde yerli ırk, %47.50'sinde melez, %20.33'ünde kültür ve %11.99'unda "Yerli+melez+kültür" ırklarının yetiştirildiğini bildirmiştir. Alkan ve Güney (2019) Ordu ilindeki işletmelerin %45.07'sinde melez ırkın yetiştirildiğini bildirmişlerdir. Doğan ve Altuntaş (2017) Kırşehir ilindeki besi işletmelerinde daha çok melez ırkların kullanıldığını bildirmişlerdir. Türkiye genelinde melez ırkların yoğunlukla kullanıldığı ve Muş ili besi işletmelerinde de melez ırkların çoğunlukla kullanıldığı belirlenmiştir. Bu durum üzerine melez ırklarda bazı üstünlüklerin meydana

gelmesinin etkisinin olabileceği düşünülmektedir. İşletmelerde sığır ırkları için bulunan değer, yerli ırk için Giresun'da bulunan değerden yüksek; melez ırk için Giresun ve Ordu illerinde bulunan değerlere benzer ve Malatya ile Kırşehir'de bildirilen değerlerden düşük bulunmuştur.

İl genelinde işletmelerin çoğunluğunda melez ırklar arasında Simental ırkı melezi yetiştirilirken, bunu Esmer ırkı melezi izlemektedir (Çizelge 7). Mevkiler arasında melez ırklar bakımından önemli ( $p<0.01$ ) farklılıklar bulunmuştur. Buna göre, Korkut ve Varto ilçelerinde en fazla (%52.7 ve %60.8) Simental ırkı melezi yetiştirilirken, Malazgirt ilçesinde ise %76.3 oranında "Esmer+Simental" ırkı melezi sığırlar yetiştirildiği belirlenmiştir.

Çizelge 4. Birlik ve kooperatife üyelik durumunun mevkiye göre dağılımı

Table 4. Distribution of association and cooperative membership status by location

Mevki (Location)		Birliğe üyelik**			Kooperatife üyelik*		
		(Association membership)		Toplam (Total)	(Cooperative membership)		Toplam (Total)
		Evet (Yes)	Hayır (No)		Evet (Yes)	Hayır (No)	
Merkez	Sayı	18	41	59	9	49	58
	%	30.5	69.5	100.0	15.5	84.5	100.0
Malazgirt	Sayı	35	40	75	9	52	61
	%	46.7	53.3	100.0	14.8	85.2	100.0
Bulanık	Sayı	50	30	80	13	66	79
	%	62.5	37.5	100.0	16.5	83.5	100.0
Hasköy	Sayı	8	8	16	6	10	16
	%	50.0	50.0	100.0	37.5	62.5	100.0
Korkut	Sayı	19	51	70	15	55	70
	%	27.1	72.9	100.0	21.4	78.6	100.0
Varto	Sayı	10	46	56	2	54	56
	%	17.9	82.1	100.0	3.6	96.4	100.0
Toplam (Total)	Sayı	140	216	356	54	286	340
	%	39.3	60.7	100.0	15.9	84.1	100.0

\*\* $p<0.05$  \*\* $p<0.01$

Çizelge 5. Muş ilinin besi sığırcılığı için uygunluğunun mevkiye göre dağılımı

Table 5. Distribution of the suitability of Muş province for fattening cattle by location

Mevki (Location)		Besiciliğe uygunluk**			Hayır ise, nedeni** (If no, why)				
		(Suitability)		Toplam (Total)	Konsantre yem pahalı	Kaba yem pahalı	İşçilik /hayvan ucuz	pahalı Yem ve ot	Toplam (Total)
		Evet (Yes)	Hayır (No)						
Merkez	Sayı	46	13	59	3	1	0	9	13
	%	78.0	22.0	100.0	23.1	7.7	0.0	69.2	100
Malazgirt	Sayı	43	26	69	5	12	9	0	26
	%	62.3	37.7	100.0	19.2	46.2	34.6	0.0	100.0
Bulanık	Sayı	68	13	81	7	1	2	0	10
	%	84.0	16.0	100.0	70.0	10.0	20.0	0.0	100.0
Hasköy	Sayı	12	2	14	1	0	1	0	2
	%	85.7	14.3	100.0	50	0.0	50.0	0.0	100.0
Korkut	Sayı	47	22	69	7	9	5	1	22
	%	68.1	31.9	100.0	31.8	40.9	22.7	4.5	100.0
Varto	Sayı	53	2	55	1	1	0	0	2
	%	96.4	3.6	100.0	50.0	50.0	0.0	0.0	100.0
Toplam (Total)	Sayı	269	78	347	24	24	17	10	75
	%	77.5	22.5	100.0	32.0	32.0	22.7	13.3	100.0

\*\* $p<0.01$

Çizelge 6. İşletmelerde bulunan mevcut ırkın mevkiye göre dağılımı

Table 6. Distribution of current breed by location in farmers

Mevki (Location)	Mevcut ırklar** (Current breeds)							Toplam (Total)
	Yerli (Domestic)	Kültür (Culture)	Melez (Crossbreed)	Yerli+melez+ kültür (Domestic+ cross+ culture)	Melez+ kültür (Cross+culture)	Melez+ yerli (Domestic+ cross.)		
Merkez	Sayı	3	3	28	5	16	4	59
	%	5.1	5.1	47.5	8.5	27.1	6.8	100.0
Malazgirt	Sayı	25	10	2	35	3	1	76
	%	32.9	13.2	2.6	46.1	3.9	1.3	100.0
Bulanık	Sayı	2	4	8	10	21	45	90
	%	2.2	4.4	8.9	11.1	23.3	50	100.0
Hasköy	Sayı	1	1	4	2	3	1	12
	%	8.3	8.3	33.3	16.7	25	8.3	100.0
Korkut	Sayı	0	14	7	7	40	2	70
	%	0.0	20.0	10	10.0	57.1	2.9	100.0
Varto	Sayı	5	0	41	0	1	9	56
	%	8.9	0.0	73.2	0.0	1.8	16.1	100.0
Toplam (Total)	Sayı	36	32	90	59	84	62	363
	%	9.9	8.8	24.8	16.3	23.1	17.1	100.0

\*\*p<0.01

Aslan (2009) Konya ilindeki özel bir işletmede yaptığı çalışmada Siyah Alaca, Simental ve Esmer ırklar arasında besi performansı bakımından bir farklılık tespit etmemiştir. Aygül ve Özkütük (2012) Malatya ilinde en yüksek canlı ağırlık artışının Simental x Siyah Alaca melezlerinde görüldüğünü belirtmişlerdir. Mevcut çalışmada Simental ve Esmer ırklar ile melezleri daha çok tercih edilmesi Malatya ilinden farklılık göstermiştir. Bu durumun bölgedeki hayvan tercihlerinin diğer yetiştiricilere bakılmasından ve hayvanın adaptasyon seviyesinden kaynaklı olduğu düşünülmektedir. Gözener ve Sayılı (2015) çalışmasında kültür ırkı hayvanların canlı ağırlık artışının ve yemden yararlanma oranının yüksek olduğunu bildirmişlerdir. Kültür ırkına uygun çevre şartları sağlanırsa yüksek verimler verebilmektedir. Ancak Türkiye'deki işletmelerde bu pek mümkün olmamaktadır. Bu nedenle de yetiştiricilerin meleze yöneldiği görülmektedir. Ancak büyük işletmelerin kültür ırkına uygun çevre koşulları sağlayarak iyi verimler elde ettiği düşünülmektedir. Kültür melezleri arasında Simental melezi için bulunan değer, diğer illerinde bildirilen değerlerle benzer bulunmuştur.

İşletmeciler geçim sağlayacak hayvan sayısını çok farklı miktarlarda bildirmişlerdir. Bu farklılığa, işletmecilerin sosyo kültürel durumları, imkanları ve hayvancılık yapma nedenleri etkili olmuştur (Çizelge 7). İl genelinde geçim sağlayacak hayvan sayısı %46 oranıyla 10 baş ve daha az gurubu öne çıkmıştır. Ancak, mevki ile geçim sağlayacak hayvan sayısı arasında önemli (p<0.01) farklılıklar bulunmuştur. Buna göre, Korkut ilçesindeki işletmeciler geçim sağlayacak hayvan sayısını %90.5 oranında 10 baş ve daha az derken, Merkez, Bulanık, Hasköy ve Varto

ilçelerindeki işletmeciler ise 11-20 baş olarak belirtmişlerdir. Buna ilaveten, il genelinde geçim sağlayacak hayvan sayısını işletmecilerin %6.4'ü 31 baş ve üzeri olarak bildirmeleri dikkat çekici bulunmuştur.

İşletmecilerin %50.9'u besi sonunda hayvanlarını eder fiyata satamadıkları belirlenmiştir (Çizelge 8). Mevki ile hayvanları eder fiyata satma arasında önemli (p<0.01) farklılıklar bulunmuştur. Buna göre, Merkez ve Hasköy ilçesindeki işletmecilerin yüksek oranlarda hayvanlarını eder fiyata satamadıkları tespit edilmiştir. Buna karşın, Korkut, Malazgirt ve Varto ilçelerindeki işletmeciler ise %50.7, %63.8 ve %71.4 gibi yüksek oranlarda hayvanlarını eder fiyata sattıkları belirlenmiştir. Hayvanlarını eder fiyata satamayan işletmecilerin neden olarak, benzer oranlarda kaçak hayvan girişi, fiyatların düşmesi ve girdi fiyatlarının artışı nedeniyle maliyetlerin yüksek olmasını bildirmişlerdir. Mevki ile hayvanları eder fiyata satamama arasında önemli (p<0.01) farklılıklar bulunmuştur. Buna göre, hayvanların eder fiyata satılamaması Korkut ilçesinde kaçak hayvan girişi, Hasköy'de maliyetlerin yüksek olması ve Merkez ile Malazgirt ilçelerinde ise pazar ve pazarlama sorunları öne çıkmaktadır.

İl genelinde işletmelerin sorunları önce her işletmede belirtilen şekliyle frekans değerleri göre verilmiştir. Buna göre, önem sırası şekliyle, işletmelerin %13.5'inde eğitim, %15.0'inde kredi, %23.6'ında pazar, %30.1'inde kaba yem, %35'inde veteriner hizmeti pahalı, %56.5'inde destek az ve %83.4'ünde yem fiyatları yüksek, olarak bulunmuştur. Buna göre, yem fiyatlarının yüksek olması ve verilen desteklerin yetersiz olması işletmelerde en çok belirtilen sorun olarak tespit edilmiştir.

Çizelge 7. Melez ırklar ve geçim sağlayacak hayvan sayısının mevkiye göre dağılımı  
Table 7. Distribution of crossbreeds and number of animals to make a living by location

Mevki (Location)		Melez ırklar** (Cross breeds)					Toplam (Total)	Geçim sağlayacak hayvan sayısı**				Toplam (Total)
		Esmer (B.swiss)	Simental (Simmental)	S. Alaca (Holstein)	Esmer+sim. (B.swiss+sim.)	Karışık (Mixed breed)		10>	11-20	21-30	31<	
Merkez	Sayı	4	15	3	22	9	53	23	27	4	4	58
	%	7.5	28.3	5.7	41.5	17	100.0	39.7	46.6	6.9	6.9	100.0
Malazgirt	Sayı	2	4	0	29	3	38	12	13	15	8	48
	%	5.3	10.5	0.0	76.3	7.9	100.0	25	27.1	31.3	16.7	100.0
Bulanık	Sayı	11	28	0	36	6	81	30	33	5	7	75
	%	13.6	34.6	0.0	44.4	7.4	100.0	40	44	6.7	9.3	100.0
Hasköy	Sayı	2	4	0	2	2	10	4	8	0	1	13
	%	20	40	0.0	20	20	100.0	30.8	61.5	0.0	7.7	100.0
Korkut	Sayı	13	29	0	12	1	55	57	5	1	0	63
	%	23.6	52.7	0.0	21.8	1.8	100.0	90.5	7.9	1.6	0	100.0
Varto	Sayı	1	31	1	18	0	51	17	32	5	0	54
	%	2.0	60.8	2.0	35.3	0	100.0	31.5	59.3	9.3	0	100.0
Toplam (Total)	Sayı	33	111	4	119	21	288	143	118	30	20	311
	%	11.5	38.5	1.4	41.3	7.3	100.0	46	37.9	9.6	6.4	100.0

\*\*p<0.01

Çizelge 8. Besi sonunda hayvanları eder fiyata satma ve satamama nedeni  
Table 8. The reason for selling and not selling animals at a value price at the end of fattening

Mevki (Location)		Eder fiyata satma** (selling a value price)			Toplam (Total)	Hayır ise nedeni nedir** (if not, reason)			Toplam (Total)
		Evet (Yes)	Hayır (No)			Kaçak hayvan (Illegal anim.)	Maliyet fazla (Cost excess)	Pazar (Market)	
Merkez	Sayı	11	45	56	3	18	20	41	
	%	19.6	80.4	100.0	7.3	43.9	48.8	100.0	
Malazgirt	Sayı	44	25	69	4	5	8	17	
	%	63.8	36.2	100.0	23.5	29.4	47.1	100.0	
Bulanık	Sayı	36	46	82	18	3	12	33	
	%	43.9	56.1	100.0	54.5	9.1	36.4	100.0	
Hasköy	Sayı	4	10	14	2	4	0	6	
	%	28.6	71.4	100.0	33.3	66.7	0.0	100.0	
Korkut	Sayı	35	34	69	19	9	0	28	
	%	50.7	49.3	100.0	67.9	32.1	0.0	100.0	
Varto	Sayı	40	16	56	5	2	4	11	
	%	71.4	28.6	100.0	45.5	18.2	36.4	100.0	
Toplam (Total)	Sayı	170	176	346	51	41	44	136	
	%	49.1	50.9	100.0	37.5	30.1	32.4	100.0	

\*\*p<0.01

İşletmelerde tespit edilen sorunlar gruplama yapılarak Çizelge 9'da verilmiştir. Buna göre, "**Yem pah-des az**/pazar-kredi/egitim-vet hiz pah-kaba yem" işletmelerde en çok belirtilen sorun kombinasyonu olarak bulunmuştur. İşletmelerde tespit edilen sorunlar bakımından mevkiiler arasında önemli (p<0.01) farklılıklar bulunmuştur. Buna göre, Varto ilçesinde yemin pahalı olması ve pazar sorunu %57.1 oranıyla öne çıkmıştır. Malazgirt ve Hasköy ilçelerinde tek başına yemin pahalı olması öne çıkan sorun olarak tespit edilmiştir. Aygül ve Özkütük (2012) Malatya ilindeki besi işletmelerinde kredi faizlerinin yüksekliği, kredi şartlarının ağırlığı, kredi alamamak, sermaye yetersizliği, besi materyallerinin

pahalı ve yemin çok pahalı olması gibi sorunların ön plana çıktığını tespit etmişlerdir. Besi işletmelerinde görülen sorunlar bakımından mevcut çalışma ile benzerlik görülmektedir. Alkan ve Ünlü (2018) Giresun ilindeki işletmelerin sorunlarının işletme büyüklüğüne göre değiştiğini ve küçük işletmelerde en önemli sorunun yem fiyatlarının yüksek olması olduğunu bildirmiştir. Alkan ve Güney (2019) Ordu ilinde en önemli sorununun yem fiyatlarının yüksek olması (%48.55) olduğunu bildirmişlerdir. Doğan ve Altuntaş (2017) Kırşehir ilindeki besi işletmecilerinin çoğunluğunun kredi kullandığını ve yine çoğunluğunun kredi faizlerinin normal olduğunu bildirmişlerdir.

Çizelge 9. İşletmelerde karşılaşılan sorunların mevkiye göre dağılımı  
 Table 9. Distribution of current problems in farms by location

Mevki (Location)	Sorunlar** (Problems)									Toplam (Total)
	Yem pahalı (Feed expensive)	Yem pahalı-pazar (Feed expensive-market)	Yem pah-pazar/ eğitim/kaba yem (Feed expensive-market/education/roughage)	Destek az-pazar /kaba yem (Little support-market/roughage)	Yem pah-des az /pazar/ kredi/ eğitim/vet hiz pah/kaba yem (Feed expensive-little support /market/ credit/educ./vet. ser. exp./roughage)	Yem pah-des az/pazar- kredi/ eğitim-vet hiz pah-kaba yem (Feed expensive-little support /market- credit/education-vet. ser. exp.-roughage)				
Merkez	Sayı	1	4	0	0	8	46	59		
	%	1.7	6.8	0.0	0.0	13.6	78	100.0		
Malazgirt	Sayı	29	1	14	14	11	6	75		
	%	38.7	1.3	18.7	18.6	14.7	8.0	100.0		
Bulanık	Sayı	20	12	19	8	6	20	85		
	%	23.5	14.1	22.4	9.4	7.1	23.5	100.0		
Hasköy	Sayı	5	1	2	1	4	2	15		
	%	33.3	6.7	13.3	6.7	26.7	13.3	100.0		
Korkut	Sayı	16	16	3	24	10	1	70		
	%	22.9	22.9	4.3	34.3	14.3	1.4	100.0		
Varto	Sayı	9	32	2	5	2	6	56		
	%	16.1	57.1	3.6	8.9	3.6	10.7	100.0		
Toplam (Total)	Sayı	80	66	40	52	41	81	360		
	%	22.2	18.3	11.1	14.4	11.4	22.5	100.0		

\*\*p<0.01

Çizelge 10. İşletmecilerin beklentilerinin mevkiye göre dağılımı  
 Table 10. Distribution of farmer ' expectations by location

Mevki (Location)		Beklentiler** (Expectations)									Toplam (Total)
		Kredi/ destek primi (Credit/ support prime)	Vet. Hizmeti-dam. bilgi-des. primi (Vet. service-breeder anim.-knowledge- support prime)	Dam. hay.-bilgi-des. primi (Breeder anim.- knowledge-support prime)	Kredi-dam hay - bilgi-des. primi (Credit breeder anim.-knowledge- support prime)	Kredi-vet hiz-dam hay-bilgi-des. primi (Credit-vet. ser- breeder anim.- knowledge-support prime)	Vet. hiz-dam hay/ bilgi/des. primi (Vet. service-breeder anim./ knowledge / support prime)	Kredi-vet hiz / dam hay/des. primi (Credit-vet. service/ breeder anim./ support prime)			
Merkez	Sayı	0	13	4	2	10	13	8	50		
	%	0.0	26.0	8.0	4.0	20.0	26.0	16.0	100.0		
Malazgirt	Sayı	8	6	23	16	2	5	7	67		
	%	12.0	9.0	34.3	23.9	3.0	7.5	10.5	100.0		
Bulanık	Sayı	9	3	29	37	3	1	7	89		
	%	10.1	3.4	32.6	41.6	3.4	1.1	7.8	100.0		
Hasköy	Sayı	0	0	6	6	1	1	0	14		
	%	0.0	0.0	42.9	42.9	7.1	7.1	0.0	100.0		
Korkut	Sayı	11	8	28	6	4	3	8	68		
	%	16.2	11.8	41.2	8.8	5.9	4.4	11.8	100.0		
Varto	Sayı	1	1	1	40	6	0	5	54		
	%	1.9	1.9	1.9	74.1	11.1	0.0	9.3	100.0		
Toplam (Total)	Sayı	29	31	91	107	26	23	35	342		
	%	8.4	9.1	26.6	31.3	7.6	6.7	10.2	100.0		

\*\*p<0.01

Aynı araştırmacılar pazarlama sorununun olmadığını fakat ihracat fazlası, ithalat eksikliği ve fiyatların düşük olduğunu bildirmişlerdir. Benzer çalışmalarda işletmelerde öne çıkan sorun olarak, kredi ve kredi maliyetinin yüksekliği ile yem fiyatlarının yüksek olması gelmektedir. Bu sonuçlar araştırma sonuçlarıyla benzerlik göstermektedir.

İl genelinde işletmelerin sorunları önce her işletmede belirtilen şekliyle frekans değerleri göre verilmiştir. Buna göre, önem sırası şekliyle, işletmelerin %26.9'unda veteriner hizmeti, %28.2'inde yetiştiricilik bilgisi %28.5'inde kredi, %42.9'unda damızlık hayvan ve %53.2'sinde destek primi olarak bulunmuştur. Buna göre, damızlık hayvan ve destek primi işletmelerde en çok beklenti olarak tespit edilmiştir. İşletmelerde tespit edilen sorunlar gruplama yapılarak Çizelge 9'da verilmiştir. Buna göre, "Damızlık hay.-bilgi-desteği-destek primi" işletmelerde en çok belirtilen beklenti kombinasyonu olarak bulunmuştur. Çizelge 10'da görüldüğü gibi, işletmelerin beklentileri bakımından mevkiiler arasındaki farklılıklar önemli ( $p < 0.01$ ) bulunmuştur. Buna göre, Hasköy ve Korkut ilçelerinde en çok beklenti "damızlık hayvan/yetiştiricilik bilgisi/destek primi" iken, Bulanık ve Varto ilçelerinde ise en çok beklenti "kredi/damızlık hay./yetiştiricilik bilgisi/destek primi" şeklinde bulunmuştur. Benzer çalışmalarda sığır işletmelerinde en büyük beklentilerin kredi, destek primi ve damızlık hayvan olduğu ortaya çıkmaktadır (Aygül ve Özkütük, 2012; Alkan ve Ünlü, 2018; Alkan ve Güney 2019). Ancak işletmecilerin bilgi konusunda eksikliklerinin de olduğu unutulmamalıdır. Çünkü her ne kadar maddi imkân el verse de kişi bilmediği bir işte başarılı olamaz. Diğer araştırmalarda sorun olarak bildirilen kredi, destek primi ve damızlık hayvana ilaveten bu araştırmada da veteriner hizmeti ve yetiştiricilik bilgisi sayılabilir.

## KAYNAKLAR

Anonim, 2015. Kırmızı et stratejisi. <https://www.tarimorman.gov.tr/HAYGEM/Belgeler/Hayvanc%C4%B1%C4%B1k/K%C4%B1rm%C4%B1z%C4%B1z%C4%B1%20Et%20Stratejisi.pdf>. (Erişim tarihi: 01.01.2020).

Alkan S, Güney Z 2019. Ordu İli Sığırçılık İşletmelerinin Yapısal Özelliklerinin Belirlenmesi. *Mediterranean Agri. Sciences* 32(3): 447-452.

Alkan S, Ünlü H 2019. Giresun İlindeki Sığırçılık İşletmelerinin Genel Yapısının Belirlenmesi. *Mediterranean Agri. Sciences* 32(1):109-115.

Aslan E 2009. Orta Anadolu Şartlarında Açıkta Besiye Alınan Siyah Alaca, Esmer ve Simental Irkı Sığırların Besi Performanslarının Karşılaştırılması. SÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Zootekni Ana Bilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, 39sh

Aydın E, Sakarya E 2012. Kars ve Erzurum İlleri

Entansif Sığır Besi İşletmelerinin Ekonomik Analizi. *Kafkas Üniv Vet Fak Derg* 18(6): 997-1005.

Aygül H, Özkütük, K 2012. Malatya İli Süt Sığırçılığı ve Sığır Besiciliğinin Yapısı. *Adana Veteriner Kontrol Enstitüsü Müdürlüğü Dergisi* 2: 7-11.

Can ME, Boğa, M 2019. Niğde İli Sığırçılık İşletmelerinde Atık Yönetimi. *KSÜ Tarım ve Doğa Dergisi* 22(2): 260-269.

Cochran WG 1977. *Sampling techniques* (3rd Edition). John Wiley&Sons New York. <https://www.academia.edu/29684662/pdf>. (Erişim tarihi: 14.01.2019).

Çelik C, Sariözkan S 2017. Kırşehir İli Merkez İlçede Sığır Besiciliği Yapan İşletmelerin Ekonomik Analizi. *Harran Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi* 6(1): 38-45.

Daş A, İnci H, Karakaya B, Şengül AY 2014. Bingöl İli Damızlık Sığır Yetiştiricileri Birliğine Bağlı Sığırçılık İşletmelerinin Mevcut Durumu. *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi* 1(3):421-429.

Doğan HG, Altuntaş B 2017. Kırşehir Koşullarında Besi Sığırçılığı Yapan Tarım İşletmelerinin Sorunları ve Çözüm Önerilerine Yönelik Tarımsal Politika Arayışları (Körpınar ve Taştepe köyleri örneği). *KMÜ Sosyal ve Ekonomik Araştırmalar Dergisi* 19(32): 55-64.

Düzgüneş O, Kesici T, Gürbüz F 1983. *İstatistik Metodları I*. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları: 861, Ders Kitabı: 229, Ankara.

Ertek N, Demir N, Aksoy A 2016. Sığırçılık İşletmelerinde Kooperatif Üyeliğini Etkileyen Faktörlerin Analizi: TRA Bölgesi Örneği. *Alinteri Ziraat Bilimler Dergisi* 30(1): 38-45.

Gözener B, Sayılı M 2015. Tokat İli Turhal İlçesinde Sığır Besiciliğinde Üretim Maliyeti ve Canlı Ağırlık Artışına Etki Eden Faktörler. *Journal of Agricultural Sciences* 21(2): 288-299.

Han Y, Bakır G 2009. Özel Besi Sığırçılığı İşletmelerinin Yapısal Durumu ve Etkileyen Faktörler. *A. Üniv. Zir. Fak. Derg* 40(2): 71-78.

Köknaroğlu H, Demircan V, Yılmaz H, Dernek Z 2017. Besi Sığırçılığı Üretim Faaliyetinde Üreticilerin Eğitim Düzeylerinin Besi Performansı ve Kârlılığa Etkisi. *Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi* 12(1): 75-84.

Öz K, Kızılaslan N 2019. Besi Sığırçılığında Tarım Kredi Kooperatiflerinin Rolü: Sinop İli Erfelek İlçesi Araştırması. *Tokat Gaziosmanpaşa Bilimsel Araştırma Dergisi* 8(1): 74-90.

Sever E, İğdeli A, Han V 2017. Aksaray İli Sığır İşletmelerinin Sosyo-Ekonomik Analizi. *Advances in Vet. Bio Science and Techniques* 2(3): 1-11.

Tüzemen N 2018. Türkiye'de Besi ve Et Üretiminde İhracat Potansiyeli. *Kastamonu Üniv. Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi* 4(2): 5-14.

Yamane T 2006. *Temel Örneklem Yöntemleri*. Literatür Yayıncılık, İstanbul, 528 sy.



## Management of Conventional Orchards Shaping the Reproductive Bird Community

Sławomir CHMIELEWSKI

Address: Institute of Technology and Life Sciences, Falenty, Al. Hrabaska 3, 05-090, Raszyn, Poland,  
<https://orcid.org/0000-0003-2686-6497>  
✉: sch6@wp.pl

### ABSTRACT

The aim of this research was to characterise the breeding bird assemblage inhabiting an intensively cultivated, conventional apple orchard in central Poland (51°41'45.1"N, 20°42'08.9"E) and to assess the consequences of this kind of management. The density of birds in such habitats is high, but the species composition is poor. Breeding success was evaluated and habitat parameters were described. The chemicals currently applied do not appear to restrict the species composition of breeding birds. A bigger problem in this context emerges from how the trees are trained and spaced in such an orchard: the crowns are pruned into a small, elongated rectangle and frequently thinned, and the tree density is high. This study is the first one published in Poland that provides definitive evidence of the harmful consequences to breeding birds of intensifying cultivation in apple orchards.

### Research Article

#### Article History

Received : 04.04.2020  
Accepted : 18.05.2020

#### Keywords

Intensification of agriculture  
Birds in orchards  
Habitat characteristics  
Breeding success

**To Cite** : Chmielewski S. 2020. Management of Conventional Orchards Shaping the Reproductive Bird Community. KSU J. Agric Nat 23 (6): 1698-1703. DOI: 10.18016/ksutarimdog.vi.714681.

### INTRODUCTION

Poland is one of the world's foremost producers of fruit. According to FAOSTAT, Poland was one of the leading producers worldwide in 2013 of sour cherries, blackcurrants, gooseberries, apples, raspberries and bilberries (Kierczyńska, 2016). In 2018, the acreage given over to fruit growing in orchards was 243 000 ha, of which 175 000 ha were apple orchards (Niszczoła et al., 2019). Between 2012 and 2017 there was a distinct fall in the acreage of apple orchards with trees 15 and more years old (Niszczoła, 2018). More than 43% of such orchards were planted at densities of 1600-3199 trees per ha, with such densities prevailing in nearly 64% of the youngest plantations (up to 4 years old) Niszczoła, 2018). Polish fruit growers are thus tending to rejuvenate their orchards and to increase fruit tree density per ha. This change in management approach must affect the qualitative and quantitative structure of the bird assemblages breeding in orchards. Apart from studies of orchard birdlife in Wielkopolska province carried out 30-40 years ago, this problem has not been addressed in Poland (Tryjanowski et al., 2009), except for the work by Wiącek and Polak (2008) performed in the Sandomierz area in 2005. The province of Mazovia (Mazowsze), where Polish apple production is concentrated (45.6% of the orchard acreage there), has not been investigated in this respect. The present research is a continuation of the project (Chmielewski, 2016, 2019) aimed at assessing the state of the birdlife inhabiting orchards in Mazovia and identifying the threats to it posed by such

intensive management.

Modern orchards are a completely artificial environment. Intensive orchard management practices subject the birds inhabiting it to severe stress. The frequent application of chemicals, the herbicide fallows between the rows of trees and the narrow, frequently thinned tree crowns compel the birds to adapt to this kind of crop. The broad spectrum of chemicals used in orchards may adversely affect their health, population size and reproductive success (Wilson et al., 1999, Boatman et al., 2004, Genghini et al. 2006, Bright et al. 2008). Bird assemblages in intensively managed orchards have not been studied, so it is not possible to suggest any meaningful measures to conserve the birds inhabiting them.

### MATERIAL and METHODS

This research took place in an intensively cultivated, conventional apple orchard. The actual study plot (1 ha), in the shape of an elongated rectangle, lay to the west of Mogielnica (51°41'45.1"N 20°42'08.9"E), a town in the district of Grójec (province of Mazovia). The 2659 trees in the orchard, 15 years old, were of the Jonagored variety. The trees had been planted in rows at a spacing of ca 1.0 m with the rows ca 3.0 m apart. The height of the trees excluding suckers was 2.5-2.7 m and the crown width was ca 1.1 m. This type of crown shape – a narrow, elongated rectangle – is described in semi-dwarf orchards as a super-spindle leader crown, with the lateral shoots of more or less

equal length along the whole guide. The trunk height was ca 0.5 m. Throughout the breeding season the trees were regularly sprayed with agrochemicals, and a ca 1.6 m wide strip of herbicide fallow was maintained in the rows between the trees. The re-growing herbaceous vegetation between rows was mown at regular intervals. During the bird breeding season tree crowns were not thinned. The study plot was surrounded by conventional apple orchards.

The research was carried out in 2018. Between 13 April and 15 July, the whole study plot was searched for birds' nests 19 times, on average every 7 days. A total of 63 hours and 12 minutes were spent in the field. One search of the whole plot took an average of 3 hours and 32 minutes and depended on the state of the foliage on the trees. When this had developed to the full, nest searches took longer, sometimes more than 5 hours, as nests were then harder to find. In the field, the trees and their concrete supporting posts were marked in order to ensure correct orientation and to pinpoint the exact location of a nest on a sketch-map. A successful brood was taken to be one where the young birds had fledged: they had been seen leaving the nest, or evidence of this, such as excreta or feather sheaths, was found in the nest. The length of the breeding season for particular species, i.e. from the start of nest building to the fledging of the young birds, was estimated from the advancement of nest construction, brooding dates or nestling age. The clutch/brood period (brooding, the nestling period), including the speed of nest building in particular species, was defined after Gotzman and

Jabłoński (1972) and Hudec (1983). In addition, the presence and behaviour of birds were noted during the nest searches in accordance with the cartographic method (Tomiałojć, 2014). The criterion for treating a species as breeding and calculating the number of pairs on the study plot was the finding of a nest.

The statistical calculations were performed in the SPSS Statistics 23 program. It was assessed whether the breeding species on the study plot built their nests more often in certain positions: A – on a lateral branch, B – at the top of a tree, C – adjacent to the main trunk. The  $\chi^2$  test was carried out for a single sample, or exact tests if the assumptions were not fulfilled. Then it was checked whether the height of a nest above the ground differed with respect to species: one-way ANOVA was performed to compare these groups. Nest success with respect to nest position (A,B,C) was assessed with Fisher's exact test.

## RESULTS

A total of 74 completed or unfinished nests were found on the study plot between mid-April and mid-August. The species of bird involved was established in 57 cases and the result of breeding in 45 cases. Five species bred in the orchard, of which song thrush *Turdus philomelos* and blackbird *T. merula* were the most numerous (Table 1). Chaffinch *Fringilla coelebs* was the first species to begin breeding, while linnet *Linaria cannabina* was the last to complete breeding (Table 1.).

Table 1. Number of pairs and breeding dates established on the basis of nest histories.

Species	Number of breeding pairs	No. of clutch/brood	Clutch/brood date	Type of nest position		
				A	B	C
<i>Turdus philomelos</i>	6	1 <sup>st</sup>	15 April - 23 May			6
	5	2 <sup>nd</sup>	11 June - 24 July	1		4
	7	repeat	14 May - 2 July			7
<i>Turdus merula</i>	5	1 <sup>st</sup>	23 April - 12 June			5
	4	2 <sup>nd</sup>	7 June - 27 July			4
	1	repeat	24 May - 29 June			1
<i>Fringilla coelebs</i>	4	1 <sup>st</sup>	13 April - 18 May			3
	3	2 <sup>nd</sup>	25 June - 31 July			2
	min. 2	repeat	18 May – mid-June			
<i>Serinus serinus</i>	2	1 <sup>st</sup>	23 April - end of May	1		1
	2	2 <sup>nd</sup>	14 June - 1 August	1	1	
	2	repeat	end of May - 1 <sup>st</sup> half of June		1	1
<i>Linaria cannabina</i>	3	1 <sup>st</sup>	28 April - 29 May		1	2
	3	2 <sup>nd</sup>	8 July - 22 August		2	1
	2	repeat	1 June - 2 July		1	1
1 <sup>st</sup> clutches total	20 pairs/ha		From 13 June to 22 August	1	1	17
2 <sup>nd</sup> clutches	17 pairs/ha			2	3	11
3 <sup>rd</sup> clutches	none					
Repeat clutches	14			2	10	
Total	47			3	6	38

The most frequent nest position was adjacent to the main trunk (C=80.8%), followed by the tree top

position (B=12.8%); the remaining nests were built on a lateral branch, albeit just 4-7 cm from the main trunk. It was mainly linnet that built its nests at the top of a tree: half the linnet nests were built in this position, the remainder adjacent to the main trunk. Serin *Serinus serinus* constructed its nests in all three positions, roughly in equal proportions. The differences in position were significant for song thrush  $\chi^2(2) = 30.33$ ;  $p < 0.001$ ; blackbird  $p < 0.001$  and chaffinch  $p = 0.007$ , but the results relating to serin and linnet were not even at the statistical trend

level (Table 2).

All the trees in the orchard were of the same, standard height, a consequence of its management. Linnet and chaffinch built their nests at the greatest height (Table 2.). The second-clutch nests of song thrush and blackbird were built higher than the first-clutch ones. The height of the nest above the ground was assessed for interspecific differences using one-way ANOVA. No differences were found, however, even at the statistical tendency level  $F(4, 41) = 0.76$ ;  $p = 0.555$  (Figure 1.).

Table 2. Nest height in metres.

Species	Minimum	Maksimum	Mean	Standart deviation	Median
<i>Linaria cannabina</i>	0.9	2.6	2.2	0.75	2.5
<i>Fringilla coelebs</i>	1.3	2.7	2.2	0.55	2.5
<i>Serinus serinus</i>	1.0	2.6	1.76	0.79	1.5
<i>Turdus philomelos</i>	1 <sup>st</sup> clutch				
	0.9	2.3	1.4	0.52	0.96
	2 <sup>nd</sup> clutch				
	2.0	2.7	2.3	0.26	2.2
<i>Turdus merula</i>	All nests, including repeat clutches				
	0.9	2.7	1.9	0.54	2.2
	1 <sup>st</sup> clutch				
	1.2	2.2	1.9	0.42	2.1
	2 <sup>nd</sup> clutch				
	1.8	2.6	2.3	0.36	2.4
	All nests, including repeat clutches				
	1.2	2.6	2.1	0.39	2.2

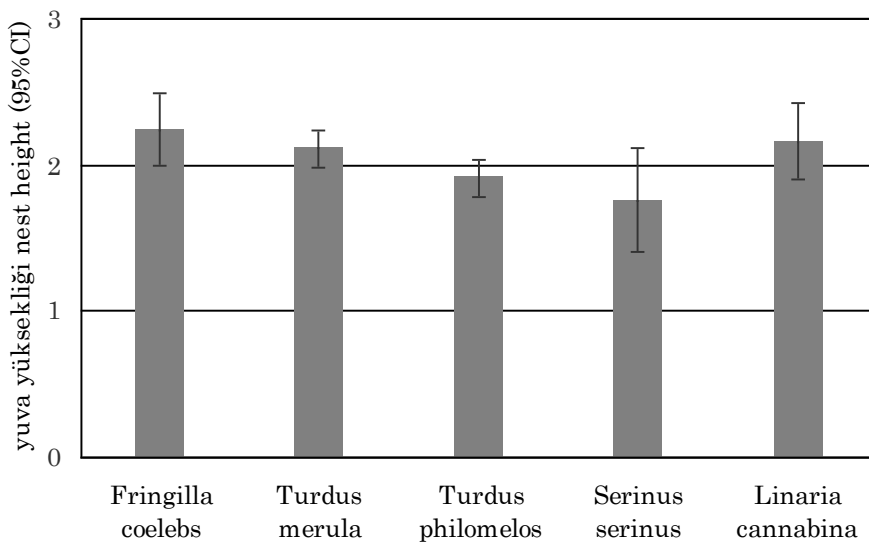


Figure 1. Nest height with respect to species. Mean values and standard errors are shown

Breeding success was calculated for 46 clutches: 28 (60.9%) failed. Only 6 out of 19 (31.6%) first clutches (1<sup>st</sup>) were successful, likewise 9 out of 16 (56.3%) second clutches (2<sup>nd</sup>), and 4 out of 11 (36.4%) repeat clutches. 78% of breeding attempts by song thrush failed, while the figure for blackbird was 50%. Chaffinch sustained the least failures (20%). In the case of first clutches, two out of five were successful in blackbird, and one out of three in linnet. All (100%)

the first clutches in song thrush (n=6) and serin (n=2) failed. In contrast, all the first clutches of chaffinch (n=3) were successful. In the case of second clutches, two out of five were successful in song thrush, three out of four in blackbird, one out of two in chaffinch and serin, and two out of three in linnet. Clutch/brood losses were the least in late-June – early-July (Table 2.). Breeding success did not depend on nest position (A, B, C) (Fisher's exact test,  $p=0.292$ ).

In addition, the territorial behaviour – mainly singing – of three further species was recorded in the study plot during the breeding season: yellowhammer *Emberiza citrinella*, greenfinch *Chloris chloris* and icterine warbler *Hippolais icterina*. They were not counted among the breeding birds, however, as no nests were found, and the short time they spent on the study plot suggested that they were nesting elsewhere.

## DISCUSSION

In 2018, orchards made up 330 967 ha (ca 2.3%) of the overall acreage given over to agriculture in Poland (Niszczoła, 2018). More than half of the apple and pear orchards were aged 5-14 years. Comparison of results from 2012 to 2017 shows that the area of orchards aged 15 and over has suffered a distinct decline. Many more apple orchards now have densities of > 1600 trees per ha and far fewer have densities < 400 trees per ha. The proportion of apple trees planted in densities of 1600-3199 trees per ha has increased by nearly 20%; more than 43% of all apple orchards now have densities of this magnitude (Niszczoła, 2018). These changes in management must affect the bird assemblage in intensively cultivated, conventional orchards. Tree crowns in such orchards have been reduced to a small, narrow rectangle in shape. Moreover, there are ca 20 applications of chemicals per year, and a strip of herbicide fallow is maintained between the rows of trees (Chmielewski, 2019; Grędziński, 2009; Kozanecka et al., 1996, Roper, 2004, Simon et al., 2010). Studies from intensively cultivated olive orchards in Spain and Portugal have demonstrated the negative effect of this form of management on the breeding bird assemblage there (Morgado et al., 2020, Rey et al., 2019).

A feature of the monoculture structure of apple trees in intensively cultivated, conventional orchards is the high transparency of crowns, which are no wider than 60-100 cm. Birds are thus compelled to adapt to such an “artificial” habitat. The data gathered in this study indicate that both the number of breeding bird species and their density are smaller in an orchard managed in such a way. 20 pairs per ha nested in the orchard of this type studied here (Table 1.). This is almost 50% fewer than in a traditional orchard (Chmielewski, 2019). Nevertheless, this is still a high density, generally comparable with that in rich alluvial forest habitats (e.g. 215 pairs/10 ha, Tomiałojć and Dyrce, 1993), but with the important difference that the high densities in alluvial forests are due to the large percentage (45-60%) of hole-nesters, not present in the studied orchard. Holes cannot form in orchard trees cultivated for less than 15-20 years because of the small circumference of their trunks (Grüebler et al., 2013). The species

composition was also half that in a traditional orchard (5 vs. 10). Conspicuous by their absence were ground-nesters, and also breeding fieldfares *Turdus pilaris*, which commonly nest in traditional orchards, where the trees have broad, almost natural crowns (Chmielewski, 2019; Grędziński, 2009). Nest survivorship in this intensively cultivated, conventional orchard was the highest in late June and early July, in contrast to the traditional orchard, when this parameter peaked a month earlier (Figure 2.) (see Chmielewski, 2019). The birds were also building their nests with great intensity over a longer period of time than in a traditional orchard, from April until mid-July, even though there were half as many species. Taking into account all the nests found, i.e. completed and unfinished ones, and those of unidentified species, the nest density in the studied orchard was 74 per ha as against 82 in a traditional orchard (Chmielewski, 2019). The high density of nests in this orchard, in contrast to the lower overall density and the 50% fewer species than in a traditional orchard, is probably a response to nest losses brought about by intensive management. The habit of the tree crowns may be the reason why some nests are destroyed when the tractor spraying chemicals at high pressure passes by: the small, narrow crown cannot prevent a flimsily attached nest from collapsing. This could be why most of the nests were built hard up against the main trunk.

It is surprising to note, therefore, the breeding success of 39.1%, which was higher than in a traditional orchard (Chmielewski, 2019). Chaffinch and blackbird, and to a lesser extent song thrush, all achieved a better breeding success in this orchard than in a traditional one. In comparison with conventional orchards near Czersk and Brzumin (Grędziński, 2009), the form of management in the studied orchard favoured a high level of breeding success in blackbird but not in song thrush. As in traditional orchards, first clutches were more likely to fail than second and repeat clutches (Chmielewski, 2019). This suggests that the development of foliage, which better conceals nests, can reduce nest losses.

The uniform height and habit (narrow, regular crown) of the orchard trees restricted nest siting. No significant differences were found in nest height or nest position among the species. Linnet built its nests higher up in this intensively cultivated, conventional orchard than in a traditional one (Me 2.5 vs. 1.7), whereas the reverse held for serin (Me 1.5 vs. 2.4)(cf. Chmielewski, 2019). Song thrush built its nests in the same way in both types of orchard, i.e. higher up for the second clutch than for the first one; the same applied to blackbird. Intensification of cultivation, especially the application of pesticides in orchards, is considered to reduce the availability of food, which in turn impoverishes their birdlife (e.g. Bouam et al.,

2017; Bouvier et al., 2011; Solomou and Sfougaris, 2015). Equally, the intensive management of an orchard may severely restrict nesting opportunities (Morgado, 2020). Similar inferences can be drawn from the present research. They are corroborated by

the study in the orchards near Brzumin and Czersk, which demonstrated that birds were less likely to build nests in a young, conventional orchard than in an older, conventional one (Grędziński, 2009).

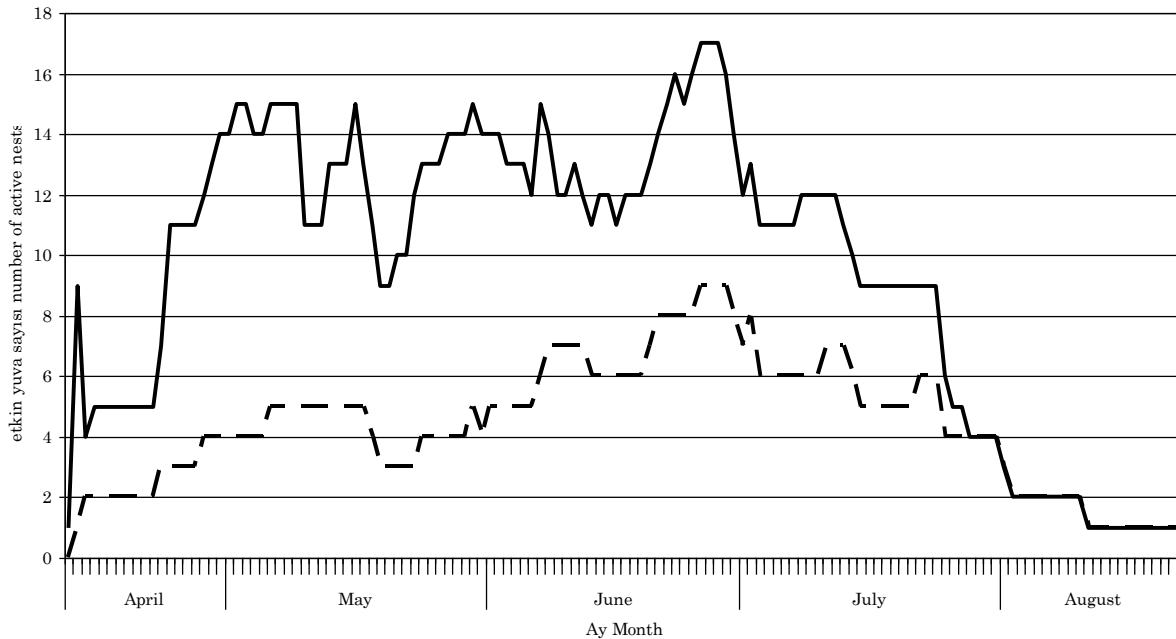


Figure 2. Survivorship (number of nests/day) of nests with successful clutches/broods (dashed line) compared with all nests (solid line).

In a traditional orchard near Mogielnica, where pesticides were not applied, the species composition was almost identical to that in the conventional orchards near Czersk and Brzumin, but 50% poorer than in the intensively cultivated, conventional orchard studied here. This leads one to surmise that the species composition of breeding birds in such an orchard is not limited by the chemicals applied to the fruit trees, but rather by the way that the trees are planted and managed, i.e. the small, narrow, frequently thinned rectangular crowns, and the high tree densities.

## CONCLUSIONS

The habit of a tree crown affects the density and species composition of birds colonising intensively cultivated, conventional apple orchards with high tree densities. This is confirmed by comparative studies carried out in different types of apple orchards (Chmielewski, 2019, Grędziński, 2009). In the studied orchard, the technique of pruning and shaping tree crowns, as well as the strip of herbicide fallow between the rows of trees and the age of the orchard, probably impoverished the species composition and reduced the density of birds. Moreover, it is very likely that these were the reasons for the absence of fieldfare and ground-nesting birds.

Action is necessary to limit the negative consequences

of intensive orchard management. This can be done by offering fruit growers direct economic incentives in order to encourage them to reduce the intensity of cultivation in their orchards, e.g. as one aspect of agro-environmental programmes or by way of increasing financial support for organic farming (Morgado, 2020). Orchard biodiversity is enhanced by not removing herbaceous plants, hedges and even solitary trees on balks, and by installing nest boxes (Manning et al., 2006; Morelli et al., 2013; Jedlicka et al., 2014; Castro-Caro et al., 2015). Such action is imperative if we wish to maintain a high level of biodiversity in our farming landscape.

## Conflict of Interest

The authors declare no conflict of interest.

## REFERENCES

- Boatman ND, Brickle NW, Hart JD, Milson TP, Morris AJ et al. 2004. Evidence for the indirect effects of pesticides on farmland birds. *Ibis* 146: 131-143.
- Bouam I, Bachir A, Katayama N 2017. Variation in bird assemblages along an agricultural intensification gradient: A case study of olive orchards in North-Eastern Algeria. *Ornithological Science* 16: 147.
- Bouvier JC, Ricci B, Agerberg J, Lavigne C 2011.

- Apple orchard pest control strategies affect bird communities in southeastern France. *Environmental Toxicology and Chemistry* 30: 212-219.
- Bright JA, Morris T, Winspear RJ 2008. A review of indirect effects of pesticides on birds and mitigating land-management practices. RSPB Research Report No 28. p. 66.
- Castro-Caro JC, Barrio IC, Tortosa FS 2015. Effects of hedges and herbaceous cover on passerine communities in Mediterranean olive groves. *Acta Ornithologica* 50: 180-192.
- Chmielewski S 2016. Breeding avifauna of orchards and adjacent habitats at Wysoczyzna Rawska (the Rawska Hills). *Ornis Polonica* 57: 29-39 [In Polish].
- Chmielewski S 2019. The importance of old, traditionally managed orchards for breeding birds in the agricultural landscape. *Polish Journal of Environmental Studies*. 28: 3647-3654.
- Genghini M, Gellini S, Gustin M 2006. Organic and integrated agriculture: the effects on bird communities in orchard farms in northern Italy. *Biodiversity and Conservation* 15: 3077-3094.
- Grüebler MU, Schaller S, Keil H, Naef-Daenzer B 2013. The occurrence of cavities in fruit trees: effects of tree age and management on biodiversity in traditional European orchards. *Biodiversity and Conservation* 22: 3233-3246.
- Grędziński P 2009. Breeding ecology of the Birds in intensiva farmer orchards. Engineering work, SGGW, Warsaw. 36 p. [In Polish].
- Gotzman J, Jabłoński B 1072. The nests of our birds. PZWS, Warsaw. 284 p. [In Polish].
- Jedlicka JA, Letourneau DK, Cornelisse TM 2014. Establishing songbird nest boxes increased avian insectivores and reduced herbivorous arthropods in a Californian vineyard. USA. *Conservation Evidence* 11: 34-38.
- Kierczyńska S 2016. Changes in the assortment's structure of fruit trees and shrubs cultivated in Poland. *Roczniki Naukowe Stowarzyszenia Ekonomistów Rolnictwa i Agrobiznesu*, 18: 158-163. [In Polish].
- Kozanecka T, Rekosz-Burlaga H, Russel S 1996. Effect of apple orchard soil management system, liming and nitrogen fertilization in biological activity. *Roczniki Gleboznawcze*. 47: 75-84.
- Hudec K, Eds. 1983. Fauna ČSSR, Volume 23-24, Birds - Aves, III/1-2. Akademia, Praha, 704 p. [In Czech].
- Manning AD, Fischer J, Lindenmayer DB 2006. Scattered trees are keystone structures: implications for conservation. *Biological Conservation* 132: 311-321.
- Morelli F 2013. Relative importance of marginal vegetation (shrubs, hedgerows, isolated trees) surrogate of HNV farmland for bird species distribution in Central Italy. *Ecological Engineering*. 57: 261-266.
- Morgado R, Santana J, Porto M, Sánchez-Oliver JS, Reino L et al. 2020. Mediterranean silent spring? The effects of olive farming intensification on breeding bird communities. *Agriculture, Ecosystems and Environment*. 288: 106694.
- Niszczoła S 2018. Horticultural production. Orchard survey in 2017. Central Statistical Office, Warsaw, 10 p. [In Polish].
- Niszczoła S, Dziubiński K, Kupidura A, Miziołek D, Pacuszka R et al. 2019. Production of agricultural and horticultural crops in 2018. Central Statistical Office. Warsaw, 89 p. [In Polish].
- Rey PJ, Manzaneda AJ, Valera F, Alcántara JM, Tarifa R et al. 2019. Landscape-moderated biodiversity effects of ground herb cover in olive groves: implications for regional biodiversity conservation. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 277: 61-73.
- Roper TR 2004. Orchard flor management for fruit trees. Collage of agricultural and life sciences, University of Wisconsin Madison and university of Wisconsin-Extension publication, 608: 262-267.
- Solomou AD, Sfougaris AI 2015. Bird community characteristics as indicators of sustainable management in olive ecosystems of Central Greece. *Journal of natural history* 49: 301-325.
- Tomiałojć L 2014. The combined version of the Mapping Method. Mikusek R., Stawarczyk T. Eds. *Ornithologist Guide*. Wydawnictwo Fundacja Wspierania Inicjatyw Ekologicznych, Kraków, 280 p. [In Polish].
- Simon S, Bouvier JC, Debras JF, Sauphanor B 2010. Biodiversity and pest management in orchard systems. A review. *Agronomy for Sustainable Development*, 30: 139-152.
- Tomiałojć L, Dyrz A 1993. Nature conservation in large river valleys of Poland: an ornithological Outlook. Tomiałojć L. Eds. *Nature and environment conservation in the lowland river valleys of Poland*. IOP PAN, Kraków, 13-38. [In Polish].
- Tryjanowski P, Kuźniak S, Kujawa K, Jerzak L 2009. Ecology of farmland birds. Bogucki Wydawnictwo Naukowe, Poznań, 390 p. [In Polish].
- Wiącek J, Polak M 2008. Bird community breeding in apple orchards of Central Poland in relation to some habitat and management features. *Polish Journal of Environmental Studies* 17: 951-956.
- Wilson JD, Morris AJ, Arroyo BE, Clark SC, Bradbury RB 1999. A review of the abundance and diversity of invertebrate and plant foods of granivorous birds in the northern Europe in relation to agricultural change. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 75: 13-30.